

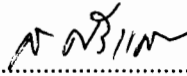
ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้
แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช เพื่อพัฒนา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

พิจิตรา ศรีพัคยศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

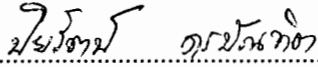
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ พิจิตรา ศรีพัศยศ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธาน
(ดร.ปิยรัตน์ ครบฉัตร)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์)


..... กรรมการ
(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)


..... กรรมการ
(นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


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

วันที่ 19 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2558

การวิจัยนี้ได้รับทุนการศึกษา

จากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยการให้คำปรึกษา การแนะนำแนวทางในการดำเนินงาน และการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในการดำเนินงานจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร. สมศิริ สิงห์หลพ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และประสบการณ์ และแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์ ดร. อาพันธ์ชนิต เจนจิต ดร.ปรีชา ไพรินทร์ อาจารย์พรปวีณ์ ทนสูงเนิน และอาจารย์วัลยา เลื่อนกฐิน ที่กรุณาช่วยตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือวิจัย ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครู และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี ที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโทสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติ ๆ ทุกคนที่ได้ให้การส่งเสริมและสนับสนุน เป็นกำลังใจที่ดีในการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

พิจิตรา ศรีพิยศ

56910206: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น/ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2/ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์/ จิตวิทยาศาสตร์

พิจิตรา ศรีพิศยศ: ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (EFFECTS OF THE 7E INQUIRY LEARNING CYCLE WITH THE JIGSAW2 TECHNIQUE IN PLANT RESPONSES TOPIC ON BIOLOGICAL LEARNING ACHIEVEMENT, SCIENTIFIC CONCEPT, AND SCIENTIFIC MIND FOR 11TH GRADE STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สพลณภัทร์ ศรีแสนรงค์, ศษ.ด., สมศิริ สิงห์ลพ, กศ.ด. 227 หน้า. พ.ศ. 2558.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬารามราชวิทยาลัย ชลบุรี จำนวน 24 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 เรื่องการตอบสนองของพืช แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร (t-test) แบบ Dependent samples และเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สูตร (t-test) แบบ One sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืชหลังการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 อยู่ในเกณฑ์ระดับดี

56910206 : MAJOR: TEACHING SCIENCE; M.Ed. (TEACHING SCIENCE)

KEYWORDS : INQUIRY LEARNING CYCLE (7E)/ COOPERATIVE LEARNING WITH
JIGSAW 2 TECHNIQUE/ SCIENTIFIC CONCEPT/ SCIENTIFIC MIND

PIJITRA SRIPUDYOS: EFFECTS OF THE 7E INQUIRY LEARNING CYCLE
WITH THE JIGSAW 2 TECHNIQUE IN PLANT RESPONSES TOPIC ON BIOLOGICAL
LEARNING ACHIEVEMENT, SCIENTIFIC CONCEPT, AND SCIENTIFIC MIND FOR 11TH
GRADE STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: SAPONNAPAT SRISANYONG, Ph.D.,
SOMSIRI SINGLOP, Ed.D. 227 P. 2015.

The purpose of this research was to study effects of the 7E inquiry learning cycle with the jigsaw 2 technique in the plant responses topic to develop biological learning achievement, scientific concept and scientific mind for 11th grade students. The participants consisted of 24 eleventh grade students at Princess Chulabhorn's College Chonburi. They were randomly selected by using the cluster random technique. The research instruments were Biology lesson plans by using the inquiry learning cycle (7E) with the jigsaw 2 technique in the topic of Plant Responses, an achievement test, a scientific concept test and a scientific mind test. The data were statistically analyzed by using dependent sample t-test to compare the difference in learning achievement, scientific concept and scientific mind before and after learning.

The results that;

1. The biological learning achievement after learning by using the 7E inquiry learning cycle with the jigsaw 2 technique was significantly higher than those before learning ($p < .05$).
2. The scientific concept after learning by using the 7E inquiry learning with the jigsaw 2 technique was higher than the 70% criteria learning ($p < .05$).
3. The scientific mind after learning by using the 7E inquiry learning cycle with the jigsaw 2 technique was in a good level.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ	
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	12
หลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่มโรงเรียนจุฬาภรณ	
ราชวิทยาลัย (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค) พุทธศักราช 2554.....	14
การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น.....	18
การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2.....	33
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	40
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	47
จิตวิทยาศาสตร์.....	58
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	69

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	79
วิธีดำเนินการวิจัย.....	79
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	79
รูปแบบการวิจัย.....	80
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	80
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	81
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	95
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
4	102
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
5	115
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	115
สรุปผลการวิจัย.....	116
อภิปรายผลการวิจัย.....	116
ข้อเสนอแนะ.....	122
บรรณานุกรม.....	123
ภาคผนวก.....	136
ภาคผนวก ก.....	137
ภาคผนวก ข.....	142
ภาคผนวก ค.....	173
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	227

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	กำหนดการสอนและจุดประสงค์การเรียนรู้..... 16
2	บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบ การเรียนการสอน 7E..... 29
3	เกณฑ์การคิดคะแนนพัฒนา..... 39
4	เกณฑ์การกำหนดกลุ่มที่ได้รับรางวัล..... 40
5	คุณลักษณะที่สำคัญและพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนที่ซึ่บ่ง จิตวิทยาศาสตร์..... 63
6	แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design..... 80
7	การวิเคราะห์หัวข้อชีวิต สารการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ สารที่ 4 เรื่อง การตอบสนองของพืช..... 81
8	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสารการเรียนรู้กับ จุดประสงค์การเรียนรู้..... 86
9	วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์และนำหนักใน แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์..... 93
10	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการ จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2..... 103
11	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นร่วมกับการจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2..... 103
12	จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องฮอร์โมน ออกซิน (Auxin)..... 104
13	จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องฮอร์โมน จิบเบอเรลลิน (Gibberellin)..... 105
14	จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องฮอร์โมน ไซโตไคนิน (Cytokinin)..... 106

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
15 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องฮอร์โมนเอทิลีน (Ethylene).....	107
16 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องฮอร์โมนกรดแอบไซซิก (Abscisic acid).....	108
17 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนไหวของพืชตามทิศทางของสิ่งเร้า.....	109
18 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนไหวเนื่องจากแรงดันเต่ง (Turgor movement).....	110
19 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนไหวแบบทรอปิซึม (Tropism movement).....	111
20 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเจริญที่มีทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้า.....	112
21 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนไหวแบบ Nastic movement.....	113
22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ หลัง เรียนโดยใช้ การสืบเสาะหา ความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้นร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2.....	114
23 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1.....	143
24 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2.....	145
25 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3.....	147
26 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.....	149
27 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5.....	151
28 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6.....	153
29 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การตอบสนองของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	155

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
30 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช.....	157
31 ค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	158
32 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	161
33 ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D_E) ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	162
34 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อกับคุณลักษณะแต่ละด้าน (IOC) ของแบบวัดจิตวิทยาาสตร์.....	164
35 ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) ของแบบวัดจิตวิทยาาสตร์.....	166
36 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน.....	169

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	8
2 วงจรการเรียนรู้แบบ 5E ของ BSCS.....	22
3 การขยายวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็น 7E.....	23
4 กระบวนการเกิดมโนทัศน์.....	50
5 ผังมโนทัศน์ เรื่อง การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช.....	57
6 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้.....	85
7 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	90
8 การสร้างแบบวัดจิตวิทยาาสตร์.....	95

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์นับว่ามีความสำคัญยิ่งต่อโลก ตั้งแต่อดีต ปัจจุบันและสังคมของมนุษย์ในโลก เพราะวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้มนุษย์มีความสะดวกสบาย มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ทั้งในเรื่องของ ปัจจัย 4 อันได้แก่ เครื่องนุ่งห่ม อาหาร ยารักษาโรค และที่อยู่อาศัย ตลอดจนเครื่องอำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน นอกจากนี้วิชาวิทยาศาสตร์ยังมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว โดยในด้านการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2547, หน้า 1-2)

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้ (คณะอนุกรรมการพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2546, หน้า 3)

เนื่องจากสังคมในปัจจุบันเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge-based society) จึงมีแนวทางที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ต้องให้ผู้เรียนได้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all) ซึ่งประกอบด้วยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในองค์ประกอบของความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนและมีความรู้ในระดับสูงชัดเจนดีขึ้น โดยมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน อาจเกิดขึ้นจากการนำเอามโนทัศน์หลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, หน้า 3) ดังนั้นในการจัดการเรียน

การสอนในปัจจุบันจึงมุ่งให้นักเรียนมีความเข้าใจ โน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถจำแนกเรื่องราวต่าง ๆ ที่ซับซ้อนทางวิทยาศาสตร์และยังช่วยพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับการค้นคว้าหาความรู้อื่น ๆ ต่อไป (บรรจง สิทธิ, 2537) อีกทั้งยังเน้นให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนการสอนต้องส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูล การทำโครงการ การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ท้องถิ่น การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งการสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 ก, หน้า 143) นอกจากนี้ พิมพ์ฉัตร เดชะคุปต์ (2545, หน้า 6) ได้กล่าวว่า การศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นการศึกษาที่เน้นให้คนมีปัญญาและเน้นรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ (Learning community) เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือและแบบร่วมกัน (Co-operative and collaborative learning) ในด้านการเรียนการสอนเน้นการสอนที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ วิจารณ์ พานิช (2555, หน้า 349) กล่าวว่าในศตวรรษที่ 21 ต้องเน้นการเรียนรู้เพื่อบ่มเพาะส่งเสริมทักษะในการเรียนรู้ โดยเฉพาะการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเป็นทีม โดยเป้าหมายที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการสอนวิทยาศาสตร์ คือ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 5-12) โดย พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2537, หน้า 35) ได้กล่าวโดยสรุปว่า จิตเป็นวิทยาศาสตร์ เป็นความพร้อมที่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้ที่จะแสดงออกเป็นพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ หรือสภาพการณ์ต่าง ๆ โดยมีองค์ประกอบสำคัญคือ ความคิด ความรู้สึกและพฤติกรรมที่แสดงออกมาเนื่องจากผลของความคิดและความรู้สึก บุคคลที่จะศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้นั้น ควรมีคุณลักษณะที่เรียกว่า เป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีความรู้ กระบวนการคิด ได้ลงมือปฏิบัติเพื่อสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมถึงลักษณะนิสัยในการเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ที่คตินั่นเอง

ชีววิทยาเป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติแขนงหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งสำหรับสังคมโลก ปัจจุบันและอนาคต เพราะชีววิทยาเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรม การสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมซึ่งจะทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ วิชชีวะวิทยาระดับมัธยมศึกษา นับเป็นวิชาที่มีความสำคัญ เพราะนักเรียนสามารถนำเอาความรู้ต่าง ๆ

ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งยังเป็นพื้นฐานที่สำคัญของวิชาอื่น ๆ ที่สามารถจะนำความรู้ไปศึกษาในระดับที่สูงขึ้นไปได้ (สิริภักดิ์ พราหมณีย์, 2548, หน้า 2)

จากการประเมินคุณภาพทางการศึกษา (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2555) พบว่าการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายใน ส่วนของวิชาวิทยาศาสตร์ในปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2555 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 33.70, 29.06, 30.90, 27.90 และ 33.10 ตามลำดับ โดยถือว่าค่อนข้างต่ำ และในส่วนของโรงเรียนจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย ชลบุรี ซึ่งถือเป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ระดับภูมิภาค มีผลการทดสอบ ในปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2555 มีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ คือ 36.78 และ 41.68 ตามลำดับ โดยผลการทดสอบ ดังกล่าวอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งผลการทดสอบนี้ สะท้อนให้เห็นว่า ยังมีจุดบกพร่อง หลายอย่างที่พบในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากธรรมชาติของวิชาชีววิทยา ที่มีลักษณะที่เข้าใจยาก เป็นนามธรรม มีเนื้อหาและคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ที่ยาก นักเรียน ไม่เข้าใจในบางหัวข้อที่ยากและต้องใช้จินตนาการอย่างมากในการเรียน (พรปวีณ์ ทนสูงเนิน, สัมภาษณ์, 13 ธันวาคม 2556) และครูผู้สอนที่ขาดเทคนิคในการสอนที่เหมาะสม เน้นเทคนิค การจัดการเรียนการสอนแบบบรรยาย สื่อการสอนไม่หลากหลาย ทำให้นักเรียนขาดกระบวนการคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ไม่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต่ำ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อาจจะคลาดเคลื่อน และเกิดความเบื่อหน่าย เจตคติที่ไม่ดีต่อวิชา ชีววิทยาได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544) และจากการสังเกตชั้นเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า เกิดความแตกต่างของนักเรียนภายในชั้นเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความกระตือรือร้นให้ความสนใจในการเรียน ให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด การทำปฏิบัติการ หรือกิจกรรมต่าง ๆ ในห้องเรียน ส่วนอีกกลุ่มหนึ่ง จะเป็นกลุ่ม ที่ไม่กล้าแสดงออกในการให้ความร่วมมือกับครูและไม่ค่อยมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น ไม่กระตือรือร้นที่จะทำปฏิบัติการที่ครูมอบหมายให้ จากสภาพปัญหาดังกล่าวสอดคล้องกับ วรรณทิพา รอดแรงกล้า และพิมพ์พันธ์ุ เดชะคุปต์ (2542, หน้า 7) ที่กล่าวว่า ส่วนหนึ่งของผู้สอนส่วนมาก ไม่ได้เน้นหรือไม่ให้ความสำคัญ คือการใช้กระบวนการกลุ่มในการหาความรู้ โดยมากมักจะเป็น การแบ่งกลุ่มแล้วต่างกลุ่มต่างทำ โดยไม่ได้สนใจบทบาทของนักเรียนแต่ละคน ตลอดจน กระบวนการทำงานกลุ่ม การทำงานกลุ่มจะเป็นเรื่องของหัวหน้ากลุ่มส่วนมาก ส่วนสมาชิกอื่น ๆ อาจนั่งเฉย ๆ หรืออาจรบกวนการทำงานกลุ่ม เป็นต้น

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนชีววิทยา ทำให้ต้องมีการปรับปรุง การจัดการเรียนการสอน โดยแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีพื้นฐานทางจิตวิทยา 3 ประการ คือ 1) การเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นหาความรู้ นั่น ๆ มากกว่าการบอกให้นักเรียนรู้ 2) การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้ผู้เรียนอยากเรียน และผู้สอนต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าทดลอง และ 3) วิธีการนำเสนอของผู้สอนจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด แนวคิดที่กล่าวถึง 3 ประการนั้น สอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้/สร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นฐานความคิดที่สำคัญ (นวลจิตต์ เขาวงกตพิงส์, 2556) นอกจากนี้ สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, หน้า 502) ยังได้กล่าวถึงการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐานว่า เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบ หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่นักเรียนยังไม่เคยรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เป็นเครื่องมือ อาจเป็นการค้นพบมโนทัศน์ ค้นพบหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบันรูปแบบการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาเป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ซึ่งเป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนความรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้นิยามของนักเรียน ซึ่งจะทำให้ผู้สอนได้รู้ความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน รวมถึงการวางแผนการสอนของครูผู้สอนว่าจะต้องสอนอย่างไร นอกจากการจัดการเรียนการสอนแบบนี้ ยังเน้นให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับชีวิตประจำวันของตนเองด้วย ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น (จุฑารัตน์ แดงอ่อน, 2554, หน้า 78) เช่นเดียวกับการศึกษาของ ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์ (2553, หน้า 105) พบว่าในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นและยังส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังส่งผลให้นักเรียนก่อเกิดจินตนิมิตและคุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรมที่เรียกว่า จิตวิทยาศาสตร์ด้วย (กุลธรรมา ค่ายวง, 2555, หน้า 76)

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้โดยแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 (Jigsaw 2) (Slavin 1990 อ้างถึงในวัชราน เล่าเรียนดี, 2548, หน้า 186) เป็นเทคนิคที่มีการปรับปรุงจากเทคนิคจิ๊กซอว์ตามความคิดของอารอนสัน (Aronson, 1979 cited in Mattingly & Vansickle, 1991) ซึ่งเทคนิคจิ๊กซอว์ จะไม่นำคะแนนจากการทดสอบของนักเรียนแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่มหรือผลงานของกลุ่ม แต่เทคนิคจิ๊กซอว์ 2 ของสลาบิน จะกำหนดเกณฑ์ คือ ผลงานของทุกคนเฉลี่ยรวมกันเป็นผลงานกลุ่ม ซึ่งเป็นความรับผิดชอบต่อตนเองและต่อกลุ่มในเวลาเดียวกัน นั่นคือสมาชิกทุกคนมีโอกาสได้คะแนนผลสำเร็จเท่าเทียมกัน การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค

จิ๊กซอว์ 2 เป็นการจัดการเรียนรู้โดยการแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่ความสามารถ กลุ่มละ 3-6 และครูแบ่งเนื้อหาย่อย ๆ เท่ากับจำนวนสมาชิกของแต่ละกลุ่ม สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะต้องแยกย้ายออกไปหาทีมอื่นที่ได้รับหัวข้อเหมือนกัน แล้วศึกษาทำความเข้าใจในเนื้อหาร่วมกัน จากนั้นก็กลับไปอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มให้เข้าใจตามเนื้อหาที่ตนเองได้ออกไปศึกษามา และหลังจากนั้นนักเรียนแต่ละคนจะต้องทำแบบทดสอบเป็นคะแนนรายบุคคล แล้วนำคะแนนของสมาชิกภายในกลุ่มมารวมกันเพื่อเป็นคะแนนของกลุ่ม หากกลุ่มใดได้คะแนนสูงสุดจะได้รับการเสริมแรง โดยการกล่าวชื่นชมหรือได้รับรางวัล ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมชั้นได้ดี

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วิธีสอนที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ (กนกวรรณ พลอาษา, 2549, หน้า 96) นอกจากนี้ สิริลักษณ์ นาควิสุทธิ์ (2548, หน้า 55-56) ได้ทำการศึกษาเช่นเดียวกัน พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติ ทั้งนี้ ขุนทอง คล้ายทอง (2554, หน้า 104) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งอาจเป็นเพราะการสอนแบบนี้ ทำให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มและคิดหาคำตอบด้วยตนเอง นักเรียนมีโอกาสใช้ความคิดร่วมกัน อภิปรายปัญหา และแก้ปัญหาาร่วมกัน มีการตั้งเป้าหมายการเรียนรู้และต้องการให้กลุ่มประสบความสำเร็จ

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2
2. เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการตอบสนองของพืช หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2
3. เพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 สูงกว่าก่อนเรียน
2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการตอบสนองของพืช หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการตอบสนองของพืช ที่มีประสิทธิภาพซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมีจิตวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น
2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 ในวิชาอื่น ๆ
3. นักเรียนเห็นคุณค่าและความจำเป็นในการทำงานร่วมกับผู้อื่นและนำไปปฏิบัติในการดำเนินชีวิตประจำวันในสังคม

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 6 ห้องเรียน จำนวน 156 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 24 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 ในวิชาชีพวิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพวิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช

2.2.2 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการตอบสนองของพืช

2.2.3 จิตวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติม วิชาชีพวิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ และตามหลักสูตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่ม โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ ภูมิภาค) พุทธศักราช 2544 เรื่องการตอบสนองของพืช โดยประกอบด้วยเนื้อหาต่อยอดดังต่อไปนี้

3.1 การตอบสนองของพืชต่อสารควบคุมการเจริญเติบโต

3.2 การตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม

3.3 สรีรวิทยาในการตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาในการทดลอง 12 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 เรื่องการตอบสนองของพืช

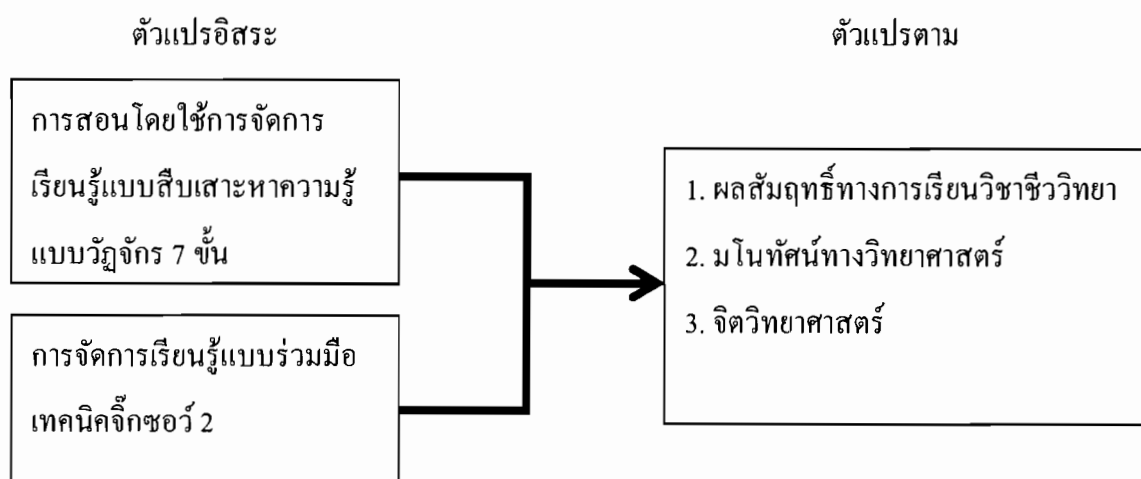
5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

5.3 แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

5.4 แบบวัดจิตวิทยาาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำเสนอกรอบความคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบความคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 หมายถึง การจัดกิจกรรม โดยการแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่ความสามารถ กลุ่มละ 3-6 และครูแบ่งเนื้อหาย่อย ๆ เท่ากับจำนวนสมาชิกของแต่ละกลุ่ม สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะต้องแยกย้ายออกไปหาทีมอื่นที่ได้รับหัวข้อเหมือนกัน แล้วศึกษาทำความเข้าใจในเนื้อหาร่วมกัน จากนั้นก็กลับไปอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มให้เข้าใจตามเนื้อหาที่ตนเองได้ออกไปศึกษามา และหลังจากนั้นนักเรียนแต่ละคนจะต้องทำแบบทดสอบเป็นคะแนนรายบุคคล แล้วนำคะแนนของสมาชิกภายในกลุ่มมารวมกันเพื่อเป็นคะแนนของกลุ่ม หากกลุ่มใดได้คะแนนสูงสุดจะได้รับการเสริมแรง โดยการกล่าวชื่นชมหรือได้รับรางวัล

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 หมายถึง การจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนสืบเสาะหาคำตอบของปัญหา โดยนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทุกคนมีหน้าที่ในการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกัน นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น มีขั้นตอนในการสอน 7 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันแสดงออกถึงความรู้เดิม และเพื่อใช้ในการวางแผนการสอนในขั้นต่อไปได้ อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 2 ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement phase) ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กำหนดประเด็นที่จะศึกษา เพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามกำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่การตรวจสอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียนร่วมกันวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจคำตอบ สร้างสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้ในขั้นนี้จะมีการนำขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 ร่วมด้วย เพื่อให้นักเรียนได้ช่วยกันสำรวจและค้นหาข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation phase) ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผลและอภิปรายการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความคิด (Expansion phase/ Elaboration phase) ครูกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase) ครูจะต้องจัดเตรียม โอกาสให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นองค์ความรู้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การตอบสนองของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2

ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งจะนำมาใช้วัดก่อนและหลังการเรียนเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2

5. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจภายในตัวบุคคลที่ใช้ตีความหรือสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นผลมาจากการสังเกต การได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นและใช้คุณลักษณะที่สำคัญเกี่ยวกับสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป โดยวัดจากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการตอบสนองของพืช

6. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการตอบสนองของพืช มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ 5 กลุ่ม คือ มโนทัศน์สมบูรณ์ (Complete understanding: CU) มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วน (Partial understanding: PU) มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์ และคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with Specific Misconception: PS) มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Specific misconception: SM) และไม่มีมโนทัศน์ (No understanding: N) ซึ่งจะนำมาใช้วัดหลังเรียน หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2

7. จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยในการวิจัยครั้งนี้ทำการวัดจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน 8 ลักษณะ ซึ่งประกอบด้วย ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างสร้างสรรค์ โดยวัดได้จากคะแนนที่ใช้แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบลิเคิร์ต (Likert scale) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งนักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่กล่าวข้างต้น หมายถึงนักเรียนที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

7.1 ความสนใจใฝ่เรียนรู้ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงความอยากรู้อยากเห็น ชอบซักถาม ชอบริเริ่ม และสืบเสาะหาความรู้ใหม่ ๆ รวมทั้งพยายามศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบเมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัย

7.2 ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม หมายถึง การยอมรับผล การกระทำของตนเอง และมีความตั้งใจในการทำงานให้ประสบผลสำเร็จ แม้ว่าจะต้องใช้เวลามาก หรือมีปัญหาหรืออุปสรรคมาก

7.3 ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะที่เชื่อว่าสิ่งที่เกิดขึ้นต้องมีสาเหตุ ไม่เชื่อโชคกลาง เห็นคุณค่าของการสืบหาความจริงก่อนที่จะยอมรับหรือปฏิบัติตาม

7.4 ความมีระเบียบรอบคอบ หมายถึง คุณลักษณะในด้านการวางแผนในการทำงาน อย่างเป็นระบบ มีการรวบรวมหลักฐานที่เชื่อถือได้ให้เพียงพอก่อนที่จะตัดสินใจหรือสรุปทันที และมีความระมัดระวังในการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์

7.5 ความซื่อสัตย์ หมายถึง คุณลักษณะในด้านการรายงานผลการทดลองหรือผลจากการสังเกตอย่างตรงไปตรงมา ไม่เชื่อถือบุคคลที่นำผลงานของผู้อื่นมาเสนอเป็นผลงานของตนเอง รวมถึงการกระทำในเรื่องต่าง ๆ ต้องทำด้วยความสุจริต

7.6 ความประหยัด หมายถึง คุณลักษณะในด้านการใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ให้เกิด ประโยชน์สูงสุด และหมั่นตรวจตรา รักษาซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์ด้วยความเต็มใจ รวมทั้งเห็นคุณค่าของวัสดุเหลือใช้

7.7 ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงความเต็มใจและกล้าที่จะร่วมแสดงเหตุผล ความคิดของตนต่อสาธารณชน หรือกลุ่ม รวมทั้งรับฟังเหตุผล ข้อโต้แย้งหรือคำวิจารณ์ของผู้อื่นอย่างมีวิจารณญาณ

7.8 ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างสร้างสรรค์ หมายถึง คุณลักษณะ ที่แสดงถึงความตั้งใจ ความรับผิดชอบ ความคิดริเริ่ม ความเสียสละและมีความสุขในการทำงาน ร่วมกับผู้อื่น เพื่อให้งานสำเร็จตามแผนและวัตถุประสงค์ เป็นที่ยอมรับของเพื่อนร่วมงาน รวมทั้ง ผลงานที่ได้ต้องเป็นผลงานที่มีคุณค่าและเป็นที่ยอมรับของผู้อื่น

8. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเป็นแบบวัดคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของนักเรียน ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 8 ลักษณะ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และความสามารถ ในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างสร้างสรรค์ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. หลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่มโรงเรียนจุฬาราชมนตรีวิทยาลัย (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค) พุทธศักราช 2554
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น
4. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
6. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
7. จิตวิทยาศาสตร์
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้และคุณภาพผู้เรียน ไว้ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 3-15)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียน ด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมาย ที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษา ขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหา ความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถ อธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระ คือ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ สาระที่ 5 พลังงาน สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ซึ่งในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.1 และ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในการศึกษาเรื่อง หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ผู้วิจัยได้นำ สาระไปกำหนดขอบเขตการทำวิจัย จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมในชั้นเรียน สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผลในการจัดทำแผนการเรียนรู้ เพื่อจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง

หลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่มโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค) พุทธศักราช 2554

หลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่มโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค) พุทธศักราช 2554 ได้กล่าวถึงเนื้อหาสำหรับวิชากายวิภาคศาสตร์ และสรีรวิทยาของพืช มีรหัสวิชา คือ ว30264 อยู่ในกลุ่มของวิชาเพิ่มเติม 1 ของสาขาวิชาชีววิทยา ซึ่งมีคำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและทำปฏิบัติการเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ของราก ลำต้น ใบของพืชดอก

ศึกษาและทำปฏิบัติการเกี่ยวกับ โครงสร้างของดอก การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก

การถ่ายละอองเรณู การปฏิสนธิ การเกิดผลและเมล็ด การกระจายพันธุ์พืชและการขยายพันธุ์ของพืช

ศึกษาและทำกิจกรรมเกี่ยวกับการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตภายหลังการงอกของพืชดอก การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายยอดและปลายรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และใบเลี้ยงคู่ วัฏจักรชีวิตของพืช การนำความรู้เกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชไปประยุกต์ใช้ในเทคโนโลยีชีวภาพ

ศึกษาการแลกเปลี่ยนแก๊สของพืช ศึกษาและทำปฏิบัติการเกี่ยวกับการคายน้ำ การลำเลียงน้ำ แร่ธาตุ ศึกษาทดลอง การลำเลียงอาหารของพืช การติดต่อสื่อสารระหว่างเซลล์ และการตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม และการตอบสนองต่อสารควบคุมการเจริญ

เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมีทักษะ กระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของชีววิทยา และสามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ผลการเรียนรู้

1. จำแนกชนิดและอธิบายลักษณะของเนื้อเยื่อพืช โครงสร้างภายในของราก ลำต้น ใบของพืช ใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ เปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
2. อธิบายการเจริญเติบโตของรากและลำต้นของพืช พร้อมทั้งระบุหน้าที่สำคัญและหน้าที่พิเศษของราก ลำต้น และใบ
3. อธิบาย อภิปราย วิเคราะห์ โครงสร้างและชนิดของดอก และกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชมีดอก การถ่ายละอองเรณู การปฏิสนธิและวงจรชีวิตของพืช
4. อธิบาย อภิปราย วิเคราะห์ ชนิดของผล การเกิดผลและเมล็ดพันธุ์ วิธีการกระจายพันธุ์พืช กระบวนการงอกของเมล็ดและวิธีการขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ และเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช
5. ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช
6. อธิบาย อภิปราย โครงสร้างและกลไกการแลกเปลี่ยนแก๊ส การคายน้ำ และการลำเลียงในพืช พร้อมทั้งทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อกลไกดังกล่าวของพืช
7. อธิบาย อภิปราย วิเคราะห์การตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม การเคลื่อนไหวของพืชบางชนิดที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งออกแบบการทดลองทำการทดลองเพื่อศึกษาการตอบสนองของพืชต่อแรงโน้มถ่วงของโลก
8. สืบค้น อธิบาย อภิปราย วิเคราะห์ การตอบสนองของพืชต่อสารควบคุมการเจริญเติบโต ปัจจัยทั้งภายนอกและภายในที่มีผลต่อการตอบสนองของพืชที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโต ประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ในทางการเกษตร

ตารางที่ 1 กำหนดการสอนและจุดประสงค์การเรียนรู้

สัปดาห์ที่	คาบที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้
1	1	ปฐมนิเทศ - ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง - ลักษณะเนื้อหาวิชา - วิธีการเรียนการสอน - การวัดผลและ การประเมินผล	1. เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ ในขอบข่ายโดยรวมของเนื้อหาวิชา 2. เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจตรงกัน เกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอน ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กฎเกณฑ์ ในชั้นเรียน เกณฑ์การวัดและประเมินผล
		บทที่ 1 โครงสร้างและ หน้าที่ของพืชมีดอก	1. จำแนกชนิดและอธิบายลักษณะของ เนื้อเยื่อพืช โครงสร้างภายในของราก ลำต้น ใบของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยง คู่ เปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างพืช ใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
1-7	2-6	1.1 เนื้อเยื่อของพืช	
	7-9	1.2 โครงสร้าง หน้าที่ และ การเจริญเติบโตของราก	2. อธิบายการเจริญเติบโตของรากและ ลำต้นของพืช พร้อมทั้งระบุหน้าที่สำคัญ และหน้าที่พิเศษของราก ลำต้น และ ใบ
	10-12	1.3 โครงสร้าง หน้าที่ และ การเจริญเติบโตของลำต้น	
	13-14	1.4 โครงสร้าง หน้าที่ และ การเจริญเติบโตของใบ	
		บทที่ 2 การสืบพันธุ์ของ พืชมีดอก	3. อธิบาย อภิปราย วิเคราะห์ โครงสร้าง และชนิดของดอก และกระบวนการสร้าง เซลล์สืบพันธุ์ของพืชมีดอก การถ่าย ละอองเรณู การปฏิสนธิและวงจรชีวิต ของพืช
8-10	15	2.1 โครงสร้างและชนิด ของดอก	
	16	2.2 การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ของพืชมีดอก	4. อธิบาย อภิปราย วิเคราะห์ ชนิดของผล การเกิดผลและเมล็ดพันธุ์ วิธีการกระจาย พันธุ์พืช กระบวนการงอกของเมล็ดและ วิธีการขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ และเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช
	17-18	2.3 การเกิดผลและเมล็ด 2.4 การงอกของเมล็ด	
	19	2.5 การสืบพันธุ์แบบ ไม่อาศัยเพศและ	
	20	การขยายพันธุ์พืช	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	คาบที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้
11	21-22		สอบกลางภาค
12-14	23	บทที่ 3 การแลกเปลี่ยนแก๊ส การคายน้ำ และการลำเลียงสาร 3.1 การแลกเปลี่ยนแก๊ส	5. ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช 6. อธิบาย อภิปราย โครงสร้างและกลไกการแลกเปลี่ยนแก๊ส การคายน้ำ และการลำเลียงในพืช พร้อมทั้งทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อ
	24	3.2 การคายน้ำ	กลไกดังกล่าวของพืช
	25-26	3.3 การลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ	
	27	3.4 การลำเลียงสาร อาหาร	
14-19	28-31	บทที่ 4 การตอบสนองของพืช 4.1 การตอบสนองของพืชต่อสารควบคุมการเจริญเติบโต	7. อธิบาย อภิปราย วิเคราะห์การตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม การเคลื่อนไหวของพืชบางชนิดที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งออกแบบการทดลอง ทำการทดลองเพื่อศึกษาการตอบสนองของพืชต่อแรงโน้มถ่วงของโลก
	32-34	4.2 การตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม	
	35-38	4.3 สรีรวิทยาในการตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม	8. สสำรวจ อธิบาย อภิปราย วิเคราะห์การตอบสนองของพืชต่อสารควบคุมการเจริญเติบโต ปัจจัยทั้งภายนอกและภายในที่มีผลต่อการตอบสนองของพืชที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโต ประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ในทางการเกษตร
20	39-40		สอบปลายภาค

สำหรับเนื้อหา เรื่องการตอบสนองของพืช ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ตรงกับผลการเรียนรู้ ข้อที่ 7 และ 8 โดยประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 3 เรื่อง ได้แก่ 1) การตอบสนองของพืชต่อสารควบคุม การเจริญเติบโต 2) การตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม 3) สรีรวิทยาในการตอบสนองต่อสภาวะ แวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

จากการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่มโรงเรียน จุฬาราชวิทยาลัย (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค) พุทธศักราช 2554 ผู้วิจัยได้นำสาระไปใช้ในการ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมในชั้นเรียน สื่อ การเรียนรู้ต่าง ๆ การวัดผลประเมินผลในการจัดทำแผนการเรียนรู้ เพื่อจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้ สอดคล้องกับหลักสูตรของสถานศึกษา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น

ความเป็นมาของรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ซึ่งเป็นวงจรการเรียนรู้ รูปแบบหนึ่งที่ได้รับการพัฒนามาจากวงจรการเรียนรู้ ตามลำดับดังนี้

คาร์พลัส (Karplus, 1967 cited in Lawson, 1995, pp. 13-139) ซึ่งนำเสนอรูปแบบวงจร การเรียนรู้ เพื่อใช้ปรับปรุงหลักสูตรของสหรัฐอเมริกา (Science curriculum improvement study program: SCIS) มีกิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ
2. ขั้นสร้าง
3. ขั้นค้นพบ

วงจรการเรียนรู้ที่คาร์พลัสนำเสนอ นั้นมีครูจำนวนมากยังไม่เข้าใจ 2 ขั้นตอนหลัง คือขั้นสร้างและขั้นค้นพบ ดังนั้น บาร์แมน และ โคตาร์ (Barman & Kotar, 1989) ได้ปรับปรุงเป็น ขั้นสำรวจ ขั้นแนะนำ โนทัศน์ และขั้นประยุกต์ใช้ โนทัศน์ ต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ ดัดแปลงขั้นแนะนำ โนทัศน์ เป็นขั้นแนะนำ คำสำคัญ ด้วยเหตุผลที่ว่า ครูสามารถแนะนำหรือ อธิบายคำสำคัญหรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับนักเรียน แต่มิใช่แนะนำ โนทัศน์ ให้กับนักเรียน เพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบ โนทัศน์ได้ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตามมีผู้ปรับเปลี่ยนชื่อ ของขั้นตอนที่ 2 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น คาร์ริน (Carin, 1993) ได้ปรับเป็นขั้นสร้าง โนทัศน์ ส่วน อะบัสคาโต (Abruscato, 1996) ได้ปรับเป็นขั้นได้มาซึ่ง โนทัศน์ ลอว์สัน (Lawson, 1995, pp. 134-139) วงจรการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้ง 3 ขั้นตอน มีขั้นตอนที่ 2 เท่านั้นที่มีชื่อแตกต่างกัน แต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน แต่ละขั้นตอนมีสาระสำคัญดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (Exploration phase) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกต ตั้งคำถามและคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จดบันทึก โดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก หรือสังเกต ตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง

2. ขั้นแนะนำคำสำคัญ ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์/ ขั้นสร้างมโนทัศน์/ (Term introduction/ Concept formation/ Concept acquisition phase) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสูง โดยตั้งคำถามกระตุ้น และชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจ โดยครูแนะนำและอธิบายคำศัพท์ ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนจัดเรียงเรียงความคิดใหม่ ขั้นนี้ครูและนักเรียน มีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อค้นหา มโนทัศน์จากข้อมูลและการสังเกตในขั้นสำรวจ

3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept application phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือ ตั้งปัญหาใหม่ อันจะทำให้ นักเรียนขยายความเข้าใจมโนทัศน์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้น

ต่อมาได้มีกลุ่มนักการศึกษาได้นำวิธีนี้มาใช้ และมีการพัฒนาวิธีการ และขั้นตอน ในการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ออกเป็น 4 ขั้น (Barman, 1989 cited in Abruscato, 1992, p. 37) ได้แก่

1. ขั้นสำรวจ (Exploration) ระยะเวลาสำรวจเป็นการเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ กระตุ้นความไม่สมบูรณ์ทางความคิดของผู้เรียน และช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิด ครูเป็นผู้รับผิดชอบให้นักเรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจง และวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอ ที่มีปฏิสัมพันธ์ในทางที่สัมพันธ์กับมโนทัศน์ คำแนะนำชี้แจงของครูต้องไม่บอกนักเรียนโดยตรง ว่าพวกเขาควรเรียนอะไร และต้องไม่อธิบายมโนทัศน์ในทันที เพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ นักเรียนต้องรับผิดชอบต่อการสำรวจวัสดุและการเก็บรวบรวม หรือบันทึกอุปกรณ์การเรียนรู้ และประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมด้วย ถ้าครูจะให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับตนเอง ให้ใช้คำถามแนะเพื่อช่วยเริ่มกระบวนการวางแผน และคำถามต้องนำไปสู่กิจกรรมของเด็ก เสนอแนะบันทึกที่เด็กควรจะทำ และต้องไม่บอกหรืออธิบายมโนทัศน์ แต่อาจจะกล่าวถึงการสอนอย่างย่อ ๆ ได้ บางทีอาจจะเป็นในรูปจุดประสงค์การสอน

2. ขั้นอธิบาย (Explanation) ระยะเวลาอธิบายเป็นระยะที่ชี้ให้นักเรียนเป็นสำคัญน้อยลง และหาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ผู้เรียน ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อให้ครูได้นำนักเรียนในการคิด เพื่อหามโนทัศน์เกี่ยวกับบทเรียนซึ่งจะได้จากการสร้างขึ้นด้วยความร่วมมือกัน ไม่ใช่เพียงครูให้อย่างเดียว ระยะนี้ช่วยนำไปสู่การปรับขยาย โครงสร้างความคิด ดังที่ทฤษฎีของ

เพียงเจตอธิบายไว้ให้นักเรียนต้องมุ่งเน้นค้นพบเบื้องต้นจากการสำรวจเบื้องต้นของนักเรียนเอง ครูต้องแนะนำภาษา หรือรูปแบบมโนทัศน์เพื่อช่วยในการปรับขยายโครงสร้างความคิด ครูแนะนำนักเรียนจนสามารถสร้างคำอธิบายของตนเองเกี่ยวกับความคิด ครูควรคาดการณ์นักเรียนเพิ่มเติม ถึงแม้ความเข้าใจของนักเรียนยังไม่สมบูรณ์ แต่ควรช่วยนักเรียนให้ใช้ข้อมูลของตนสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่ระยะต่อไปโดยอัตโนมัติ คือ ระยะการขยายความคิด

3. ขั้นการขยายความคิด (Expansion) ระยะการขยายความคิด ควรเป็นระยะที่ยืดนักเรียนเป็นสำคัญให้มากที่สุดที่จะมากได้ และเป็นระยะที่จัดขึ้นเพื่อกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่ม ความมุ่งหมายของระยะนี้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนในการจัดประสบการณ์เดิมที่คล้ายกัน และเพื่อให้นักเรียนพบการประยุกต์ใหม่สำหรับสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นจะต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่น หรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ความมุ่งหมายเพื่อจะนำการคิดของนักเรียนให้ไปไกลกว่าปัจจุบัน ครูจะต้องให้เด็กใช้ภาษา หรือ สัญลักษณ์ของมโนทัศน์ใหม่ เพื่อว่าพวกเขาจะได้เพิ่มความเข้าใจของตนเอง จุดนี้เป็นจุดที่เหมาะสมที่จะช่วยให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนรู้ โดยการขยายตัวอย่าง หรือ โดยการจัดประสบการณ์เชิงการสำรวจเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาส่วนบุคคลของนักเรียน การสอบสวนความสัมพันธ์ภายในระหว่างวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม ความเติบโตทางวิชาการ และการตระหนักรู้ด้านอาชีพ ระยะการขยายนี้สามารถนำไปสู่การสำรวจบทเรียนต่อไปโดยอัตโนมัติ ดังนั้นวงจรต่อเนื่องสำหรับการเรียนการสอนจึงถูกสร้างขึ้นมาในระยะนี้ ครูสามารถช่วยให้นักเรียนได้จัดระเบียบความคิดของตนเองโดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้มาเข้ากับความคิดหรือประสบการณ์อื่น ๆ ซึ่งสำคัญกับแนวความคิดที่สร้างขึ้น ในระยะนี้จะเพิ่มความหมายของมโนทัศน์และเพื่อขยายขอบเขตของความจำเป็นสำหรับเด็ก

4. ขั้นประเมินผล (Evaluation) ความมุ่งหมายของระยะนี้ เพื่อเป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ การเรียนรู้มักจะเกิดขึ้นในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่าการยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้นผลการเรียนต่อเนื่อง ซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบท หรือวิธีการของหน่วยการเรียนรู้ และเพื่อช่วยกระตุ้นสร้างแนวความคิดทางจิตใจ และทักษะกระบวนการประเมินผลรวมถึงในแต่ละระยะของวัฏจักรการเรียนรู้ ไม่ใช่จัดทำเฉพาะสุดท้าย

ต่อมา ลอว์สัน และคณะ (Bybee et al., 1990 cited in Lawson, 1995, pp. 164-165)

นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological science curriculum study: BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เสนอรูปแบบของวงจรการเรียนรู้แบบ SE ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจาก ความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมา จากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้อแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

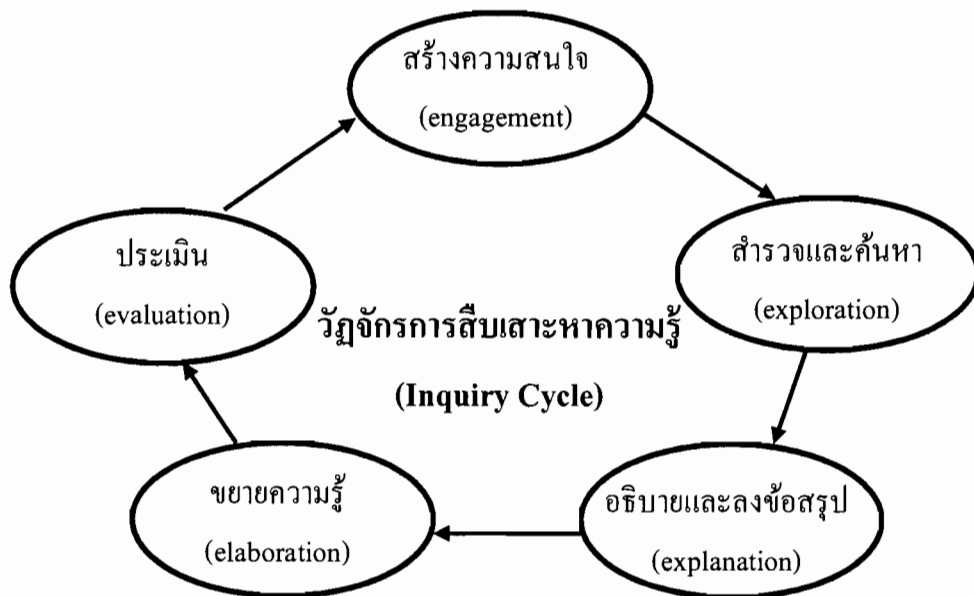
2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือมโนทัศน์ที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มาก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะเกิด โอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามี

ความสอดคล้องหรือถูกต้องมากนักน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากนักน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้ จะนำมาใช้ในการเป็นพื้นฐานในการศึกษาครั้งต่อไป ทั้งนี้รวมถึงการประเมินของครูต่อการเรียนรู้ ของนักเรียนด้วยจากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ รูปแบบการเรียน การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะความรู้ สามารถสรุปได้ดังแผนภูมิ (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 ก, หน้า 220)



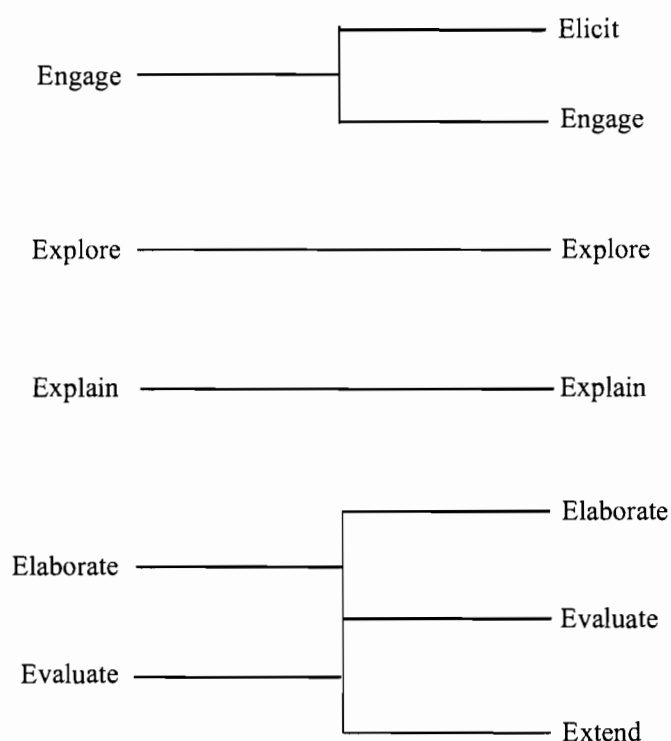
ภาพที่ 2 วงจรการเรียนรู้แบบ 5E ของ BSCS (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 ก)

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจ ตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

Miami Museum of Science (2001) ได้พัฒนาวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ของ BSCS เป็น 7E ประกอบด้วย

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Excite) เป็นขั้นตอนในการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนให้ผู้เรียนได้เกิดปัญหา
2. ขั้นสำรวจค้นหา (Explore) เป็นขั้นตอนในการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้น และรวบรวมข้อมูล ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญห

3. **ชั้นอธิบาย (Explain)** เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดกระทำข้อมูลอภิปรายและสรุปผลการทดลอง
4. **ชั้นขยายความรู้ (Expand)** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกัน
5. **ชั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend)** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนขยายความคิดรวบยอดไปเชื่อมโยงกับความรู้อื่น ๆ
6. **ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange)** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันทั้งในห้องเรียนและการใช้อินเทอร์เน็ต
7. **ชั้นประเมินผล (Examine)** เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน
- ใน ค.ศ. 2003 ไอน์เซนคราฟต์ (Eisenkraft, 2003, pp. 57-59) ได้พัฒนารูปแบบของ BSCS จาก 5 ขั้นตอนเป็น 7 ขั้นตอน ไอน์เซนคราฟต์ให้เหตุผลว่าขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็นขั้นตอนที่ยังไม่ต่อเนื่อง จึงเพิ่มขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้อีก 2 ขั้นตอน โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียน และยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง การปรับขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5E เป็น 7E แสดงได้ดังภาพ



ภาพที่ 3 การขยายวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็น 7E (Eisenkraft, 2003)

การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นตอนของการเรียนรู้ตามมโนทัศน์ของ โอน์เซนคราฟต์ มีเนื้อหาสาระ ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) ครูจะต้องทำหน้าที่การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคม ท้องถิ่นหรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และเด็กสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่า เด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้นักเรียน และครูยังสามารถวางแผน การจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่นักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน ครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่ทำให้นักเรียนศึกษา เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอธิบาย (Explanation phase) เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปภาพ ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอ

มโนทัศน์ต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุน สมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) ช่วงนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือมโนทัศน์เดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายแนวรอบความคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และอย่างน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention phase) ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้นำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

รูปแบบการจัดการสอนตามมโนทัศน์ของ Eisenkraft เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมตามธรรมชาติวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ อันจะทำให้ให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ความจริงได้ด้วยตัวเอง และนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 7 ขั้น ควรระลึกอยู่เสมอว่าครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อและแบ่งปันประสบการณ์ จัดสถานการณ์เร้าให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามลงมือตรวจสอบ นอกจากนี้ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถบนพื้นฐานของความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคล อันจะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุสู่จุดหมายของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

จากขั้นตอนต่าง ๆ ในรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จะเห็นว่ารูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญ การตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลย หรือละทิ้ง เนื่องจากการตรวจสอบความรู้เดิมเด็กจะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหา นั้น ๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้ที่มี ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การละเลย หรือเพิกเฉยในขั้นนี้ จะทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของเด็ก ซึ่งจะไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ครูวางไว้ แบรินฟอร์ด, บราวน์ และค็อกกิง (Bransford, Brown, & Cocking, 2000, pp. 5-7) นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองนั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งอธิบายว่าพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับ ข้อมูลหรือประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมหากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนจะมีพัฒนาการเชาวน์ปัญญาเป็นลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับความคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น (ทิสนา แจมมณี, 2555, หน้า 90-91)

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการความคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ (พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข, 2548, หน้า 24)

คาริน (Carin, 1989, p. 19) กล่าวว่า “แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เชื่อว่า บุคคลจะใช้กระบวนการคิดในการทำความเข้าใจโลก โดยสร้างความหมายในรูปของคำเมื่อเห็นว่าสิ่งเหล่านั้นมีประโยชน์”

สลาบิน (Slavin, 1994, pp. 224-225) กล่าวว่า “แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการพัฒนาสติปัญญาที่ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ของตนเอง โดยพยายามค้นพบความรู้จากการตรวจสอบข้อมูลที่ขัดแย้งกับความรู้เดิม กระบวนการสร้างความรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องทั้งการดูดซึมและการปรับขยายข้อมูลกลายเป็นความรู้ใหม่ที่มีความซับซ้อนขึ้น”

การสร้างความรู้เป็นกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับโครงสร้างความรู้เดิม ซึ่งแอทกินสัน และชิฟริน (Atkinson & Shiffrin, 1968) เสนอขั้นตอนของการสร้างความรู้ ดังนี้

1. เริ่มจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การสัมผัส การได้ยิน การมองเห็น การดมกลิ่น และการชิมรส ข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้เรียนใส่ใจจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่ความจำระยะสั้นอย่างรวดเร็วกระบวนการที่ข้อมูลจะถูกเก็บเข้าไปในความจำระยะสั้นมี 2 อย่าง คือ การรู้จักและการใส่ใจ

2. การเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในความทรงจำระยะยาว การจัดเก็บความรู้เกี่ยวข้องกับการกระตุ้นมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องในความจำระยะยาวและมโนทัศน์ที่ถูกกระตุ้นนี้จะลดความยาวของเครือข่ายมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องลง มโนทัศน์ที่ถูกกระตุ้นก็จะถูกเรียกเข้าสู่ความจำระยะสั้น

3. การเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้จากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสกับข้อมูลที่เป็นความรู้เดิม ในการเชื่อมโยงข้อมูลนั้น ต้องมีการเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในความทรงจำระยะยาว โดยการเชื่อมนั้น เป็นการอธิบาย การแปลความหมาย การประเมิน การเปรียบเทียบ และการโต้แย้ง ข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมทำให้เกิดการดูดซึมและการปรับโครงสร้างทางความคิด การเรียนวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ที่มีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้น การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบสอบซึ่งเริ่มต้นในปี ค.ศ. 1957 โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาและวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา ได้ร่วมประชุมปรึกษาเพื่อที่จะพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพด้านการศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งพบว่าเนื่องจากความรู้ทางด้านวิชาการต่าง ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนนักเรียนไม่สามารถรับรู้ได้ทั้งหมด และถ้าเรียนตามความรู้ที่มีอยู่นั้นจะทำให้นักเรียนค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ได้ช้า จึงจำเป็นต้องปรับปรุงการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ (วีรยุทธ วิเชียร โชติ, 2521, หน้า 43)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น หรือ 7E นั้น เน้นขั้นตอนทบทวนความรู้เดิม แล้วกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยหรือเกิดปัญหาใหม่

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่ เริ่มเกิดความไม่สมดุลทางความคิด แล้วใช้กระบวนการสำรวจค้นหาเพื่อหาคำตอบและปรับสมดุลทางความคิด อีกทั้งนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงและแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความคงทน และยาวนานเนื่องจากผู้เรียน ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (Eisencraft, 2003, pp. 57-59) การทบทวนความรู้เดิมเป็นการให้ผู้เรียนเรียกใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม รวมทั้งเจตคติที่ได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และถูกบันทึกไว้มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือเรียนรู้สิ่งใหม่ ซึ่งจะเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิมนั้น ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนหรือขยายโครงสร้างความรู้ และมีความคงทนของความรู้มากยิ่งขึ้น (Hemmerich et al., 1994, p. 16 อ้างถึงใน ขุนทอง คล้ายทอง, 2554, หน้า 47) นักการศึกษาหลายท่าน (Henderson, 1993, pp. 4-5; Hemmerich et al., 1994, p. 16; Lawson. 1995, p. 163 อ้างถึงใน ขุนทอง คล้ายทอง, 2554, หน้า 47) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการทบทวนความรู้เดิมสรุปได้ ดังนี้

1. การทบทวนความรู้เดิมจะทำให้ผู้สอนได้รับรู้ถึงความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วนำมาวางแผนการสอน
2. ผู้เรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาเกี่ยวกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว เกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทาง
3. แม้ว่าผู้เรียนจะมีความรู้เดิมที่แตกต่างกัน แต่การทบทวนความรู้เดิมโดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงข้อสรุปกลายเป็นความรู้เดิมเดียวกันและเป็นการเชื่อมโยงระหว่างโลกของความเป็นจริงภายนอกกับในห้องเรียนจากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E นั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดยเมื่อผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ ๆ จะเกิดการซึมซาบเข้าสู่โครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่ แต่ถ้าโครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์หรือข้อมูลนั้น ๆ จะทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล จากนั้นผู้เรียนจะค่อย ๆ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างความคิดเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง นอกจากนี้รูปแบบการเรียนการสอน 7E นั้น เน้นที่ขั้นตอนของการทบทวนความรู้เดิมและขั้นตอนของการขยายความรู้ เพื่อให้การเรียนรู้ของผู้เรียนสมบูรณ์ขึ้น

บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E

การนำรูปแบบการเรียนการสอน 7E ไปใช้ ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับบทบาทครูและบทบาทนักเรียนเพื่อช่วยให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E สรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ตรวจสอบ ความรู้เดิม (elicit)	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม/ กำหนดประเด็นปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้/ ประสพการณ์เดิมของนักเรียน - เติมเต็มประสพการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามตามความเข้าใจตนเอง - แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน
2. ได้รับความ สนใจ (Engage)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - กระตุ้นให้ร่วมกันคิด - ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ - ตั้งคำถามที่ยังไม่ชัดเจนนักมาคิดและอภิปรายร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ถามคำถามตามประเด็น - แสดงความสนใจในเหตุการณ์ - กระหายอยากรู้คำตอบ - แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด - นำเสนอประเด็น/ สถานการณ์ที่สนใจ - อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ

ที่มา: ประสาท เนืองเฉลิม (2550, หน้า 25-30)

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3. สำรวจค้นหา (Explore)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน ในการสำรวจตรวจสอบ - ชักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่ การสำรวจค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของ นักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแก่นักเรียน - ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ ชี้แนะแนวทางนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจ ตรวจสอบ โดยใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม ทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต ของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหา และอภิปรายทางเลือกกับคนอื่น ๆ - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ - ใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ - เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
4. อธิบาย (Explain)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตัวเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ได้ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์ - คิดวิเคราะห์หิวจรณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ - ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - รับฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมา - ให้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ตามบริบท - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตข้ออธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อน ๆ
6. ประเมินผล (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอด และทักษะใหม่ไปปรับใช้ - ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถาม โดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้ - แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเองจากกิจกรรมสำรวจ ตรวจสอบ - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
7. นำความรู้ไปใช้(Extend)	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - เน้นแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน 	<ul style="list-style-type: none"> - นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

ในการศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ผู้วิจัยได้นำไปสาระไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ วางแผนในการประเมินผลของผู้เรียน และใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้นนี้ ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน และเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2

ความเป็นมาและความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเริ่มมาตั้งแต่เมื่อไรไม่ปรากฏหลักฐานแน่ชัดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนอนุญาตให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันในรูปแบบกลุ่มตามโอกาสที่ครูได้มอบหมายงานให้ (Slavin, 1990) มีการสนทนาโต้ตอบในกลุ่ม อภิปราย การทำงานกลุ่มในเรื่องต่างๆ มีการเปลี่ยนกันเป็นผู้นำกลุ่ม ซึ่งวิธีการเหล่านี้ ไม่มีโครงสร้างรูปแบบที่แน่นอน ประมาณปี ค.ศ. 1970 ได้มีนักศึกษานำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมาพัฒนาปรับปรุง เพื่อให้ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้จริง และได้เผยแพร่ไปอย่างกว้างขวาง

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

จอยซ์ และเวล (Joyce & Weil, 1986 อ้างถึงใน ขนิษฐา กรกำแหง, 2551, หน้า 12) ได้กล่าวว่า เทคนิคการร่วมมือกันเรียนรู้เป็นเทคนิคที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านสติปัญญา และด้านสังคมนอกจากนี้ เทคนิคการร่วมมือกันเรียนรู้อย่างช่วยพัฒนาผู้เรียนทางด้านสติปัญญาให้เกิดการเรียนรู้จนบรรลุถึงขีดความสามารถสูงสุดได้ โดยมีเพื่อนในวัยเดียวกัน ย่อมจะมีการใช้ภาษาสื่อสารที่เข้าใจง่ายกว่าครูผู้สอน

สลาวิน (Slavin, 1990, p. 3) ได้สรุปความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ร่วมกันรับผิดชอบงานร่วมกันโดยกลุ่มจะประสบความสำเร็จได้เมื่อสมาชิกทุกคนได้เรียนรู้บรรลุจุดมุ่งหมายเช่นเดียวกัน นั่นคือ การเรียนเป็นกลุ่มหรือเป็นทีม นั่นเอง

จอห์นสัน และจอห์นสัน (Johnson & Johnson, 1994, p. 55) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือไว้สรุปได้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกันทำงานร่วมกันเพื่อเป้าหมายของกลุ่ม สมาชิกมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนและส่วนรวม มีการฝึกและใช้ทักษะการทำงานกลุ่มร่วมกันผลงานของกลุ่มขึ้นอยู่กับผลงานของสมาชิกแต่ละบุคคลในกลุ่มสมาชิกต่างได้รับความสำเร็จร่วมกัน

สุรศักดิ์ หลาบมาลา (2533, หน้า 4) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ที่นักเรียน มีความสามารถแตกต่างกันมาร่วมกันทำงานกลุ่มเล็ก ๆ ตามปกติจะมีกลุ่มละ 4 คน เป็นเด็กเรียนเก่ง 1 คน เรียนปานกลาง 2 คน และเรียนอ่อน 1 คน ผลการเรียนรู้ของเด็กจะพิจารณาเป็น 2 ตอน โดยตอนแรกจะพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้งกลุ่ม ตอนที่ 2 จะพิจารณาจากคะแนนสอบเป็นรายบุคคล การสอบทั้ง 2 ครั้ง นักเรียนต่างคนต่างสอบ แต่ขณะที่เรียนต้องร่วมมือกัน ครูจะใช้การให้รางวัลเป็นการเสริมแรงโดยการพิจารณาจากเกณฑ์ที่ครูกำหนดให้

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2541, หน้า 135) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือว่า “การเรียนแบบร่วมมือเป็นการเรียนการสอนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำงานกลุ่มร่วมกันและให้ผู้เรียนแต่ละคนเกิดการเรียนรู้สูงสุด”

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 34) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้แก่นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน โดยที่แต่ละคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้และในความสำเร็จของกลุ่ม ทั้งโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้ รวมทั้งการเป็นกำลังใจแก่กันและกัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่าสมาชิกในกลุ่มไม่เพียงแต่รับผิดชอบต่อการเรียนของตนเองเท่านั้น หากแต่จะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ (2544, หน้า 6) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง วิธีสอนแบบหนึ่ง โดยกำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน ทำงานพร้อมกันเป็นกลุ่มขนาดเล็ก โดยทุกคนมีความรับผิดชอบงานของตนเอง และงานส่วนรวมร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์กันและกัน มีทักษะการทำงานกลุ่ม เพื่อให้งานบรรลุเป้าหมาย ส่งผลให้เกิดความพอใจอันเป็นลักษณะเฉพาะของกลุ่มร่วมมือ

จากความหมายของการเรียนแบบร่วมมือข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นการจัดกิจกรรมที่มีการแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยคละตามความสามารถและเพศที่แตกต่างกัน โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่แท้จริง ช่วยให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์กัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและยอมรับฟังเหตุผลของสมาชิกในกลุ่ม

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ 2

การสอน โดยวิธีเรียนแบบร่วมมือมีหลากหลายรูปแบบ สำหรับการ โดยใช้วิธีแบบจิ๊กซอว์ ได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 177-180) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ 2 เป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้มีทัศนต่อภาพ โดยแบ่งให้นักเรียนเป็นกลุ่มทุกกลุ่มได้มอบหมายให้ทำกิจกรรมเดียวกัน ผู้สอนจะแบ่งเนื้อหาของเรื่องออกเป็นหัวข้อย่อยเท่ากับจำนวนสมาชิกแต่ละกลุ่ม และมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าคนละหัวข้อ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องที่ตนได้รับมอบหมายให้ศึกษาจากกลุ่ม สมาชิกต่างกลุ่มที่ได้รับมอบหมายในหัวข้อเดียวกันก็จะทำการศึกษาค้นคว้าร่วมกัน จากนั้นนักเรียนแต่ละคนจะกลับไปเข้ากลุ่มเดิมของตนเพื่อทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญอธิบายความรู้เนื้อหาสาระที่ตนได้ศึกษาให้เพื่อนร่วมกลุ่มฟังเพื่อให้สมาชิกทั้งกลุ่มได้รู้เนื้อหาสาระครบทุกหัวข้อย่อยและเกิดการเรียนรู้เนื้อหาสาระทั้งหมด

สลาวิน (Slavin 1995, p. 126) ได้กล่าวถึงความหมายการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ (Jigsaw) ไว้ว่า การเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ได้รับการพัฒนาโดยอารอนสัน (Aronson) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับจิ๊กซอว์ 2 แต่มีลักษณะสำคัญแตกต่างกันหลายประการ คือ วิธีสอนโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ นักเรียนจะได้อ่านเนื้อหาที่แตกต่างกันไปจากเพื่อน ๆ ในกลุ่มใช้เวลาน้อยกว่าการเรียนแบบจิ๊กซอว์ 2 ทั้งนี้เพราะจิ๊กซอว์ 2 มีเนื้อหาสั้นกว่า นักเรียนศึกษาได้เพียงบางส่วนเท่านั้น การเรียนแบบจิ๊กซอว์ เนื้อหาที่ใช้ศึกษาจะถูกเขียนเรียงเป็นบทย่อ ๆ ขึ้นมาใหม่เพื่อให้เข้าใจง่าย ซึ่งตรงกันข้ามกับจิ๊กซอว์ 2 เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษามีความสัมพันธ์กันไม่ถูกแบ่งเนื้อหา

นรินทร์ กระจีแดง (2542, หน้า 28) ได้กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน นักเรียนในกลุ่มมีความสามารถต่างกัน เรียนรู้ร่วมกัน ผู้สอนกำหนดให้แต่ละคนในกลุ่มศึกษาเนื้อหาย่อ ๆ ต่างกัน โดยไปศึกษาร่วมกับสมาชิกของกลุ่มหลักอื่น ๆ ที่ได้รับผิดชอบในหัวข้อย่อยเดียวกัน ซึ่งเรียกว่ากลุ่มผู้มีประสบการณ์ แล้วนำผลการศึกษามาอธิบายให้เพื่อนนักเรียนในกลุ่มหลักของตนฟัง นักเรียนทุกคนรับผิดชอบต่อกันของกลุ่มของตนร่วมกัน

ปิยะฉัตร ชาวแก้ว (2542, หน้า 18) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ (Jigsaw) เป็นการจัดให้ผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน กลุ่มละ 3-6 คน เรียนรู้ร่วมกัน โดยครูแบ่งบทเรียนออกเป็นเรื่องย่อย ๆ เท่ากับจำนวนสมาชิกของแต่ละกลุ่ม สมาชิกแต่ละกลุ่มแบ่งหัวข้อในการศึกษาค้นหาหัวข้อ แล้วให้สมาชิกที่ศึกษาหัวข้อเดียวกันของทุกกลุ่มไปศึกษาและอภิปรายร่วมกันจนเกิดความเข้าใจดีแล้ว จึงกลับไปรายงานผลให้สมาชิกในกลุ่มฟังที่ละหัวข้อจนครบถ้วน เมื่อจบบทเรียนครูจะทำการทดสอบความรู้และให้รางวัลเป็นการเสริมแรง

ธีรวัฒน์ ผิวขม (2554, หน้า 20) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ หมายถึง การจัดรูปแบบการเรียน โดยมีวิธีการแบ่งนักเรียนเป็นทีม ซึ่งความสามารถของผู้เรียนต่างกันภายในกลุ่ม ประกอบด้วยสมาชิกที่มีระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ละครึ่งเรียกทีมนี้ว่า ทีมบ้าน สมาชิกกลุ่มบ้านต้องแยกย้ายออกไปหาทีมอื่นที่ได้รับหัวข้อที่เหมือนกัน แล้วศึกษาทำความเข้าใจร่วมกัน เรียกทีมนี้ว่าทีมผู้เชี่ยวชาญ หลังจากนั้นสมาชิกในทีมผู้เชี่ยวชาญกลับไปทีมบ้านของตน แต่ละคนช่วยสอนเพื่อนในทีมบ้านให้เข้าใจในสาระที่ตนได้ศึกษาร่วมกับทีมผู้เชี่ยวชาญมา ดังนั้นสมาชิกทุกคนในทีมบ้านก็จะได้เรียนรู้ภาพรวมของสาระทั้งหมด จากสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่แยกย้ายออกไปศึกษาสาระที่แตกต่างกันออกไป และหลังจากนั้นนักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบ แต่ละคนจะได้คะแนนเป็นรายบุคคล และนำคะแนนแต่ละคนในทีม

บ้านมารวมกันเป็นคะแนนของทีม หากทีมใดทำคะแนนได้สูงสุด ครูให้การเสริมแรง โดยการกล่าวคำชมเชย หรือมอบรางวัล เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนร่วมมือกันในการเรียนรู้

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 เป็นการจัดการเรียนรู้โดยการแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่ความสามารถ กลุ่มละ 3-6 และครูแบ่งเนื้อหาย่อย ๆ เท่ากับจำนวนสมาชิกของแต่ละกลุ่ม สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะต้องแยกย้ายออกไปหาทีมอื่นที่ได้รับหัวข้อเหมือนกัน แล้วศึกษาทำความเข้าใจในเนื้อหาร่วมกัน จากนั้นก็กลับไปอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มให้เข้าใจตามเนื้อหาที่ตนเองได้ออกไปศึกษามา และหลังจากนั้นนักเรียนแต่ละคนจะต้องทำแบบทดสอบเป็นคะแนนรายบุคคล แล้วนำคะแนนของสมาชิกภายในกลุ่มมารวมกันเพื่อเป็นคะแนนของกลุ่ม หากกลุ่มใดได้คะแนนสูงสุดจะได้รับการเสริมแรง โดยการกล่าวชื่นชมหรือได้รับรางวัล ได้นำสาระไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน การแบ่งกลุ่มผู้เรียน การประเมินผลและวางแผนในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมชั้นได้ดี

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 (Jigsaw 2)

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 (Jigsaw 2) (Slavin, 1990 อ้างถึงใน วัชรากล่ำเรียนดี, 2548, หน้า 186) เป็นเทคนิคที่มีการปรับปรุงจากเทคนิคจิ๊กซอว์ ตามความคิดของ อารอนสัน (Aronson, 1979 cited in Mattingly & Vansickle, 1991) ซึ่งเทคนิคจิ๊กซอว์ คะแนนจากการทดสอบของนักเรียนแต่ละคนจะไม่นำมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่มหรือผลงานของกลุ่ม แต่เทคนิคจิ๊กซอว์ 2 ของสลาวิน จะกำหนดเกณฑ์ คือ ผลงานของทุกคนเฉลี่ยรวมกันเป็นผลงานกลุ่ม ซึ่งเป็นความรับผิดชอบต่อตนเองและต่อกลุ่มในเวลาเดียวกัน นั่นคือ สมาชิกทุกคนมีโอกาสได้คะแนนผลสำเร็จเท่าเทียมกัน ถึงแม้ว่าจะมีคะแนนสอบต่างกันตามเทคนิคจิ๊กซอว์ 1 และจิ๊กซอว์ 2 จะมีกลุ่มนักเรียนความสามารถเช่นเดียวกัน มีสมาชิกกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน สมาชิกในกลุ่ม 1 คนของแต่ละกลุ่มจะได้รับมอบหมายงานหรือสาระให้ศึกษาค้นคว้า จากนั้นสมาชิกที่ได้รับมอบหมายงานจากนั้นแต่ละกลุ่มจะมารวมกันเป็นกลุ่ม “ผู้เชี่ยวชาญ” (Expert) มีการศึกษาแลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์กันและกัน จนสามารถเข้าใจทุกเรื่อง แล้วกลับไปสอนหรืออธิบายให้กลุ่มของตนเองฟัง ต่อจากนั้นครูจะทดสอบเป็นรายบุคคล คิดคะแนนคำนวณคะแนนพัฒนาแล้วเฉลี่ยรวมเป็นคะแนนกลุ่ม ๆ ที่ได้คะแนนพัฒนาสูงสุดจะได้รับรางวัลเป็นการชื่นชมยกย่องประกาศผลงาน เป็นต้น

1. องค์ประกอบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ 2

สลาวิน (Slavin, 1990 อ้างถึงใน วัชรากล่ำเรียนดี, 2548, หน้า 186) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ 2 ไว้ดังนี้

1. จัดกลุ่มผู้เรียนเพื่อร่วมมือกันเรียนรู้
2. จัดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในแต่ละเรื่องย่อยจากที่ครูกำหนด
3. การนำเสนอและพัฒนาผู้เชี่ยวชาญจากกลุ่มต่าง ๆ
4. การแลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ ผู้เชี่ยวชาญแต่ละเรื่องในแต่ละกลุ่ม
5. การวัดผลการเรียนรู้และเก็บคะแนน กำหนดคะแนนพัฒนาของแต่ละ
6. คนภายในกลุ่มและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของแต่ละกลุ่ม
7. การยกย่องชมเชยความสำเร็จของกลุ่มที่ประสบความสำเร็จสูงสุด โดยติดบอร์ดชมเชย เพื่อเผยแพร่ผลงาน

2. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ 2

สลาวิน (Slavin, 1990 อ้างถึงใน วัชราน เล่าเรียนดี, 2548, หน้า 186) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน เป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ และแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในการเรียนที่เป็นเป้าหมายในการสอนแต่ละครั้ง ทบทวนความรู้เดิมหรือมโนทัศน์ที่จำเป็นในการเรียนความรู้ใหม่ แนะนำระเบียบการเรียนร่วมกันเป็นกลุ่ม บทบาทและหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม การช่วยเหลือกันในกลุ่มเพื่อจะทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จ และบรรลุตามเป้าหมายของกลุ่ม

2. ขั้นการสอน เป็นการเสนอหัวข้อเรื่องในการเรียนแก่ผู้เรียน โดยการเตรียมเนื้อหา และสื่อการสอนที่เหมาะสมประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงหลักการ มโนคติ ความคิดรวบยอดของการเรียนรู้ในแต่ละครั้งก่อน โดยการใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย อภิปราย สาธิต การใช้คำถาม กรณีตัวอย่าง ข่าวและเหตุการณ์สำคัญ

3. ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย ครูแบ่งหัวข้อเรื่องที่จะศึกษาออกเป็นประเด็นย่อยเพื่อให้ นักเรียนทราบว่า ตนศึกษาหัวข้อใดแล้วให้สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนแยกไปศึกษาร่วมกับสมาชิกกลุ่มอื่น ๆ ที่สนใจในหัวข้อเดียวกันให้เข้าใจอย่างแจ่มชัด จนสามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญได้ จากนั้นให้ กลับมากลุ่มเดิมอธิบายเนื้อหาที่ตนเองไปศึกษาให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มเข้าใจ โดยผลัดกันอธิบาย

4. ขั้นการทดสอบย่อย ผู้เรียนจะต้องได้รับการทดสอบย่อยจากการทำแบบทดสอบและ คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบจะถูกแปลงเป็นคะแนนของแต่ละกลุ่ม ซึ่งในการทดสอบ ผู้เรียนทุกคนจะทำข้อสอบตามความสามารถของตน โดยไม่มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน การคิด คะแนนในการพัฒนาตนเองและกลุ่ม ซึ่งเป็นคะแนนที่ได้จากการเปรียบเทียบคะแนนที่สอบได้กับ คะแนนพื้นฐาน (Base score) โดยคะแนนที่ได้จะเป็นคะแนนความก้าวหน้าของผู้เรียนซึ่งผู้เรียนจะ

ทำได้หรือไม่จะขึ้นอยู่กับความขยันที่เพิ่มขึ้นจากครั้งก่อน หรือไม่ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสได้คะแนนสูงสุดเพื่อช่วยกลุ่ม หรืออาจจะไม่ได้เลยถ้าหากได้คะแนนน้อยกว่าคะแนนฐานเกิน 10 คะแนน

5. การยกย่องกลุ่มที่ประสบความสำเร็จ กลุ่มจะได้รับรางวัลเมื่อคะแนนถึงเกณฑ์ที่ครูตั้งไว้ โดยกำหนดรางวัลได้แก่ กลุ่มเก่ง กลุ่มเก่งมาก และกลุ่มยอดเยี่ยม

3. วิธีคิดคะแนนกลุ่มและคะแนนพัฒนา

ในการทดสอบแต่ละครั้งผู้เรียนแต่ละคนจะได้คะแนนพัฒนา จากนั้นก็จะนำคะแนนของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันแล้วคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม ถ้ากลุ่มใดได้คะแนนเฉลี่ยสูงถึงเกณฑ์ที่กำหนดครูจะให้รางวัล การที่กลุ่มจะประสบความสำเร็จได้นั้นต้องขึ้นอยู่กับคะแนนของสมาชิกทุกคน สลาวิน (Slavin) ได้ให้แนวปฏิบัติการคิดคะแนนพัฒนาไว้ดังนี้ ให้นำคะแนนแบบทดสอบของแต่ละคนไปเทียบกับคะแนนฐาน (Base score) แล้วคิดเทียบเป็นคะแนนพัฒนาตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นนำคะแนนพัฒนาของสมาชิกในกลุ่มมารวมกันแล้วนำมาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม ถ้ากลุ่มใดได้คะแนนสูงถึงเกณฑ์ที่กำหนดก็จะได้รับรางวัลซึ่งเป็นเครื่องหมายแห่งความสำเร็จ การคิดคะแนนทำได้โดยการนำระดับผลการเรียนในวิชาเดียวกันของภาคเรียนที่ผ่านมาหรือคะแนนจากการทดสอบในหน่วยการเรียนที่ผ่านมา แล้วนำมาเฉลี่ยเป็นคะแนนฐาน โดยในการสอบแต่ละครั้ง จะต้องมียกคะแนนเต็มเท่ากัน คือ 100 คะแนน เช่น ถ้าแพรวไหมทำการทดสอบ 4 ครั้งได้คะแนนดังนี้ 80, 86, 79 และ 92 คะแนนตามลำดับ แพรวไหมจะมีคะแนนฐาน 84 คะแนน แล้วนำคะแนนฐานไปเทียบคิดหาคะแนนพัฒนา (improvement points) โดยมีเกณฑ์ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การคิดคะแนนพัฒนา

คะแนนจากการสอบ	คะแนนพัฒนา
ต่ำกว่าคะแนนมาตรฐานมากกว่า 10 คะแนน	0
ต่ำกว่าคะแนนฐาน 1-10 คะแนน	10
เท่ากับคะแนนฐานหรือมากกว่า 1-10 คะแนน	20
สูงกว่าคะแนนฐานมากกว่า 10 คะแนน	30

ที่มา: สลาวิน (Slavin, 1995 อ้างถึงใน วัชรมา เล่าเรียนดี, 2545)

ในการทดสอบแต่ละครั้งผู้เรียนทุกคนจะต้องรู้คะแนนฐานของตนเองก่อนแล้วคำนวณว่าตนเองจะต้องทำคะแนนอีกเท่าไรถึงจะได้คะแนนพัฒนาตามที่คาดหวังไว้ ซึ่งคะแนนพัฒนาของ

แต่ละคนขึ้นอยู่กับความพยายามที่จะทำคะแนนการทดสอบให้มากกว่าคะแนนพื้นฐานเพื่อผลประโยชน์ของตนเองและของกลุ่ม ถ้ากลุ่มใดได้คะแนนสูงหรือถึงเกณฑ์ที่กำหนดก็จะได้รับรางวัลซึ่งเป็นเครื่องหมายแห่งความสำเร็จ โดยให้เกณฑ์การคิดคะแนนดังนี้

ตารางที่ 4 เกณฑ์การกำหนดกลุ่มที่ได้รับรางวัล

คะแนนพัฒนาเฉลี่ยของกลุ่ม	ระดับการพัฒนา
0-15	กลุ่มเก่ง
16-25	กลุ่มเก่งมาก
26-30	กลุ่มยอดเยี่ยม

การหาคะแนนฐานของนักเรียนในการเรียนแบบร่วมมือกัน ครูผู้สอนและนักเรียนต้องทราบและคิดคะแนนฐานของนักเรียนแต่ละคนไว้ เพื่อการพัฒนาปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ทราบผลการเรียนของแต่ละคนว่ามีความก้าวหน้าขึ้นหรือไม่ เพียงใดและเพื่อเป็นฐานในการคำนวณคะแนนพัฒนาและคะแนนความก้าวหน้าต่อไป คะแนนฐานของนักเรียนแต่ละคนอาจได้มาจากผลการเรียนในภาคเรียนที่ผ่านมาในช่วงนั้น ๆ หรือจากคะแนนในกลุ่มวิชานั้น ๆ ในปีการศึกษาที่ผ่านมา แต่ถ้าเป็นคะแนนตลอดปีการศึกษาควรนำคะแนนมาเฉลี่ยก่อน

จากการศึกษาเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยผู้เรียนมีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นมากขึ้น มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกภายในกลุ่ม ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน และผู้วิจัยได้นำสาระไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน การแบ่งกลุ่มผู้เรียน การประเมินผลและวางแผนในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมชั้นได้ดี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) เป็นสมรรถภาพในด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้จากประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครูผู้สอน สำหรับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มินักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายท่าน สรุปได้ดังนี้

กู๊ด (Good, 1973, pp. 6-7) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge attained) หรือการพัฒนาทักษะทางการเรียน ซึ่งโดยปกติพิจารณาจากคะแนนสอบ ที่กำหนดคะแนนที่ได้จากงานที่ครูผู้สอนมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 387-389) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนและเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 15) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสิ่งที่ต้องให้เกิดกับตัวผู้เรียนหลังจากที่กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สามารถวัดได้จากการพัฒนาการด้านสติปัญญา ความรู้สึกละทักษะกลไกของตัวผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2544, หน้า 11) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะ หรือมีเจตจำนงที่ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2544, หน้า 57) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความก้าวหน้าในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ประกอบไปด้วยการจัดกิจกรรมจริง การร่วมมือกันทำงาน การคิด การแก้ปัญหา รวมทั้งทักษะและคุณลักษณะอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนา

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ (2545, หน้า 109) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน โดยการวัด หมายถึง การตรวจสอบสิ่งที่ต้องเรียนรู้นั้นมีปริมาณและคุณภาพหรือไม่อย่างไรและมากน้อยเพียงใด

ชุมพร ลือราช (2554, หน้า 38) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนได้รับจากการฝึกฝนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้จากคะแนนผลการเรียนรู้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของบุคคล ที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่าง ๆ จากการได้รับประสบการณ์ซึ่งเป็นผลจากการเรียนการสอน มีผู้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้แตกต่างกัน ดังนี้

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525, หน้า 1-5) กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ ความก้าวหน้าในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากกิจกรรมการเรียนการสอน โดยวัดความสามารถทางด้านความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักวิชาการ ได้อธิบายความหมายไว้ดังนี้

เยาเวตี รามชัยกุล วิบูลย์ศรี (2553, หน้า 28) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละคน

ราตรี นันทสุคนธ์ (2553, หน้า 50) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ (Achievement test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่าง ๆ ในโรงเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ที่มีการเรียนการสอนในสถานศึกษา ซึ่งส่วนใหญ่จะวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) คือ วัดความรู้ ความสามารถ

สมนึก กัททิษณี (2549, หน้า 73) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

ศิริชัย กาญจนวาสิ (2552, หน้า 165-166) กล่าวว่า แบบสอบผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบสอบที่ใช้วัดผลการเรียนที่เกิดขึ้น (What person has learned) จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนได้จัดขึ้นเพื่อการเรียนรู้นั้น สิ่งที่มีวัดจึงเป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น ซึ่งอาจเป็นความรู้หรือทักษะบางอย่าง (ส่วนใหญ่จะเน้นทักษะทางสมองหรือความคิด) อันบ่งบอกถึงสถานภาพของการเรียนรู้ที่ผ่านมา หรือสภาพการเรียนรู้ที่บุคคลนั้นได้รับ

รอสส์เตอร์ และสแตนลีย์ (Ross & Stanley, 1967) ได้ให้ความหมายสั้น ๆ ว่า “แบบสอบผลสัมฤทธิ์” หมายถึง แบบสอบที่ใช้วัดความสามารถทางวิชาการ เช่น แบบสอบวิชาเลขคณิต แบบสอบวิชาพีชคณิต ฯลฯ เป็นต้น

ดังนั้นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดผลของการจัดการเรียนการสอน โดยส่วนมากจะวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย คือ วัดด้านความรู้ ความสามารถ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2547, หน้า 96) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไปไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กัน โดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งได้อีก 2 ชนิด

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้ตอบเขียนคำตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดี จนมีคุณภาพมาตรฐาน

สัว่น สายยศ และอังคณา สายยศ (2546, หน้า 185) ได้แบ่งเครื่องมือใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อบกพร่องตรงไหน จะได้ซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมก่อนที่จะสอนเรื่องใหม่

2. แบบทดสอบมาตรฐาน สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบนั้น ซึ่งสามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะใช้วัดอัตราการพัฒนาของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ ข้อสอบมาตรฐานนั้นนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้วยังมีมาตรฐานในด้านวิธีการสอบ ก็คือ ไม่ว่าโรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ ต้องดำเนินการสอบแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบว่าทำอย่างไร และยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนอีกด้วย ทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีสร้างข้อคำถามที่เหมือนกัน คือจะเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ได้สอนนักเรียนไปแล้ว สำหรับที่ใช้วัดพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ มักนิยมใช้ตามหลักที่ได้จากผลการประชุมของนักวัดผลซึ่ง บลูม (Bloom, 1965, p. 201) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ขั้น ดังนี้ คือ

1. ความรู้ ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว โดยตรง ในขั้นนี้รวมถึง การระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้นขั้นความรู้ความจำจึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียน หรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่า การท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไป ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้น ในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญ วิธีการนำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่า นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อน จึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้นจึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชา ลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านี้เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านี้ ตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าสูงกว่าการนำไปใช้ และต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็น สิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหา การเรียนรู้ในระดับนี้เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ที่จะสร้างมโนทัศน์ หรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมาดังนั้น การสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น คำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

การวัดพฤติกรรมทั้ง 6 ด้านนี้ จะใช้แบบทดสอบประเภทอัตนัยหรือปรนัยก็ได้ ข้อสำคัญ อยู่ที่คำถาม ซึ่งต่อไปนี้เป็นตัวอย่างข้อคำถามของแบบทดสอบ ประเภทปรนัย ดังนี้

1. ข้อคำถามวัดความรู้-ความจำ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถที่ระลึกออกมาได้หรือ จำได้ เช่น ถามคำศัพท์ นิยาม สถานที่ เวลา ขนาด ปริมาณ บุคคล ระเบียบ ลำดับขั้นของการทำ อย่างใดอย่างหนึ่ง สิ่งเหล่านี้ถ้าสอนมาแล้วจึงนำมาถามและถือว่าเป็นการวัดความจำเท่านั้น

2. ข้อคำถามวัดความเข้าใจ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการจับใจความสำคัญ จากเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการจับใจความ การแปลความหมาย

การตีความหมาย และการขยายความของข้อความ คำ เรืองราว เหตุการณ์ ภาพ ฯลฯ

3. ข้อคำถามวัดการนำไปใช้ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการนำความรู้ที่เรียนมา ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

4. ข้อคำถามวัดการวิเคราะห์ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรืองราว เนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้นยังบอกถึงว่าส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด จะเห็นได้ว่าความสามารถในด้านการวิเคราะห์จะมากไปด้วยการหาเหตุผลมาเกี่ยวข้องอยู่เสมอ และพยายามมองให้ลึกถึงไปถึงแก่นแท้ของเนื้อหา และเหตุการณ์นั้น ๆ การวิเคราะห์จึงต้องอาศัย พฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณา

5. ข้อคำถามวัดการสังเคราะห์ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการผสมส่วนย่อย ๆ เข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน เป็นการวัดว่านักเรียนจะสามารถนำเอาความรู้แต่ละหน่วย มารวมกัน จัดเป็นหน่วยใหม่หรือ โครงสร้างใหม่ที่ต่างจากเดิม ได้หรือไม่ ลักษณะคำถามประเภทนี้จะถาม เกี่ยวกับการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นคำถามที่จะตั้งคิดว่าใครมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มาก เพียงใด

6. ข้อคำถามวัดการประเมินค่า เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการวินิจฉัยตีราคา โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ สิ่งที่มีค่าอาจเป็นวัตถุ สิ่งของ ผลงานต่าง ๆ หรือเป็นความคิดเห็นก็ได้ การประเมินค่านั้นอาศัยเกณฑ์และมาตรฐาน ไปประกอบการวินิจฉัยชี้ขาดเสมอว่า สิ่งนั้นดีไม่ดี และเพราะเหตุใดจึงดี หรือ ไม่ดี ข้อคำถามอาจจะอยู่ในรูปของการประเมิน โดยอาศัยเกณฑ์ภายใน หรือการประเมินค่าที่อาศัยเกณฑ์ภายนอกตัดสินก็ได้

ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความรู้ความสามารถของนักเรียนอันเกิดมาจากการเรียนการสอน สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดพฤติกรรมด้านสติปัญญาตามแนวคิดของบลูมใน 6 ระดับคือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า

คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่า แบบทดสอบที่ดีนั้นมิใช่จะทำหน้าที่ประเมินผลอย่างเดียว แต่จะทำหน้าที่ส่งเสริมการเรียนรู้อีกด้วย ดังนั้นการสร้างจึงต้องยึดหลักลักษณะที่ดีของแบบทดสอบที่ดี 10 ประการคือ (จันง พรายเข้มแข, 2535, หน้า 29-30)

1. เทียงตรง ได้แก่แบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่เราต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้อง ตรงตามความมุ่งหมาย กล่าวคือคะแนนจากการสอบนั้นสามารถให้ความหมายแก่เราได้ตามที่เรารปรารถนา

จะเห็นได้ว่าความเที่ยงนี้ย่อมขึ้นอยู่กับหรือสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของเรื่องที่เราจะวัด เป็นสำคัญซึ่งวัตถุประสงค์นี้เราถือว่าเป็นตัว “เกณฑ์” (Criteria) ดังนั้นข้อทดสอบใดมีความสัมพันธ์ กับเกณฑ์มากก็ถือว่ามีความเที่ยงตรงมาก สัมพันธ์น้อยก็ถือว่ามีความเที่ยงตรงน้อย

ความเที่ยงตรงแบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ

1.1 เที่ยงตรงของเนื้อหา หมายถึงการออกข้อสอบตรงตามเนื้อเรื่อง เนื้อหาวิชา ที่หลักสูตรกำหนดไว้อย่างครอบคลุมและทั่วถึง นั่นคือ สอนเรื่องไหนต้องสอบวัดเรื่องนั้น

1.2 เที่ยงตรงตาม โครงสร้าง หมายถึงการออกข้อทดสอบที่เราสามารถจะวัดสมรรถภาพ สมองด้านต่าง ๆ ได้ตรงตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ในจุดมุ่งหมาย

1.3 เที่ยงตรงตามสภาพ หมายถึงแบบทดสอบนั้นช่วยให้เรากะประมาณสถานภาพอัน แท้จริงของเด็กในปัจจุบันได้ถูกต้องปานใด หรืออาจจะกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่า แบบทดสอบนั้น สามารถจำแนกเด็กออกเป็นประเภท ๆ ได้ถูกต้องตามสภาพความเป็นจริงของเขาในปัจจุบันนั่นเอง

1.4 ความเที่ยงตรงพยากรณ์ หมายถึงแบบทดสอบซึ่งคะแนนได้สอดคล้องกับ ผลการเรียนในภายหน้าหรือผลสำเร็จในอนาคตของเด็กนั่นเอง

2. ยุติธรรม คือ โจทย์คำถามไม่เปิดช่องให้เด็กฉลาดใช้ไหวพริบเดาถูก และไม่เปิด โอกาสให้เด็กเกียจคร้านตอบได้ นั่นคือ ข้อทดสอบต้องครอบคลุมหลักสูตรทั้งเนื้อหาวิชาและ สมรรถภาพสมอง

3. งามลึก คือ คำถามนั้นจะไม่ถามแต่เพียงความรู้ ความจำ หรือเนื้อหาความรู้ผิว ๆ ตามตำรา แต่จะถามให้เด็กนำความรู้ที่ไปวิเคราะห์ วิจัย และใช้สถานการณ์จริง ๆ ดังนั้นข้อ ทสอบจึงควรถามความลึกซึ้งของวิชาการตามแนวคิ่งมากกว่าแนวกว้าง

4. ยั่วยุ คือ เป็นคำถามที่สามารถปลุกให้เด็กตื่นเต้น มีลมมีชน กระจายที่จะลองสอบ ทำให้เด็กเกิดความคิดว่า ตัวเองต้องเตรียมตัวให้เรียนดีขึ้นอย่างไร

5. จำเพาะเจาะจง คือ ทั้งคำถามและคำตอบมุ่งถามเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างชัดเจน ไม่กำกวม ไม่ถามแบบครอบคลุม

6. ปรนัย ปรนัยในที่นี้ไม่ใช่แบบหรือรูปร่างของข้อสอบ แต่เป็นคุณสมบัติของข้อสอบ กล่าวคือข้อสอบที่เป็นปรนัยต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการดังต่อไปนี้คือ

6.1 ต้องเข้าใจคำถามต้องกัน คือคำถามต้องชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจเหมือนกันหมด

6.2 ต้องตรวจได้คะแนนตรงกัน คือมีมาตรฐานการให้คะแนนเป็นหลัก แม้ใครจะมา ตรวจก็คน ๆ ก็ต้องได้คะแนนเท่ากัน

6.3 ต้องแปลความหมายของคะแนนอย่างแจ่มชัด คือต้องบอกได้อย่างถูกต้องว่าการที่ เด็กได้มากได้น้อยกว่านั้นเป็นเพราะเหตุใด คะแนนที่ได้นั้นต้องไม่คลุมเครือ

7. มีประสิทธิภาพ คือสามารถให้คะแนนที่ตรงและเชื่อถือมากที่สุด ภายในเวลาที่สอบน้อยที่สุด โดยไม่เปลืองแรงงานและเปลืองเงินน้อยที่สุดด้วย

8. ยากง่ายพอเหมาะ คือ ข้อทดสอบแต่ละข้อมีค่าของความยากง่ายใกล้เคียง .05 และข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนเฉลี่ยของเด็กทั้งห้องราว ๆ 50% ของคะแนนเต็ม หรือสูงกว่านั้นเล็กน้อย

9. มีอำนาจจำแนก คือ เป็นข้อทดสอบที่สามารถแยกเด็กเก่งและเด็กอ่อนออกจากกัน ได้จริง คือมีค่าอำนาจการจำแนกตั้งแต่ .02 ขึ้นไป

10. ต้องเชื่อมั่นได้ คือข้อสอบที่สามารถให้คะแนนได้คงที่ กล่าวคือสอบกี่ครั้ง ๆ ก็ได้คะแนนปาน ๆ กันทุกครั้ง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้นำมาสาระที่ได้มาใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน เพื่อใช้ในการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของมโนทัศน์

Concept หรือ มโนทัศน์ มีผู้ให้คำแปลเป็นภาษาไทยไว้หลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด แนวความคิด แนวคิด มโนภาพ มโนทัศน์ และสังกัป ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า “มโนทัศน์” โดยมีการศึกษาความหมาย

เวสต์ และไพน์ (West & Pines, 1985 อ้างถึงใน พิศเนตร อุทัยไชย, 2554, หน้า 25) ได้ให้ความหมายของ มโนทัศน์ว่า เป็นการเชื่อมโยงกลุ่มของคำง่าย ๆ หรือ การอธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ที่เป็นข้อวินิจฉัย ซึ่งแทนองค์ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532, หน้า 18) ได้ให้คำจำกัดความของมโนทัศน์ไว้ว่า “มโนทัศน์ หมายถึง ภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกัน กลุ่มของสิ่งเร้านี้ อาจจะเป็นชนิด ประเภท วัตถุ ธรรมชาติ เหตุการณ์ หรือบุคคลก็ได้”

ไพเราะ ทิพย์ทัศน์ (2533, หน้า 142) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า “มโนทัศน์คือ ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับวัตถุ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนำความรู้และความเข้าใจนั้นมา สัมพันธ์กับประสบการณ์ของบุคคล”

นภาพร แถวโนนังว (2537) กล่าวว่า มโนทัศน์ เป็นความคิดความเข้าใจของบุคคลที่สรุปรวมเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยการสังเกตหรือประสบการณ์เดิม แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป เพื่ออธิบายคุณลักษณะของเรื่องนั้น หรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้น

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2550, หน้า 303) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า เป็นคำที่เป็นนามธรรมใช้แทนสัตว์ สิ่งของที่ได้จัดไว้ในจำพวกเดียวกัน โดยถือลักษณะที่สำคัญเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น คำว่า “นก” เป็นคำที่ใช้แทนสัตว์จำพวกหนึ่งที่มีลักษณะที่สำคัญ 3 อย่าง คือ สัตว์นั้นต้องมีปีก มีขนและบินได้

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 3) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific concept) จัดเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นผลมาจาก ความคิดรวบยอดทั้งหมดเกี่ยวกับเรื่องราว เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525, อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, หน้า 3) อธิบายไว้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดความเข้าใจ โดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการสังเกตและการใช้ประสบการณ์ที่เคยได้รับเกี่ยวกับสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันจนเกิดเป็นคำจำกัดความของสิ่งนั้น ๆ โดยมีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน มีการนำมโนทัศน์หลาขมโนทัศน์มาเชื่อมโยงกันอย่างมีเหตุผล มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จึงมีลักษณะเป็นสากล และการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนที่เรียนรู้อีกยิ่งขึ้น

ปรีชา และคณะ (2525 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2540, หน้า 4) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความเข้าใจที่จะสรุปรวมลักษณะที่สำคัญของวัตถุ หรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นสากล ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนและมีความรู้ในระดับสูงชัดเจนยิ่งขึ้น โดยมโนทัศน์วิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classification concept) เป็นมโนทัศน์ที่เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติ บอกคุณสมบัติรวม โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ตัวอย่างเช่น สัตว์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สัตว์มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลัง

2. มโนทัศน์ทางทฤษฎี (Theoretical concept) เป็นมโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์ พยายามอธิบายคุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่าง หรือปรากฏการณ์ที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรงทั้งหมด แต่มีหลักฐานเป็นเหตุผลสนับสนุนแล้วสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง

3. มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlation concept) เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ ตัวอย่างเช่น “ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น”

คณะกรรมการการพัฒนาการสอนและวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 อ้างถึงใน พันธุ์ ทองชุมนุม, 2547, หน้า 202) แบ่งประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ

1. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่จะนำมาสรุป เช่น นำอยู่ในสถานะของแข็ง
2. มโนทัศน์ที่เกิดจากการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งทั้งหลาย เช่น สสารอาจเปลี่ยนสถานะได้ ถ้าเราเปลี่ยนพลังงานความร้อน
3. มโนทัศน์ที่เกิดจากการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาสรุปเข้าด้วยกันเป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้องต้น ไปจนกระทั่งความรู้ระดับสูง การที่จะเข้าใจมโนทัศน์เหล่านี้ต้องมีมโนทัศน์เกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นมาแล้ว เช่น แก๊สเมื่อได้รับความร้อน โมเลกุลจะเคลื่อนที่เร็ว

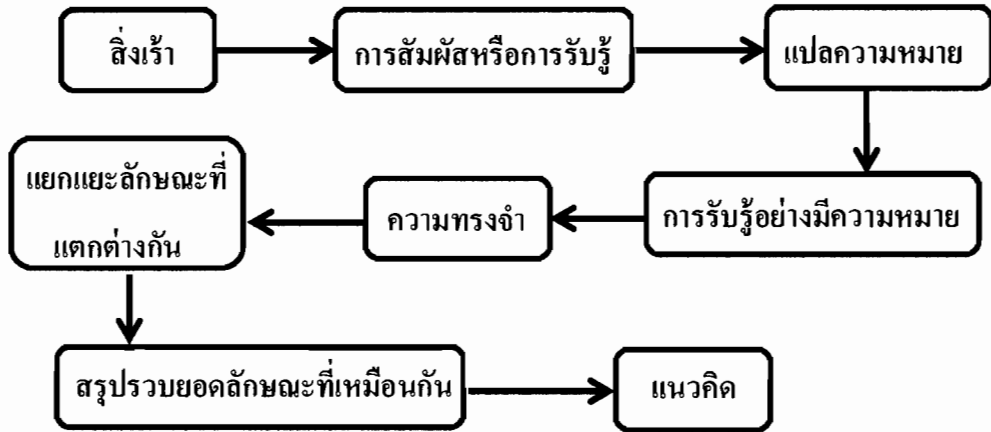
สรุปได้ว่ามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจภายในตัวบุคคลที่ใช้ตีความหรือสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นผลมาจากการสังเกต การได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น

การสร้างมโนทัศน์

บุคคลเกิดมโนทัศน์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้ต่อเมื่อมีประสบการณ์ เกิดการรับรู้และเก็บสิ่งที่รับรู้ได้นั้นเอาไว้เป็นความจำ เมื่อมีการรับรู้สิ่งต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นก็เกิดการคิดหาเหตุผล มีการเชื่อมโยงผสมผสานระหว่างการเรียนรู้ ความจำ และความคิดเกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วมีการแยกแยะลักษณะเฉพาะออกจากสิ่งอื่นซึ่งทำให้เกิดเป็นมโนทัศน์ของสิ่งต่าง ๆ หรือทำให้เกิดโครงสร้างของมโนทัศน์ การสร้างมโนทัศน์ดังกล่าวได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษากล่าวไว้ ดังนี้

นวลจิตต์ ชาวศิริพิงศ์ (2537, หน้า 55-60) ได้อธิบายกระบวนการเกิดมโนทัศน์สรุปได้ว่า บุคคลเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจะเกิดการรับสัมผัสหรือการเรียนรู้ขึ้น ประสาทสัมผัสแปลความหมายโดยอาศัยประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้านั้นเป็นการรับรู้ที่มีความหมายและเก็บการรับรู้ที่มีความหมายไว้ในความทรงจำ ต่อมาเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าใหม่ก็จะเกิดการรับรู้และเปรียบเทียบกับความรู้ที่มีอยู่เดิมแล้วแยกแยะลักษณะที่แตกต่างกันและสรุป

รวบยอดลักษณะที่เหมือนกันของสิ่งเร้ากลายเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ดังแผนผังแสดงกระบวนการเกิดมโนทัศน์ ดังนี้



ภาพที่ 4 กระบวนการเกิดมโนทัศน์ (นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์, 2537)

ออซูเบล (Ausubel, 1968, pp. 5-17) ได้สรุปกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์และการแยกแยะความแตกต่างของกระบวนการสิ่งเร้า
2. ตั้งสมมติฐาน โดยพิจารณาลักษณะร่วมของส่วนย่อยในการแยกแยะนั้น
3. ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง ๆ
4. เลือกสมมติฐานที่สามารถรวมกลุ่มสิ่งเร้าซึ่งมีลักษณะบางประการรวมกันได้
5. หาลักษณะจำเพาะของสิ่งเร้ามาสัมพันธ์กับมโนทัศน์ของตน
6. แยกแยะความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่รับมาใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่แล้ว

เพื่อหาความสัมพันธ์กัน

7. สรุปครอบคลุมลักษณะจำเพาะของมโนทัศน์ใหม่ให้ครอบคลุมกับส่วนย่อยทั้งหมด

ในกลุ่ม

8. หาสัญลักษณ์ทางภาษามาแทนมโนทัศน์ใหม่

การวัดมโนทัศน์

การสำรวจมโนทัศน์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนนั้น จะทำให้ครูทราบมโนทัศน์ของนักเรียนว่ามีมโนทัศน์เดิมในเรื่องที่ครูสอนอย่างไร มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนอย่างไร เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนแก้ไขและปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของนักเรียนก่อนจัดการเรียนการสอน และเมื่อครูทำการสอนแล้วนักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และมีมโนทัศน์ในสิ่งที่สอนไปถูกต้อง

ตามที่คาดหวังหรือไม่ อย่างไร โดยพิจารณาว่านักเรียนสามารถกระทำในสิ่งต่อไปนี้ได้หรือไม่ (พันซ์ ทองชุมนุม, 2547, หน้า 205)

1. สามารถระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์นั้นได้
2. สามารถบอกลักษณะของมโนทัศน์นั้นได้
3. สามารถจำแนก คัดเลือก ยกตัวอย่าง และระบุสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์นั้นได้
4. สามารถอธิบาย รวมถึงสรุปความหมายของมโนทัศน์นั้นได้จากความรู้ ความเข้าใจ

ของตนด้วยภาษาของตน

โดยในการวัดมโนทัศน์มีหลายวิธี เช่น การใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบสองชั้น การสัมภาษณ์เกี่ยวกับตัวอย่าง การใช้แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด การใช้แผนผังมโนทัศน์ โดยแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

1. การใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบสองชั้น (Two-tier multiple-choice test)

แบบทดสอบเลือกตอบสองชั้นเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบมโนทัศน์ของผู้เรียนที่สามารถระบุได้ว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือไม่ อย่างไร ลักษณะของแบบทดสอบจะมีสองส่วนคือ ส่วนแรกเป็นข้อสอบแบบหลายตัวเลือก และส่วนที่สองเป็นกลุ่มของเหตุผลต่าง ๆ สำหรับข้อคำถามในส่วนแรก ซึ่งคำตอบทั้งสองส่วนจะต้องมีทั้งคำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่แสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน (Treagust, 2006, p. 3)

2. การสัมภาษณ์เกี่ยวกับตัวอย่าง (Interview about instance)

เป็นวิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบมโนทัศน์ของผู้เรียน โดยการกำหนดตัวอย่างประกอบการสัมภาษณ์ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงมโนทัศน์ออกมา เช่น ครูต้องการถามมโนทัศน์ของนักเรียน เรื่อง สัตว์ ครูก็แสดงภาพตัวอย่างที่เป็นสัตว์และไม่ใช่อัตว์ แล้วใช้คำถามถามผู้เรียน “ตามความเข้าใจของนักเรียนสิ่งมีชีวิตในภาพตัวอย่างนี้เป็นสัตว์หรือไม่” เมื่อผู้เรียนตอบ ครูอาจจะถามต่อไปว่า “นักเรียนรู้ได้อย่างไร ว่าสิ่งมีชีวิตในภาพนี้คือ สัตว์” เป็นต้น (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2552)

3. แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด (Open ended question)

แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิดหรือเรียกว่า แบบทดสอบแบบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่นักเรียนจะต้องอ่านโจทย์คำถามแล้วคิดว่าจะตอบอย่างไร โดยการตอบของนักเรียนจะเป็นอย่างอิสระตามคิดความคิดและความเข้าใจของนักเรียนเอง ซึ่งเป็นการวัดความสามารถของนักเรียนในการที่สร้างมโนทัศน์ รวบรวมมโนทัศน์และเขียนแสดงออกมา (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, หน้า 360)

4. แผนผังมโนทัศน์ (Concept mapping)

เป็นการให้ผู้เรียนเติมคำหรือข้อมูลลงในแผนผังมโนทัศน์ที่ครูกำหนด หรือให้ผู้เรียนสร้าง สรุปลง และนำเสนอมนทัศน์ด้วยตนเอง โดยเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง มโนทัศน์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีลำดับชั้นจากมโนทัศน์ที่กว้าง ไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ และ เฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ความเข้าใจที่ได้จากการเรียนรู้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2550, หน้า 36)

ในงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกแบบวัดมโนทัศน์ชนิดเลือกตอบสองชั้น ของนักเรียน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากแบบวัดมโนทัศน์ชนิดนี้ ทำให้ทราบถึงมโนทัศน์ของ นักเรียนในการตอบคำถามและยังสามารถตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ด้วย

การจัดกลุ่มมโนทัศน์

นักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ ได้จัดแบ่งกลุ่มมโนทัศน์หรือกำหนด ลักษณะของกลุ่มมโนทัศน์ไว้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งอาจจะมีทั้งเหมือนและแตกต่างกันออกไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การจัดกลุ่มมโนทัศน์แบบ 4 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดดังนี้

บรีคเฮาส์และคณะ (Brickhouse et al., 2000) มีลักษณะของกลุ่มมโนทัศน์ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Sound understanding: SU) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

2. มโนทัศน์ถูกต้องบางส่วน (Partial understanding: PU) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์หรือไม่ครบถ้วน

3. มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Limited understanding: LU) หมายถึง คำตอบที่มีบางองค์ประกอบที่มีมโนทัศน์ถูกต้องและบางองค์ประกอบที่มีมโนทัศน์ไม่ถูกต้องตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

4. มโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง (Misunderstanding: MU) หมายถึง คำตอบที่แสดงถึงความไม่เข้าใจมโนทัศน์นั้น ๆ

ไฮดาร์ และอับราฮัม (Haidar & Abraham, 1991) ได้แบ่งกลุ่มมโนทัศน์เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้
กลุ่มที่ 1 ไม่มีมโนทัศน์ (No understanding: NU) หมายถึง ไม่ตอบ ตอบว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ
ตอบ โดยเขียนทวนคำถาม

กลุ่มที่ 2 มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Alternative conceptions: AC) หมายถึง คำตอบแสดงถึงความพยายามที่จะอธิบาย แต่ไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 3 มโนทัศน์ถูกต้องบางส่วน (Partial understanding: PU) หมายถึง คำตอบแสดงถึงว่าเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่สมบูรณ์

กลุ่มที่ 4 มโนทัศน์ถูกต้อง (sound understanding: SU) หมายถึง คำตอบแสดงถึงว่าเข้าใจมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ทั้งหมด

มารেক และคณะ (Marek et al., 1990) ได้แบ่งกลุ่มมโนทัศน์เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 มโนทัศน์ถูกต้อง (Sound understanding) หมายถึง คำตอบแสดงถึงว่าเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

กลุ่มที่ 2 มโนทัศน์ถูกต้องบางส่วน (Partial understanding) หมายถึง คำตอบแสดงถึงว่าเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่สมบูรณ์

กลุ่มที่ 3 มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Limited understanding) หมายถึง คำตอบที่แสดงถึงว่าเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และมีบางส่วนที่ไม่ถูกต้องตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 4 มโนทัศน์ไม่ถูกต้อง (misunderstanding) หมายถึง คำตอบแสดงถึงความไม่เข้าใจในมโนทัศน์นั้น ๆ

2. การจัดมโนทัศน์แบบ 5 กลุ่ม (สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคม และอรุณี อิงคากุล, 2548; อุษา นาคทอง, ชีราพร อนันตะเศรษฐกุล และนฤมล ยุตาคม, 2550; Westbrook & Marek, 1992; Haidar, 1997) มีลักษณะของกลุ่มมโนทัศน์ ดังนี้

2.1 มโนทัศน์เชิงวิทยาศาสตร์หรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Scientific understanding: SU) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องสมบูรณ์ สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

2.2 มโนทัศน์เชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนหรือมโนทัศน์ถูกต้องบางส่วน (Partial understanding: PU) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเหตุผลบางส่วนได้สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และไม่มีคำอธิบายที่ผิดไปจากแนวทางวิทยาศาสตร์

2.3 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding and misconception: PU/MU) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องบางส่วน แต่มีคำอธิบายบางส่วนผิดไปจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.4 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่มิมโนทัศน์วิทยาศาสตร์หรือมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง (Misconception, specific misconception: SM) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.5 ไม่มีมโนทัศน์หรือไม่ตอบคำถาม (Without answer, no conception, no understanding: NU) หมายถึง ไม่ได้ตอบคำถาม ตอบว่าไม่เข้าใจคำถาม ทวนคำถามหรือไม่ได้อธิบายเหตุผล

3. การจัดกลุ่มมโนทัศน์แบบ 6 กลุ่ม (Noh & Scharman, 1997) มีลักษณะของกลุ่มมโนทัศน์ ดังนี้

3.1 มโนทัศน์ถูกต้อง (Sound understanding: SU) หมายถึง คำตอบที่มีสามหรือสี่องค์ประกอบที่สอดคล้องกับแนวทางวิทยาศาสตร์และไม่มีองค์ประกอบที่คลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

3.2 มโนทัศน์ถูกต้องบางส่วนและไม่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Partial understanding with no misconception: PU) หมายถึง คำตอบที่มีสองและสามองค์ประกอบที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และไม่มีองค์ประกอบที่คลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

3.3 มโนทัศน์ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่แต่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหนึ่งมโนทัศน์ (Good understanding containing one misconception: GM) หมายถึง คำตอบที่มีอย่างน้อยสามหรือสี่องค์ประกอบที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แต่มีหนึ่งองค์ประกอบที่คลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

3.4 มโนทัศน์ถูกต้องเป็นส่วนน้อยแต่ไม่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Minimum understanding with no misconception: MU) หมายถึง คำตอบที่มีองค์ประกอบถูกต้องตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หนึ่งหรือสององค์ประกอบที่สอดคล้องแนวทางวิทยาศาสตร์ และไม่มีองค์ประกอบที่คลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

3.5 มโนทัศน์ถูกต้องเพียงบางส่วนหรือมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding containing misconception: PM) หมายถึง คำตอบที่มีองค์ประกอบเพียงหนึ่งหรือสององค์ประกอบที่ต้องสอดคล้องมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และมีองค์ประกอบที่คลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

3.6 ไม่มีมโนทัศน์ (No scientific understanding: NU) หมายถึง ตอบทวนคำถามหรือตอบว่าไม่ทราบ หรือไม่ตอบคำถาม

มโนทัศน์เรื่องการตอบสนองของพืชในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) ได้กำหนดมโนทัศน์เรื่องการตอบสนองของพืชอยู่ในสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ คือ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตในช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของ โครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

จากการศึกษาเอกสาร หลักสูตร หนังสือเรียน และคู่มือครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่ามโนทัศน์เกี่ยวกับการตอบสนองของพืช มีสาระสำคัญดังนี้

ขณะที่พืชเจริญเติบโตถึงแม้จะมีปัจจัยต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต เช่น น้ำ แสง และสารอาหารต่าง ๆ ที่เหมาะสมแล้วก็ตามพืชยังสามารถสร้างสารเคมีที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเรียกว่าฮอร์โมนพืช ฮอร์โมนพืชมีหลายชนิด เช่น ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก เป็นต้น

ออกซินมีอิทธิพลหลายอย่างต่อพืช เช่น ทำให้ยอดพืชโค้งงอเข้าหาแสง นอกจากนี้ยังยับยั้งการเจริญของตาข้าง เร่งการเจริญของราก ชะลอการหลุดร่วงของใบ และพัฒนารังไข่เป็นผล โดยไม่ต้องได้รับการผสม

ไซโทไคนินกระตุ้นการแบ่งเซลล์ การเกิดตาข้าง และชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ จิบเบอเรลลินกระตุ้นการแบ่งเซลล์ และขยายขนาดตามยาวของเซลล์บริเวณปล้อง กระตุ้นการงอกของเมล็ด กระตุ้นการออกดอกของพืชบางชนิดและพัฒนารังไข่เป็นผล โดยไม่ต้องได้รับการผสม

เอทิลีน เร่งการสุกของผลไม้ กระตุ้นการหลุดร่วงของใบ กระตุ้นการออกดอกของพืชบางชนิด

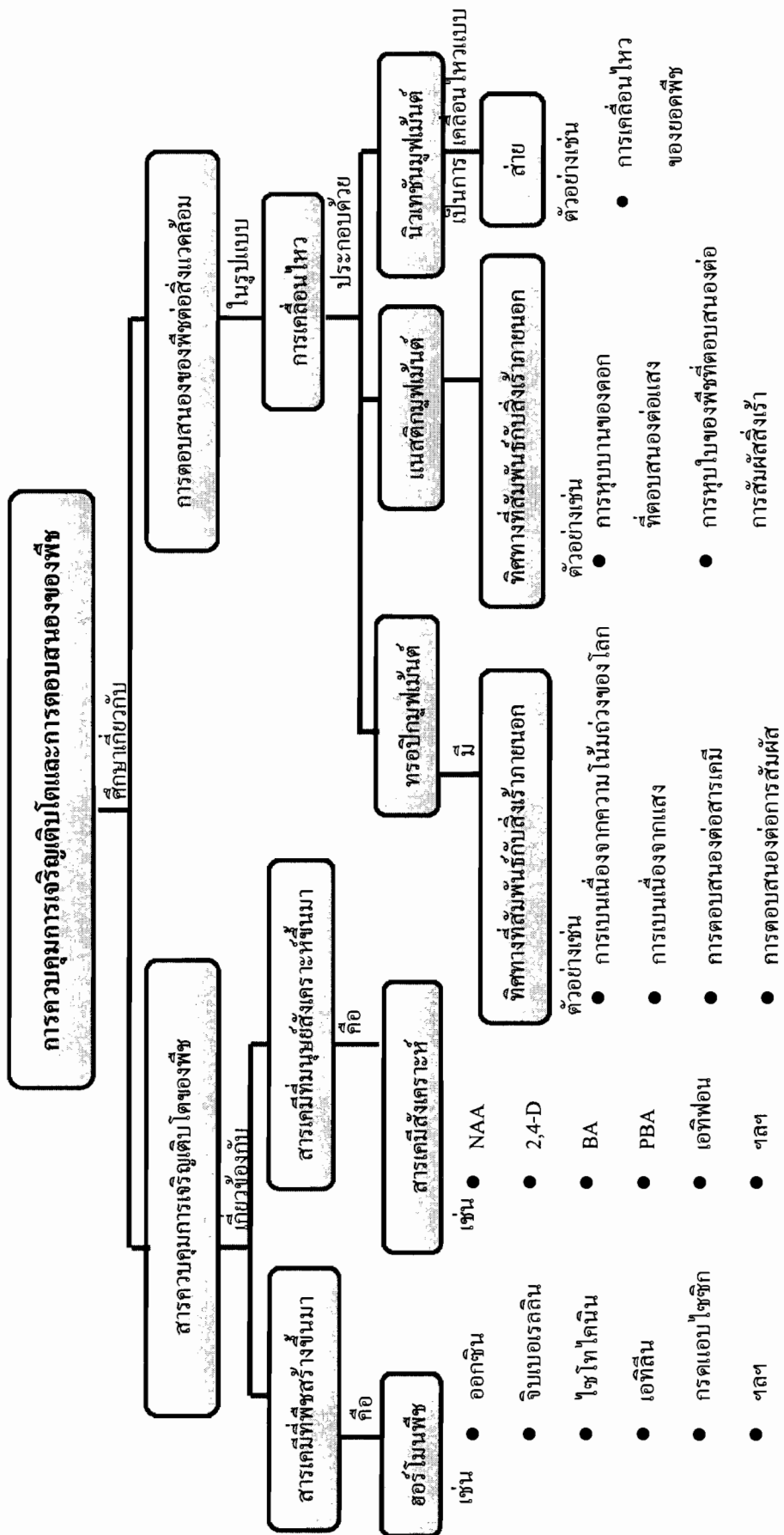
กรดแอบไซซิกยับยั้งการเจริญเติบโตของตา ควบคุมการปิดเปิดปากใบ กระตุ้นการหลุดร่วงของใบ และยับยั้งการงอกของเมล็ด

นอกจากนี้มนุษย์ยังสามารถสังเคราะห์สารเคมีที่มีสมบัติคล้ายกับฮอร์โมนพืชเพื่อใช้ในทางการเกษตรได้หลายชนิด โดยสารที่สังเคราะห์ขึ้นมานี้จัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติเหมือนออกซิน เช่น NAA (Naphthaleneacetic acid) 2, 4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) สารที่มีสมบัติเหมือนไซโทไคนิน เช่น BA (6-benzylamino purine) และ PBA (tetrahydropyranil benzyladenine) และสารที่มีสมบัติเหมือนเอทิลีน เช่น สารเอทิฟอน (ethephon, 2-chloroethyl phosphonic acid) เป็นต้น

นอกจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายในจะมีผลต่อการตอบสนองต่อพืชแล้ว พืชยังสามารถตอบสนองต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอกซึ่งมีผลทำให้เกิดลักษณะของการเคลื่อนไหวของพืช

การตอบสนองของพืชที่แสดงออกในลักษณะการเคลื่อนไหว แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบคือ ทropicmuฟ
เม้นต์และแนสติกมุฟเม้นต์ ซึ่งมีทั้งที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและเกี่ยวข้องกับแรงดันต่าง ปัจจัย
สำคัญที่กระตุ้นให้พืชเกิดการตอบสนอง เช่น แสง อุณหภูมิ แรงโน้มถ่วงของโลก สารเคมี เป็นต้น

ผังมโนทัศน์ เรื่อง การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช



ภาพที่ 5 ผังมโนทัศน์ เรื่องการควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช

ในการศึกษาเรื่อง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำสาระที่ได้จากการศึกษาไปใช้ในการออกข้อสอบในการทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบสองชั้น ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากแบบวัดมโนทัศน์ชนิดนี้ ทำให้ทราบถึงมโนทัศน์ของนักเรียนในการตอบคำถามและยังสามารถตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ด้วย ซึ่งเป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการตอบสนองของพืช และกำหนดกรอบคำตอบของผู้เรียน โดยได้จำแนกมโนทัศน์ของนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม ตามเกณฑ์ของเวสต์บรูก และมารค (Westbrook & Marek, 1992) เพราะสามารถที่จะแบ่งระดับของมโนทัศน์ได้อย่างละเอียด และเพื่อให้ผลการวิจัยที่ออกมาเป็นที่เข้าใจได้ง่ายและชัดเจน

จิตวิทยาศาสตร์

ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 12) ได้ให้ความหมายจิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด การกระทำ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางอื่น ๆ เพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดี

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543, หน้า 2) ได้ให้ความหมายการมีจิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่ผู้เรียนมีความรู้สึกนึกคิดที่ก่อให้เกิดจินตนิสัยและคุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ซึ่งได้แก่ ความเป็นผู้ช่างสังเกต ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความใจกว้าง ความเพียรพยายาม ความซื่อสัตย์ ความรอบคอบ

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546, หน้า 272) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นลักษณะของบุคคลที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 ข, หน้า 149) ได้ให้ความหมายของ จิตวิทยาศาสตร์ว่า จิตวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบ และเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และความประหยัด

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2546, หน้า 11) ได้ให้ความหมายจิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อการคิดการกระทำและการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้

ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถปรากฏเป็นพฤติกรรมที่สำคัญ คือ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นรอบคอบ อดทน ซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ ความใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และการร่วมกันทำงานกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

ชุมพร ลือราช (2554, หน้า 39) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ได้แก่ ความสนใจใฝ่เรียนรู้ ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น ความมีเหตุผล รอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความประหยัดและ ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า จิตวิทยาาสตร์ หมายถึง ลักษณะนิสัยบุคคลที่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวกำหนด ความรู้สึก การคิด การกระทำ การตัดสินใจ และพฤติกรรมที่แสดงออกจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นคุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ได้แก่ ความเป็นคนช่างสังเกต ความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบ และเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด ความใจกว้าง และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น สามารถนำมาใช้ใน ชีวิตประจำวันได้

คุณลักษณะที่สำคัญของผู้มีจิตวิทยาาสตร์

นักการศึกษาและนักวิชาการ ได้กล่าวถึงคุณลักษณะและข้อบ่งชี้พฤติกรรมของผู้มีจิตวิทยาาสตร์ ดังนี้

คอลเลตต์ (Collete, 1973, p. 187) ได้เสนอองค์ประกอบของจิตวิทยาาสตร์ โดยกล่าวถึง ผู้ที่มีจิตวิทยาาสตร์ควรเป็นดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น
2. มีเหตุผล
3. ไม่ตัดสินใจอย่างรวดเร็ว จะเก็บข้อสงสัยไว้จนกว่ามีหลักฐานพิสูจน์ได้
4. มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยไม่อคติ
5. มีการตัดสินใจอย่างวิจิตรเคราะห์พิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ
6. มีความเป็นปรนัยยึดความถูกต้องตามความเป็นจริงเป็นหลัก
7. มีความเชื่อในเกียรติยศ ซื่อตรง
8. มีความถ่อมตนไม่อวด

พอล (Paul, 1974, p. 103) ได้เสนอองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. เป็นคนช่างสังเกต ไม่เชื่อในสิ่งต่าง ๆ ทันทที
2. มีความเชื่อมั่นว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาได้
3. ใช้วิธีการทดลองเพื่อพิสูจน์หลาย ๆ วิธี
4. มีความแม่นยำ
5. ชอบค้นหาสิ่งใหม่
6. เต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นเมื่อมีสิ่งที่มีเหตุผลมากกว่า
7. สุภาพ ถ่อมตน
8. ซื่อสัตย์ต่อการให้ความจริง
9. มีเจตคติที่เป็นปรนัยยอมรับข้อสนับสนุนที่เชื่อถือได้
10. ไม่เชื่อถือโชคกลางเรื่องไสยศาสตร์หรือเรื่องที่พิสูจน์ไม่ได้
11. ต้องการคำอธิบายชี้แจงเชิงวิทยาศาสตร์
12. ต้องการความสมบูรณ์ถูกต้องของสิ่งที่เรียนรู้
13. ไม่ตัดสินใจอย่างรวดเร็ว
14. บอกความแตกต่างระหว่างสมมติฐานและคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา
15. ยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น
16. มีการตัดสินใจได้ว่าสิ่งใดเป็นปัจจัยสำคัญขั้นพื้นฐานและสิ่งใดเป็นความสำคัญ

ทั่วไป

17. เชื่อถือและยอมรับโครงสร้างทางทฤษฎี
18. เชื่อถือและยอมรับปริมาณวิเคราะห์
19. ยอมรับหลักการของความน่าจะเป็น
20. ยอมรับการสรุปด้วยเหตุผลที่นำไปใช้ได้ทั่วไป (Generalization)

วิกเตอร์ (Victor, 1980, p. 17) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ไว้ 14 ข้อ ดังนี้

1. อยากรู้อยากเห็น
2. พยายามหาหลักฐานต่าง ๆ ที่เชื่อถือได้
3. มีใจกว้าง
4. มีความหนักแน่น
5. ไม่ตัดสินใจด้วยอารมณ์
6. ไม่ลงสรุปเมื่อยังมีหลักฐานไม่เพียงพอ
7. เคารพในความคิดเห็นของผู้อื่น

8. ไม่ตัดสินใจเรื่องใด เมื่อยังมีหลักฐานไม่เพียงพอ
9. ไม่เชื่อคำพูดที่ยังไม่มีข้อพิสูจน์
10. ไม่เชื่อโชคกลาง
11. ยึดถือความจริง
12. เต็มใจที่จะตอบข้อซักถามของคนอื่น
13. เต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อ เมื่อมีหลักฐานใหม่
14. ยินดีให้ความร่วมมือในกิจกรรมต่าง ๆ

พิมพ์นั้ เดชะคุปต์ และวรรณทิพา รอดแรงกล้า (2542, หน้า 8) กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาาสตร์ไว้ ดังต่อไปนี้

1. มีเหตุผล
2. มีความอยากรู้อยากเห็น
3. มีใจกว้าง
4. ซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง
5. มีความเพียรพยายาม
6. มีการคิดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 12-13) ได้กล่าวถึงจิตวิทยาาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ เพื่อให้การศึกษาหาความรู้ได้ผลดี ซึ่งขึ้นอยู่กับความคิด การกระทำที่อาจเป็นอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ผู้นั้นความรู้สึคนึกคิดดังกล่าวนี้จัดเป็นจิตวิทยาาสตร์ และผู้ที่มีจิตวิทยาาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นคนที่มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อหาคำตอบที่มีเหตุผลในข้อปัญหาต่าง ๆ และจะมีความยินดีมากที่ได้ค้นพบความรู้ใหม่
2. ความเพียรพยายาม นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นคนที่มีความเพียรพยายาม ไม่ท้อถอย เมื่อมีอุปสรรคหรือมีความล้มเหลวในการทำการทดลอง มีความตั้งใจแน่วแน่ต้องการเสาะแสวงหาความรู้ เมื่อได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องก็จะได้ทราบ่ววิธีการเดิมใช้ไม่ได้ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกไว้
3. ความมีเหตุผล นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลเพียงพออธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลหาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้นตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของมโนทัศน์ต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือ

ได้แสวงหาหลักฐาน และข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านหาค่าอธิบายมีหลักฐานข้อมูลเพียงพอเสมอก่อนจะสรุปผล เห็นคุณค่าของการใช้เหตุผล ยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผล ข้อเท็จจริง

4. ความซื่อสัตย์ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นທີ່มีความซื่อสัตย์ บันทึกข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบได้ภายหลัง เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

5. ความมีระเบียบรอบคอบ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้ที่เห็นคุณค่าของความเป็นระเบียบ ความรอบคอบและยอมรับ ซึ่งมีประโยชน์ในการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน นำวิธีการหลาย ๆ วิธีมาตรวจสอบผลการทดลอง ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ ละเอียดถี่ถ้วน ในการทำงาน ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

6. ความมีใจกว้าง นักวิทยาศาสตร์ต้องมีใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น โดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตน ฝ่ายเดียว ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ยอมรับพิจารณาข้อมูลความคิดเห็นที่ยังสรุปไม่ได้แน่นอนและพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

คุณลักษณะทั้ง 6 ข้อนี้นี้เรียกว่า จิตวิทยาาสตร์ ซึ่งจิตวิทยาาสตร์นี้มีใช้สิ่งจำเป็นสำหรับนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น บุคคลทั่วไปหากเป็นผู้มีจิตวิทยาาสตร์ก็เป็นประโยชน์แก่การทำงานและการดำรงชีวิตทั้งนี้จะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) ในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 ข, หน้า 149-152) ได้ระบุไว้ว่าผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดเจตคติได้ 2 ส่วน คือ จิตวิทยาาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังได้กำหนดคุณลักษณะที่สำคัญและพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนที่ซึบงจิตวิทยาาสตร์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คุณลักษณะที่สำคัญและพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนที่บ่งชี้จิตวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะ	พฤติกรรมบ่งชี้
1. ความสนใจใฝ่รู้ หรือความอยากรู้ อยากเห็น	<ol style="list-style-type: none"> 1. ยอมรับว่าการทดลองค้นคว้าจะใช้เป็นวิธีการในการแก้ปัญหาได้ 2. มีความใส่ใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ และปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ 3. มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องต่าง ๆ 4. ชอบทดลองค้นคว้า 5. ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น
2. ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทน และเพียรพยายาม	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนด และตรงต่อเวลา 2. เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหายต่อส่วนรวม 3. ทำงานเต็มความสามารถ 4. ดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้คำตอบ 5. ไม่ทอดทิ้งในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว 6. มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา

ตารางที่ 5 (ต่อ)

คุณลักษณะ	พฤติกรรมบ่งชี้
3. ความมีเหตุผล	<ol style="list-style-type: none"> 1. ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ 2. เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่าง ๆ 3. พยายามอธิบายสิ่งต่าง ๆ ในแง่เหตุและผล ไม่เชื่อเรื่องโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ 4. อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล 5. หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น 6. ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ 7. เสาะแสวงหาหลักฐาน/ ข้อมูลจากการสังเกตหรือจากการทดลองเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย 8. รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่าง ๆ
4. ความมีระเบียบและรอบคอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ยอมรับว่าความมีระเบียบและรอบคอบเป็นสิ่งที่มีความประโยชน์ 2. เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบ 3. นำวิธีการหลาย ๆ วิธี มาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง 4. มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ 5. มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน 6. มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน 7. ตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนการทดลอง 8. ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย
5. ความซื่อสัตย์	<ol style="list-style-type: none"> 1. เสนอความจริงถึงแม้จะเป็นผลที่แตกต่างจากผู้อื่น 2. เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความจริง 3. บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงและไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเองไปเกี่ยวข้อง 4. ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง

ตารางที่ 5 (ต่อ)

คุณลักษณะ	พฤติกรรมบ่งชี้
6. ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดของผู้อื่น	<ol style="list-style-type: none"> 1. รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น 2. ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง 3. รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ 4. ยอมพิจารณาข้อมูลหรือมโนทัศน์ที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม
7. ความประหยัด	<ol style="list-style-type: none"> 1. รักษาซ่อมแซมสิ่งที่ซำรุดให้ใช้งานได้ 2. เห็นคุณค่าและใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างรวดเร็ว 3. เห็นคุณค่าของวัสดุเหลือใช้และรู้จักเลือกใช้ 4. ใช้สารหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในปริมาณที่เหมาะสมและประหยัด
8. ความสามารถ ในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	<ol style="list-style-type: none"> 1. เห็นคุณค่าของการทำงานร่วมกับผู้อื่น 2. เต็มใจที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่น 3. ประพฤติและปฏิบัติตนตามข้อตกลงของกลุ่ม 4. เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตัว 5. รู้จักบทบาทของคนที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม 6. รู้จักขอความร่วมมือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น

จากคุณลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวสรุปได้ว่า คุณลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์จะช่วยเอื้ออำนวยแสวงหาความรู้ได้อย่างดี โดยเกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งนักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์ในคุณลักษณะที่กล่าวข้างต้น หมายถึงนักเรียนที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงความอยากรู้อยากเห็นชอบซักถาม ชอบปริเริ่ม และสืบเสาะหาความรู้ใหม่ ๆ รวมทั้งพยายามศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบเมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัย

2. ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม หมายถึง การยอมรับผลการกระทำของตนเองและมีความตั้งใจในการทำงานให้ประสบผลสำเร็จ แม้ว่าจะต้องใช้เวลามากหรือมีปัญหาอุปสรรคมาก

3. ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะที่เชื่อว่าสิ่งที่เกิดขึ้นต้องมีสาเหตุไม่เชื่อโชคลาง เห็นคุณค่าของการสืบหาความจริงก่อนที่จะยอมรับหรือปฏิบัติตาม

4. ความมีระเบียบและรอบคอบ หมายถึง คุณลักษณะในด้านการวางแผนในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการรวบรวมหลักฐานที่เชื่อถือได้ให้เพียงพอก่อนที่จะตัดสินใจหรือสรุปทันที และมีความระมัดระวังในการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์

5. ความซื่อสัตย์ หมายถึง คุณลักษณะในด้านการรายงานผลการทดลองหรือผลจากการสังเกตอย่างตรงไปตรงมา ไม่เชื่อถือบุคคลที่นำผลงานของผู้อื่นมาเสนอเป็นผลงานของตนเอง รวมถึงการกระทำในเรื่องต่าง ๆ ต้องทำด้วยความสุจริต

6. ความประหยัด หมายถึง คุณลักษณะในด้านการใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และหมั่นตรวจตรา รักษาซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์ด้วยความเต็มใจ รวมทั้งเห็นคุณค่าของวัสดุเหลือใช้

7. ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นหมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงความเต็มใจและกล้าที่จะร่วมแสดงเหตุผล ความคิดของตนต่อสาธารณชน หรือกลุ่ม รวมทั้งรับฟังเหตุผล ข้อโต้แย้งหรือคำวิจารณ์ของผู้อื่นอย่างมีวิจารณญาณ

8. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ หมายถึงคุณลักษณะที่แสดงถึงความตั้งใจ ความรับผิดชอบ ความคิดริเริ่ม ความเสถียรและมีความสุขในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อให้งานสำเร็จตามแผนและวัตถุประสงค์ เป็นที่ยอมรับของเพื่อนร่วมงาน รวมทั้งผลงานที่ได้ต้องเป็นผลงานที่มีคุณค่าและเป็นที่ยอมรับของผู้อื่น

แนวทางการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์

การปลูกฝังจิตวิทยาศาสตร์ ให้เกิดขึ้น ในตัวผู้เรียนเป็นหน้าที่โดยตรงของผู้สอน แนวทางในการดำเนินการและพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์นั้น มีนักการศึกษาเสนอไว้ดังนี้

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2546, หน้า 34-35) กล่าวว่าเจตคติเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก ความเชื่อ ความสนใจ ค่านิยม ท่าที การแสดงออกจนเป็นนิสัย และความรู้สึทางจิตใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การปลูกฝังให้ผู้เรียนเกิดจิตวิทยาศาสตร์และต้องปลูกฝังคุณลักษณะนิสัยคือ ความกระตือรือร้น อยากรู้อยากเห็นและใฝ่หาความรู้อยู่เสมอ มีความเชื่อแบบวิทยาศาสตร์ เป็นผู้รู้จักคิดวิจารณ์ และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล มีใจกว้าง และเคารพในความคิดเห็นของผู้อื่น เปลี่ยนความคิดได้เมื่อพบข้อเท็จจริงใหม่ ๆ ซึ่งให้เหตุผลดีกว่าของเดิม มีความสุขุมและ

ความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน มีความซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2537, หน้า 63) ได้เสนอแนวทางที่ผู้สอนจะพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนได้รับการฝึกประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เน้นวิธีการเรียนโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมรับผิดชอบกิจกรรม เช่น การทำงานกลุ่มเพื่อฝึกการทำงานร่วมกันฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และฝึกการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกทักษะการสังเกต การใช้คำถามหรือสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ ที่จะช่วยกระตุ้นผู้เรียนเพื่อพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์
4. ผู้สอนควรเตรียมกิจกรรมหลาย ๆ อย่างที่ฝึกฝนด้วยประสาทสัมผัสและให้ความหลากหลายของประสบการณ์ ไม่เบื่อหน่ายและอยากรู้ อยากเห็น
5. กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความริเริ่มสร้างสรรค์ การวัดจิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะส่วนบุคคล ซึ่งสังเกตเห็นได้ยากจึงมีผู้สนใจที่จะวัดจิตวิทยาศาสตร์ของบุคคลมากมาย แต่ก็เป็นที่ไปเพียงการวัดโดยทางอ้อม เนื่องจากการวัดจิตวิทยาศาสตร์เป็นเช่นเดียวกับการวัดเจตคติทั่วไป ซึ่งไม่สามารถวัดได้โดยตรง พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2537, หน้า 63) ได้เสนอวิธีการที่จะสามารถวัดเจตคติสรุปได้ 3 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

1. การวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยการสัมภาษณ์หรือการซักถามโดยตรง เป็นวิธีที่ผู้ถามจะสามารถทราบความรู้สึก หรือความคิดเห็นของผู้ตอบได้ตรงที่สุด ถ้าผู้ตอบตอบอย่างจริงจังและเปิดเผย ซึ่งเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการจะได้คำตอบที่แสดงออกถึงลักษณะนิสัยจริง ๆ ของบุคคลเป็นเรื่องทำยาก
2. การวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก เนื่องจากผู้สอนไม่สามารถจะสังเกตจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ แต่สามารถสังเกตเห็นได้จากพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมาขณะที่ยังเรียน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่บ่งบอกว่าผู้เรียนมีคุณลักษณะของผู้มีจิตวิทยาศาสตร์มากหรือน้อยแม้ว่าการวัดจิตวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกจะได้ผลค่อนข้างตรงพอสมควรแต่ก็ไม่สะดวกเนื่องจากต้องใช้เวลาและอาจมีอคติของผู้สังเกตเข้ามาเกี่ยวข้อง อันอาจทำให้ผลคลาดเคลื่อนไป

3. การวัดจิตวิทยาศาสตร์ ในรูปข้อเขียน การวัดเจตคติในรูปแบบนี้ ทำโดยการสร้างข้อความมาแล้วให้ผู้ตอบพิจารณาว่าเห็นด้วยหรือไม่ในระดับใด เครื่องมือวัดจิตวิทยาศาสตร์แบบข้อเขียนที่นิยมสร้างกัน มักจะเป็นรูปแบบของ Likert (Likert-type) และแบบของ Thurstone (Thurstone -type)

การสร้างการวัดจิตวิทยาศาสตร์

บุญส่ง แก้วนิล (2541, หน้า 137) ได้กล่าวถึงวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติตามแนวของ Likert ไว้ดังนี้

1. สร้างข้อความที่เป็นการแสดงออกถึงเจตคติต่อสิ่งที่จะศึกษาให้มาก ๆ และสร้างข้อความที่มีลักษณะเป็นการแสดงออกที่ดีและในทางที่ไม่ดีมีจำนวนเท่า ๆ กัน

2. นำข้อความที่สร้างแล้วพิมพ์เข้าสู่ชุดให้กลุ่มตัวอย่างพิจารณาว่าเขามีความรู้สึกนึกคิดต่อข้อความอย่างไร เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง แล้วให้คำตอบเพียงคำตอบเดียวในแต่ละข้อความ

3. นำผลลงความคิดเห็นของตัวอย่างแต่ละคนให้นำหน้าห้คะแนนรายข้อ ให้คะแนนดังนี้

คะแนน	ข้อความในทางบวก	ข้อความในทางลบ
5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
3	ไม่แน่ใจ	ไม่แน่ใจ
2	ไม่เห็นด้วย	เห็นด้วย
1	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. รวมคะแนนการตอบของแต่ละบุคคลในทุกๆ ข้อเข้าด้วยกัน ถือคะแนนเป็นรายบุคคล นำคำตอบของกลุ่มบุคคลดังกล่าวจัดเรียงลำดับคะแนนมากไปน้อย

5. นำคำตอบของกลุ่มบุคคลได้คะแนนมาก จำนวน 25% ของคนทั้งหมดและคำตอบของกลุ่มบุคคลที่ได้คะแนนน้อย จำนวน 25% เช่นกันมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

6. คัดเลือกข้อความที่มีค่าที (t-test) ซึ่งแสดงว่าคำตอบของกลุ่มของบุคคลทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างแท้จริง โดยใช้ค่าที

7. นำข้อความที่คัดเลือกได้จากค่าที จัดเข้าสู่ชุดแบบวัดเจตคติ โดยนำมาเรียงลำดับข้อความจากค่าทีที่มากที่สุดตามลำดับแบบวัดที่จะนำมาใช้ในการศึกษาครมีจำนวนข้อความประมาณ 20-30 ข้อ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำสาระที่ได้มาใช้ในการสร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน 8 ลักษณะ ซึ่งประกอบด้วย ความสนใจใฝ่รู้

ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ โดยแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์เป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น

งานวิจัยในประเทศ

พฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549, บทคัดย่อ) ได้ศึกษารูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชา ฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 7E และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ พบว่านักเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้ยังได้ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาระหว่างกลุ่มผู้เรียน ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 7E และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์

ขุนทอง คล้ายทอง (2554, หน้า 104) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จรงค์ ปัญญารัตนกุลชัย (2554, หน้า 92-93) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม ฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) ห้องเรียนละ 45 คน แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้ง โดยวิธีจับสลาก เป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วย แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และกลุ่มทดลองที่ 2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม ฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Nonrandomized control group pretest-posttest design พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

จินดารัตน์ แก้วพิกุล (2554, หน้า 109) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกัน และหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิชามณูษ์ พันธุ์ยูลา (2554, หน้า 100) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านแรงงูใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านแรงงูใจในการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธัญชนก โหน่งกคหลด (2554, หน้า 98) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนเทศบาลป้อมแมลงไฟฟ้า สังกัดเทศบาลเมืองพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 36 คน โดยทำการวิจัยในเนื้อหา เรื่องการเคลื่อนที่และตำแหน่งของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนตัมของแรง และการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างทางสถิติ และในแต่ละกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถในการคิดวิเคราะห์นั้นนักเรียนทั้งสองกลุ่มนั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ และในแต่ละกลุ่มมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

อิบราฮิม (Ebrahim, 2004 อ้างถึงใน จูฮาร์ตัน แดงอ่อน, 2554, หน้า 32) ได้ผลการสอนแบบปฏิบัติและการสอน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 111 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน และกลุ่มควบคุม 55 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อ

วิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ

โซเมอร์ (Sommer, 2005, p. 30) ได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาเรื่องพืชชายฝั่งของรัฐหลุยส์เซียน่า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 155 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศมีความสอดคล้องกัน สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ช่วยส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น รวมไปถึงถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ดีขึ้นอีกด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2

งานวิจัยในประเทศ

อารยา กล้าหาญ (2545, หน้า 119) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต หน่วยการเมืองการปกครอง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนด้วยวิธีการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ โดยใช้ กิจกรรมการเรียนแบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw II) และกับกิจกรรมการเรียนแบบกลุ่มแข่งขัน (TGT) กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สอนด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่สอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จินตนา กิจบำรุง (2545, หน้า 116) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องประวัติศาสตร์สมัยสุโขทัยและศึกษาทักษะการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw II) และแบบร่วมมือกันคิด (Numbered heads together) กับวิธีสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่สอนด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จริยา ขุนเศรษฐ์, พูนสุข อุคม และอานอบ คันทะชา (2551, หน้า 18-20) ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับแผนภูมิโน้ตส์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ ร่วมกับแผนภูมิโน้ตส์ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ ร่วมกับแผนภูมิโน้ตส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนบางแก้วพิทยาคม อำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 32 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับ แผนภูมิโน้ตส์ มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับแผนภูมิโน้ตส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

งานวิจัยต่างประเทศ

เซ็ทตี (Zetty, 1992 อ้างถึงใน ศรีสมวงษ์ สุขคันธรักษ์, 2548, หน้า 75) ได้ทำการศึกษาวิจัย วิธีการสอนแบบสเตด (STAD) และวิธีการเรียนแบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ (Jigsaw) ในการศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับวิทยาลัย โดยผู้วิจัย ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับความวิตกกังวล ในการศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยการแบ่งนักศึกษา ออกเป็น 2 กลุ่ม ให้นักศึกษากลุ่มที่ 1 ใช้วิธีการเรียนแบบสเตด (STAD) และนักศึกษากลุ่มที่ 2 ใช้วิธีการเรียนแบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw) โดยใช้เวลาในการศึกษา 1 ภาคเรียน (15 สัปดาห์) ซึ่งมี ครูผู้สอนเป็นบุคคลเดียวกัน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น แต่นักศึกษาที่ใช้วิธีการเรียนแบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนแบบสเตด (STAD) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .04 และจากการศึกษาระดับความวิตกกังวลของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า นักศึกษา ทั้ง 2 กลุ่ม มีความวิตกกังวลสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 ทั้งในและต่างประเทศ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการทำงานร่วมกัน มีทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น แต่มีนักเรียนในบางกลุ่ม ที่มีความวิตกกังวลในการเรียนสูงขึ้นจากเดิม

งานวิจัยที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สำเร็จ สระขาว (2540) ได้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องการแพร่และการออสโมซิสของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 2 โรงเรียนในจังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา 2539 จำนวน 213 คน โดยการสุ่มตัวอย่างเฉพาะเจาะจงจากนักเรียนทั้งหมด 327 คน มโนทัศน์ที่ศึกษาเป็นมโนทัศน์เรื่องการแพร่และการออสโมซิสในวิชาชีววิทยา โดยใช้แบบสำรวจมโนทัศน์เรื่องการแพร่และการออสโมซิสชนิดเลือกตอบ ซึ่งพัฒนามาจากการสัมภาษณ์และแบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด แบบสำรวจประกอบด้วยคำถาม 12 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นคำถามให้นักเรียนเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ ส่วนที่ 2 เป็นเหตุผลของคำตอบที่นักเรียนเลือก โดยให้นักเรียนเลือกตัวเลือกที่แสดงเหตุผลของคำตอบที่นักเรียนเลือกนั้น โดยที่สามารถเลือกเหตุผลได้มากกว่า 1 ข้อ ถ้านักเรียนมีเหตุผลหลายอย่าง ในกรณีที่นักเรียนมีเหตุผลของคำตอบที่เลือกอื่น ๆ อีก หรือมีเหตุผลแตกต่างไปจากเหตุผลที่ให้เลือก นักเรียนสามารถเขียนเหตุผลของนักเรียนลงในช่องอื่น ๆ ของกระดาษคำตอบ โดยทำการแบ่งกลุ่มมโนทัศน์ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) มโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ 2) มโนทัศน์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ 3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเรื่องการแพร่และออสโมซิสว่า การแพร่เป็นการละลายหรือเป็นปฏิกิริยาเคมีของสาร และเป็นการเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยไปยังที่มีความเข้มข้นของสารมากกว่า และจะหยุดการเคลื่อนที่เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล ส่วนออสโมซิสเป็นการเคลื่อนที่ของน้ำจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมากกว่าไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยกว่า และมิมโนทัศน์ว่าเยื่อเลือกผ่านยอมให้สารทุกชนิดผ่านหรือให้เฉพาะน้ำผ่านเท่านั้นนอกจากนี้ยังมีมโนทัศน์ว่า การแพร่และออสโมซิสไม่เกิดขึ้นในเซลล์ที่ตายแล้ว

อำนาจ ระวิพงษ์ (2542) ศึกษา มโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางชีววิทยาของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบประสาท ฮอว์โมน และพฤติกรรม โดยสาเหตุของการมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนของผู้เรียนอาจเกิดจาก 1) ความเข้าใจของผู้เรียน 2) การที่ผู้เรียนนำภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันหรือภาษาที่รับมาจากสื่อต่าง ๆ มาอธิบายมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน 3) การจดจำมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่มาจากป้ายประกาศ หรือแบบเรียนที่อ่าน ซึ่งมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเหล่านั้นอยู่ 4) การได้รับการอธิบายจากครูซึ่งมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนและนำมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเหล่านั้นมาถ่ายทอดให้กับผู้เรียน

ขวัญใจ สุขรมย์ (2549, หน้า 116-117) ได้ศึกษาผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนทัศน์ชีววิทยา: ระบบนิเวศ

การถ่ายทอดพลังงานและวัฏจักรของสาร และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียน โดยส่วนรวม ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด ในมโนทัศน์ระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน และวัฏจักรของสารน้อยกว่านักเรียน โดยส่วนรวม ที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ส่วนนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ในมโนทัศน์ทั้ง 3 เรื่องมากกว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนสืบเสาะ แบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุระศักดิ์ อุปพระจันทร์ (2549, หน้า 105-106) ได้ศึกษาผลการเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนทัศน์ ชีววิทยา: การหายใจ การคายน้ำ และการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียน โดยส่วนรวมและนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเข้าใจ อย่างสมบูรณ์ และความเข้าใจเพียงบางส่วนมากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมี แนวความคิดที่ผิดพลาด และมีแนวความคิดที่ผิดพลาด ในมโนทัศน์ทั้ง 3 น้อยกว่านักเรียน โดยส่วนรวมและนักเรียนหญิงที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ส่วนนักเรียนชายที่เรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น มีแนวความคิดที่ผิดพลาด ในมโนทัศน์การหายใจ การคายน้ำ และการสังเคราะห์ ด้วยแสง น้อยกว่าและมีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนทัศน์ การสังเคราะห์ด้วยแสงน้อยกว่านักเรียนชาย ที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

อาทิตยา จิตรเอื้อเพื่อ (2551) ศึกษาการส่งเสริมมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมี วิจารณญาณในเรื่องการตอบสนองของพืช นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์ เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสำรวจมโนทัศน์เรื่องการตอบสนองของพืช จำนวน 8 ข้อ นำเสนอแบบการ์ตูนที่ถ่ายด้วยคำถามปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้พัฒนาความรู้ความเข้าใจและการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับ มโนทัศน์เรื่องการตอบสนองของพืช โดยนักเรียนมีการพัฒนามโนทัศน์ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ เชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น ขณะเดียวกันมีจำนวนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลง แม้ว่าในบางข้อ นักเรียนจะไม่ได้ปรับเปลี่ยนมโนทัศน์แต่นักเรียนได้พัฒนาการให้เหตุผลที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์ (2553, หน้า 105) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการพัฒนา มโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่าในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยพัฒนา

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น และยังส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

จุฑารัตน์ แดงอ่อน (2554, หน้า 78) ศึกษาการจัดการเรียนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อพัฒนามโนทัศน์ เรื่องสมบัติของสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มากขึ้นและมีเจตคติอยู่ในระดับดี

งานวิจัยต่างประเทศ

เคเกอร์ (Cakir, 2005 p. 3262) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้สถานการณ์จำลอง ผ่านคอมพิวเตอร์ที่มีต่อความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์เกี่ยวกับ พันธุศาสตร์ของเมนเดลของครูวิทยาศาสตร์ก่อนประจำการระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นครู วิทยาศาสตร์ก่อนประจำการจำนวน 12 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามเกี่ยวกับการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดมโนทัศน์เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ ของเมนเดล และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผลการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ก่อนประจำการ ระดับมัศึกษามีความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบสอบและมโนทัศน์เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ของ เมนเดลสูงกว่าก่อนการทดลอง

เวทส์บรูค และมารค (Westbrook & Marek, 1992) ศึกษา มโนทัศน์ของผู้เรียนเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับอัตรา การเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ การรักษาระดับของอุณหภูมิร่างกาย และการขับเหงื่อ

ทีด (Teed, 2001) ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการเรียนรู้แบบ บรรยายผลการศึกษาวิจัยพบว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือทำให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความหมายมากขึ้น สามารถจำได้นานขึ้นและพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เทียบเท่าการเรียนแบบบรรยาย นอกจากนี้ การเรียนแบบร่วมมือช่วยให้นักเรียนสนุกพัฒนาทักษะในการทำโครงการที่มีความยากลำบากซับซ้อน ภายในระยะเวลาที่กำหนดได้

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งในและ ต่างประเทศ พบว่าในการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ส่วนมากเป็นการจัดการเรียนการสอน ในรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งผลการวิจัยทำให้ทราบว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์อยู่ในระดับใดบ้าง และมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นอย่างไร จะช่วยให้ครูผู้สอนนำไปใช้ในการปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอนตนเองได้

งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

รัตติยา รัตนอุดม (2547, หน้า 70) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ทั้งหมด 2 ห้องเรียน จำนวน 100 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) แล้วสุ่มอีกครั้ง โดยการจับสลากเพื่อกำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบโครงการ กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรอุมา กาญจนี (2549, หน้า 68) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ทั้งหมด 2 ห้องเรียน จำนวน 60 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) แล้วสุ่มอีกครั้ง โดยการจับสลาก เพื่อกำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มทดลอง ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนตามแนวทาง PDCA กลุ่มควบคุม ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามวัดจิตวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เสาวรสร์ พลโคตร (2550, หน้า 92-93) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่กำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิก กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม จำนวน 96 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการเรียนรู้ 2 รูปแบบ คือ รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและเป็นรายด้าน 3 ด้าน อยู่ในระดับปานกลาง มีทักษะด้านการสังเกต การวัด การใช้ตัวเลข

และคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล อยู่ในระดับสูง และทักษะด้านการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ และนักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและเป็นรายด้าน 5 ด้าน อยู่ในระดับปานกลาง มีทักษะด้านการวัด อยู่ในระดับสูง มีทักษะด้านการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา และทักษะด้านการลงความคิดเห็นจากข้อมูล อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ และนักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและเป็นรายด้าน 3 ด้าน คือ การสังเกต การคำนวณและการลงความคิดเห็นจากข้อมูลสูงกว่านักเรียนกลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และนักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง และนักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้าน 7 ด้านอยู่ในระดับสูง และนักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้าน 4 ด้าน คือ ด้านความมีเหตุผล ด้านความรอบคอบในการตัดสินใจ ด้านความมีใจกว้าง และด้านการยอมรับข้อจำกัดอยู่ในระดับสูง และนักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมและเป็นรายด้าน 4 ด้าน คือ ด้านความอยากรู้อยากเห็น ความคิดเห็นเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ความเป็นปรนัยและความซื่อสัตย์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขนิษฐา กรกำแหง (2551, หน้า 107) ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน โยธินบำรุงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ทั้งหมด 2 ห้องเรียน จำนวน 80 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ห้องเรียนละ 40 คน แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีการจับสลาก เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามวัดคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และมีคุณธรรมทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สารทูล อารีรววิทย์กุล (2554, หน้า 121) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัด

การเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย (ระดับมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 90 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ห้องเรียนละ 45 คน แล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีการจับสลากเป็นกลุ่ม ทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ณัฐฉิ จันละมุด (2554, หน้า 95-96) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ โมเดลชิปปาและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค TGT โรงเรียนบ้านปล่องเหล็ก จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 80 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) แล้วใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย โดยวิธีจับสลาก ได้กลุ่มทดลองคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ โมเดลชิปปา และกลุ่มควบคุมคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค TGT เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบประเมินวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ มีการนำมาใช้ในการเป็นตัวแปรตาม หลังการที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคต่าง ๆ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิม การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA การจัดการเรียนรู้แบบ โมเดลชิปปาและการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งแต่ละรูปแบบนั้นก็ช่วยส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีระดับที่สูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังต่อไปนี้

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

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬารามราชวิทยาลัย ชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 6 ห้องเรียน จำนวน 156 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬารามราชวิทยาลัย ชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน 24 คน จากจำนวนห้อง 6 ห้องเรียน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design (ลิ้ว สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 249) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 6 แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design

กลุ่ม	สอบก่อนเรียน	ทดลอง	สอบหลังเรียน
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- E หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2
- T₁ หมายถึง การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ (Pretest)
- X หมายถึง การสอนโดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2
- T₂ หมายถึง การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ (Posttest)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
3. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการตอบสนองของพืช
4. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และหลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่มโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค) พุทธศักราช 2554

1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พุทธศักราช 2556 โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี โดยกำหนดเนื้อหาในสาระที่ 4 เรื่องการตอบสนองของพืช ซึ่งได้เนื้อหา 3 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 4 เรื่องการตอบสนองของพืช

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
การตอบสนองของพืชต่อสารควบคุมการเจริญเติบโต	1. สามารถอธิบายสมบัติและการตอบสนองของพืชต่อสารควบคุมการเจริญเติบโตได้	6
ควบคุมการเจริญเติบโต	2. สามารถวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในที่มีผลต่อสารควบคุมการเจริญเติบโตได้	
	3. สามารถอธิบายประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในทางการเกษตรได้	

ตารางที่ 7 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
การตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม	1. สามารถอธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อมได้ 2. สามารถวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของพืชบางชนิดที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมได้ 3. สามารถออกแบบการทดลองการตอบสนองของพืชต่อแรงโน้มถ่วงของโลกได้	4
สรีรวิทยาในการตอบสนองต่อสถานะใน การตอบสนองต่อสถานะแวดล้อมที่เหมาะสม	1. สามารถอธิบายสรีรวิทยาในการตอบสนองต่อสถานะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมของพืชได้	2

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองจำนวน 6 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.4.2 สาระสำคัญ

1.4.3 ผลการเรียนรู้

1.4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.5 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1.4.6 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.4.7 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.4.7.1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

- 1.4.7.2 ชั้นเร้าความสนใจ
- 1.4.7.3 ชั้นสำรวจและค้นหา
- 1.4.7.4 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป
- 1.4.7.5 ชั้นขยายความรู้
- 1.4.7.6 ชั้นประเมินผล
- 1.4.7.7 ชั้นการนำไปใช้

- 1.4.8 การวัดและประเมินผล
- 1.4.9 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้
- 1.4.10 กิจกรรมเสนอแนะ
- 1.4.11 บันทึกหลังการสอน

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือการประเมิน ตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) และการเรียน แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรม การเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

- คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 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

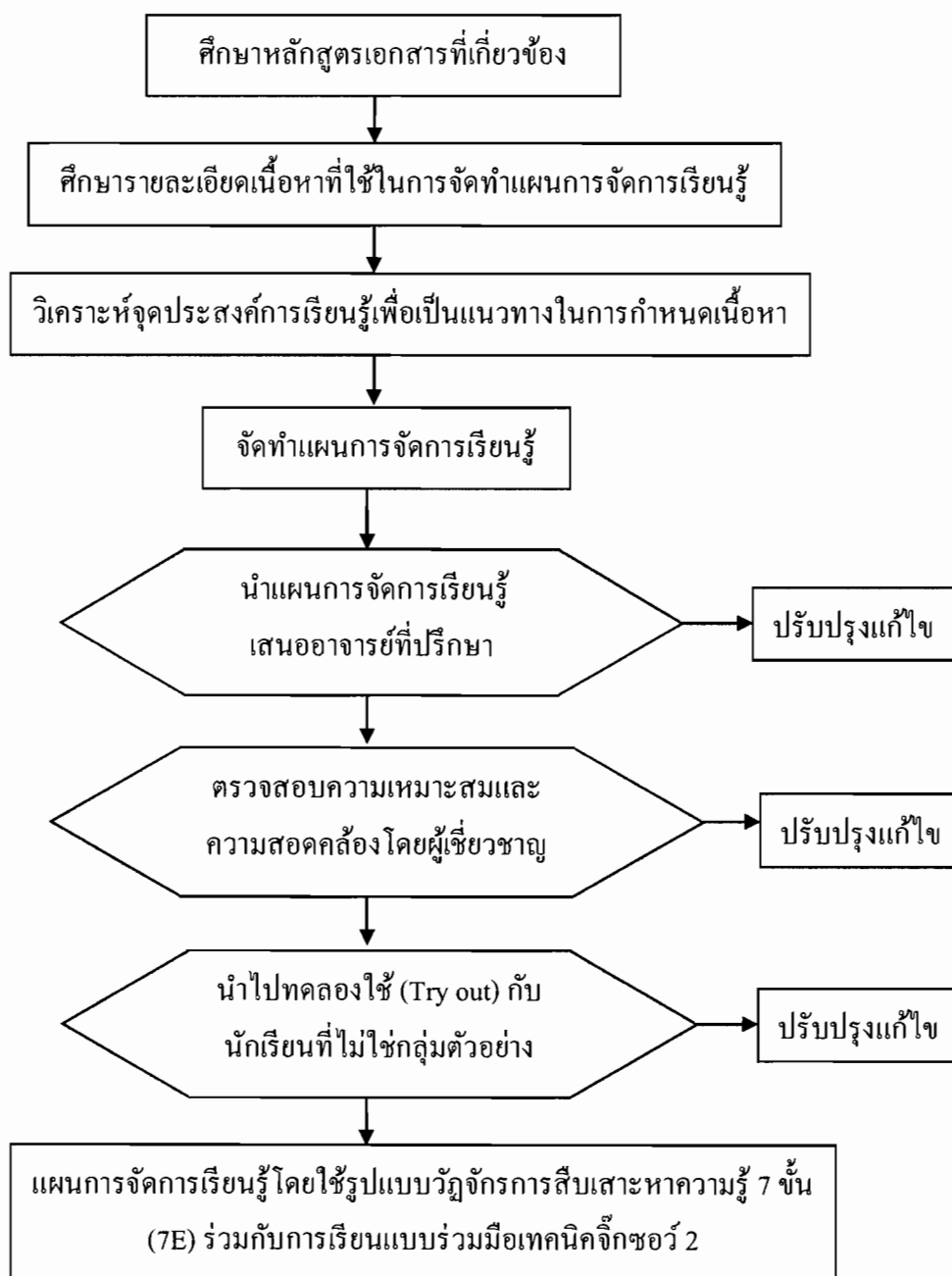
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนมีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเท่ากับ 4.63 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.16

1.7 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะ ให้ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนมากขึ้น ในขั้นตอนของการเร้าความสนใจ ครูควรตั้งคำถามหรือสถานการณ์ให้มีความน่าสนใจมากขึ้น โดยการเพิ่มวิดีโอ เพื่อให้ให้นักเรียน มองเห็นภาพและเข้าใจได้ง่ายขึ้น

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การตอบสนองของพืชสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียน โรงเรียนจุฬารัตนาวิทยาลัย ชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ไม่ใช่กลุ่ม ตัวอย่าง จำนวน 24 คน ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สังเกตและให้คำปรึกษาระหว่างการทดลองอย่างใกล้ชิด เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง จากการสังเกตปัญหาพบว่า ในขั้นตอนของการสำรวจและค้นหามีเวลาในการทำกิจกรรมน้อย ดังนั้นจึงได้แก้ไขโดยการเพิ่มเวลามากขึ้น

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์ เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬารัตนาวิทยาลัย ชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ต่อไป



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 เรื่องการตอบสนองของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5 เรื่อง การตอบสนองของพืชเพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งแบ่งพฤติกรรมด้านต่าง ๆ
6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และ
การประเมินค่า ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับ
จุดประสงค์การเรียนรู้

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม (ข้อ)	ต้องการจริง (ข้อ)
		ความรู้จำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า		
การตอบ สนอง ของพืช ต่อสาร ควบคุม การเจริญ เติบโต	1. สามารถอธิบาย สมบัติและการ ตอบสนองของพืช ต่อสารควบคุม การเจริญเติบโตได้	2	2	2	2	-	-	8	4
	2. สามารถวิเคราะห์ ปัจจัยภายนอกและ ปัจจัยภายในที่มีผล ต่อสารควบคุม การเจริญเติบโตได้	-	-	-	3	3	2	8	4

ตารางที่ 8 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม (ข้อ)	ต้องการจริง (ข้อ)
		ความรู้จำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า		
	3. สามารถอธิบาย ประโยชน์ของสาร ควบคุมการเจริญ เติบโตของพืช ในทางการ เกษตรได้	-	-	2	2	2	2	8	4
การตอบ สนอง ของพืชต่อ สิ่งแวดล้อม	1. สามารถอธิบาย การตอบสนองของ พืชต่อสิ่งแวดล้อม ได้	2	2	2	2	-	-	8	4
	2. สามารถวิเคราะห์ การเคลื่อนไหวของ พืชบางชนิดที่เกิด จากการ เปลี่ยนแปลง สิ่งแวดล้อมได้	-	-	2	2	2	2	8	4
	3. สามารถ ออกแบบ การทดลองการ ตอบสนองของพืช ต่อแรงโน้มถ่วง ของโลกได้	-	-	2	2	2	2	8	4

ตารางที่ 8 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การ เรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม (ข้อ)	ต้องการจริง (ข้อ)
		ความรู้จำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า		
สรีรวิทยา ในการ ตอบสนอง ต่อสภาวะ ในการ ตอบสนอง ต่อสภาวะ แวดล้อมที่ เหมาะสม	1. สามารถอธิบาย สรีรวิทยาในการ ตอบสนองต่อ สภาวะแวดล้อมที่ ไม่เหมาะสมของ พืชได้	2	2	2	2	2	2	12	6
รวม								50	30

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choices) 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอนั้นไปปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) และการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมิน

ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ในการวิจัยนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป

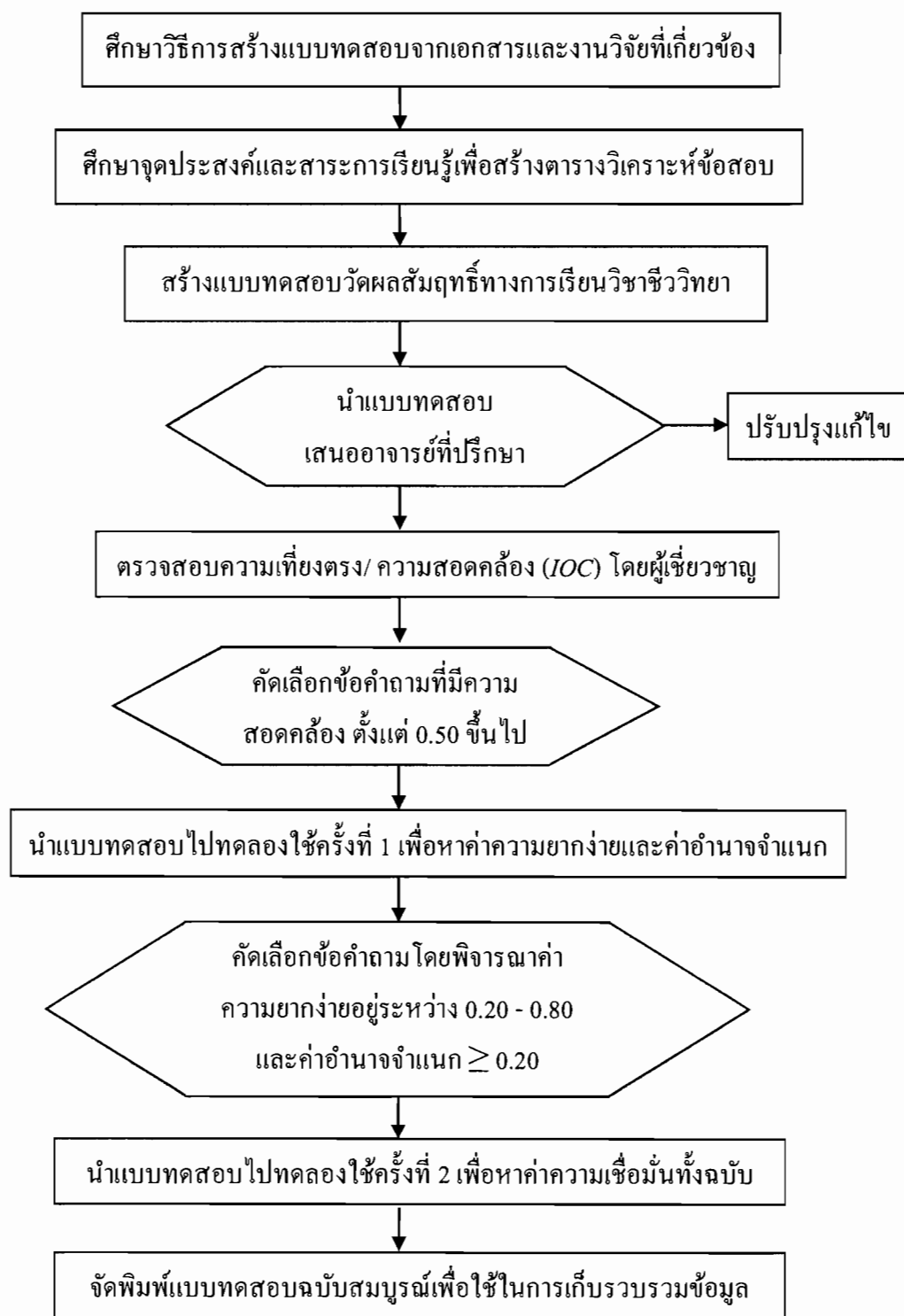
2.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี ที่ผ่านการเรียน เรื่องการตอบสนองของพืชมาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้ววิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 203) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เตห์ ฟาน (อรนุช ศรีสะอาด, 2546, หน้า 54-56) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 229)

2.9 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.74 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.85 ตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด

2.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ (Reliability = 0.88) โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์- ริชาร์ดสัน

2.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการตอบสนองของพืช จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาชีวะวิทยา

3. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตอบสนองของพืช มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ตัวชี้วัด คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และหนังสือเรียนชีววิทยา 2 ของโครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิ สอวน. และเอกสารประกอบการสอนรายวิชากายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของพืชของโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ เพื่อวิเคราะห์ห่มโนทัศน์หลักในสาระการเรียนรู้ เรื่อง การตอบสนองของพืช พร้อมทั้งศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถามเพื่อวัดมโนทัศน์

3.2 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จากนั้นผู้วิจัยทำการสร้างแบบวัดมโนทัศน์เรื่องการตอบสนองของพืช พร้อมทั้งการสร้างกรอบของคำตอบที่เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นเอง

3.3 นำแบบวัดมโนทัศน์และกรอบคำตอบที่เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.4 นำแบบวัดมโนทัศน์และกรอบคำตอบที่เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) และการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 และด้านการวัดประเมินผล เพื่อตรวจสอบความตรงในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. ความถูกต้องในการวิเคราะห์ห่มโนทัศน์หลักและสาระสำคัญของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่อง การตอบสนองของพืช

2. ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดมโนทัศน์และความถูกต้องของกรอบคำตอบที่เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

3. การใช้ภาษาในการเขียนข้อคำถาม เพื่อสื่อความหมายให้นักเรียนเข้าใจ

แล้วนำผลการตรวจของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่า *IOC* ตั้งแต่ 0.50-1.00 โดยแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป

3.5 ปรับปรุงแบบวัดมโนทัศน์และกรอบคำตอบที่เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในการเรียบเรียงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3.6 นำแบบวัดมโนทัศน์และกรอบคำตอบที่เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย ชลบุรี

จำนวน 24 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D_E) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอันดับของวิทนียและซาเบอร์ส (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 199-201) เพื่อเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 215-217)

3.8 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.26 – 0.72 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.65 ตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนทัศน์ทั้งฉบับ (Reliability = 0.78) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 125-126)

3.9 จัดพิมพ์แบบวัดมโนทัศน์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

4. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

4.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์และนำหน้า
ในแบบวัด โดยมีเนื้อหาครอบคลุมองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้

4.2.1 ความสนใจใฝ่รู้

4.2.2 ความรับผิดชอบ

4.2.3 ความมีเหตุผล

4.2.4 ความมีระเบียบรอบคอบ

4.2.5 ความซื่อสัตย์

4.2.6 ความประหยัด

4.2.7 ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

4.2.8 ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์และนำหน้าในแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 9 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์และน้ำหนักร่วมในแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

เนื้อหาองค์ประกอบของ จิตวิทยาศาสตร์	ข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive)	ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)	รวม
1. ความสนใจใฝ่รู้	4(2)	4(2)	8(4)
2. ความรับผิดชอบ	3(2)	5(2)	8(4)
3. ความมีเหตุผล	5(2)	5(2)	10(4)
4. ความมีระเบียบรอบคอบ	3(2)	3(2)	6(4)
5. ความซื่อสัตย์	4(2)	3(2)	7(4)
6. ความประหยัด	3(2)	3(1)	6(3)
7. ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	3(2)	4(2)	7(4)
8. ความสามารถในการทำงานร่วมกับ ผู้อื่น ได้อย่างสร้างสรรค์	5(2)	3(1)	8(3)
รวม	30(16)	30(14)	60(30)

หมายเหตุ ตัวเลขนอกวงเล็บเป็นจำนวนที่สร้าง ตัวเลขในวงเล็บเป็นจำนวนที่ต้องการจริง

3.3 สร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ตามวิธีการวัดของลิเกิร์ต (Likert) ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive) และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 30 ข้อ การให้คะแนนแต่ละข้อมีเกณฑ์ให้คะแนนโดยกำหนดดังนี้

ข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive)

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

ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)

- 5 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- 4 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย
- 3 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ
- 2 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วย
- 1 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.4 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอน วิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) และการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 และด้านการวัดประเมินผล ทำการตรวจความตรงตามเนื้อหาเป็นรายข้อ แล้วนำผลการตรวจของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 โดยแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ในการวิจัยนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

3.6 ปรับปรุงแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.7 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี จำนวน 24 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 215-217)

3.8 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 – 0.70 ตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ (Reliability = 0.91) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 125-126)

3.9 จัดพิมพ์แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
3. ดำเนินการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้นร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 เป็นเวลาสอน 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การตอบสนองของพืช และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจผลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียนที่เกิดจากการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540)

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจผลการทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 (มาตรฐานโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี)

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจผลการทำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คะแนนที่ตั้งไว้ โดยใช้การหาคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306-307)

การแปลความหมายคะแนน ได้กำหนดเกณฑ์ความหมายของคะแนนเฉลี่ยของคำตอบ โดยแปลความหมายของคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง	มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก
3.51 – 4.50 หมายถึง	มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับดี
2.51 – 3.50 หมายถึง	มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50 หมายถึง	มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับไม่ตี
1.00 – 1.50 หมายถึง	มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับไม่ตีมาก

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

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

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

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

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307) คือ

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

เมื่อ	SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละด้าน ยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (*IOC*) (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์, 2527, หน้า 69)

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

เมื่อ	<i>IOC</i>	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชา
	<i>N</i>	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา โดยใช้เทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เตห์ ฟาน (อรนุช ศรีสะอาด, 2546, หน้า 54 - 56)

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) คำนวณได้จากสูตร (ถัดดาวัลย์ เพชรไพโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสน์, 2547, หน้า 148 - 149)

$$r_{ii} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ	r_{ii}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	<i>N</i>	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	<i>p</i>	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	<i>q</i>	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.4 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบถามวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2549, หน้า 92)

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

เมื่อ	r_u	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดจิตวิทยาศาสตร์
	X	แทน	คะแนนรวม
	Y	แทน	คะแนนรายข้อ
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.5 หาค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D_E) ของแบบวัดคณินทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตอบสนองของพืช โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอันดับของวิทนีย และซาเบอร์ส (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 199-201)

2.5.1. ค่าความยากง่าย (P_E)

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

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

2.5.2. ค่าอำนาจจำแนก (D_E)

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

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	S_u	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543)

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

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติ t-test แบบ Dependent sample เพื่อทดสอบสมมติฐาน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน การสอบก่อน - หลังเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนน การสอบก่อน - หลังเรียน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.2 ทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สูตร t-test for One -sample (สมโภช อเนกสุข, 2553, หน้า 111)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad \text{และ } df = n - 1$$

เมื่อ	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากกลุ่มตัวอย่าง
	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของประชากร
	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกันดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา ค่าคะแนน t
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีววิทยา เรื่อง การตอบสนองของพืช เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งก่อนดำเนินการทดลองและหลังดำเนินการทดลอง ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีที่กรณีกกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent samples) และสถิติทดสอบค่าทีกรณีกกลุ่มตัวอย่าง (t-test one sample)

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 ได้ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2

กลุ่ม ตัวอย่าง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	24	7.54	2.40	23	23.45*	.000
หลังเรียน	24	21.83	2.63			

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 พบว่าค่าสถิติทดสอบทีมีค่าเท่ากับ 23.45 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการตอบสนองของพืช ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 ได้ผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการตอบสนองของพืช หลังเรียนโดยใช้ การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2

กลุ่ม ตัวอย่าง	<i>n</i>	คะแนน เกณฑ์	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
หลังเรียน	24	28	31.13	3.07	23	4.99*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 11 พบว่าค่าสถิติทดสอบที่มีค่าเท่ากับ 4.99 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 (28 คะแนนจาก คะแนนเต็ม 40) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

จากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตอบสนองของพืช ผู้วิจัยให้นักเรียนทำ แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 และนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์จัดกลุ่ม มโนทัศน์ของนักเรียนได้ผลดังตารางต่อไปนี้

1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องฮอร์โมนออกซิน (Auxin)

ตารางที่ 12 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ฮอร์โมนออกซิน (Auxin)

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์				
	n = 24 (100%)				
	CU	PU	PS	SM	N
ฮอร์โมนออกซิน (Auxin)	3(12.50%)	10(41.67%)	3(12.50%)	2(8.33%)	6(25%)

หมายเหตุ: CU= Complete Understanding ; PU= Partial Understanding ; PS= Partial

Understanding with Specific Misconception ; SM= Specific Misconception ;

N= No Understanding

จากตารางที่ 12 พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฮอร์โมนออกซิน (Auxin) อยู่ในระดับมโนทัศน์สมบูรณ์ร้อยละ 12.50 มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วนร้อยละ 41.67 มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 12.50 มโนทัศน์คลาดเคลื่อนร้อยละ 8.33 และไม่มีมโนทัศน์ร้อยละ 25 โดยมีคำตอบที่แสดงมโนทัศน์ดังนี้

“บริเวณปลายยอดจะมี Auxin อยู่ ซึ่งจะเคลื่อนที่หนีแสง ดังนั้นจึงไปสะสมอีกด้านที่ไม่โดนแสง โดยปกติแล้ว Auxin ซึ่งมีคุณสมบัติในการแบ่งเซลล์ จะทำให้อีกด้านที่ไม่โดนแสงแบ่งตัว

ทำให้ปลายยอดโค้งเข้าหาแสง แต่เนื่องจาก Auxin ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านแผ่นไมกาได้ ดังนั้นจึงไม่เกิดการเบ่งเซลล์ และไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้น”

“Auxin ตอบสนองต่อแสงเมื่อ ได้รับแสง Auxin จะเคลื่อนตัวไปอีกฝั่งหรือฝั่งที่ออกซินมากจะเจริญเติบโตมากกว่าฝั่งที่มี ออกซินน้อย”

2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง จิบเบอเรลลิน (Gibberellin)

ตารางที่ 13 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (Gibberellin)

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์				
	n = 24 (100%)				
	CU	PU	PS	SM	N
ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (Gibberellin)	14(58.33%)	10(41.67%)			

หมายเหตุ: CU= Complete Understanding ; PU= Partial Understanding ; PS= Partial

Understanding with Specific Misconception ; SM= Specific Misconception ;

N= No Understanding

จากตารางที่ 13 พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (Gibberellin) อยู่ในระดับมโนทัศน์สมบูรณ์ร้อยละ 58.33 และ มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วนร้อยละ 41.67 โดยมีคำตอบที่แสดงมโนทัศน์ดังนี้

“จิบเบอเรลลิน เป็นฮอร์โมนที่ช่วยในการเจริญเติบโตของปล้องในพืช เช่นหญ้า ข้าว เป็นต้น เมื่อมีการให้จิบเบอเรลลิน เข้าไป จึงทำให้พืชเจริญได้สูง เพราะมีตัวเร่งการเจริญของ Intercalary meristem พืชจึงมีความสูงเพิ่มขึ้น และยังสามารถทำให้ที่เตี้ยแคระสูงได้อีกด้วย”

“ฮอร์โมน Gibberellin มีคุณสมบัติทำให้พืชที่แคระสามารถเจริญเติบโตได้มากขึ้น ดังเช่นในรูปภาพ คือ กะหล่ำปลี เมื่อได้รับฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ก็จะขยายยืดอก”

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไซโตไคนิน (Cytokinin)

ตารางที่ 14 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง
ฮอร์โมนไซโตไคนิน (Cytokinin)

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์				
	n = 24 (100%)				
	CU	PU	PS	SM	N
ฮอร์โมนไซโตไคนิน (Cytokinin)	10(41.67%)	5(20.83%)	1(4.17%)		8(33.33%)

หมายเหตุ: CU= Complete Understanding ; PU= Partial Understanding ; PS= Partial

Understanding with Specific Misconception ; SM= Specific Misconception ;

N= No Understanding

จากตารางที่ 14 พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฮอร์โมนไซโตไคนิน (Cytokinin) อยู่ในระดับมโนทัศน์สมบูรณ์ร้อยละ 41.67 มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วนร้อยละ 20.83 มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 4.17 และไม่มโนทัศน์ ร้อยละ 33.33 โดยมีคำตอบที่แสดงมโนทัศน์ดังนี้

“จากการทดลองในชุดที่ 3 จะเห็นว่าใส่ออกซินในปริมาณมากและไซโตไคนิน ในปริมาณน้อย จะทำให้รากเจริญเติบโต และจากการทดลองที่ 4 พบว่าเมื่อเพิ่มไซโตไคนินและลดออกซินลง จะทำให้ลำต้นเจริญ ดังนั้นจึงสรุปว่า สัดส่วนของออกซินและไซโตไคนิน มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยออกซินจะเร่งรากและไซโตไคนินจะเร่งลำต้นหรือยอดอ่อน”

“เมื่อใส่ออกซินลงไปมากจะทำให้เกิดการเจริญได้ดี แต่เมื่อใส่ไซโตไคนินทำให้ลำต้นไม่สามารถเจริญเติบโต แต่เมื่อใส่ในสภาวะพอเหมาะ ทำให้ลำต้นเจริญเติบโตได้ดี”

4. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง เอทิลีน (Ethylene)

ตารางที่ 15 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง
ฮอร์โมนเอทิลีน (Ethylene)

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์				
	n = 24 (100%)				
	CU	PU	PS	SM	N
ฮอร์โมนเอทิลีน (Ethylene)	9(37.50%)	13(54.17%)	1(4.17%)		1(4.17%)

หมายเหตุ: CU= Complete Understanding ; PU= Partial Understanding ; PS= Partial Understanding with Specific Misconception ; SM= Specific Misconception ; N= No Understanding

จากตารางที่ 15 พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฮอร์โมนเอทิลีน (Ethylene) อยู่ในระดับมโนทัศน์สมบูรณ์ร้อยละ 37.50 มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วนร้อยละ 54.17 มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 4.17 และไม่มีมโนทัศน์ ร้อยละ 4.17 โดยมีคำตอบที่แสดงมโนทัศน์ดังนี้

“กล้วยเป็นผลไม้ที่เมื่อเก็บมาจากต้นแล้ว ยังสามารถสุกได้อีก กล่าวคือ มีอัตราการหายใจสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจาก Ethylene ที่มีผลต่อการสุกของผลไม้ ดังนั้นจากกราฟ จะเห็นได้ว่ามีปริมาณเอทิลีนสูง แม้จะหลุดออกมาจากต้นแล้วก็ตาม (ทำให้เกิดการบ่มผลไม้)”

“พืชจะสุกในช่วงที่ สาร X เกิดขึ้น แสดงว่า สาร X คือ Ethylene เพราะจะเกิดขึ้นเมื่อพืชสุก”

5. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรดแอบไซซิก (Abscisic acid)

ตารางที่ 16 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง
ฮอร์โมนกรดแอบไซซิก (Abscisic acid)

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์				
	n = 24 (100%)				
	CU	PU	PS	SM	N
ฮอร์โมนกรดแอบไซซิก (Abscisic acid)	13(54.17%)	8(33.33%)	3(12.50%)		

หมายเหตุ: CU= Complete Understanding ; PU= Partial Understanding ; PS= Partial Understanding with Specific Misconception ; SM= Specific Misconception ; N= No Understanding

จากตารางที่ 16 พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฮอร์โมนกรดแอบไซซิก (Abscisic acid) อยู่ในระดับมโนทัศน์สมบูรณ์ร้อยละ 54.17 มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วนร้อยละ 33.33 และมโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 12.50 โดยมีคำตอบที่แสดงมโนทัศน์ดังนี้

“ฮอร์โมน Abscisic acid เป็นฮอร์โมนซึ่งช่วยปรับสภาพให้พืช เมื่ออยู่ในสภาวะไม่เหมาะสม ซึ่งโดยปกติแล้ว เวลาที่มีแสงพืชจะสังเคราะห์แสงและปากใบเปิด ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทำให้ในช่วงกลางวันพืชจะปิดปากใบ (ผลจาก Abscisic acid) ถึงแม้จะมีแสงก็ตาม เพราะพืชจะเกิดการขาดน้ำ”

“ในช่วงเวลากลางวัน เป็นช่วงที่พืชเครียดจากการขาดน้ำ Abscisic acid จะช่วยทำให้ปากใบปิด”

6. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนไหวของพืชตามทิศทางของสิ่งเร้า

ตารางที่ 17 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนไหวของพืชตามทิศทางของสิ่งเร้า

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์				
	n = 24 (100%)				
	CU	PU	PS	SM	N
การเคลื่อนไหวของพืชตามทิศทางของสิ่งเร้า	10(41.67%)	8(33.33%)	6(25%)		

หมายเหตุ: CU= Complete Understanding ; PU= Partial Understanding ; PS= Partial

Understanding with Specific Misconception ; SM= Specific Misconception ;

N= No Understanding

จากตารางที่ 17 พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนไหวของพืชตามทิศทางของสิ่งเร้า อยู่ในระดับมโนทัศน์สมบูรณ์ร้อยละ 41.67 มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วน ร้อยละ 33.33 และมโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 25 โดยมีคำตอบที่แสดงมโนทัศน์ดังนี้

“การเลี้ยวพันหลักหรือที่ยึดเกาะของพืชบางชนิด เป็นการตอบสนองตามทิศทางของสิ่งเร้า กล่าวคือ จะเคลื่อนที่เข้าหาและพันรอบหลักนั้น เรียกว่า Positive thigmotropism แต่ข้อ 1 2 และ 4 เป็นการตอบสนองแบบไม่สัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้าหรือ nasty”

“การเลี้ยวของต้นพืชที่เลี้ยวไปเกาะนั้น เป็นการเคลื่อนไหวแบบ Thigmotropism ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวแบบตามทิศทางของสิ่งเร้า”

7. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนไหวเนื่องจากแรงดันเต่ง (Turgor movement)

ตารางที่ 18 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนไหวเนื่องจากแรงดันเต่ง (Turgor movement)

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์				
	n = 24 (100%)				
	CU	PU	PS	SM	N
การเคลื่อนไหวเนื่องจากแรงดันเต่ง (Turgor movement)	17(70.83%)	1(4.17%)	5(20.83%)		1(4.17%)

หมายเหตุ: CU= Complete Understanding ; PU= Partial Understanding ; PS= Partial

Understanding with Specific Misconception ; SM= Specific Misconception ;

N= No Understanding

จากตารางที่ 18 พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนไหวเนื่องจากแรงดันเต่ง (Turgor movement) อยู่ในระดับมโนทัศน์สมบูรณ์ร้อยละ 70.83 มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วนร้อยละ 4.17 มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 20.83 และไม่มีมโนทัศน์ ร้อยละ 4.17 โดยมีคำตอบที่แสดงมโนทัศน์ดังนี้

“การเปิด-ปิดปากใบ การหุบใบเมื่อแสงลดลง หรือการหุบของใบไมยราบ เป็นผลมาจากแรงดันเต่ง (turgor movement) โดยอาศัยการ osmosis ของน้ำเข้าออกจากเซลล์ แต่ดอกทานตะวัน จะเป็นการตอบสนองต่อแสงแบบ Positive phototropism”

8. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนไหวกวแบบทรอปีซึม (Tropism movement)

ตารางที่ 19 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนไหวกวแบบทรอปีซึม (Tropism movement)

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์				
	n = 24 (100%)				
	CU	PU	PS	SM	N
การเคลื่อนไหวกวแบบทรอปีซึม (Tropism movement)	19(79.17%)	3(12.50%)			2(8.33%)

หมายเหตุ: CU= Complete Understanding ; PU= Partial Understanding ; PS= Partial

Understanding with Specific Misconception ; SM= Specific Misconception ;

N= No Understanding

จากตารางที่ 19 พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนไหวกวแบบทรอปีซึม (Tropism movement) อยู่ในระดับมโนทัศน์สมบูรณ์ร้อยละ 79.17 มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วนร้อยละ 12.50 และไม่มีมโนทัศน์ ร้อยละ 8.33 โดยมีคำตอบที่แสดงมโนทัศน์ดังนี้

“Auxin มีสมบัติคือจะหนีแสง (เคลื่อนที่จากบริเวณที่โดนแสงไปยังอีกด้านที่ไม่โดนแสง) ดังนั้นบริเวณ A ได้รับแสง Auxin จึงมาสะสมที่บริเวณ B ซึ่งทำให้เกิดการแบ่งเซลล์ ทำให้ปลาย A โค้งเข้าหาแสงและในบริเวณราก Auxin จะเคลื่อนที่หนีแสงลงด้านล่าง จึงพบ Auxin ที่บริเวณ D”

“Auxin ไม่ชอบแสงจะอยู่ในด้านที่ไม่โดนแสงเสมอ”

9. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเจริญที่มีทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้า

ตารางที่ 20 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเจริญที่มีทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้า

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์				
	n = 24 (100%)				
	CU	PU	PS	SM	N
การเจริญที่มีทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้า	17(70.83%)		2(8.33%)		5(20.83%)

หมายเหตุ: CU= Complete Understanding ; PU= Partial Understanding ; PS= Partial Understanding with Specific Misconception ; SM= Specific Misconception ; N= No Understanding

จากตารางที่ 20 พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญที่มีทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้า อยู่ในระดับมโนทัศน์สมบูรณ์ร้อยละ 70.83 มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 8.33 และไม่มีมโนทัศน์ ร้อยละ 20.83 โดยมีคำตอบที่แสดงมโนทัศน์ดังนี้

“จากรูป จะเห็นว่าของต้นถั่วงอกตรงบริเวณปลายจะงอเข้าสู่วัสดุที่เปียกชื้น หรือรากจะเคลื่อนที่เข้าหาน้ำนั่นเอง เรียกว่า Positive hydrotropism ซึ่งเป็นการตอบสนองที่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศของสิ่งเร้า”

10. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนไหวแบบ Nastic movement

ตารางที่ 21 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนไหวแบบ Nastic movement

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์				
	n = 24 (100%)				
	CU	PU	PS	SM	N
การเคลื่อนไหวแบบ Nastic movement	9(37.50%)	2(8.33%)	8(33.33%)	2(8.33%)	3(12.50%)

หมายเหตุ: CU= Complete Understanding ; PU= Partial Understanding ; PS= Partial Understanding with Specific Misconception ; SM= Specific Misconception ; N= No Understanding

จากตารางที่ 21 พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนไหวแบบ Nastic movement อยู่ในระดับมโนทัศน์สมบูรณ์ร้อยละ 37.50 มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วนร้อยละ 8.33 มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 33.33 มโนทัศน์คลาดเคลื่อนร้อยละ 8.33 และไม่มีมโนทัศน์ ร้อยละ 12.50 โดยมีคำตอบที่แสดงมโนทัศน์ดังนี้

“เพราะการหุบ-บานของดอกบัว ไม่สัมพันธ์กับทิศของสิ่งเร้า โดยเมื่อได้รับแสง จะบาน (Epinasty): เซลล์ด้านในขยายตัวมากกว่าด้านนอก เมื่อไม่ได้รับแสง จะหุบ (Hyponasty): เซลล์ด้านนอกขยายตัวมากกว่าด้านใน”

3. จิตวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 เทียบกับเกณฑ์ระดับดี ได้ผลดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2

ลำดับ ที่	คุณลักษณะ	ค่าสถิติ		ระดับของจิตวิทยาศาสตร์
		\bar{X}	SD	
1	ความสนใจใฝ่รู้	4.19	0.76	ระดับดี
2	ความรับผิดชอบ	3.90	0.84	ระดับดี
3	ความมีเหตุผล	4.09	0.80	ระดับดี
4	ความมีระเบียบรอบคอบ	4.08	0.75	ระดับดี
5	ความซื่อสัตย์	4.40	0.73	ระดับดี
6	ความประหยัด	4.21	0.85	ระดับดี
7	ความใจกว้างร่วมแสดง ความคิดเห็นและรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น	4.51	0.56	ระดับดีมาก
8	ความสามารถในการทำงาน ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	4.43	0.78	ระดับดี
Σ		4.22	0.30	ระดับดี

จากตารางที่ 22 พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) มีค่าเท่ากับ 4.22 และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) มีค่าเท่ากับ 0.30 แสดงว่าจิตวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 อยู่ในเกณฑ์ระดับดี

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีวะวิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีวะวิทยา มโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ คื นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน จุฬารณราชวิทยาลัย ชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 6 ห้องเรียน จำนวน 156 คน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬารณราชวิทยาลัย ชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 24 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีวะวิทยาโดยใช้การสืบ เสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 เรื่อง การตอบสนองของพืช ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นและให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง 2) แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีวะวิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.88 3) แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตอบสนองของพืช เป็นแบบวัดมโนทัศน์ชนิดเลือกตอบสองชั้น จำนวน 10 ข้อ มีค่า ความเชื่อมั่น 0.78 4) แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้รูปแบบของลิเกิร์ต จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.91

การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาชีวะวิทยากับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ในเนื้อหาเรื่อง การตอบสนองของพืช ใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง ทำการทดสอบหลังเรียนกับ กลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีวะวิทยา ชุดเดียวกับทดสอบก่อนเรียน แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วย ค่าสถิติเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบค่าที่ที่กรณีกกลุ่มตัวอย่างไม่เป็น อิสระต่อกัน (t-test for dependent samples) และสถิติทดสอบค่าที่สำหรับหนึ่งตัวอย่าง (t-test for one sample)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการตอบสนองของพืช หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการเรียนโดยใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 อยู่ในเกณฑ์ระดับดี

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีววิทยา เรื่อง การตอบสนองของพืช เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ผลการวิจัยและอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา จากการวิจัยนี้ นักเรียนที่เรียน โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช ของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน ผลการศึกษาดังกล่าวอาจจะมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเหมาะที่จะใช้กับนักเรียนทุกระดับชั้นและเหมาะที่จะใช้กับการสอนตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนที่จะทำให้นักเรียนค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ และเน้นการถ่ายโอนความรู้ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น มี 7 ขั้นตอนที่สำคัญ อันจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้พื้นฐาน ความเข้าใจเดิมหรือเป็นเป็นการทบทวนความรู้ที่นักเรียนมีอยู่ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะทำให้ครูได้ทราบพื้นฐานของนักเรียน และครูยังสามารถวางแผนกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียน อีกทั้งยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่ด้วย 2) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ครูจัด

กิจกรรมเพื่อสร้างความอยากรู้อยากเห็น หรือสร้างความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนอยากทำกิจกรรม เกิดความสงสัย ตั้งประเด็นคำถามเพื่อที่จะนำไปสู่การหาคำตอบ 3) ขั้นสำรวจค้นหา เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนได้ตรวจสอบ ปัญหาและให้นักเรียนร่วมกันวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจคำตอบ สำรวจหลักการทฤษฎี สืบค้นลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้เรียนร่วมมือกันทำกิจกรรมให้เกิดผลดีมากที่สุด 4) ขั้นอธิบาย ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผลและอภิปรายการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล 5) ขั้นขยายความคิด ครูกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม 6) ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ ไปสร้างเป็นองค์ความรู้และนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้นช่วยให้ผู้เรียนปรับข้อมูลที่ได้รับมาใหม่เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ แล้วเกิดเป็นองค์ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเอง ส่งผลให้การเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พฤษัช โปรงสำโรง (2549, บทคัดย่อ) ได้ศึกษารูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 7E และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้ยังได้ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 7E และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์และสอดคล้องกับ อิบราฮิม (Ebrahim, 2004 อ้างถึงใน จุฑารัตน์ แดงอ่อน, 2554) ได้ศึกษาผลการสอนแบบปฏิบัติและการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 111 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน และกลุ่มควบคุม 55 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สอดแทรกการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 เข้าไปในขั้นตอนที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้นสืบเนื่องมาจากปัญหาที่เกิดขึ้นภายในชั้นเรียนที่นักเรียนมีความแตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความกระตือรือร้นให้ความสนใจในการเรียน ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในห้องเรียน ส่วนอีกกลุ่มหนึ่ง เป็นกลุ่มที่ไม่กล้าแสดงออก ไม่ให้ความร่วมมือในการจัดการเรียนการสอนของครู และไม่มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 นี้เป็นเทคนิคที่จัดกลุ่มนักเรียนแบบลดความสามารถ ครูแบ่งเนื้อหาย่อย ๆ เท่ากับจำนวนสมาชิกของแต่ละกลุ่ม จากนั้นสมาชิกในกลุ่มจะแยกย้ายกันไปศึกษาทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้รับมอบหมายและกลับไปอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มเข้าใจตามที่ตนเองได้ไปศึกษามา หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละคนจะทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคลแล้วนำคะแนนของสมาชิกในกลุ่มมารวมกัน เพื่อเป็นคะแนนของกลุ่ม ซึ่งจากรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบนี้จะช่วยส่งผลให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้น เกิดความสามัคคี มีความกระตือรือร้น และที่สำคัญ มีการนำคะแนนของสมาชิกในกลุ่มมารวมกันจะทำให้เกิดการช่วยเหลือกันและกันในกลุ่ม คือการที่เด็กเก่งช่วยเด็กที่เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งภาคภูมิใจ รู้จักใช้เวลา ส่วนเด็กไม่เก่งเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน นอกจากนี้ยังส่งเสริมทักษะทางสังคม เช่น การอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน เข้าใจกันและกัน อีกทั้งยังเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2542, หน้า 7) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชีรวัดณ์ ผิวม (2554, หน้า 72-73) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จริยา ขุนเศรษฐ์ และคณะ (2550) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับแผนภูมิโน้ตทัศน์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับแผนภูมิโน้ตทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เซ็ทตี้ (Zetty, 1992) ได้ทำการศึกษาวิธีการสอนแบบ STAD และวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ในการศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับวิทยาลัย โดยผู้วิจัย ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับความวิตกกังวล ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น แต่นักศึกษาที่ใช้วิธีการเรียนแบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่ใช้วิธีการเรียน

แบบสแตด (STAD) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .04 และจากการศึกษาระดับความวิตกกังวลของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า นักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม มีความวิตกกังวลสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ในเนื้อหาต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต หน่วยการเรียนรู้เรื่องการปกครอง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนด้วยวิธีการสอนแบบร่วมมือ โดยใช้กิจกรรมการสอนแบบ JigsawII และกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มแข่งขัน (TGT) กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สอนด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่สอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (อารยา กล้าหาญ, 2545 หน้า 119)

ด้วยเหตุดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาล้างเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการตอบสนองของพืช จากการวิจัยนี้ นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 ผลการศึกษาพบว่ามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการศึกษาดังกล่าวอาจจะมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งครูจะมีวิธีที่ทำให้ผู้เรียนแสดงความรู้เดิมออกมา โดยความรู้ที่นั่นถือเป็นมโนทัศน์เดิมที่เป็นพื้นฐานของผู้เรียน ซึ่งหากว่ามโนทัศน์ที่ผู้เรียนแสดงออกมานั้นมีความคลาดเคลื่อน ครูผู้สอนสามารถปรับแก้ให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเสียก่อน จากนั้นครูจึงกระตุ้นให้นักเรียนรับข้อมูลใหม่จากการจัดการสอน หลังจากนั้นนักเรียนจะสามารถรับรู้ข้อมูลใหม่และนำไปเปรียบเทียบกับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่แล้ว ซึ่งถ้าหากว่านักเรียนสามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่รับมาใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่อยู่แล้วหาความสัมพันธ์กันได้ ก็จะเกิดเป็นมโนทัศน์ใหม่ที่ถูกต้อง โดยสอดคล้องกับ ชิ สลอตตา และเดอเลู กล่าวไว้ว่า การสร้างและการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน เพราะการเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ใด ๆ ได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์จะต้องอาศัยความเข้าใจมโนทัศน์เดิมเป็นพื้นฐาน (Chi, 1992; Chi, Slotta, & DeLeeuw, 1994 cited in Chiu, Chou, & Liu, 2002, p. 689) นอกจากนี้ยังมีการนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคแบบจิ๊กซอว์ 2 มาเป็นส่วนในการจัดกิจกรรมด้วย โดยสมาชิกแต่ละคนจะมีหน้าที่ในการค้นหาความรู้จนเข้าใจ แล้วนำกลับไปสอนหรืออธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง ซึ่งกิจกรรมนี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสังเคราะห์ความรู้ จนเกิดเป็นองค์ความรู้ของตนเองและสามารถถ่ายทอดความรู้

นี้ให้ผู้อื่นฟังได้เข้าใจเป็นอย่างดีอีกด้วย ส่งผลให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ จุฑารัตน์ แดงอ่อน (2554, หน้า 78) ได้ศึกษาการจัดการเรียน โดยให้การสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อพัฒนามโนทัศน์ เรื่องสมบัติของสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นและมีเจตคติอยู่ในระดับดี แต่ทั้งนี้ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่มีมโนทัศน์จำแนกอยู่ในระดับมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือไม่มโนทัศน์ โดยอาจจะเกิดจากการทำความเข้าใจในเนื้อหาของผู้เรียนยังไม่ดีพอ นำไปสู่การอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง จึงก่อให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อำนาจ ระวิพงษ์ (2542) ได้ทำการศึกษามโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางชีววิทยาของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบประสาท ฮอร์โมน และพฤติกรรม โดยสาเหตุของการมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนของผู้เรียนอาจเกิดจาก 1) ความเข้าใจของผู้เรียน 2) การที่ผู้เรียนนำภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันหรือภาษาที่รับมาจากสื่อต่าง ๆ มาอธิบายมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน 3) การจดจำมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่มาจากป้ายประกาศ หรือแบบเรียนที่อ่าน ซึ่งมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเหล่านั้นอยู่ 4) การได้รับการอธิบายจากครูซึ่งมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนและนำมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเหล่านั้นมาถ่ายทอดให้กับผู้เรียน แต่อย่างไรก็ตามผลการวิจัยครั้งนี้ก็พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ให้

ด้วยเหตุดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. จิตวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาวิจัยนี้ จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 อยู่ในเกณฑ์ระดับดี ผลการศึกษาดังกล่าวอาจจะมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้สืบเสาะหาคำตอบของปัญหา โดยนักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทุกคนมีหน้าที่ในการวางแผน ปฏิบัติกิจกรรม การนำเสนอผลงานและสรุปผล อันเป็นผลมาจากการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่ง พัชรา ทวีวงศ์ ณ อรุณยา (2537, หน้า 63) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ให้นักเรียนได้รับการฝึกประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เน้นวิธีการเรียนโดยใช้วิธีการ

ทางวิทยาศาสตร์ ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมรับผิดชอบกิจกรรม เช่น การทำงานกลุ่มเพื่อฝึกการทำงานร่วมกันฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และฝึกการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล ผู้สอนควรเตรียมกิจกรรมหลาย ๆ อย่างที่ฝึกฝนด้วยประสาทสัมผัสและให้ความหลากหลายของประสบการณ์ ไม่เบื่อหน่ายและอยากรู้อยากเห็น ซึ่งวิธีการสอนแบบนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ลึกซึ้งคิดที่ก่อให้เกิดจินตัย และแสดงให้เห็นเป็นพฤติกรรมเพื่อใช้ในการเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยลักษณะที่แสดงออกมา ได้แก่ 1) ความสนใจใฝ่เรียนรู้ เป็นลักษณะที่แสดงถึงความอยากรู้อยากเห็น ชอบซักถาม ชอบริเริ่ม และสืบเสาะหาความรู้ใหม่ ๆ รวมทั้งพยายามศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบเมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัย 2) ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม เป็นการยอมรับผลการกระทำของตนเอง และมีความตั้งใจในการทำงานให้ประสบผลสำเร็จ แม้ว่าจะต้องใช้เวลามาก หรือมีปัญหาหรืออุปสรรคมาก 3) ความมีเหตุผล คือเชื่อว่าสิ่งที่เกิดขึ้นต้องมีสาเหตุ ไม่เชื่อ โชคลาง เห็นคุณค่าของการสืบหาความจริงก่อนที่จะยอมรับหรือปฏิบัติตาม 4) ความมีระเบียบรอบคอบ มีการวางแผนในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการรวบรวมหลักฐานที่เชื่อถือได้ให้เพียงพอก่อนที่จะตัดสินใจหรือสรุปทันที และมีความระมัดระวังในการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ 5) ความซื่อสัตย์ ในการรายงานผลการทดลองหรือผลจากการสังเกตอย่างตรงไปตรงมา ไม่เชื่อถือบุคคลที่นำผลงานของผู้อื่นมาเสนอเป็นผลงานของตนเอง รวมถึงการกระทำในเรื่องต่าง ๆ ต้องทำด้วยความสุจริต 6) ความประหยัด ควรใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และหมั่นตรวจตรา รักษาซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์ด้วยความเต็มใจ รวมทั้งเห็นคุณค่าของวัสดุเหลือใช้ 7) ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ผู้เรียนแสดงถึงความเต็มใจและกล้าที่จะร่วมแสดงเหตุผล ความคิดของตนต่อสาธารณชนหรือกลุ่ม รวมทั้งรับฟังเหตุผลข้อโต้แย้งหรือคำวิจารณ์ของผู้อื่นอย่างมีวิจรรย์ญาณ 8) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ มีความตั้งใจ ความรับผิดชอบ ความคิดริเริ่ม ความเสียสละและมีความสุขในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อให้งานสำเร็จตามแผนและวัตถุประสงค์ เป็นที่ยอมรับของเพื่อนร่วมงาน รวมทั้งผลงานที่ได้ต้องเป็นผลงานที่มีคุณค่าและเป็นที่ยอมรับของผู้อื่น ผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวรสส์ พลโคตร (2550) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่กำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิก กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม จำนวน 96 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้าน 7 ด้าน อยู่ในระดับสูงและนักเรียนที่เรียนรูปแบบวัฏจักร

การเรียนรู้ 5 ชั้น มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้าน 4 ด้าน คือ ด้านความอยากรู้อยากเห็น ความคิดเห็นเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ความเป็นปรนัยและความซื่อสัตย์สูงกว่านักเรียนที่เรียนรูปแบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ด้วยเหตุดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค จิ๊กซอว์ 2 มิติวิทยาศาสตร์ อยู่ในเกณฑ์ระดับดี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูผู้สอนควรศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ของการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 ให้เข้าใจ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไป อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก ควรมีการปรับความยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสม

3. ควรทำการปฐมนิเทศนักเรียนให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในขั้นตอนการจัดกิจกรรม เพื่อให้สามารถปฏิบัติได้ถูกต้องและไม่เกิดปัญหา ตลอดจนชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการร่วมมือ ช่วยเหลือกันเพื่อสร้างบรรยากาศของการเรียนรู้

4. ควรมีการสำรวจมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มที่จะศึกษาก่อนที่จะมีการจัดการเรียน การสอน เพื่อให้ทราบมโนทัศน์เดิมของนักเรียน แล้วนำข้อมูลมาออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียน การสอนต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป

1. ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ แบบวัฏจักร 7 ชั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคอื่น ๆ หรือในรายวิชาวิทยาศาสตร์ อื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ เคมี ดาราศาสตร์ เป็นต้น

2. ควรพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้เป็น มโนทัศน์ที่สมบูรณ์และถูกต้อง ในเนื้อหา เรื่อง การตอบสนองของพืชต่อไป โดยมีการสอน ซ้อมเสริมเพื่อให้ให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจกับเนื้อหาใหม่อีกครั้ง

3. ควรมีการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อพัฒนาให้อยู่ ในระดับที่สูงขึ้น และมีการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆ รูปแบบ

บรรณานุกรม

- กนกวรรณ พลอาษา. (2549). การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการสอนแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- กุลธภัต คำขวง. (2555). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาาสตร์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- ขนิษฐา กรคำแหง. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน โยธินบำรุงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ขวัญใจ สุขรัมย์. (2549). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักร 7 ชั้นและการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา: ระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงานและวัฏจักรของสารและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์. (2553). การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ขุนทอง คล้ายทอง. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น. ปริญญาโทการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- จรงค์ษ์ ปัญญารัตนกุลชัย. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) และการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์. ปริญญาโทการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จริยา ขุนเศรษฐ์, พูนสุข อุดม และอานอบ คันทะชา. (2551). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับแผนภูมิโน้ตสน์ที่มีต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วารสารวิทยบริการ, 19(3), 12-22.

- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *ประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา*.
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จำนง พรายเข้มแข. (2535). *เทคนิคการวัดและประเมินผลการเรียนรู้กับการสอนซ่อมเสริม (ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- จินดารัตน์ แก้วพิบูล. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถด้าน การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น*.
ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จินตนา กิจบำรุง. (2545). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องประวัติศาสตร์สมัยสุโขทัย และศึกษาทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนด้วยวิธีสอนแบบ ร่วมมือกันเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ JIGSAW II และแบบร่วมกันคิด (Number Heads Together) กับวิธีสอนตามคู่มือครู*. วิชานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชา หลักสูตรและการนิเทศ, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จุฑารัตน์ แดงอ่อน. (2554). *การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อพัฒนาแนวคิดเรื่องสมบัติของสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิชานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช. (2544). *คู่มือการเขียนแผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญระดับชั้นมัธยมศึกษา แนวคิดและวิธีปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ฯ.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2552). *วิธีหาแนวคิดของผู้เรียน เครื่องมือสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในยุคปฏิรูป การศึกษา*. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 24(2), 1-10.
- ชุมพร ลือราช. (2554). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด 5E โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปเป็นสื่อ เรื่องพลังงานแสงชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียน วันเม็งกราวาสฯ*. วิชานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ:

โอเดียนสโตร์.

ณัฐวุฒิ จันละมุด. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทาง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบโมเดล

ชีปปาและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค TGT. ปรียญานิพนธ์การศึกษา

มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). ชุดส่งเสริมสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการ

การพัฒนาการสอนและอุปกรณ์.

ทิตินา แคมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี

ประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 15). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญชนก โท่งกอดกลด. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถ

ในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร

7 ชั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน. ปรียญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,

สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ธีรวัฒน์ ผิวขม. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความฉลาดทาง

อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้

เทคนิค STAD กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์. ปรียญานิพนธ์การศึกษา

มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นภาพร แถวโนนจิว. (2537). การวิเคราะห์ห่มโนมติที่ตลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (ว102) เรื่องโลก

สีเขียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นรินทร์ กระพี้แดง. (2542). ผลการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ที่มีต่อทักษะการทำงาน

ร่วมกันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องประชาธิปไตยในรายวิชา ส402 สังคมศึกษาของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและ

การสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงส์. (2537). ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน. วารสารพัฒนาหลักสูตร,

14, 55-60.

- นวลจิตต์ เขาวีรดิพงษ์. (2556). การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning) ใน โครงการพัฒนาออร์สแวร์ด้านเทคนิคการจัดการเรียนการสอนสำหรับ คณาจารย์ในระดับอุดมศึกษา. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- บรรจง สิทธิ. (2537). ผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ที่มีต่อการเปลี่ยน มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาชีววิทยา. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชามัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญส่ง แก้วนิล. (2541). วิจัยการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ชั้น. วารสารวิชาการ, 10(4), 25-30.
- ปิยะฉัตร ขาวแก้ว. (2542). ผลการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ที่มีผลต่อการทำงาน ร่วมกันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชา ส306: ประเทศของเรา 4 ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีราชินูทิศ จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ฝ่ายจัดการศึกษาและพัฒนาวิชาการ. (2555). หลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่ม โรงเรียนจุฬารามราชวิทยาลัย (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค) พุทธศักราช 2554. ชลบุรี: โรงเรียนจุฬารามราชวิทยาลัย.
- พฤกษ์ โปร่งสำโรง. (2549). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษา ตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิจัยการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. (2537). ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิถีชีวิตทางวิชาวิทยาศาสตร์. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

- พิชิต ฤทธิจรรณู. (2547). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เอเชีย ออฟ เคอร์มีสท์.
- พิคนตร อุทัยไชย. (2554). *การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์ โมเลกุล ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิชามณูษ์ พันธุ์ยุธธา. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)*. ปริญญาบัตรการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิมพ์นธ์ เฉชะอุปต์. (2554). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวคิด วิธีและเทคนิค การสอน 1*. กรุงเทพฯ: มาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พิมพ์นธ์ เฉชะอุปต์. (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์นธ์ เฉชะอุปต์. (2550). *ประมวลบทความ ปรับวิธีเรียน เปลี่ยนวิธีสอนวิทยาศาสตร์สู่ห้องเรียนแห่งการคิด*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์นธ์ เฉชะอุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์นธ์ เฉชะอุปต์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ. (2542). *การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.
- ไพเราะ ทิพย์ทัศน์. (2533). *วิทยาศาสตร์ประทับใจ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2540). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2540). *เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนกลุ่มทักษะ 2 (คณิตศาสตร์) หน่วยที่ 1-7*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- เยาวดี รามชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2553). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- รัตติยา รัตนอุดม. (2547). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบโครงงานกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ราตรี นันทสุคนธ์. (2553). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: จุดทอง.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2546). หน่วยที่ 4 ระเบียบวิธีทางสถิติบางประการเพื่อการวิจัยประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอน. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ลัดดาวัลย์ เพชรไพโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสน์. (2547). ระเบียบวิธีวิจัย. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีการพิมพ์.
- มาลี นรสิงห์. (2538). การเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านเพื่อความเข้าใจภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการเรียนแบบร่วมมือระหว่างกลุ่มที่ใช้กิจกรรมการเขียนและไม่ใช้กิจกรรมการเขียน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการประถมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2541). การเรียนแบบร่วมมือ. ใน เอกสารประกอบการสอน. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- วัชราน เล่าเรียนดี. (2545). เทคนิคการจัดการเรียนการสอนและการนิเทศ. นครปฐม: ม.ป.ท.
- วัชราน เล่าเรียนดี. (2548). เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: ดันอ้อ.

- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2532). การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ. *วารสารการวิจัยทางการศึกษา*, 19(3), 18-20.
- วีรยุทธ วิเชียร โชติ. (2521). *จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน*. กรุงเทพฯ: อำนวยการพิมพ์.
- สารทูล อารีวรวิทย์กุล. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ*. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศรีสมวงษ์ สุขคันธรักษ์. (2548). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องเทคโนโลยีสื่อสารข้อมูลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 กับเทคนิคกลุ่มแข่งขัน*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2555). *รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ปีการศึกษา 2551-2555*. เข้าถึงได้จาก <http://www.niest.or.th>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546ก). *คู่มือการจัดการเรียนการสอนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สภานาถพริ้ว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546ข). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมจิต สวธนไพบุลย์. (2546). *วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2549). *การวัดและประเมินผลการศึกษา*. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

- สมโภชน์ อเนกสุข. (2554). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (สกศ.). (2544). รายงานการวิจัย เพื่อพัฒนา
นโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กรุงเทพฯ: เซเว่น พรินติ้ง กรุ๊ป.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2547). รายงาน "การสังเคราะห์รูปแบบ
การจัดกระบวนการเรียนรู้ของครูต้นแบบ" (ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.
2542) รูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. นนทบุรี:
แคนดิด มีเดีย จำกัด.
- สำเร็จ สระขาว. (2540). แนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่องการแพร่และการออสโมซิส. วิทยานิพนธ์
ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เสาวรส พลโคตร. (2550). การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียน
รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นและวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่กำหนดและหมุนเวียนหน้าที่
ของสมาชิก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน,
คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2543). การเสริมสร้างศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์และมดิสัมพันธ์. กรุงเทพฯ
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุระศักดิ์ อุปพระจันทร์. (2549). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และ
การเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา:
การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2550). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้.
กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คส์.
- สุลัดดา ลอยฟ้า. (2536). รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2546). 21 *วิธีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุรศักดิ์ หลาบมาลา. (2535). การสังเกตห้องเรียนที่ใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือ. *สารพัฒนาหลักสูตร*, 12(4), 96-97.
- สิริภัทร์ พรหมณีย์. (2548). *หลักชีววิทยา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิรินภา กิ่งเกื้อกุล, นฤมล ยุตาคม และ อรุณี อิงคากุล. (2548). ความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*, 26(2), 133-145.
- สิริลักษณ์ นาควิสุทธ์. (2548). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือกับการสอนแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- อรนุช ศรีสะอาด. (2546). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. มหาสารคาม: ภาควิชาวิจัยและพัฒนา การศึกษาโครงการตำรา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อรอุมา กาญจนี. (2549). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อาทิตยา จิตรเอื้อเฟื้อ. (2551). *การส่งเสริมแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในเรื่องการตอบสนองของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อารยา กล้าหาญ. (2545). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต หน่วย การเมืองการปกครอง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้และวิธีสอนตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชา หลักสูตรและการนิเทศ, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- อำนาจ ระวิพงษ์. (2542). *การศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในชีวิตวิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดสุรินทร์*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- อุษา นาคทอง, ธีราพร อนันตะเศรษฐกุล และนฤมล ยุตาคม. (2550). แนวคิดเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วิทยาศาสตร์สาขาสังคมศาสตร์*, 28(1), 3-10.
- Abruscato, J. (1996). *Teaching children science: A discovery approach*. Boston: Allyn and Bacon.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (2000). *A Proposed system and its control process*. In K.W. Spence & J. T. Spence (Ed), *The Psychology of learning and motivation: Advanced in research and theory*. NY: Academic Press.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. NY: Rinehart and Winston.
- Barman, C. R., & Kotar, M. (1989). Teaching teachers: The learning cycle. *Science and Children*, 26(7), 30-32.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How people learn: brain, mind, experience, and school*. WA: Nation academy press.
- Brickhouse, N. W., Dagher, Z. R., Letts, W. J., & Shipman, H. L. (2000). Diversity of students view about evidence, theory, and the interface between science and religion in an astronomy course. *Journal of Research in science Teaching*, 37(4), 340-362.
- Bloom, B. S. (1965). *Taxonomy of education objective handbook I: Cognitive domain*. NY: David Mackey.
- Carin, A. A. (1989). *Teaching science through discovery*. Ontario : Macmillan Publishing.
- Chiu, M. H., Chou, C. C., & Liu, C. J. (2002). Dynamic processes of conceptual change: analysis of constructing mental models of chemical equilibrium. *Journal of Reserch in Science Teaching*, 39, 688-712.

- Collete, A. T. (1973). *Science teaching in secondary school*. Boston: Allyn and Bacon.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model. *Science Education*, 5(6), 57-59.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. NY: Mc Graw-hill Book.
- Haidar, A. H. (1997). Perspective chemistry teachers' conception of the conversation of matter and related conception. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 181-197.
- Haidar, A. H., & Abraham, M. R. (1991). A comparison of applied and theoretical knowledge of concepts based on the particulate Nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 919-938.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1994). *Learning together and alone: Cooperative and individualistic learning* (4th ed). NJ: Prentice Hall.
- Lawson, A. E. (1991). *Science teaching and development of thinking*. CA: Wadsworth.
- Miami Museum of Science. (2001). *Constructivism and the Five E's*. Retired from:
<http://www.miamisci.org/ph/lpintro5e.html>.
- Marek, E. A., Eubanks, C., & Gallaber, T. H. (1990). Teacher' understanding and the use of the learning cycle. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 821-834.
- Mattingly, R. M., & Vansickle, R. L. (1991). Cooperative learning and achievement in social studies: Jigsaw II. *Soc.Educ. Res. Lib*, 55(6), 392.
- Noh, T., & Scharman, L. C. (1997). Instructional influence of molecular-level pictorial presentation of matter on students' conception and solving ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 199-217.
- Paul, B. D. (1974). *Measuring growth in english*. England: National. Council of Teacher of English.
- Ross, C. C., & Stanley, J. C. (1967). *Measurement in today's school*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Slavin, R. E. (1990). *Cooperative learning: Theory research and practice*. NJ: Prentice – Hall.
- Slavin, R. E. (1994). *Education psychology theory and practice*. MA: Allyn and Bacon.

- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: theory research and practice*. NJ: Prentice – Hall.
- Somer, R. L. (2005). *Putting down roots in environmental literacy: A study of middle school student' participation in Louisiana sea grant's coastal roots project*. Retired from: http://etd.lsu.edu/docs/available/etd.../Somers_thesis.pdf.
- Treagust, D. F. (2006). *Diagnostic assessment in science as a means to improving teaching, learning and retention*. Sydney, Australia: Universe Science Assessment Symposium Proceedings.
- Victor, E. (1980). *Science for elementary school*. NY: Macmillan Publishing.
- Westbrook, S. L., & Marek, E. A. (1992). A cross-age student understanding of concept of homeostasis. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(1), 51-61.
- Zetty N. (1992). *A comparison of the stad and jigsaw cooperative learning methods in a college-level microcomputer applications course*. VA: West Virginia University.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์ | <p>อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้แบบสืบ
เสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น</p> |
| 2. ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต | <p>หัวหน้าภาควิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล</p> |
| 3. ดร.ปรีชา ไพรินทร์ | <p>รองผู้อำนวยการ ฝ่ายจัดการศึกษาและพัฒนา
วิชาการ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์</p> |
| 4. อาจารย์พรปวีณ์ ทนสูงเนิน | <p>อาจารย์โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา</p> |
| 5. อาจารย์วัลยา เลื่อนกลิ่น | <p>อาจารย์โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการการเรียนรู้
แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 (JIGSAW2)</p> |

(ตำนาน)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๑๕๕๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๓ สิงหาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำร้องขอวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวพิจิตรา ศรีพัคยศ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร ๗ ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ ๒ วิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในขณะนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) มนตรี เข้มกสิกร

(รองศาสตราจารย์ ดร. มนตรี เข้มกสิกร)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๕-๗๕๘๓๘๕๕

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๑๗๗๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๒ กันยายน ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวพิจิตรา ศรีพัคยศ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร ๗ ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ ๒ วิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ ขออำนาจความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี จำนวน ๑ ห้องเรียน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๘-๑๐ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๗ อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) มนตรี แยมกสิกร

(รองศาสตราจารย์ ดร. มนตรี แยมกสิกร)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๕-๖๕๘๓๘๕๕

(ตำนาน)

ที่ ศร ๖๖๒๑/ว. ๑๗๘๗

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ. ลาดยาวบางแสน ต. แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๒ กันยายน ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวพิจิตรา ศรีพัชยศ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร ๗ ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ ๒ วิชชีวิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ ขออำนาจความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี จำนวน ๑ ห้องเรียน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๕-๒๖ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๗ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) มนตรี เข้มกสิกร

(รองศาสตราจารย์ ดร. มนตรี เข้มกสิกร)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๕-๗๕๘๓๘๕๕

ภาคผนวก ข

1. การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคจิ๊กซอว์ 2
2. การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
3. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา
4. ค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การตอบสนองของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
5. การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
6. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D_E) ของแบบวัดคัม โนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
7. การวิเคราะห์แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความที่แสดงถึงจิตวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ
8. ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
9. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน
10. ผลการคำนวณหาค่า t -test โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร
7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคจิกซอว์ 2

ตารางที่ 23 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	3	5	5	5	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 23 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	3	5	5	5	4.40	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 24 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน							
เข้าใจง่าย	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน							
	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน							
เข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา							
	5	4	4	5	5	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน							
	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม							
	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน							
	5	3	5	4	5	4.40	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม							
	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ 24 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	5	4	5	3	4.40	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 25 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์ การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับ เวลา	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับ ผู้เรียน	5	5	3	5	5	4.60	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัด การเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรม ได้เหมาะสม	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลา ที่สอน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 25 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	3	5	5	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4	5	4.40	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 26 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	3	3	5	4.20	มาก
2. ด้านจุดประสงค์ การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	5	4	4	5	5	4.60	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	3	5	4.40	มาก
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับ เวลา	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับ ผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัด การเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรม ได้เหมาะสม	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลา ที่สอน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	5	5	3	4	5	4.40	มาก

ตารางที่ 26 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 27 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	5	4	3	5	4.40	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน							
เข้าใจง่าย	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์							
การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน							
เข้าใจง่าย	5	5	3	5	5	4.60	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	4	5	3	5	4.40	มาก

ตารางที่ 27 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย							
	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน							
	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน							
	5	5	3	5	4	4.40	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ							
	5	5	3	4	5	4.40	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม							
	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ 28 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	3	5	4.40	เหมาะสมมาก
2. ด้านจุดประสงค์ การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	5	4	4	4	5	4.40	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับ เวลา	5	4	5	5	3	4.40	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับ ผู้เรียน	5	4	4	5	5	4.60	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัด การเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรม ได้เหมาะสม	5	5	4	3	5	4.40	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลา ที่สอน	5	5	5	5	3	4.40	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	5	5	3	5	3	4.20	มาก

ตารางที่ 28 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	5	3	4	5	4.40	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	3	4	5	4.40	มาก

การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ตารางที่ 29 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	<i>IOC</i> ($\Sigma R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	1	5	1.00
	2	1	1	1	1	1	5	1.00
	3	1	1	1	1	1	5	1.00
	4	1	0	1	1	1	4	0.80
2	5	1	1	1	1	1	5	1.00
	6	1	1	1	1	1	5	1.00
	7	1	0	1	1	1	4	0.80
	8	1	1	1	1	1	5	1.00
3	9	1	1	1	1	1	5	1.00
	10	1	1	1	1	1	5	1.00
	11	1	1	1	1	1	5	1.00
	12	1	1	1	1	1	5	1.00
4	13	1	1	1	1	1	5	1.00
	14	1	1	1	1	1	5	1.00
	15	1	1	0	1	1	4	0.80
	16	1	1	1	1	1	5	1.00
5	17	1	1	1	1	1	5	1.00
	18	1	1	1	1	1	5	1.00
	19	1	1	1	1	1	5	1.00
	20	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ 29 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC ($\Sigma R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
6	ข้อที่ 21	1	1	1	1	1	5	1.00
	ข้อที่ 22	1	1	1	1	1	5	1.00
	ข้อที่ 23	1	1	1	1	1	5	1.00
	ข้อที่ 24	1	1	0	1	1	4	0.80
7	ข้อที่ 25	1	1	1	1	1	5	1.00
	ข้อที่ 26	1	1	1	1	1	5	1.00
	ข้อที่ 27	1	0	1	1	1	4	0.80
	ข้อที่ 28	1	1	1	1	1	5	1.00
	ข้อที่ 29	1	1	1	1	1	5	1.00
	ข้อที่ 30	1	1	1	1	1	5	1.00

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาชีววิทยา

ตารางที่ 30 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การตอบสนองของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
1	0.59	0.51	16	0.41	0.51
2	0.50	0.34	17	0.66	0.85
3	0.67	0.37	18	0.59	0.51
4	0.26	0.79	19	0.34	0.85
5	0.34	0.85	20	0.50	0.34
6	0.66	0.85	21	0.74	0.79
7	0.26	0.79	22	0.67	0.37
8	0.25	0.21	23	0.50	0.34
9	0.26	0.79	24	0.34	0.85
10	0.41	0.51	25	0.66	0.85
11	0.50	0.34	26	0.26	0.79
12	0.50	0.34	27	0.26	0.79
13	0.50	0.65	28	0.41	0.51
14	0.50	0.34	29	0.66	0.85
15	0.50	0.34	30	0.26	0.79

หมายเหตุ 1 ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

ตารางที่ 31 ค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	p	q	pq
1	0.42	0.58	0.24
2	0.38	0.62	0.24
3	0.50	0.60	0.30
4	0.38	0.62	0.24
5	0.33	0.67	0.22
6	0.58	0.42	0.24
7	0.29	0.71	0.21
8	0.29	0.71	0.21
9	0.33	0.67	0.22
10	0.38	0.62	0.24
11	0.46	0.54	0.25
12	0.50	0.50	0.25
13	0.41	0.58	0.24
14	0.46	0.54	0.25
15	0.50	0.50	0.25
16	0.46	0.54	0.25
17	0.50	0.50	0.25
18	0.62	0.38	0.24
19	0.33	0.67	0.22
20	0.33	0.67	0.22

ตารางที่ 31 (ต่อ)

ข้อ	p	q	pq
21	0.54	0.46	0.25
22	0.50	0.50	0.25
23	0.29	0.71	0.21
24	0.29	0.71	0.21
25	0.58	0.42	0.24
26	0.42	0.58	0.24
27	0.33	0.67	0.22
28	0.25	0.75	0.19
29	0.54	0.46	0.25
30	0.33	0.67	0.22
Σpq			7.03

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนองของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ได้ดังนี้

$$\Sigma pq = 7.03$$

$$\Sigma x = 301$$

$$\Sigma x^2 = 4865$$

$$(\Sigma x)^2 = 90601$$

สูตร

$$\begin{aligned}
 S_r^2 &= \frac{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{24(4,865) - 90,601}{24(24-1)} \\
 &= \frac{116,760 - 90,601}{552} \\
 &= \frac{26,151}{552} \\
 &= 47.38
 \end{aligned}$$

จากสูตร KR - 20

$$\begin{aligned}r_u &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right] \\&= \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{7.03}{47.38} \right] \\&= 1.043 \times 0.85 \\&= 0.88\end{aligned}$$

การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ตารางที่ 32 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (*IOC*) ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการตอบสนองของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	<i>IOC</i> ($\Sigma R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	1	1	1	1	1	5	1.00
3	1	1	0	1	1	4	0.80
4	1	1	1	1	1	5	1.00
5	1	1	1	1	1	5	1.00
6	1	1	1	0	1	4	0.80
7	1	1	1	1	1	5	1.00
8	1	1	1	1	1	5	1.00
9	1	0	1	1	1	4	0.80
10	1	1	1	1	1	5	1.00

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (*IOC*) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D_E) ของแบบวัดมโนทัศน์
ทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 33 ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D_E) ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
เรื่องการตอบสนองของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	P_E	D_E
1	0.32	0.65
2	0.60	0.21
3	0.26	0.28
4	0.72	0.27
5	0.51	0.31
6	0.57	0.35
7	0.45	0.60
8	0.56	0.33
9	0.31	0.29
10	0.67	0.25

หาความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการตอบสนองของพืช
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตร
ของครอนบาค (Cronbach) ดังนี้

$$\begin{aligned}\sum S_i^2 &= 22.18 \\ \sum x &= 487 \\ \sum x^2 &= 11,230 \\ (\sum x)^2 &= 228,484\end{aligned}$$

สูตร

$$\begin{aligned}
 S_t^2 &= \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{24(11,230) - 228,484}{24(24-1)} \\
 &= \frac{269,520 - 228,484}{552} \\
 &= \frac{41,036}{552} \\
 &= 73.34
 \end{aligned}$$

จากสูตร α - Coefficient

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\} \\
 &= \frac{10}{10-1} \left\{ 1 - \frac{22.18}{73.34} \right\} \\
 &= 1.11 \times 0.70 \\
 &= 0.78
 \end{aligned}$$

การวิเคราะห์แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อหาคำดัชนีความสอดคล้องของข้อความที่แสดงถึง
จิตวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ

ตารางที่ 34 คำดัชนีความสอดคล้องของข้อความแต่ละข้อกับคุณลักษณะแต่ละด้าน (IOC)
ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คุณลักษณะ	ข้อความ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC ($\Sigma R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ด้านความ สนใจใฝ่รู้	1	1	1	1	1	1	5	1.00
	2	1	1	1	1	1	5	1.00
	3	1	1	1	1	1	5	1.00
	4	1	1	1	1	1	5	1.00
ด้านความ รับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทนและ เพียรพยายาม	5	1	1	1	1	1	5	1.00
	6	1	1	1	1	1	5	1.00
	7	1	1	1	1	1	5	1.00
	8	1	1	1	1	1	5	1.00
ด้านความมี เหตุผล	9	1	1	1	1	1	5	1.00
	10	1	1	1	1	1	5	1.00
	11	1	1	1	1	1	5	1.00
	12	1	1	1	1	1	5	1.00
ด้านความมี ระเบียบ รอบคอบ	13	1	1	1	1	1	5	1.00
	14	1	1	1	1	1	5	1.00
	15	1	1	1	1	1	5	1.00
	16	1	1	1	1	1	5	1.00
ด้านความ ซื่อสัตย์	17	1	1	1	1	1	5	1.00
	18	1	1	1	1	1	5	1.00
	19	1	1	1	1	1	5	1.00
	20	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ 34 (ต่อ)

คุณลักษณะ	ข้อคำถาม ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC ($\Sigma R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ด้านความ ประหยัด	21	1	1	1	1	1	5	1.00
	22	1	1	1	1	1	5	1.00
	23	1	1	1	1	1	5	1.00
ด้านใจกว้าง ๑	24	1	1	1	1	1	5	1.00
	25	1	1	1	1	1	5	1.00
	26	1	1	1	1	1	5	1.00
	27	1	1	1	1	1	5	1.00
ด้านความ สามารถในการ ทำงานร่วมกับ ผู้อื่นได้	28	1	1	1	1	1	5	1.00
	29	1	1	1	1	1	5	1.00
	30	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ 35 ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy})
1	0.50
2	0.34
3	0.53
4	0.60
5	0.45
6	0.59
7	0.53
8	0.50
9	0.56
10	0.69
11	0.70
12	0.29
13	0.33
14	0.42
15	0.32
16	0.70
17	0.29
18	0.58
19	0.27
20	0.46

ตารางที่ 35 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy})
21	0.56
22	0.40
23	0.39
24	0.53
25	0.37
26	0.26
27	0.22
28	0.53
29	0.46
30	0.56

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5 โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)

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

หาค่าความแปรปรวน จากสูตร $S_i^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$

$$\text{เมื่อ } n = 24$$

$$\sum X = 2,911$$

$$(\sum X)^2 = (2,911)^2 = 8,473,921$$

$$\sum X^2 = 356,635$$

$$\begin{aligned}
 \text{แทนค่า } S_i^2 &= \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{24(356,635) - 8,473,921}{24(24-1)} \\
 &= \frac{8,559,240 - 8,473,921}{552} \\
 &= \frac{85,319}{552} \\
 &= 154.56
 \end{aligned}$$

$$\sum S_i^2 = 19.02$$

$$n = 30$$

จากสูตร α - Coefficient

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_i^2} \right] \\
 &= \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{19.02}{154.56} \right] \\
 &= 1.034 \times 0.85 \\
 &= 0.91
 \end{aligned}$$

ตารางที่ 36 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ความแตกต่างของ คะแนน (D)	D^2
1	6	27	21	441
2	10	23	13	169
3	7	23	16	256
4	6	18	12	144
5	7	22	15	225
6	7	24	17	289
7	9	22	13	169
8	11	22	11	121
9	13	23	10	100
10	6	24	18	324
11	6	18	12	144
12	7	22	15	225
13	7	19	12	144
14	8	23	15	225
15	7	23	16	256
16	9	21	12	144
17	3	21	18	324
18	2	16	14	196
19	6	24	18	324
20	9	24	15	225

ตารางที่ 36 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ความแตกต่างของ คะแนน (D)	D^2
21	8	18	10	100
22	10	19	9	81
23	7	23	16	256
24	10	25	15	225
Σ	181	524	343	5,107
\bar{X}	7.54	21.83		
SD	2.40	2.63		

การคำนวณหาค่า t-test ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 posttest	21.8333	24	2.63202	.53726
Pair 1 pretest	7.5417	24	2.39527	.48893

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 posttest & pretest	24	.298	.158

Paired Samples Test

	Paired Differences		
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 posttest - pretest	14.29167	2.98517	.60934

Paired Samples Test

	Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
	95% Confidence Interval of the Difference				
	Lower	Upper			
Pair 1 posttest - pretest	13.03114	15.55219	23.454	23	.000

การคำนวณหาค่า t-test ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 40) ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 70 (คะแนน 28) โดยใช้

โปรแกรม SPSS for Windows

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
posttest	24	31.1250	3.06895	.62645

One-Sample Test

	Test Value = 28					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
posttest	4.988	23	.000	3.12500	1.8291	4.4209

ภาคผนวก ค

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 เรื่องการตอบสนองของพืช
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
3. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
4. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

(ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้)

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ รายวิชา ภายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของพืช
รหัสวิชา ว30264 ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557
ชื่อหน่วย การตอบสนองของพืช เวลา 2 คาบ (100 นาที)
เรื่อง การตอบสนองของพืชต่อสารควบคุมการเจริญเติบโต (ออกซินและจิบเบอเรลลิน)
ผู้สอน นางสาวพิจิตรา ศรีพัฒยศ

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. ผลการเรียนรู้

1. สำรวจ อธิบาย อภิปราย วิเคราะห์ การตอบสนองของพืชต่อสารควบคุมการเจริญเติบโต ปัจจัยทั้งภายนอกและภายในที่มีผลต่อการตอบสนองของพืชที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต ประโยชน์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ในทางการเกษตร
2. นักเรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสำรวจตรวจสอบโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้
3. นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

3. สาระสำคัญ

พืชมีการตอบสนองต่อสารควบคุมการเจริญเติบโต สารควบคุมการเจริญเติบโตมีทั้งสารที่พืชสร้างได้เองคือฮอร์โมน และสารเคมีสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายฮอร์โมนพืช ฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นมีหลายชนิด เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน ไซโทไคนิน เอทิลีน กรดแอบไซซิก ปัจจุบันมีการนำความรู้เกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมาใช้ในการเกษตรกรรมหลายอย่าง เช่น ใช้เร่งราก เร่งการออกดอก และใช้เป็นยาปราบศัตรูพืช

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

- ด้านความรู้ (Knowledge: K)

1. สามารถอธิบายสมบัติและการตอบสนองของพืชต่อออกซินและจิบเบอเรลลินได้
2. สามารถอธิบายประโยชน์ของออกซินและจิบเบอเรลลินต่อพืชในทางการเกษตรได้

- ด้านทักษะกระบวนการ (Process: P)

1. นักเรียนมีกระบวนการคิดและจำแนกประเภทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชได้
2. นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มเพื่อตอบคำถามและร่วมกันอภิปรายคำถามได้

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude: A)

1. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้
2. มีความซื่อสัตย์สุจริต
3. มีความใจกว้าง
4. มีความมีเหตุผล
5. มีความรับผิดชอบ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการทำงานเป็นทีม
2. ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

6. สาระการเรียนรู้

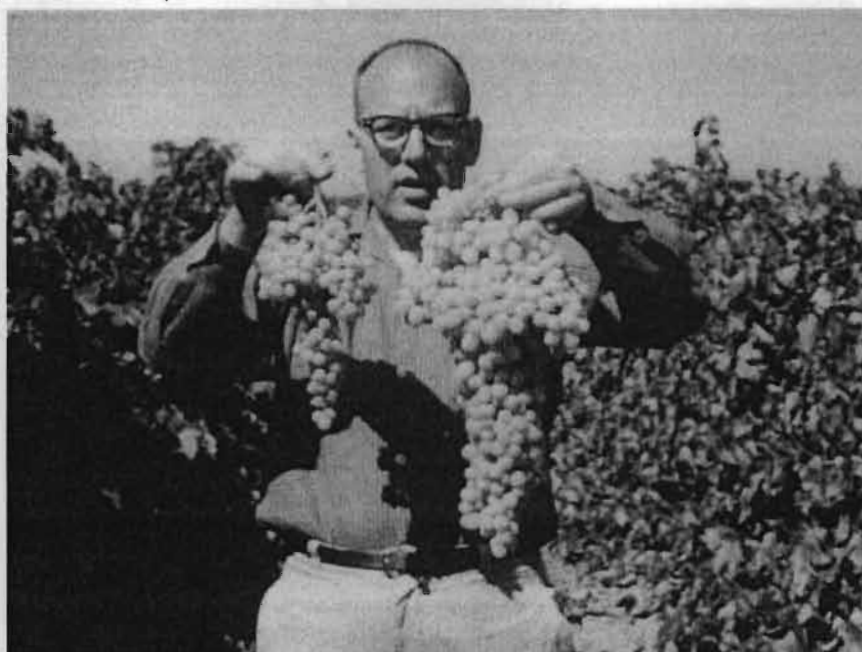
ออกซิน มีอิทธิพลหลายอย่างต่อพืช เช่น ทำให้ยอดพืชโค้งงอเข้าหาแสง นอกจากนี้ยังยับยั้งการเจริญของตาข้าง เร่งการเจริญของราก ชะลอการหลุดร่วงของใบ และพัฒนารังไข่เป็นผลโดยไม่ต้องได้รับการผสม

จิบเบอเรลลิน กระตุ้นการแบ่งเซลล์ และขยายขนาดตามยาวของเซลล์บริเวณปล้อง กระตุ้นการงอกของเมล็ด กระตุ้นการออกดอกของพืชบางชนิดและพัฒนารังไข่เป็นผลโดยไม่ต้องได้รับการผสม

7. การจัดกระบวนการเรียนรู้ ใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิกซอว์ 2

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) : 5 นาที

- ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับขนาดขององุ่นในภาพที่เห็นว่าต่างกันอย่างใด เพราะเหตุใด



คำถาม : ทำไมองุ่นทั้งสองพวง จึงแตกต่างกัน

แนวการตอบ : เป็นเพราะ ได้รับปุ๋ย หรือ ปลูกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) : 5 นาที

- ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยร่วมอภิปรายกับนักเรียนถึงเรื่องการเจริญเติบโตของพืช

คำถาม: นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องอีกหรือไม่

แนวการตอบ: มี ฮอว์โมนพืช หรือที่เรียกว่า สารควบคุมการเจริญเติบโต

- ครูสร้างความสนใจ โดยใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบ

คำถาม 1: พืชเอนเข้าหาแสง เพราะว่าพืชต้องการแสงใช่หรือไม่ เพราะอะไร

คำถาม 2: สาเหตุที่ทำให้ต้นข้าวสูงผิดปกติ คืออะไร

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) : 60 นาที

- ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียน จำนวน 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะต้องละเพศ
 ละความสามารถ โดยกลุ่มนี้จะเรียก “กลุ่มบ้าน” ให้นักเรียนตั้งชื่อกลุ่มของตนเอง

- ครูบอกกติกาในการเรียน

ขั้นแรก ให้นักเรียนจับสลากกันภายในกลุ่ม โดยในสลากจะมีเลข 1 ถึง 4

ขั้นที่สอง

ผู้ที่ได้หมายเลข 1 จะต้องทำการศึกษา เรื่อง ฮอร์โมน ออกซิน (Auxin)

ผู้ที่ได้หมายเลข 2 จะต้องทำการศึกษา เรื่อง ผลของฮอร์โมนออกซิน

ผู้ที่ได้หมายเลข 3 จะต้องทำการศึกษา เรื่อง ฮอร์โมน จิบเบอเรลลิน (Gibberellin)

ผู้ที่ได้หมายเลข 4 จะต้องทำการศึกษา เรื่อง ผลของฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน

ขั้นที่สาม แต่ละหมายเลขจะต้องแยกย้ายไปหา “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ” ที่จับได้หมายเลข
 เดียวกัน โดยภายในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องร่วมกัน ศึกษาและอภิปรายเกี่ยวกับหัวข้อที่ตนเองได้รับ
 มอบหมาย (ใช้เวลา 20 นาที)

ขั้นที่สี่ เมื่อหมดเวลาแล้วให้แยกย้ายกันกลับกลุ่มบ้านของตัวเอง แล้วนำเสนอหัวข้อ
 ที่ตนเองรับผิดชอบให้สมาชิกภายในกลุ่มฟัง (ใช้เวลา 30 นาที)

- จากนั้นให้สมาชิกภายใน “กลุ่มบ้าน” ร่วมกันสรุปข้อมูลและเขียนเป็นแผนผังมโนทัศน์
 เกี่ยวกับความรู้ที่ได้รับ

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase) : 20 นาที

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าหน้าชั้นเรียน
 โดยครูจะสุ่มหัวข้อที่ให้นำเสนอเอง

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้ที่ได้เกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโต
 ของพืช

5. ขั้นขยายความคิด (Elaboration Phase) : 5 นาที

- ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

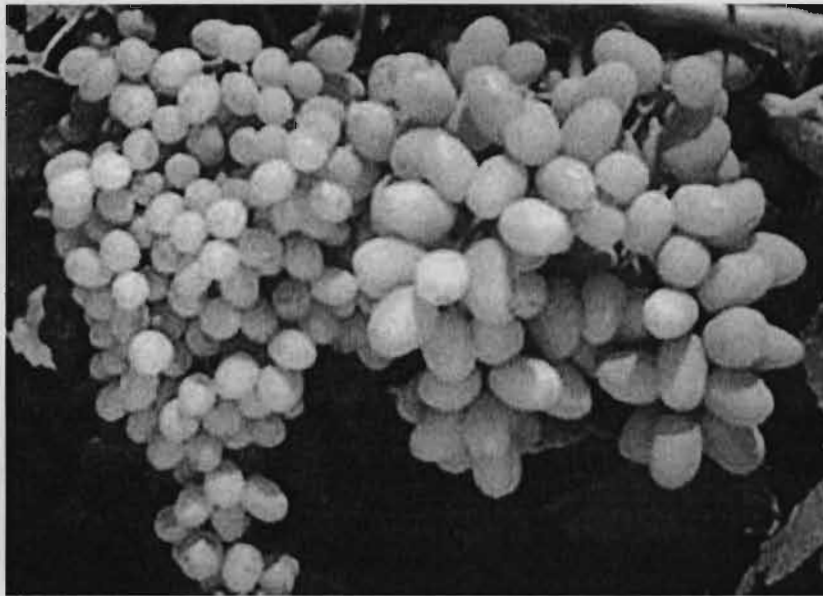
- ให้นักเรียนทำแบบทดสอบเพื่อให้เกิดความเข้าใจ ซึ่งคะแนนที่ได้จากการทำ
 แบบทดสอบนี้ จะเป็นคะแนนของกลุ่ม

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) : 5 นาที

- ประเมินการจากการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน
- ประเมินจากใบงาน เรื่อง สอร์โมนออกซินและจิบเบอเรลลิน
- ประเมินจากแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม/ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) : 5 นาที

- นักเรียนร่วมกันพิจารณารูปภาพ



ที่มา: http://www.worldvision.or.th/tx_activities_organicveggie.html

คำถาม: จากภาพ นักเรียนคิดว่าการนำฮอร์โมนมาใช้ในการเกษตรอย่างไร

แนวคำตอบ: ใช้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินเพื่อให้องุ่นมีลูกขนาดใหญ่ ช่อโปร่งจึงได้ผลผลิตที่ดี

8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

สื่อและอุปกรณ์

1. หนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 4 ของ สสวท.
2. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา ว30264
3. สื่อ power point เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช
4. ใบความรู้ เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

9. การวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือการวัด	เกณฑ์การวัด
ด้านความรู้ 1. สามารถอธิบายสมบัติและการตอบสนองของพีชต์ออกซิเจนและจิบเบอเรลลินได้ 2. สามารถอธิบายประโยชน์ของออกซิเจนและจิบเบอเรลลินในทางการเกษตร	- การตอบคำถาม - ตรวจแบบทดสอบ	- ข้อคำถาม - แบบทดสอบ	นักเรียนตอบคำถามและแบบทดสอบได้ไม่ต่ำกว่า 80%
ด้านทักษะกระบวนการ 1. นักเรียนมีกระบวนการคิดและการจำแนกประเภทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชได้ 2. นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มเพื่อตอบคำถามและร่วมกันอภิปรายคำถามได้	- บันทึกลงในแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์/ทักษะการทำงานกลุ่มได้ไม่ต่ำกว่า 80%
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ 2. มีความซื่อสัตย์สุจริต 3. มีความใจกว้าง 4. มีความมีเหตุผล 5. มีความรับผิดชอบ	- การสังเกตพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- แบบประเมินการสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน	- คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนอยู่ในระดับดี

10. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

11. บันทึกหลังการสอน

- เวลาที่ใช้ในการศึกษาข้อมูลของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ น้อยเกินไป ทำให้นักเรียนยังไม่สามารถศึกษาเนื้อหาได้ครบถ้วน จึงต้องเพิ่มเวลาในการศึกษาอีก 10 นาที ทำให้กิจกรรมอื่นจะต้องใช้เวลาน้อยลง
- ในการประเมินผล เนื่องจากเหลือเวลาน้อย ครูผู้สอนจึงไม่ได้ทำการตรวจด้วยตนเอง แต่ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกับเพื่อนต่างกลุ่มตรวจ
- การทำกิจกรรมกลุ่มแบบนี้พบว่านักเรียนที่อยู่ในกลุ่มอ่อน มีความกระตือรือร้นสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น

ลงชื่อ.....

(นางสาวพิจิตรา ศรีพัคยศ)

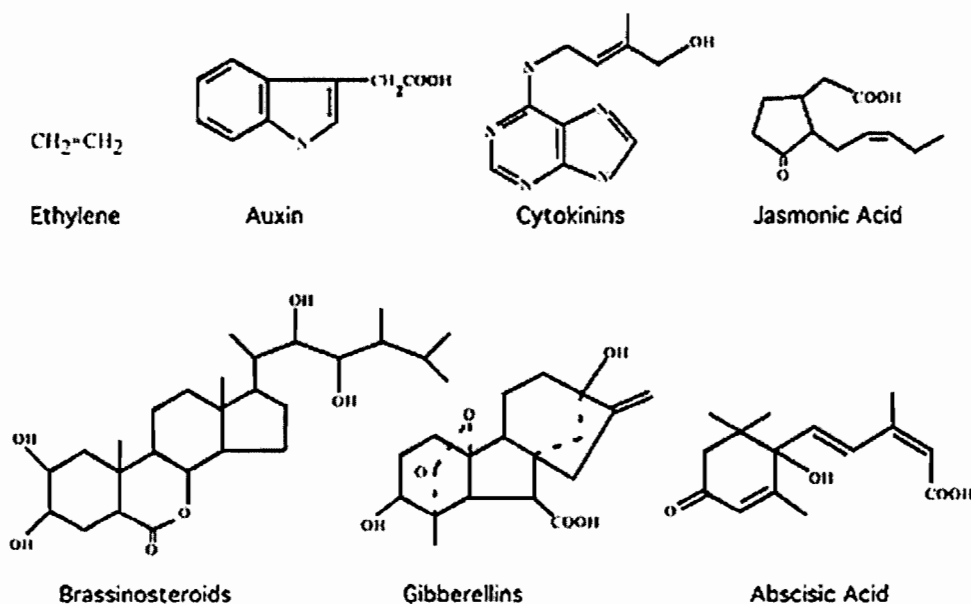
ครูผู้สอน

ใบความรู้ การตอบสนองของพืช เรื่อง ฮอโมนอกซิน

พืชมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าทั้งที่เป็นสิ่งเร้าภายใน เช่น ฮอโมน หรือสิ่งเร้าภายนอก เช่น น้ำ แร่ธาตุ แสง อุณหภูมิ แรงดึงดูดโลก สิ่งสัมผัส และแรงสั่นสะเทือน เป็นต้น การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชอาจเกิดในรูปแบบของการเติบโตหรือการเคลื่อนไหว

ฮอโมนพืช (Phytohormone)

ในพืชไม่มีระบบประสาทและระบบหมุนเวียนเลือด แต่สังเคราะห์ฮอโมนได้ ฮอโมนพืชแตกต่างจากฮอโมนสัตว์ที่ไม่มีชนิดใดเป็นโปรตีนเลย และจะถูกทำลายจากแหล่งสร้างไปส่วนต่าง ๆ เพื่อควบคุมกระบวนการทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโตและพัฒนาไม่ว่าจะเป็นส่วนของดอก ผล ราก ใบ และเมล็ด



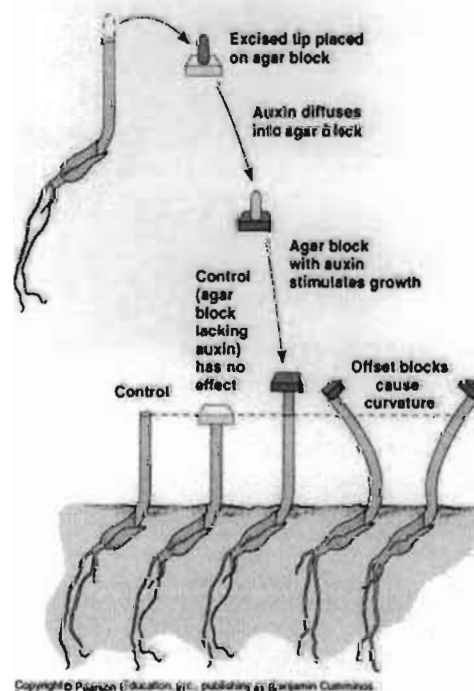
โครงสร้างโมเลกุลของฮอโมนพืช (Phytohormone) 7 ชนิด

คือ เอทิลีน ออกซิน ไซโทไคนิน กรดจัสโมนิก บราสซิโนไลด์ จิบเบอเรลลิน และกรดแอบไซซิก

พืชมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้แต่ไม่ชัดเจนเท่าในสัตว์ เช่น การตอบสนองต่อแสงของปลายยอดพืช โดยการโค้งเข้าหาแสงนั้นก็ยังมีข้อสงสัยกันว่า เฉพาะแสงเท่านั้นหรือไม่ ที่ทำให้ปลายยอดพืชโค้งเข้าหาแสง

ปลายยอดที่ถูกตัดมีการตอบสนองต่อแสงสว่างแตกต่างกันมาก จากการศึกษาสรีรวิทยาของพืชโดยละเอียดต่อมา ทำให้ทราบว่าที่ปลายยอดของพืชสร้างสารเคมีบางชนิด ซึ่งมีสมบัติกระตุ้นการยืดตัวของเซลล์ การทำงานของสารนี้ตอบสนองต่อสิ่งเร้าจากภายนอก เช่น แสง อุณหภูมิ เป็นต้น สารเคมีดังกล่าวเป็นฮอร์โมนชนิดหนึ่ง ซึ่งผลของฮอร์โมนนี้เองที่ทำให้พืชเจริญเข้าหาแสงสว่าง หรือเจริญหนีจากแสงสว่าง

ปี ค.ศ.1926 ฟริตส์ เวนต์ (Frits Went) นักพฤกษศาสตร์ชาวเนเธอร์แลนด์ได้ทดลองตัดเยื่อหุ้มยอดอ่อน (Coleoptile) ของต้นกล้าข้าวโอ๊ต นำไปวางบนวุ้นที่ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ สักครู่หนึ่ง แล้วนำชิ้นวุ้นไปวางลงบนต้นกล้าอีกต้นหนึ่งที่ตัดเยื่อหุ้มยอดอ่อนออกไปแล้วจากผลงานของเวนต์และนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่น ๆ ในเวลาต่อมา ทำให้ทราบว่าสารที่ปลายยอดและปลายรากของพืชนั้นมีสารเคมีเป็นตัวควบคุม สารเคมีดังกล่าวคือ กรดอินโดลอะซีติก (Indole acetic acid) เรียกย่อๆ ว่า IAA หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า ออกซิน (Auxin) เป็นฮอร์โมนชนิดหนึ่งของพืช โดยธรรมชาติพืชสามารถสร้างสารเคมีได้หลายชนิด สารเหล่านี้พืชจะสร้างในปริมาณไม่มากนัก และจะลำเลียงไปตามเนื้อเยื่อต่างๆ ของพืช เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อ นักวิทยาศาสตร์เรียกสารที่พืชสร้างขึ้นมานี้ว่า ฮอร์โมนพืช (Plant hormone) ซึ่งได้แก่ ออกซิน จิบเบอเรลลิน (Gibberellin) ไซโตไคนิน (Cytokinin) เอทิลิน (Ethylene) และ กรดแอบไซซิก (Abscisic acid)

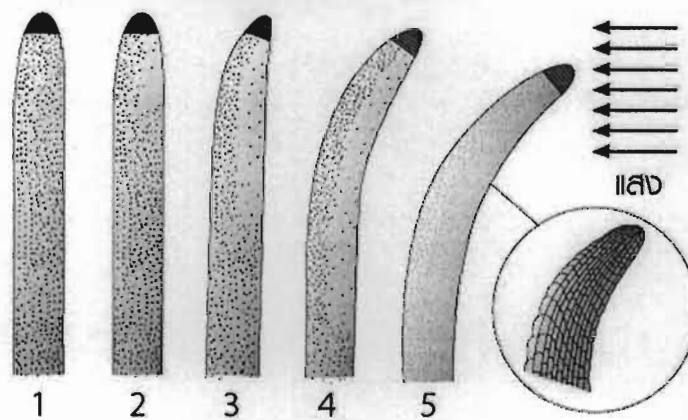


ภาพแสดงการทดลองของ ฟริตส์ เวนต์

ออกซิน (Auxin)

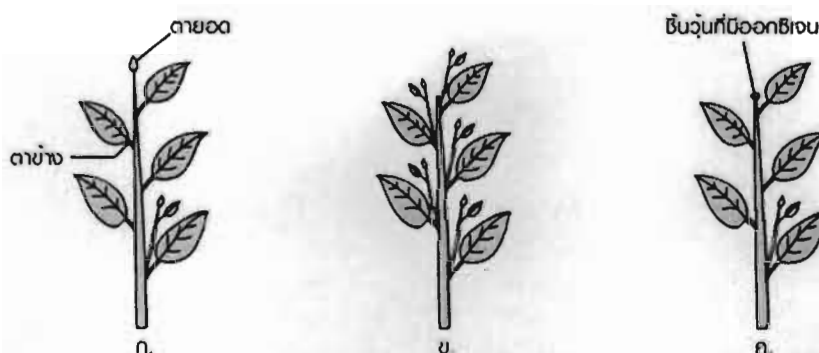
เป็นฮอร์โมนที่พืชสร้างจากกลุ่มเซลล์เนื้อเยื่อบริเวณเนื้อเยื่อเจริญบริเวณยอดอ่อนและรากอ่อนและแพร่ไปยังเซลล์ส่วนอื่นที่ต้องการใช้ฮอร์โมนนี้ โดยจะไปกระตุ้นเซลล์ให้เจริญขยายขนาดขึ้นทำให้พืชเจริญเติบโต การทำงานของออกซินขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าต่าง ๆ เช่น แสง อุณหภูมิ แรงดึงดูดของโลก สิ่งสัมผัสอื่น ๆ

การโค้งงอของยอดอ่อนของพืชเข้าหาแสงสว่าง เป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้าคือ แสง แสงจะกระตุ้นให้ออกซินแพร่กระจายจากเซลล์ด้านที่ถูกแสงไปยังเซลล์ด้านที่ถูกแสงน้อย ทำให้เซลล์ด้านนี้มีปริมาณของออกซินมาก ออกซินจะกระตุ้นเซลล์ยอดอ่อนของพืชให้เจริญขยายตัวมากกว่าด้านที่ถูกแสงปลายยอดจึงเจริญโค้งเข้าหาแสง



ส่วนที่ปลายรากออกซินจะถูกสร้างขึ้นในปริมาณที่น้อยกว่าปลายยอด ออกซินที่ปลายรากยังคงเคลื่อนย้ายหนีแสง แต่การตอบสนองของเซลล์ที่ปลายรากจะตรงข้ามกับเซลล์บริเวณปลายยอด โดยเซลล์ด้านที่รับแสงน้อยจะมีออกซินสะสมอยู่มาก ปริมาณของออกซินนี้จะไปยับยั้งการเจริญของเซลล์ ขณะเดียวกันด้านที่รับแสงมากจะมีออกซินสะสมอยู่น้อยกว่า เซลล์จึงเจริญและขยายตัวได้มากกว่า เกิดการโค้งงอของปลายรากในลักษณะหนีแสง

ต่อมาได้มีผู้ทดลองเกี่ยวกับอิทธิพลของฮอร์โมนออกซินต่อการเจริญของตาข้าง โดยตัดยอดของพืชชนิดหนึ่งออก ในเวลาต่อมาพบว่าตาข้างของพืชจะแตกแขนงเป็นยอดออกดอกมา แต่ถ้าตัดยอดแล้วนำวุ้นที่มีออกซินมาวางที่ปลายยอดที่ตัด พบว่า ตาข้างจะไม่เจริญ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับต้นที่ไม่ตัดยอด



แสดงการทดลองตัดยอดของพืช

ก. ต้นที่เจริญตามปกติ

ข. ต้นที่ตัดยอดออก ตาข้างเจริญดี

ค. ต้นที่ตัดยอดออกแล้วนำชิ้นไม้ที่มีออกซิเจนมาวางไว้

ปลายยอดนั้นจะสร้างออกซิน เมื่อตัดปลายยอดออกการสร้างออกซินจะน้อยลง จะทำให้ตาข้างเจริญ ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้ทำการศึกษาถึงความเข้มข้นของออกซินในระดับต่าง ๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของราก ตา และลำต้น

จะเห็นว่า ถ้าออกซินมีความเข้มข้นมากจะยับยั้งการเจริญของตา จากการศึกษาต่อมาพบว่า เมื่อปลายยอดสร้างออกซิน ออกซินจะถูกลำเลียงมาทางด้านล่าง และจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของตาข้าง และเมื่อยอดถูกตัดออกไป ตาข้างจึงจะเจริญได้ดีและเมื่อตาข้างเจริญเป็นยอดก็จะสร้างออกซินได้อีก และจะลำเลียงไปยับยั้งการเจริญของตาข้างที่อยู่ด้านล่างถัดลงมา

นอกจากนี้ยังพบว่า ออกซินยังมีบทบาทสำคัญต่อสรีรวิทยาหลายอย่างของพืช เช่น การเจริญเป็นผล โดยที่เซลล์ใ้ภายในรังไข่ไม่ได้รับการผสม ทำให้ได้ผลไม้ที่ไม่มีเมล็ด การชะลอการหลุดร่วงของใบ การเจริญของตาข้างเมื่อตัดยอดพืชทำให้ต้นไม้เจริญทางด้านข้างเป็นพุ่ม นอกจากนี้ออกซินยังควบคุมการออกดอกของพืชบางชนิดด้วย ออกซินนอกจากจะมีผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชแล้ว ยังพบว่า ถ้ามีออกซินมากเกินไปจะมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชได้เช่นกัน

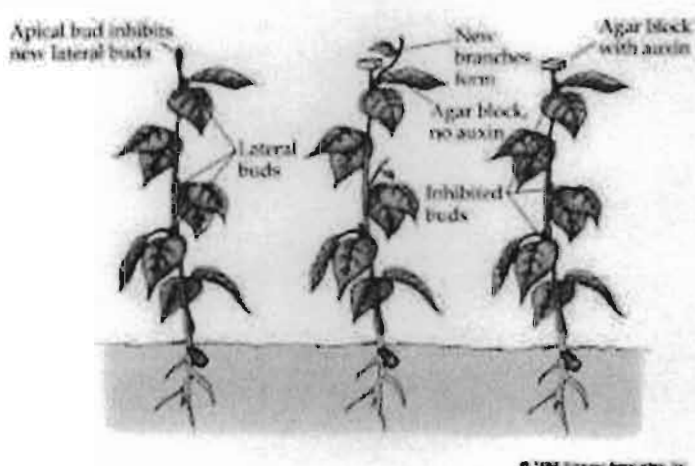
ปัจจุบัน มีการศึกษาเกี่ยวกับออกซินกันอย่างกว้างขวาง และพบว่า สารออกซินชนิดแรก ที่ค้นพบ คือ IAA ซึ่งเป็นสารที่พืชสร้างขึ้นเอง และสามารถสังเคราะห์สารต่างๆ ที่คล้ายออกซินเพื่อใช้ประโยชน์ในการเกษตร ซึ่งมีอยู่หลายชนิด เช่น IBA (Indole butyric acid) NAA (Naphthalene acetic acid) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการเร่งรากของกิ่งตอนหรือกิ่งปักชำ ช่วยในการเปลี่ยนเพศของดอกไม้บางชนิด ช่วยให้ติดขุ่นได้มากขึ้น ป้องกันการร่วงของผล

ใบความรู้ การตอบสนองของพืช เรื่อง ผลของฮอร์โมนออกซิน

หน้าที่ของออกซิน

1. ทำให้เกิดการเติบโตในเนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic growth) กระตุ้นให้เกิดการแบ่งเซลล์แบบ Mitosis

2. ทำให้เซลล์ยืดขยายตัวในแนวยาว (Cell elongation) ซึ่งจะพบในลำต้น ใบ และผนังของรังไข่ โดยทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ (Plasma membrane) ยอมให้ H^+ ออกจากเซลล์ และไปกระตุ้น Enzyme ในเซลล์ทำให้ Cellulose fibers บริเวณผนังเซลล์ (Cell wall) ที่พันกันแน่นคลายตัวออก ขณะที่น้ำเข้าสู่เซลล์ เซลล์จะขยายตัวดันให้ผนังเซลล์ยืดออก การขยายตัวของผนังเซลล์เริ่มเกิดหลังจากได้รับ ออกซิน ครึ่งชั่วโมง ต่อจากนั้น ออกซินจะกระตุ้นให้เกิดการเติบโตต่อไป โดยเร่งการสร้างโปรตีนที่จำเป็นในการเติบโต



3. ไปยับยั้งการเติบโตของตาข้าง (Lateral bud) ซึ่งเป็นผลจากการควบคุมของ Auxin ที่สร้างขึ้นที่ตายอด ดังนั้นถ้าตัดยอดทิ้ง ตาข้างจะงอกเจริญแผ่ออกมาทำให้พืชเติบโตไปทางด้านข้าง

4. ไปชักนำให้พืชสร้าง Secondary xylem เพิ่มขึ้นเพื่อตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกที่มารบกวน เช่น ลม การเพิ่ม Secondary xylem ทำให้ต้นไม้มีขนาดใหญ่และแข็งแรงเพียงพอที่จะต้านลมได้

5. ชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อของดอก ตรงส่วนที่ทำหน้าที่สืบพันธุ์ โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนเพศของดอกในพืชบางชนิด ตัวอย่างเช่น ใช้ NAA ฉีดพ่นดอกตัวเมียขณะยังอ่อนอยู่ของพืชพวกเงาะจะทำให้เปลี่ยนไปเป็นดอกตัวผู้ หรือฉีดพ่นดอกอ่อนของฟักทอง แตงกวา จะทำให้เกิดดอกตัวเมียเพิ่มขึ้น

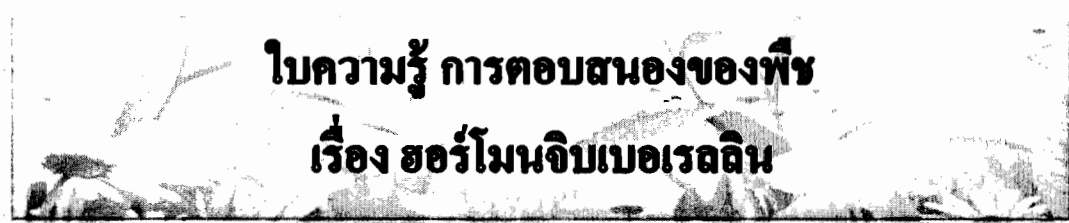
6. ป้องกันไม่ให้ ใบ ดอก และผลที่ยังเจริญยังไม่เต็มที่ (Prematurely) หลุดร่วง

7. กระตุ้นให้เกิดรากใหม่ เมื่อใช้ ออกซินที่มีความเข้มข้นต่ำ และใช้กับกิ่งปักชำ เพื่อเร่งให้เกิดราก แต่ถ้าออกซินมีความเข้มข้นสูงจะไปยับยั้งการเจริญของราก โดยไปยับยั้งการขยายตัวตามแนวยาวของเซลล์ราก

8. ออกซินที่มีความเข้มข้นสูง (High concentration) จะส่งเสริมให้พืชสร้าง Ethylene และฮอร์โมนพืชตัวอื่น ๆ

9. สารกำจัดวัชพืช ออกซินในความเข้มข้นสูง จะยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช เช่น 2, 4-D ความเข้มข้นสูง นิยมใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชใบกว้าง

10. ออกซินกระตุ้นการเจริญเป็นผล โดยที่เซลล์ไข่ภายในรังไข่ไม่ได้รับการผสม (Parthenocarpic fruit) ทำให้ได้ผลที่ไม่มีเมล็ด



จิบเบอเรลลิน (Gibberellin)

การค้นพบกลุ่มของฮอร์โมนพืชที่ปัจจุบันเรียกว่าจิบเบอเรลลินนั้น เกิดประมาณ ปี 1920 เมื่อ Kurosawa นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น ศึกษาในต้นข้าวที่เป็นโรค *Bakanae* หรือโรคข้าวตัวผู้ ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Gibberella fujikuroi* หรือ *Fusarium moniliforme* ซึ่งทำให้ต้นข้าวมีลักษณะสูงกว่าต้นข้าวปกติ ทำให้ล้มง่าย จากการศึกษาพบว่า ถ้าเลี้ยงเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวแล้ว กรองเอาเชื้อราออกไปเหลือแต่อาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่อนำไปรดต้นข้าวจะทำให้ต้นข้าวเป็นโรคได้ จึงเป็นที่แน่ชัดว่า เชื้อราชนิดนี้สามารถสร้างสารบางชนิดขึ้นในต้นพืชหรือในอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งกระตุ้นให้ต้นข้าวเกิดการสูงผิดปกติได้ ในปี 1939 ได้มีผู้ตั้งชื่อสารนี้ว่าจิบเบอเรลลิน การค้นพบจิบเบอเรลลิน เกิดขึ้นในช่วงเดียวกับที่พบออกซิน การศึกษาส่วนใหญ่จึงเน้นไปทางออกซิน ส่วนการศึกษาจิบเบอเรลลินในช่วงแรกจะเป็นไปในแง่ของโรคพืช ในการศึกษาขั้นแรกค่อนข้างยากเพราะมักจะมีกรดฟิวซาริก (Fusaric acid) ปะปนอยู่ซึ่งเป็นสารระงับการเจริญเติบโต ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและส่วนประกอบทางเคมีของจิบเบอเรลลินนั้น ได้รับการศึกษาในปี 1954 โดยนักเคมีชาวอังกฤษซึ่งสามารถแยกสารบริสุทธิ์จากอาหารเลี้ยงเชื้อรา *Gibberella fujikuroi* และเรียกสารนี้ว่ากรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic acid)

การให้กรดจิบเบอเรลลิกกับพืชที่สมบูรณ์ทั้งต้น จะเร่งให้เกิดการยืดตัวเพิ่มขึ้นของลำต้น และใบอย่างผิดปกติ การตอบสนองจะปรากฏเด่นชัดเมื่อให้กรดนี้กับพืชที่เตี้ยแคระ โดยพันธุกรรม เพราะจะกระตุ้นให้พืชเหล่านี้เจริญสูงตามปกติ กรดจิบเบอเรลลิกที่พบในอาหารเลี้ยงเชื้อรานั้น มีโครงสร้างทางเคมี และกิจกรรมทางชีววิทยาเหมือนกับกรดจิบเบอเรลลิกในพืชปกติทุก ๆ ชนิด (พืชปกติหมายถึงพืชที่ไม่เป็นโรค) มีสารประกอบประเภทนี้จำนวนมากที่แยกเป็นสารบริสุทธิ์ได้จากพืชชั้นสูง ในปัจจุบันมีจิบเบอเรลลินซึ่งเป็นชื่อเรียกทั่ว ๆ ไปของสารประกอบประเภทนี้ ประมาณไม่น้อยกว่า 80 ชนิด ชื่อเรียกสารประกอบชนิดนี้จะตั้งชื่อดังนี้ คือ Gibberellins A1 (GA1), A2, A3 เป็นต้น โดยที่กรดจิบเบอเรลลิก คือ GA3

ใบความรู้ การตอบสนองของพืช เรื่อง ผลของฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน

บทบาทหน้าที่ของจิบเบอเรลลิน

1. กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้น จิบเบอเรลลินมีคุณสมบัติพิเศษ ซึ่งสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้นได้โดยทำให้เกิดการยืดตัวของเซลล์ ซึ่งผลนี้จะต่างจากออกซิน ซึ่งสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนของพืชได้ พืชบางชนิดอาจจะไม่ตอบสนองต่อจิบเบอเรลลิน อาจจะเป็นเพราะว่าในพืชชนิดนั้นมีปริมาณจิบเบอเรลลินเพียงพอแล้ว จิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นการยืดยาวของช่อดอกไม้บางชนิดและทำให้ผลไม้มีรูปร่างยาวออกมา เช่น องุ่น และแอปเปิล

กะหล่ำปลีซึ่งเจริญในลักษณะต้นเตี้ยเป็นพุ่ม (Rosette) มีปล้องสั้นมาก เมื่อให้ GA3 กับต้นกะหล่ำปลีดังกล่าวจะทำให้สูงขึ้นถึง 2 เมตรได้ ถั่วพุ่มที่ได้รับ GA จะกลายเป็นถั่วเลื้อยได้ พืชซึ่งมีต้นเตี้ยทางพันธุกรรม เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่ว แตงกวาและแตงโมสามารถแสดงลักษณะปกติได้เมื่อได้รับ GA3 ในข้าวโพดแคระนั้นพบว่าความผิดปกติเกิดจากยีนส์ควบคุม ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับวิถีในการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน ส่วนข้าวโพดปกติหากได้รับจิบเบอเรลลินจะไม่สามารถสูงขึ้นได้อีก ดังนั้นในกรณีข้าวโพดแคระเกิดจากมีปริมาณจิบเบอเรลลินในต้นน้อยเกินไป แต่อาการแคระของพืชบางชนิด เช่น Japanese morning glory พบว่ามีจิบเบอเรลลินมากพอแล้ว แต่เมื่อได้รับจิบเบอเรลลินเพิ่มก็จะสูงขึ้นได้ ในกรณีนี้อาจจะเป็นเพราะในต้นมีปริมาณของสารระงับการเจริญเติบโตอยู่สูง



ผลของจิบเบอเรลลินที่มีต่อการเจริญเติบโตของกะหล่ำปลี

2. กระตุ้นการงอกของเมล็ดที่ปักชำและตาที่ปักชำ ตาของพืชหลายชนิดที่เจริญอยู่ในเขตอบอุ่นจะปักชำในฤดูหนาว เมล็ดของพืชหลายชนิดมีพฤติกรรมเช่นนี้ด้วย ซึ่งการปักชำจะลดลงจนหมดไป เมื่อได้รับความเย็นเพียงพอ การปักชำของเมล็ดและตา อันเนื่องมาจากต้องการอุณหภูมิที่ต่ำวันยาว และต้องการแสงสีแดงจะหมดไปเมื่อได้รับจิบเบอเรลลิน

3. การแทงช่อดอก การออกดอกของพืชเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุ และสภาพแวดล้อม จิบเบอเรลลินสามารถแทนความต้องการวันยาวในพืชบางชนิดได้ และยังสามารถทดแทนความต้องการอุณหภูมิที่ต่ำ (Vernalization) ในพืชพวกกะหล่ำปลี และแครอท

4. จิบเบอเรลลิน สามารถกระตุ้นการเคลื่อนที่ของอาหารในเซลล์สะสมอาหาร หลังจากที่มีเมล็ดงอกแล้ว เพราะรากและยอดที่ยังอ่อนตัวเริ่มใช้อาหาร เช่น ไขมัน แป้ง และโปรตีน จากเซลล์สะสมอาหาร จิบเบอเรลลินจะกระตุ้นให้มีการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็ก เช่น ซูโครสและกรดอะมิโน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เอนไซม์หลายชนิดดังกล่าวข้างต้น

5. กระตุ้นให้เกิดผลแบบ Parthenocarpic ในพืชบางชนิด เปลี่ยนรูปร่างของใบพืชบางชนิด เช่น English ivy และทำให้พืชพัฒนาการเพื่อทนความเย็นได้

6. พืชที่มีดอกตัวผู้และตัวเมียแยกกันไม่ว่าจะต้นเดียวกัน หรือแยกต้นก็ตามจิบเบอเรลลินสามารถเปลี่ยนเพศของดอกได้ จิบเบอเรลลินมักเร่งให้เกิดดอกตัวผู้ ส่วนออกซิน เอทิลีน และไซโตไคนิน มักจะเร่งให้เกิดดอกตัวเมีย ในแตงกวาดอกกลาง ๆ มักเป็นดอกตัวผู้และดอกบนเป็นดอกตัวเมีย การให้สารอีธิฟอนจะเร่งให้เกิดดอกตัวเมียขึ้น

ใบงาน เรื่อง ออกซินและจิบเบอเรลลิน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดเป็น ลักษณะของฮอร์โมนพืช ที่ถูกต้อง
 - ก. มีต่อมสำหรับหลั่งฮอร์โมน
 - ข. พืชผลิตเองได้ในปริมาณมาก
 - ค. ช่วยกำหนดรูปร่างทรงของพืช
 - ง. ไม่มีประโยชน์สำหรับพืชแต่มีประโยชน์สำหรับสัตว์
2. ออกซิน สร้างที่บริเวณ.....
 - ก. ใบแก่
 - ข. ยอดอ่อน
 - ค. รากพุ่มอน
 - ง. ลำต้นใต้ดิน
3. ออกซิน ช่วยให้เกิดผลแบบ
 - ก. Freshy fruit
 - ข. False fruit
 - ค. Parthenocarpic friut
 - ง. True fruit
4. Apical dominance คืออะไร
 - ก. การชะลอการร่วงของใบ
 - ข. การชะลอการหลุดร่วงของใบ
 - ค. เกิดการแบ่งเซลล์
 - ง. ยับยั้งการเจริญของตาข้าง
5. ลำดับการตอบสนองต่อความเข้มข้นของออกซินจากน้อยไปหามากของเนื้อเยื่อพืช คือ
 - ก. ลำต้น ราก ตา
 - ข. ราก ลำต้น ตา
 - ค. ราก ตา ลำต้น
 - ง. ลำต้น ตา ราก

6. ข้อใดเป็นอาการของ Bakane

- ก. ลำต้นแคะระแกรน
- ข. ยับยั้งการเจริญของตาข้าง
- ค. ออกดอกเยอะผิดปกติ
- ง. สูงผิดปกติ

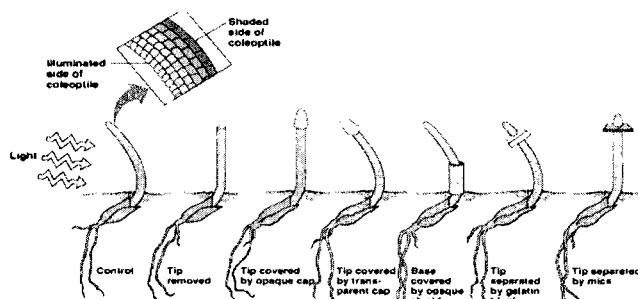
7. ข้อใดผิดเกี่ยวกับหน้าที่ของ GA

- ก. เพิ่มการพักตัวของเมล็ด
- ข. เพิ่มขนาดของลูกอ่อน
- ค. เปลี่ยนเป็นเพศเมีย ในแตงกวา
- ง. ทำให้ต้นไม้สูงขึ้น

8. ข้อใดเป็นหน้าที่ของ Auxin

- ก. ทำให้เซลล์ลดขนาด
- ข. Apical dominance
- ค. เร่งให้ติดผล
- ง. ส่งผลให้กล้วยสุกเร็ว

9. จากภาพเป็นการทดลองที่เกี่ยวข้องกับ.....



- ก. จิบเบอเรลลิน
- ข. ออกซิน
- ค. เอทิลิน
- ง. ไซโตไคนิน

10. ข้อใดผิด เกี่ยวข้องกับ GA

- ก. การแทงช่อดอก
- ข. ลดการเคลื่อนที่ของเซลล์
- ค. เกิดขึ้นในเชื้อราได้
- ง. กระตุ้นให้เกิดผลแบบ parthenocarpic fruit

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

รายวิชา ว30264 ภาควิทยาศาสตร์และสรีรวิทยาของพืช

เรื่อง การตอบสนองของพืช

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี

คำชี้แจงการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีเป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	x			

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดทับข้อนั้น ๆ แล้วเลือกข้อใหม่ เช่น เปลี่ยน ก เป็น ค

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	*x		x	

- อนุญาตให้นักเรียนสามารถขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในตัวแบบทดสอบได้
- ห้ามนำแบบทดสอบออกจากห้องสอบ และห้ามทำการคัดลอกข้อสอบโดยเด็ดขาด

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ฮอร์โมนชนิดใดที่ควบคุมการปิด-เปิดปากใบของพืชในเวลากลางวัน

- ก. Ethylene
- ข. Auxin
- ค. Abscisic acid
- ง. Cytokinin

2. ฮอร์โมนคู่ใดที่ถูกนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชให้ได้ต้นที่สมบูรณ์

- ก. Auxin + Gibberellin
- ข. Auxin + Cytokinin
- ค. Gibberellin + Cytokinin
- ง. Gibberellin + Ethylene

3. ฮอร์โมนพืชชนิดใดที่ส่งผลให้ผลอ่อนร่วง

- ก. Abscisic acid
- ข. Cytokinin
- ค. Auxin
- ง. Gibberellins

4. การปักชำของพืชบางชนิด มักใช้กิ่งที่มีใบและยอด ที่ทำเช่นนี้เพราะเหตุใด

- ก. ใบช่วยดูดซับน้ำเอาไว้ทำให้กิ่งปักชำแข็งแรงและออกรากได้รวดเร็ว
- ข. ส่วนของยอดมีการสร้างฮอร์โมนออกซิน ส่งลงมาเร่งการเกิดราก
- ค. ส่วนของยอดมีการสร้างฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ส่งลงมาเร่งการเกิดราก
- ง. ส่วนของใบมีการสร้างอาหารและฮอร์โมนไซโทไคนิน ส่งลงมาเร่งการเกิดราก

5. เมื่อเราตัดปลายยอดของต้น ไม้ดอก จะพบว่าตาที่อยู่ด้านข้างจะแตกกิ่งมากมายจนเป็นพุ่ม เกิดขึ้นจากฮอร์โมนพืชชนิดใด

- ก. Auxin
- ข. Ethylene
- ค. Abscisic acid
- ง. Gibberellin

6. ข้อใดผิดเกี่ยวกับคุณสมบัติของจิบเบอเรลลิน

- ก. ยับยั้งการออกดอก
- ข. ควบคุมการงอกของเมล็ด
- ค. ควบคุมการเปลี่ยนแปลงช่วงระยะ juvenile และ adult phase
- ง. ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นแคระ

7. ลำดับการตอบสนองต่อความเข้มข้นของออกซินจากน้อยไปหามากของเนื้อเยื่อพืช คือ

- ก. ลำต้น ราก ตา
- ข. ราก ลำต้น ตา
- ค. ราก ตา ลำต้น
- ง. ลำต้น ตา ราก

8. ในปัจจุบัน มูลนิธิโครงการหลวงได้พัฒนาการปลูกองุ่นรูปแบบใหม่ขึ้น เพื่อเพิ่มผลผลิตและรายได้ให้แก่เกษตรกร โดยการปลิดตาข้างออกให้หมด ทั้งนี้เพื่อให้เกิดผลได้อย่างไร

- ก. เร่งให้มีการเพิ่มจำนวนผล
- ข. เพิ่มการแตกยอดอ่อน
- ค. เพิ่มจำนวนใบ
- ง. เร่งให้เกิดรากฝอย

9. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารวุ้น (Tissue culture) ปรากฏว่าเมื่อใช้น้ำมะพร้าวผสมด้วยแล้วเนื้อเยื่อจะมีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนเป็นแคลลัส (Callus) ได้ดี ในน้ำมะพร้าวมีสารอะไรและช่วยในวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนี้อย่างไร

- ก. เอทิลีน ช่วยในการกระตุ้นการผลิตเอินไซม์
- ข. ออกซิน ช่วยในการกระตุ้นการเกิดรากพิเศษ
- ค. กรดแอบไซซิก ช่วยในการกระตุ้นให้เกิดการงอกของเมล็ด
- ง. ไซโทไคนิน ช่วยในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์

10. เมื่อทราบว่าอิทธิพลของฮอร์โมนออกซินมีผลต่อการเจริญเติบโตของตาข้าง จะนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชอย่างไร

- ก. ตัดยอดกิ่งเมื่อต้องการไม้สูง
- ข. ตัดยอดกิ่งเพื่อให้ได้พืชมุมเตี้ย
- ค. ตัดตาข้างเพื่อให้พืชสร้างออกซินมาก ๆ
- ง. ไม่ควรตัดปลายยอดเพื่อให้ห้ออกดอกพร้อมกัน

11. ลักษณะอาการของพืชต่อไปนี้ ข้อใดบ้างที่ไม่ได้ถูกควบคุมโดยเอทิลีน (Ethylene) ถ้ากำหนดให้

- 1. กระตุ้นการออกดอกของสับปะรด
- 2. กระตุ้นการงอกของเมล็ด
- 3. กระตุ้นการเกิดรากในกิ่งปักชำ
- 4. กระตุ้นการสุกของผลไม้

- ก. เฉพาะข้อ 1
- ข. เฉพาะข้อ 3.
- ค. เฉพาะข้อ 2 และ 3
- ง. เฉพาะข้อ 1 และ 4

12. พิจารณาคูณสมบัติต่อไปนี้ ข้อใดเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการใช้ไซโตไคนิน

- 1. ยับยั้งการพักตัวของเมล็ด
- 2. กระตุ้นการเติบโตของลำต้นในพืชแคระ
- 3. ชักนำกระบวนการให้เกิดรูปร่าง
- 4. กระตุ้นการยึดของเซลล์

- ก. 1 และ 3 ถูก
- ข. 1 และ 2 ถูก
- ค. 2 และ 3 ถูก
- ง. 3 และ 4 ถูก

13. ในประเทศไทยได้มีการใช้ Gibberellic acid ในการผลิตพืชชนิดใด และใช้เพื่อประโยชน์ด้านใด
- กล้วยหอม เพื่อช่วยให้ผลมีขนาดใหญ่และชะลอการสุก ทำให้เก็บรักษาไว้ได้นาน
 - ข้าว เพื่อช่วยเร่งการยืดยืดของปล้องเวลาน้ำท่วม ทำให้ข้าวหนีน้ำได้
 - กล้วยไม้ เพื่อให้ดอกออกขนาดใหญ่ มีรูปแบบของดอกสวยงามและคงทน ไม่เหี่ยวเฉาง่าย
 - ผลิตองุ่น เพื่อช่วยให้ช่อองุ่นไม่เบียดเสียดกันหนาแน่น ทำให้ผลองุ่นโตและคุณภาพดีขึ้น
14. ในการปลูกสับปะรดเพื่ออุตสาหกรรมการทำสับปะรดกระป๋อง มีการใช้ฮอร์โมนพืชชนิดใดมากที่สุด และเกิดผลดีต่อพืชอย่างไร
- เอทิลีน เพื่อกระตุ้นให้เกิดการออกดอกพร้อมกัน
 - จิบเบอเรลลิน เพื่อแบ่งเซลล์ให้มีก้านที่ยาวขึ้น
 - ออกซิน เร่งการเจริญเติบโตของราก
 - กรดแอบไซซิก ยับยั้งการสูงของต้นไม้
15. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่ผลจากการใช้ฮอร์โมนพืช
- การผลิตองุ่นไร้เมล็ด
 - การทำให้ต้นผักบุ้งมีขนาดใหญ่ใบและลำต้นใหญ่โตมากกว่าปกติ
 - การทำให้ผลไม้ ออกผลนอกฤดูกลาง
 - การทำให้รังไข่เจริญเป็นผลโดยไม่ต้องปฏิสนธิ
16. จากคุณสมบัติต่อไปนี้ คือ ฮอร์โมนพืช ชนิดใด
- กระตุ้นการสุกของผลไม้บางชนิด
 - กระตุ้นการหลุดร่วงของใบและผล
 - ทำลายระยะพักตัวของเมล็ดและตา
 - ชักนำการออกดอกในสับปะรด
- Auxin
 - Gibberellin
 - Cytokinin
 - Ethylene

17. การสร้างใบใหม่ของพืช เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนในข้อใด

1. ออกซิน
 2. ไซโตไคนิน
 3. เอทิลีน
 4. จิบเบอเรลลิน
- ก. ข้อ 1 และ 2
- ข. ข้อ 2 และ 3
- ค. ข้อ 3 และ 4
- ง. ข้อ 1 และ 4

18. ในปัจจุบันชาวสวนนิยมใส่สารบางชนิดให้แก่ไม้ประดับทำให้ต้นไม้เตี้ย แคระแกร็น สารชนิดนี้น่าจะยับยั้งการสร้างฮอร์โมนชนิดใดของพืช

1. ออกซิน
 2. จิบเบอเรลลิน
 3. ไซโทไคนิน
 4. กรดแอบไซซิก
- ก. ข้อ 1
- ข. ข้อ 2
- ค. ข้อ 1, 2 และ 3
- ง. ข้อ 2, 3 และ 4

19. ข้อใดเป็นการเคลื่อนไหวของพืชแบบ Tropism

- ก. การบานของ ดอกบัวตอนเช้า
- ข. การหุบใบของจามจุรีในตอนกลางคืน
- ค. การงอกของหลอดตะเอบองเรณู
- ง. การกินแมลงของกาบหอยแครง

20. การเคลื่อนไหวแบบนาสติก (Nastic movement) ส่วนมากเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งใด
- ความเข้มของแสง
 - แรงดันเต่งของเซลล์
 - ความเข้มของออกซิน
 - ความเข้มของคาร์บอนไดออกไซด์
21. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวระหว่างปลายยอดกับปลายรากของพืชได้ถูกต้อง
- เคลื่อนไหวแบบ Geotropism ได้เหมือนกัน
 - เคลื่อนไหวแบบ Phototropism ได้เหมือนกัน
 - ปลายยอดเป็นแบบ Negative geotropism ปลายรากเป็นแบบ Positive geotropism
 - ปลายยอดเป็นแบบ Positive geotropism ปลายรากเป็นแบบ Negative geotropism
22. ข้อใดไม่ใช่เป็นผลมาจากการเคลื่อนไหวของพืช
- การคายน้ำทางปากใบ
 - การหลบหนีศัตรู
 - การกระจายหรือรับละอองเกสร
 - การสังเคราะห์อาหารของพืชอย่างทั่วถึง
23. ข้อใดเป็นการเคลื่อนไหวของพืชที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโต (Growth movement)
- การงอกของหลอดละอองเรณูแทงเข้าไปในออวุล
 - การบานของกลีบดอกกุหลาบ
 - การปิด-เปิดของปากใบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของเซลล์คุม
 - การหุบกับดักของต้นกาบหอยแครง
 - การม้วนงอของมือเกาะตำลึง
- เฉพาะข้อ 1 และ 2
 - เฉพาะข้อ 1, 2 และ 5
 - เฉพาะข้อ 2, 4 และ 5
 - ทั้งข้อ 1, 2, 3, 4 และ 5

24. การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชในข้อใดจัดอยู่ในประเภทเดียวกัน

1. การหุบ-บานของใบจามจูรี
 2. การหุบ-บานของดอกบัว
 3. การหุบใบของต้นไมยราบเมื่อถูกสัมผัส
 4. การหุบใบของต้นกาบหอยแครง
- ก. ข้อ 1, 2 และ 3
- ข. ข้อ 1, 3 และ 4
- ค. ข้อ 3 และ 4
- ง. ข้อ 2 และ 4

25. พืชกลุ่มใดจะต้องมี Pulvinus ที่ก้านใบ

- ก. บวบ ตำลึง แดง
- ข. ข้าว ข้าวโพด หญ้า
- ค. มะพร้าว ทานตะวัน หมาก
- ง. กระถิน จามจูรี ไมยราบ

26. การ Osmosis มีความสัมพันธ์สัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของพืชในข้อใด

- ก. Photonasty
- ข. Turgor movement
- ค. Nastic movement
- ง. Seismonasty

27. การเคลื่อนไหวของพืชแบบใดเป็นแบบอัติโนมติ

- ก. การบานของกลีบดอกเมื่อได้รับแสงยามรุ่งเช้า
- ข. การสั่นปลายยอดโยกไปมาของพืชตระกูลถั่วขณะเติบโต
- ค. การม้วนรอบกิ่งไม้ของมือเกาะตำลึง
- ง. การเจริญของปลายรากเข้าหาแหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์

28. ข้อใดเป็นการเคลื่อนไหวแบบ Turgor movement

- ก. การบานของดอกไม้
- ข. การเลี้ยวของไม้เลื้อย
- ค. การเคลื่อนไหวแบบนิ่วเทชัน
- ง. การนอนของใบจามจุรี

29. ในพืชดอกที่มีการถ่ายละอองเรณูแล้วหลอดละอองเรณูจะงอกไปยังรังไข่ของดอกได้เพราะ

- ก. สารเคมี
- ข. แสงสว่าง
- ค. แรงโน้มถ่วง
- ง. ความชื้น

30. ข้อใดแสดงว่าพืชตอบสนองต่อแสงสว่าง

- ก. ดอกบัวบานตอนกลางวันแล้วหุบในตอนเย็น
- ข. เถาองุ่นพันรอบไม้ที่ทำเป็นร้านให้อองุ่นเกาะ
- ค. ต้นกาบหอยแครงดักจับแมลงวันที่เดินเข้าไปในใบ
- ง. ลำต้นของพืชที่ปลูกในร่มชี้ไปทางหน้าต่าง

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่องการตอบสนองของพืช

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



แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

รายวิชา ว30264 กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของพืช เรื่อง การตอบสนองของพืช
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

คำชี้แจงการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบสองชั้น จำนวน 10 ข้อ โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำถาม พร้อมให้เหตุผลประกอบลงในช่องว่าง

ตัวอย่าง ถ้าเลือกข้อ ข.

ก.



ค.

ง.

***หมายเหตุ:** ถ้านักเรียนเลือกตัวเลือกผิด จะไม่ตรวจให้คะแนนในส่วนของการเขียนคำอธิบาย

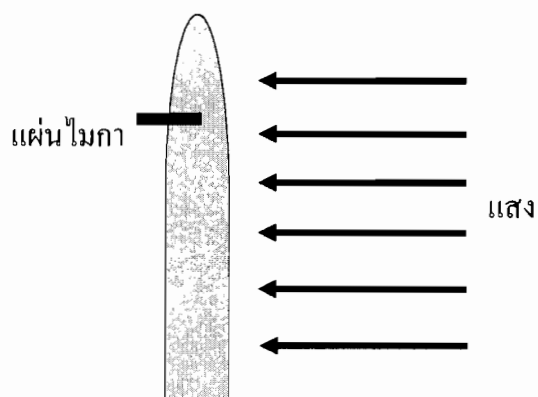
เพราะ

2. อนุญาตให้นักเรียนสามารถขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในตัวแบบทดสอบได้
3. ห้ามนำแบบทดสอบออกจากห้องสอบ และห้ามทำการคัดลอกข้อสอบโดยเด็ดขาด

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
เรื่องการตอบสนองของพืช

1. ทดลองเอาปลายยอดอ่อนของข้าวโพดมาตั้งให้รับแสงเพียงด้านเดียว ส่วนอีกด้านหนึ่งสอดแผ่นไมกา (ดูภาพประกอบ) ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง แล้วสังเกตการเคลื่อนไหวของข้าวโพด พบว่า



- ก. ปลายยอดอ่อนจะยืดยาวออกและโค้งหนีแสง
ข. ปลายยอดอ่อนจะไม่ยืดยาวออก แต่จะโค้งเข้าหาแสง
ค. ปลายยอดอ่อนไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ
ง. ปลายยอดอ่อนจะไม่ยืดยาวออก แต่จะโค้งเข้าหาแสง

เพราะ

- เป็นผลของฮอร์โมนออกซิน
- โดยออกซินจะเคลื่อนที่หนีแสง กระตุ้นให้เซลล์ด้านตรงข้ามกับแสงยืดขยายตัว ทำให้ส่วนยอดโค้งเข้าหาแสงได้ แต่มีแผ่นไมกาคั้น ทำให้ออกซินแพร่ลงมาไม่ได้

1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ออกซิน (Auxin)

ตารางที่ 1 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ออกซิน (Auxin)

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	คะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์สมบูรณ์ (complete understanding: CU)	4	- ระบุชื่อฮอร์โมนออกซิน (Auxin) ได้ - บอกเหตุผลเกี่ยวกับผลของฮอร์โมนออกซิน ที่เกิดขึ้นกับการทดลอง
มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU)	3	- ระบุชื่อฮอร์โมนออกซิน (Auxin) ได้ - บอกเหตุผลเกี่ยวกับผลของฮอร์โมนออกซิน ที่เกิดขึ้นกับการทดลองอย่างใดอย่างหนึ่งได้ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with Specific Misconception: PS)	2	- ระบุชื่อฮอร์โมนออกซิน (Auxin) ได้ - บอกเหตุผลเกี่ยวกับผลของฮอร์โมนออกซิน ที่เกิดขึ้นกับการทดลองอย่างใดอย่างหนึ่งได้ แต่มีบางส่วนผิด
มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (specific misconception: SM)	1	- ระบุชื่อฮอร์โมนออกซิน (Auxin) ไม่ได้ - บอกเหตุผลเกี่ยวกับผลของฮอร์โมนออกซิน ที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับทดลอง
ไม่มีมโนทัศน์ (no understanding: N)	0	ไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบว่าจำไม่ได้

2. จากภาพ เป็นผลมาจากฮอร์โมนในข้อใด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น



- ก. Ethylene
- ข. Gibberellin
- ค. Auxin
- ง. Cytokinin

เพราะ

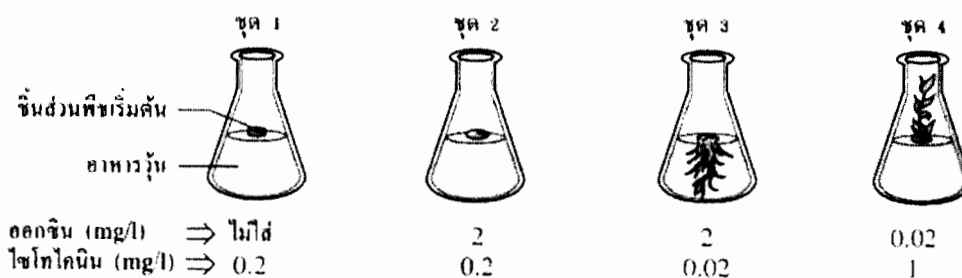
- เป็นผลของฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน
- โดยจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการเจริญและการขยายตัวของเซลล์เนื้อเยื่อเจริญบริเวณเหนือข้อ ทำให้ต้นไม้สูงขึ้น จากภาพเป็นการกะหล่ำปลีซึ่งเจริญในลักษณะต้นเดี่ยวเป็นพุ่ม (Rosette) มีปล้องสั้นมาก เมื่อให้ GA กับต้นกะหล่ำปลีจะทำให้สูงขึ้นได้

2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง จิบเบอเรลลิน (Gibberellin)

ตารางที่ 2 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง จิบเบอเรลลิน (Gibberellin)

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	คะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์สมบูรณ์ (complete understanding: CU)	4	- ระบุชื่อฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (Gibberellin) ได้ - บอกผลของจิบเบอเรลลินที่ส่งผลต่อกะหล่ำปลีในภาพได้
มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU)	3	- ระบุชื่อฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (Gibberellin) ได้ - บอกผลของจิบเบอเรลลินที่ส่งผลต่อกะหล่ำปลีในภาพได้อย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with Specific Misconception: PS)	2	- ระบุชื่อฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (Gibberellin) ได้ - บอกผลของจิบเบอเรลลินที่ส่งผลต่อกะหล่ำปลีในภาพได้อย่างใดอย่างหนึ่งแต่มีบางส่วนผิด
มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (specific misconception: SM)	1	- ระบุชื่อฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (Gibberellin) ไม่ได้ - บอกเหตุผลที่เกิดขึ้นกับกะหล่ำปลีในภาพได้ แต่ไม่เกี่ยวข้องกับผลของจิบเบอเรลลิน
ไม่มีมโนทัศน์ (no understanding: N)	0	ไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบว่าจำไม่ได้

3. จากการทดลองข้างล่างข้อใดสรุปถูกต้องที่สุด



- ก. สัดส่วนระหว่างออกซินและไซโตไคนินที่เหมาะสมกระตุ้นการเกิดรากและยอด
- ข. สัดส่วนที่เหมาะสมของออกซินและไซโตไคนินนั้น กระตุ้นการเกิดรากและยอด โดยในการเกิดรากขึ้นอยู่กับสัดส่วนของออกซินเป็นสำคัญ และการเกิดยอดขึ้นอยู่กับสัดส่วนของไซโตไคนินเป็นสำคัญ
- ค. สัดส่วนของออกซินไม่มีผล ขึ้นอยู่กับไซโตไคนินเป็นสำคัญ
- ง. สัดส่วนของไซโตไคนินไม่มีผล ขึ้นอยู่กับออกซินเป็นสำคัญ

เพราะ

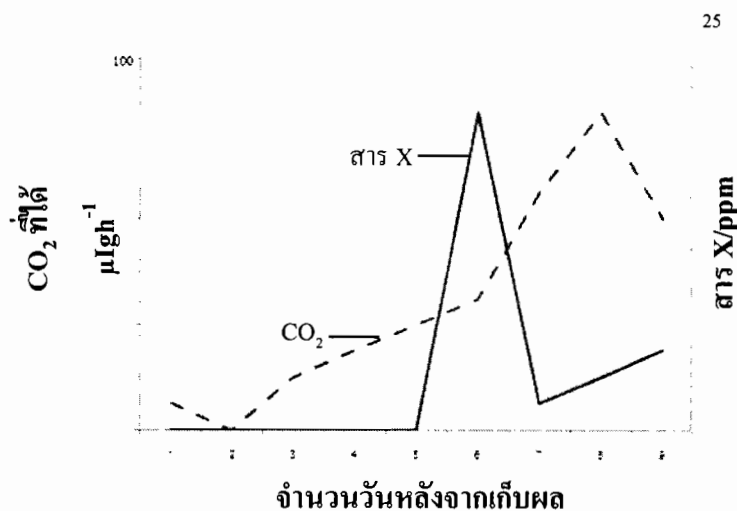
- เมื่อพิจารณาจากการทดลองชุดที่ 3 เกิดราก เป็นผลของฮอร์โมนออกซิน
- เมื่อพิจารณาจากการทดลองชุดที่ 4 เกิดยอด เป็นผลของฮอร์โมนไซโตไคนิน

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไซโตไคนิน (Cytokinin)

ตารางที่ 3 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไซโตไคนิน (Cytokinin)

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	คะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์สมบูรณ์ (complete understanding: CU)	4	- ระบุชื่อฮอร์โมนพืชทั้งสองชนิดได้ - บอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการทดลองได้ว่าเป็นผลของฮอร์โมนออกซิน ที่ทำให้เกิดราก และ ไซโตไคนินทำให้เกิดยอด
มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU)	3	- ระบุชื่อฮอร์โมนพืชทั้งสองชนิดได้ - บอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการทดลองได้ว่าเป็นผลของฮอร์โมนออกซิน ที่ทำให้เกิดราก และ ไซโตไคนินทำให้เกิดยอด หรืออย่างใดอย่างหนึ่งแต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with Specific Misconception: PS)	2	- ระบุชื่อฮอร์โมนพืชได้อย่างน้อยหนึ่งชนิด - บอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการทดลองได้ว่าเป็นผลของฮอร์โมนออกซิน ที่ทำให้เกิดราก และ ไซโตไคนิน ทำให้เกิดยอด หรืออย่างใดอย่างหนึ่งแต่มีบางส่วนผิด
มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะ (specific misconception: SM)	1	- ระบุชื่อฮอร์โมนพืชได้อย่างน้อยหนึ่งชนิด - บอกเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดลองว่าเป็นผลของฮอร์โมนออกซิน ที่ทำให้เกิดราก หรือ ไซโตไคนิน ทำให้เกิดยอด
ไม่มีมโนทัศน์ (no understanding: N)	0	ไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบว่าจำไม่ได้

4. กราฟข้างล่างแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการสร้างสาร X และการหายใจของกล้วยที่เก็บมา
ข้อใดต่อไปนี้เป็นสาร X



- ก. เอทิลีน
- ข. กรดแอสไซซิก
- ค. ออกซิน
- ง. เอทานอล

เพราะ

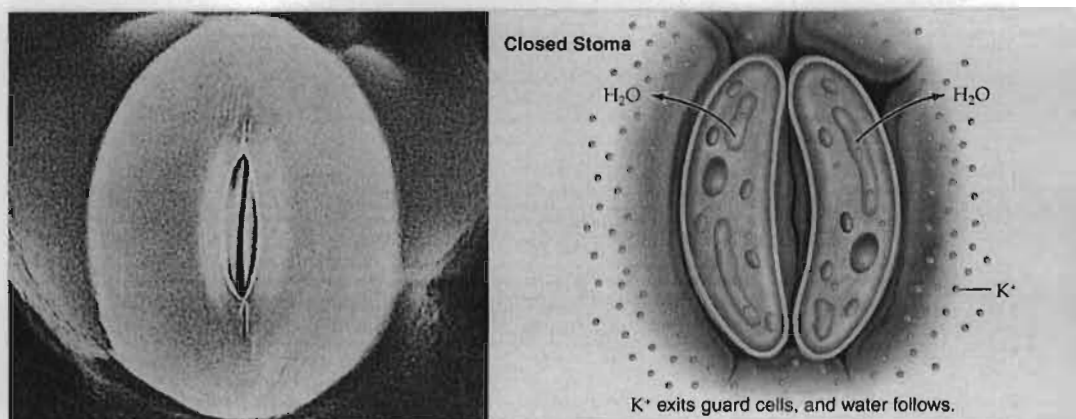
- เป็นผลของฮอร์โมนเอทิลีน (Ethylene)
- กระตุ้นการสุกของผลไม้ ซึ่งสร้างได้จากผลไม้สุก
- เมื่อพิจารณาจากกราฟ สาร X น่าจะเป็นฮอร์โมนเอทิลีน เพราะในช่วงวันที่ 5-6 กล้วยดิบที่เก็บมาน่าจะสุกแล้วจึงสามารถผลิตเอทิลีนได้มาก

4. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง เอทิลีน (Ethylene)

ตารางที่ 4 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เอทิลีน (Ethylene)

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	คะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์สมบูรณ์ (complete understanding: CU)	4	- ระบุชื่อฮอร์โมนเอทิลีน (Ethylene) ได้ - บอกผลของฮอร์โมนเอทิลีนได้ว่า กระตุ้นการสุกของผลไม้ซึ่งสร้างจากผลไม้สุก - พิจารณากราฟ แล้วตอบได้ว่า เป็นผลของฮอร์โมนเอทิลีน พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ
มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU)	3	- ระบุชื่อฮอร์โมนเอทิลีน (Ethylene) ได้ - บอกผลของฮอร์โมนเอทิลีนได้ว่า กระตุ้นการสุกของผลไม้ซึ่งสร้างจากผลไม้สุก หรือเมื่อพิจารณากราฟ แล้วตอบได้ว่าเป็นผลของฮอร์โมนเอทิลีน พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ หรือบอกอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with Specific Misconception: PS)	2	- ระบุชื่อฮอร์โมนเอทิลีน (Ethylene) ได้ - บอกผลของฮอร์โมนเอทิลีนได้ว่า กระตุ้นการสุกของผลไม้ซึ่งสร้างจากผลไม้สุก หรือเมื่อพิจารณากราฟ แล้วตอบได้ว่าเป็นผลของฮอร์โมนเอทิลีน พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ หรือบอกอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่มีบางส่วนผิด
มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (specific misconception: SM)	1	- ระบุชื่อฮอร์โมนเอทิลีน (Ethylene) ไม่ได้ - บอกผลของฮอร์โมนเอทิลีน ไม่ได้ว่า หรือเมื่อพิจารณากราฟ แล้วตอบไม่ได้ว่า เป็นผลของฮอร์โมนเอทิลีน
ไม่มีมโนทัศน์ (no understanding: N)	0	ไม่ตอบคำถาม หรือตอบว่าจำไม่ได้

5. จากภาพ เป็นกระบวนการปิดปากใบของพืชที่เกิดขึ้นในเวลากลางวัน เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนพืชชนิดใด



- ก. Gibberellin
- ข. Ethylene
- ค. Auxin
- ง. Absciscic acid

เพราะ

- เป็นผลของกรดแอบไซซิก (Absciscic acid : ABA)
- ในเวลากลางวันที่มีแสงแดดจัดหรือช่วงที่ขาดน้ำ จะมีการกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์กรดแอบไซซิก ส่งผลให้ K⁺ และสารอื่นๆ ออกจากเซลล์คุม น้ำออสโมซิสออก ทำให้แรงดันเต่งลด ปากใบจึงปิด

5. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรดแอบไซซิก (Abscisic acid)

ตารางที่ 5 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรดแอบไซซิก (Abscisic acid)

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	คะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์สมบูรณ์ (complete understanding: CU)	4	- ระบุชื่อฮอร์โมนกรดแอบไซซิก (Abscisic acid : ABA) ได้ - บอกเหตุผลเกี่ยวกับการปิดปากใบของพืชในเวลากลางวันได้ ซึ่งสามารถอธิบายเกี่ยวกับหลักของแรงดันเต่งได้
มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU)	3	- ระบุชื่อฮอร์โมนกรดแอบไซซิก (Abscisic acid : ABA) ได้ - บอกเหตุผลเกี่ยวกับการปิดปากใบของพืชในเวลากลางวันได้ ซึ่งสามารถอธิบายเกี่ยวกับหลักของแรงดันเต่งได้ อย่างไม่ได้อย่างหนึ่งแต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with Specific Misconception: PS)	2	- ระบุชื่อฮอร์โมนกรดแอบไซซิก (Abscisic acid : ABA) ได้ - บอกเหตุผลเกี่ยวกับการปิดปากใบของพืชในเวลากลางวันได้ ซึ่งสามารถอธิบายเกี่ยวกับหลักของแรงดันเต่งได้ อย่างไม่ได้อย่างหนึ่งแต่มีบางส่วนผิด
มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (specific misconception: SM)	1	- ระบุชื่อฮอร์โมนกรดแอบไซซิก (Abscisic acid : ABA) ไม่ได้ - บอกเหตุผลเกี่ยวกับการเปิดปิดปากใบไม่ได้ และไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับหลักของแรงดันเต่งได้
ไม่มีมโนทัศน์ (no understanding: N)	0	ไม่ตอบคำถาม หรือตอบว่าจำไม่ได้

6. ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่ใช่การเคลื่อนไหวของพืชตามทิศทางของสิ่งเร้า

1. การบานของดอกบัวในตอนเช้า
2. การหุบและกางของใบไมยราบเมื่อถูกสัมผัส
3. การเลื้อยพันรอบหลักหรือที่ยึดเกาะของลำต้นพืชบางชนิด
4. การหุบและกางของใบจามจุรีตอนเย็นและตอนเช้า

ก. 1, 2 และ 3

ข. 2 และ 4

ค. 1, 2 และ 4

ง. 2, 3 และ 4

เพราะ - 1, 2 และ 4 เป็น Nastic movement ซึ่งมีทิศทางการตอบสนองไม่สัมพันธ์กับทิศของสิ่งเร้า

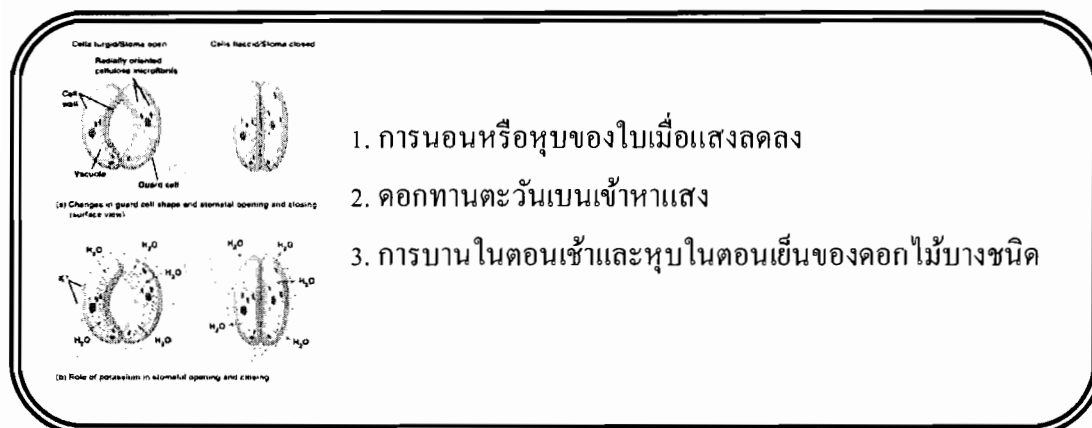
- 3 เป็น Thigmotropism ซึ่งเป็นการตอบสนองสัมพันธ์กับทิศของสิ่งเร้า

6. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนไหวของพืชตามทิศทางของสิ่งเร้า

ตารางที่ 6 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนไหวของพืชตามทิศทางของสิ่งเร้า

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	คะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์สมบูรณ์ (complete understanding: CU)	4	- สามารถจัดจำแนกการเคลื่อนไหวของพืชตามทิศทางของสิ่งเร้าได้ - อธิบายได้ว่า ตัวเลือกทั้ง 4 นั้น เป็นการเคลื่อนไหวแบบใด - ระบุชื่อการเคลื่อนไหวของพืชได้
มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU)	3	- สามารถจัดจำแนกการเคลื่อนไหวของพืชตามทิศทางของสิ่งเร้าได้ - อธิบายได้ว่า ตัวเลือก 3 ตัวเลือก เป็นการเคลื่อนไหวแบบใด - ระบุชื่อการเคลื่อนไหวของพืชได้
มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with Specific Misconception: PS)	2	- สามารถจัดจำแนกการเคลื่อนไหวของพืชตามทิศทางของสิ่งเร้าได้ - อธิบายได้ว่า ตัวเลือก 2 ตัวเลือก เป็นการเคลื่อนไหวแบบใด - ระบุชื่อการเคลื่อนไหวของพืชได้
มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (specific misconception: SM)	1	- ไม่สามารถจัดจำแนกการเคลื่อนไหวของพืชตามทิศทางของสิ่งเร้าได้ - อธิบายได้ว่า ตัวเลือก 1 ตัวเลือก เป็นการเคลื่อนไหวแบบใด - ระบุชื่อการเคลื่อนไหวของพืชได้
ไม่มีมโนทัศน์ (no understanding: N)	0	ไม่ตอบคำถาม หรือตอบว่าจำไม่ได้

7. การเปิด-ปิดปากใบของพืชซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เป็นการเคลื่อนไหวเช่นเดียวกับข้อใด



1. การนอนหรือหุบของใบเมื่อแสงลดลง
2. ดอกทานตะวันเบนเข้าหาแสง
3. การบานในตอนเช้าและหุบในตอนเย็นของดอกไม้บางชนิด

ก. 1 และ 2

ข. 1 และ 3

ค. 1 และ 4

ง. 2 และ 4

เพราะ

- การเปิด-ปิดของปากใบ เกิดจากการออสโมซิส ของน้ำเข้า-ออก
- เซลล์คุมจัดเป็นการเคลื่อนไหวเนื่องจากแรงดันเต่ง (Turgor

movement)

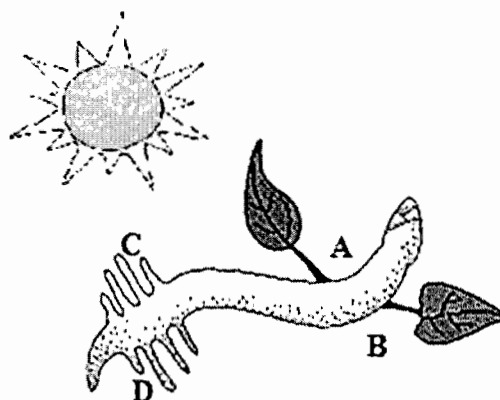
- เช่นเดียวกันกับ การหุบของใบ การบานของกลีบดอกในตอนเช้า และหุบในตอนเย็นของดอกไม้บางชนิด

7. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนไหวเนื่องจากแรงดันเต่ง (Turgor movement)

ตารางที่ 7 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ห่มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนไหวเนื่องจากแรงดันเต่ง (Turgor movement)

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	คะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์สมบูรณ์ (complete understanding: CU)	4	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวเนื่องจากแรงดันเต่ง (Turgor movement) ได้ - อธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับการเปิดปิดปากใบได้และสามารถจำแนกได้ว่าตัวเลือกแต่ละข้อ เป็นการเคลื่อนไหวของพืชแบบใด
มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU)	3	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวเนื่องจากแรงดันเต่ง (Turgor movement) ได้ - อธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับการเปิดปิดปากใบได้หรือสามารถจำแนกได้ว่าตัวเลือกแต่ละข้อ เป็นการเคลื่อนไหวของพืชแบบใด อย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with Specific Misconception: PS)	2	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวเนื่องจากแรงดันเต่ง (Turgor movement) ได้ - อธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับการเปิดปิดปากใบได้หรือสามารถจำแนกได้ว่าตัวเลือกแต่ละข้อ เป็นการเคลื่อนไหวของพืชแบบใด อย่างใดอย่างหนึ่ง แต่มีบางส่วนผิด
มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (specific misconception: SM)	1	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวเนื่องจากแรงดันเต่ง (Turgor movement) ไม่ได้ - อธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับการเปิดปิดปากใบไม่ได้หรือไม่สามารถจำแนกได้ว่าตัวเลือกแต่ละข้อ เป็นการเคลื่อนไหวของพืชแบบใด
ไม่มีมโนทัศน์ (no understanding: N)	0	ไม่ตอบคำถาม หรือตอบว่าจำไม่ได้

8. จากภาพ เมื่อดันพืชได้รับแสงจากทางด้านบน บริเวณใดที่มีฮอร์โมนออกซิน (Auxin) มากที่สุด



- ก. A และ C
- ข. A และ D
- ค. B และ C
- ง. B และ D

เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

8. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนไหวแบบทรอปิซึม (Tropism movement)

ตารางที่ 8 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ห่มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนไหวแบบทรอปิซึม (Tropism movement)

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	คะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์สมบูรณ์ (complete understanding: CU)	4	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวของพืชทั้ง 2 รูปแบบได้ - บอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ในเรื่องของการตอบสนองต่อแรงดึงดูดของโลก
มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU)	3	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวของพืชทั้ง 2 รูปแบบได้ - บอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ในเรื่องของการตอบสนองต่อแรงดึงดูดของโลก อาจจะบอกเพียงหนึ่งรูปแบบ แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with Specific Misconception: PS)	2	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวของพืชทั้ง 2 รูปแบบได้ - บอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ในเรื่องของการตอบสนองต่อแรงดึงดูดของโลก อาจจะบอกเพียงหนึ่งรูปแบบ แต่มีบางส่วนผิด
มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (specific misconception: SM)	1	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวของพืชได้เพียง 1 รูปแบบ - บอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นไม่ได้ และไม่เกี่ยวข้องกับในเรื่องของการตอบสนองต่อแรงดึงดูดของโลก
ไม่มีมโนทัศน์ (no understanding: N)	0	ไม่ตอบคำถาม หรือตอบว่าจำไม่ได้

9. จากภาพการทดลอง ข้อสรุปในข้อใดสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของต้นกล้า



- ก. การตอบสนองต่อสิ่งเร้าเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตเท่านั้น
 ข. การเคลื่อนไหวของรากทำให้เกิดการเจริญเติบโตของพืช
 ค. การเคลื่อนไหวของยอดและรากเกี่ยวข้องกับการแตงตัวของเซลล์ไม่เท่ากัน
 ง. ทิศทางการตอบสนองต่อสิ่งเร้าสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า

เพราะ

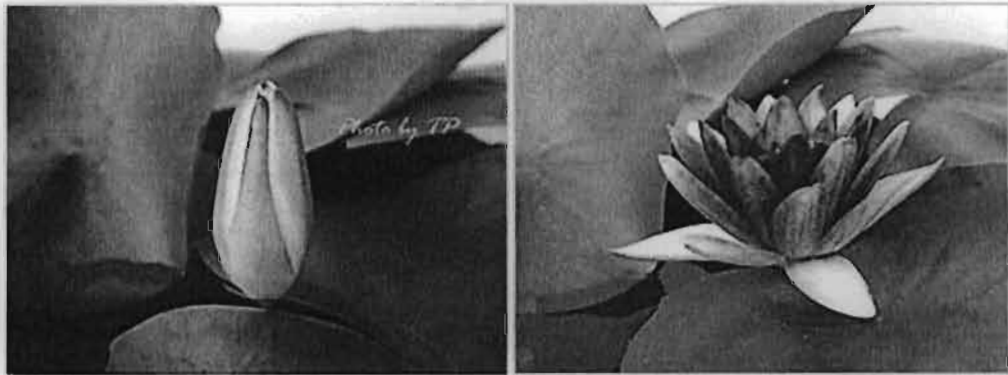
- จากภาพการทดลองจะเห็นได้ว่า มีวัสดุปลูกที่เปียกชื้นอยู่
- ดังนั้นปลายรากจึงเจริญเข้าหาแหล่งน้ำ
- ซึ่งเป็นการเจริญที่มีทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้า
- เรียกว่า การเคลื่อนไหวแบบ Positive hydrotropism

9. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเจริญที่มีทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้า

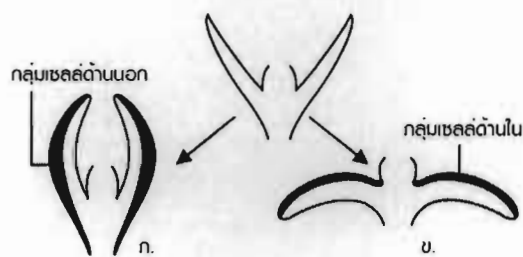
ตารางที่ 9 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การเจริญที่มีทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้า

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	คะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์สมบูรณ์ (complete understanding: CU)	4	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวยุทธศาสตร์ Positive hydrotropism ได้ - อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เกี่ยวกับการทดลองและสามารถบอกเหตุผลได้ว่า เกิดขึ้นจากอะไร
มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU)	3	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวยุทธศาสตร์ Positive hydrotropism ได้ - อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เกี่ยวกับการทดลองหรือสามารถบอกเหตุผลได้ว่า เกิดขึ้นจากอะไร อย่างไรอย่างหนึ่ง แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with Specific Misconception: PS)	2	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวยุทธศาสตร์ Positive hydrotropism ได้ - อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เกี่ยวกับการทดลองหรือสามารถบอกเหตุผลได้ว่า เกิดขึ้นจากอะไร อย่างไรอย่างหนึ่ง แต่มีบางส่วนผิด
มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะ (specific misconception: SM)	1	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวยุทธศาสตร์ Positive hydrotropism ไม่ได้ - อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เกี่ยวกับการทดลองไม่ได้หรือไม่สามารถบอกเหตุผลได้ว่า เกิดขึ้นจากอะไร
ไม่มีมโนทัศน์ (no understanding: N)	0	ไม่ตอบคำถาม หรือตอบว่าจำไม่ได้

10. การที่ดอกไม้หุบ-บาน เป็นการเคลื่อนไหวของพืชแบบใด (วาดภาพประกอบคำอธิบาย)



- ก. Photonasty
- ข. Thigmotropism
- ค. Thigmonasty
- ง. Hydrotropism



เพราะ - การบานการหุบของดอกบัวเป็นการตอบสนองที่ไม่สัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า ซึ่งสิ่งเร้าที่เกี่ยวข้องกับการหุบการบานของดอกไม้คือ แสงสว่าง

- การบาน (Epinasty) เกิดจากกลุ่มเซลล์ด้านในของกลีบดอกขยายขนาดมากกว่าด้านนอก ส่วนการหุบ (Hyponasty) เกิดจากกลุ่มเซลล์ด้านนอกของกลีบดอกขยายขนาดมากกว่าด้านใน

10. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนไหวแบบ Nastic movement

ตารางที่ 10 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนไหวแบบ Nastic movement

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	คะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
มโนทัศน์สมบูรณ์ (complete understanding: CU)	4	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวแบบ Nastic movement และมีแสงเป็นสิ่งเร้าได้ - วาดรูปอธิบายการหุบกาบานของดอกไม้พร้อมทั้งบอกเหตุประกอบได้
มโนทัศน์สมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU)	3	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวแบบ Nastic movement และบอกประเภทของสิ่งเร้าได้ - วาดรูปอธิบายการหุบกาบานของดอกไม้พร้อมทั้งบอกเหตุประกอบได้ ใดอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ไม่มีส่วนผิด
มโนทัศน์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with Specific Misconception: PS)	2	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวแบบ Nastic movement ได้ แต่บอกประเภทของสิ่งเร้าไม่ได้ - วาดรูปอธิบายการหุบกาบานของดอกไม้พร้อมทั้งบอกเหตุประกอบได้ ใดอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่มีบางส่วนผิด
มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (specific misconception: SM)	1	- ระบุชื่อการเคลื่อนไหวแบบ Nastic movement และบอกประเภทของสิ่งเร้าไม่ได้ - วาดรูปอธิบายการหุบกาบานของดอกไม้หรือบอกเหตุผลประกอบไม่ได้
ไม่มีมโนทัศน์ (no understanding: N)	0	ไม่ตอบคำถาม หรือตอบว่าจำไม่ได้

แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

คำชี้แจงในการตอบแบบวัด

1. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ประกอบด้วยข้อความที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 30 นาที
2. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์นี้ คำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อการเรียนหรือการสอบ แต่จะมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น ฉะนั้นขอให้นักเรียนตั้งใจทำตอบให้ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด
3. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์นี้ แบ่งออกเป็น 8 ด้าน ได้แก่
 - ด้านความสนใจใฝ่รู้
 - ความซื่อสัตย์
 - ความรับผิดชอบความมุ่งมั่น
 - ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็น
 - อุดทนและเพียรพยายาม
 - และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
 - ความมีเหตุผล
 - ความประหยัด
 - ความมีระเบียบรอบคอบ
 - ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างสร้างสรรค์
4. การตอบแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนอ่านข้อความอย่างละเอียดแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกหรือความคิดของนักเรียน ซึ่งมี 5 ระดับ คือ

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

สถานภาพของนักเรียน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ขอขอบคุณในความตั้งใจและความพยายามในการทำแบบวัดนี้ของนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ด้านความสนใจใฝ่รู้						
1	ข้าพเจ้าใช้เวลาว่างในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
2	เมื่อข้าพเจ้าซักถามครูเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมาทำให้เข้าใจยิ่งขึ้น					
3	ข้าพเจ้าคิดว่านิทรรศการทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าสนใจ					
4	เมื่อครูผู้สอนให้ทำการทดลอง ข้าพเจ้าต้องสนใจทำงานสำเร็จ					
ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม						
5	เมื่อข้าพเจ้าทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่ทันตามกำหนด ข้าพเจ้าจะยอมรับผิดและชี้แจงเหตุผล					
6	ข้าพเจ้าไม่หือถอยในการทำโครงการวิทยาศาสตร์แม้จะมีอุปสรรคเกิดขึ้น					
7	ข้าพเจ้าไม่สามารถจจจอยู่กับงานทางด้านวิทยาศาสตร์ได้นาน					
8	ข้าพเจ้าหมดความอดทนเมื่อเกิดการผิดพลาดในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ขึ้นบ่อยๆ					
ความมีเหตุผล						
9	ในการทดลองข้าพเจ้าจะพยายามหาสาเหตุของการทดลองที่ผิดพลาด					
10	ข้าพเจ้าทำการทดลองหลายๆ ซ้ำ เพื่อเพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล					

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
11	เมื่อทำการทดลองเสร็จ ข้าพเจ้าจะสรุปผลทันที โดยไม่จำเป็นต้องพิจารณาหลักฐานอื่นประกอบ					
12	ข้าพเจ้าเชื่อคำพูดของคนอื่นเสมอ โดยไม่ต้องมีเหตุผลมาประกอบ					
ความมีระเบียบรอบคอบ						
13	ข้าพเจ้าวางแผนการทดลองก่อนทดลองจริงทุกครั้ง					
14	ข้าพเจ้าศึกษาวิธีการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือทุกครั้งก่อนใช้งาน					
15	ขณะทำการทดลอง ข้าพเจ้าวางเครื่องมือต่างแบบกระจัดกระจาย เพื่อที่จะได้หยิบง่าย ๆ					
16	การวางแผนการทดลองทำให้เสียเวลามากขึ้น					
ความซื่อสัตย์						
17	ในการทดลองข้าพเจ้าบันทึกและรายงานผลการทดลองตามความเป็นจริง					
18	ข้าพเจ้าปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองมากกว่าปฏิบัติตามผู้อื่น					
19	ข้าพเจ้ารู้สึกไม่พอใจเพื่อนที่นำเสนอข้อมูลตามความจริงแม้จะแตกต่างจากผู้อื่น					
20	ข้าพเจ้านำผลงานของบุคคลอื่นมาบอกอาจารย์ว่าเป็นผลงานของตนเอง					

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ความประหยัด						
21	ข้าพเจ้าศึกษาการวิธีการใช้งานและการบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ เพื่อยืดอายุการใช้งาน					
22	ข้าพเจ้านำอุปกรณ์ที่ใช้แล้ว และยังสามารถใช้ได้อีก นำกลับมาใช้ซ้ำ					
23	เมื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีปัญหา ข้าพเจ้าจะปล่อยทิ้งไว้ เพราะคิดว่าไม่ใช่หน้าที่ของตนเอง					
ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น						
24	ข้าพเจ้ารู้สึกชื่นชมเพื่อนที่เสนอผลการทดลองตามความเป็นจริง					
25	ข้าพเจ้าพร้อมที่จะทบทวนและเปลี่ยนแปลงแนวความคิดเมื่อความคิดของผู้อื่นถูกต้อง					
26	ข้าพเจ้าไม่เปิดโอกาสให้ผู้อื่นแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับงานของข้าพเจ้า					
27	ข้าพเจ้าเชื่อมั่นในความคิดและการตัดสินใจของตนเอง โดยไม่รับฟังความคิดเห็นจากคนอื่น					
ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์						
28	ก่อนการทำงานข้าพเจ้าและเพื่อนในกลุ่มร่วมกันทำข้อตกลงและแบ่งภาระหน้าที่รับผิดชอบ					
29	หากมีเพื่อนในกลุ่มทำการทดลองผิดพลาด ข้าพเจ้าและสมาชิกคนอื่นๆ รับฟังและให้อภัย					
30	ในการทำโครงการงาน ข้าพเจ้าจะบังคับให้เพื่อนทำตามความคิดเห็นของตนเอง					