

การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา
เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL)
ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ปวีณา วิชนี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์


คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

มิถุนายน 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ปวีณา วิชนี ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.อารมภ์ เพชรชิน)


..... กรรมการ
(ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)


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


..... กรรมการ
(ดร.สมศักดิ์ ลีลา)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


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

วันที่ 2 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2558

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาเสนอแนะแนวทางในการดำเนินงาน ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่เป็นอย่างดีเสมอมา ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และประสบการณ์มากมายในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อารมณ เพชรชื่น และดร.สมศักดิ์ ลิลา ที่กรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขผลงาน พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ ทำให้งานวิจัยนี้ มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ปติญา ศิลาแสง คุณครูพี่เลี้ยง อาจารย์ขวัญใจ สุวรรณ อาจารย์ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ อาจารย์นุชากร คำประดิษฐ์ และดร.สมศิริ สิงห์หลพ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ทำให้งานวิจัยฉบับนี้มีความถูกต้องและมีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครูและขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 และ 4/5 โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูล ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณนิสิตปริญญาโท พูน สควค. สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาแก่พระคุณของ บิดามารดา คุณพ่ออรุณ วิชนี และคุณแม่ปราณี วิชนี ผู้เป็นทุกสิ่งทุกอย่างในชีวิตของข้าพเจ้า

ปวีณา วิชนี

56910205: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL)/ เทคนิคเกม

ปริญญานิพนธ์: การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (A STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT, SCIENTIFIC ANALYTICAL THINKING AND ATTITUDE TOWARDS BIOLOGY ON "KINGDOM OF LIFE" BY USING BRAIN - BASED LEARNING (BBL) WITH GAMES FOR 10th GRADE STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์, กศ.ด., สพลณภัทร์ ศรีแสนรงค์, ศษ.ด., 243 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบ *t-test* แบบ Dependent sample และการทดสอบ *t-test* แบบ One sample

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 38.51, p = .000$)
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ที่เกณฑ์ร้อยละ 75 ($t = 2.99, p = .005$)
3. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 14.11, p = .000$)
4. เจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 14.26, p = .000$)

56910205: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORDS: BRAIN - BASED LEARNING (BBL)/ GAME

PAWEENA WICHANEE: A STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT, SCIENTIFIC ANALYTICAL THINKING AND ATTITUDE TOWARDS BIOLOGY ON "KINGDOM OF LIFE" BY USING BRAIN - BASED LEARNING (BBL) WITH GAMES FOR 10th GRADE STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: CHADE SIRISAWAT, Ed.D., SAPONNAPAT SRISANYONG, Ph.D. 243 P. 2015.

The objectives of this research were to study learning achievement in biology, scientific analytical thinking and attitude towards biology using Brain - Based Learning (BBL) with games for Grade 10 students. The sample for this research consisted of 36 Grade 10 students of Rayong Wittayakom School in the first semester of academic year 2014. The sample was randomly selected by using Cluster random sampling method. The research instruments consisted of lesson plans in the topic of "Kingdom of Life", Biology learning achievement test, Scientific analytical thinking test and Attitude towards biology test. The data were analyzed by using the *t-test* for Dependent samples and *t-test* for One sample.

The analyses of experimental data were summarized as follows:

1. The post-test mean scores of Biology learning achievement of Grade 10 students after using Brain - Based Learning (BBL) with games were statistically and significantly higher than pre-test mean scores of that at the .05 level ($t = 38.51, p = .000$)
2. The post-test mean scores of Biology learning achievement of Grade 10 students after using Brain - Based Learning (BBL) with games were statistically and significantly higher than 75 percent criterion at the .05 level ($t = 2.99, p = .005$)
3. The post-test mean scores of scientific analytical thinking of Grade 10 students after using Brain - Based Learning (BBL) with games were statistically and significantly higher than pre-test mean scores of that at the .05 level ($t = 14.11, p = .000$)
4. The post-test mean scores of attitude towards biology of Grade 10 students after using Brain - Based Learning (BBL) with games were statistically and significantly higher than pre-test mean scores of that at the .05 level ($t = 14.26, p = .000$)

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	13
อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต.....	22
การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	24
การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกม.....	38
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	49
การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์.....	54
เจตคติต่อวิชาชีววิทยา.....	57
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	61

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	70
วิธีดำเนินการวิจัย.....	70
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	70
รูปแบบการวิจัย.....	70
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	71
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	71
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	98
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	99
4	105
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	105
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	105
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	106
5	110
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	110
สรุปผลการวิจัย.....	111
อภิปรายผล.....	111
ข้อเสนอแนะ.....	117
บรรณานุกรม.....	119
ภาคผนวก.....	127
ภาคผนวก ก.....	128
ภาคผนวก ข.....	133
ภาคผนวก ค.....	166
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	243

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	แสดงสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์..... 20
2	แสดงขั้นตอนการใช้เทคนิคเกมวิทยาศาสตร์..... 43
3	แสดงลำดับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม..... 48
4	แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design..... 71
5	แสดงการกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมโดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม..... 72
6	การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 1 เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต..... 79
7	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่าง สาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้..... 86
8	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์..... 91
9	วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติและน้ำหนักร ในแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา..... 94
10	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม..... 106
11	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ร่วมกับการใช้เทคนิคเกมกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75..... 107
12	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม..... 108

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนของเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม.....	109
14 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) หัวข้อย่อย กลุ่มพืชไม่มีท่อลำเลียงและกลุ่มพืชมีท่อลำเลียงที่ไร้เมล็ด.....	134
15 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) หัวข้อย่อย พืชเมล็ดเปลือย และพืชดอก.....	136
16 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องอาณาจักรฟังไจ (Kingdom Fungi).....	138
17 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องอาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia) หัวข้อย่อย ไฟลัมพอริเฟอรา ไฟลัมไนดาเรีย ไฟลัมแพลทีเฮลมินธิส ไฟลัมมอลลัสคา ไฟลัมแอนเนลิดา และไฟลัมนีมาโทดา.....	140
18 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องอาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia) หัวข้อย่อย ไฟลัมอาร์โทรพอดา ไฟลัมเอโคโนเดอมาตา และไฟลัมคอร์ดาตา.....	142
19 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องอาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) หัวข้อย่อย กลุ่มพืชไม่มีท่อลำเลียง และกลุ่มพืชมีท่อลำเลียงที่ไร้เมล็ด.....	144
20 แสดงค่าความสอดคล้องของ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องอาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) หัวข้อย่อย พืชเมล็ดเปลือย และพืชดอก.....	146

สารบัญญัตราสาร (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
21 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อาณาจักรฟังไจ (Kingdom Fungi).....	147
22 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia) หิวข้อย่อย ไฟลัมพอริเฟอร่า ไฟลัมไนดาเรีย ไฟลัมแพลทีเฮลมีนทิส ไฟลัมมอลลัสคา ไฟลัมแอนเนลิดา และไฟลัมนีมาโทดา.....	148
23 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องอาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia) หิวข้อย่อย ไฟลัมอาร์โทรพอดา ไฟลัมเอไคโนเดอมาตาและไฟลัมคอร์ดาตา.....	149
24 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต.....	150
25 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต.....	152
26 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ ทางวิทยาศาสตร์.....	154
27 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์.....	156
28 แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์.....	157
29 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อความที่แสดงถึงเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ในด้านต่าง ๆ.....	160
30 แสดงค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา.....	161

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
31	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	163
32	คะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน.....	164
33	คะแนนเจตคติต่อวิชาชีววิทยาที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 75 คะแนน)	165

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบความคิดในการวิจัย.....	8
2 การทำงานของสมองส่วนบันทึกซ้ายและขวา บริเวณเซรีบริัม และคอร์เทกซ์.....	25
3 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้.....	84
4 แสดงขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	90
5 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์.....	93
6 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา.....	97

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและนับวันจะมีบทบาทมากขึ้นในอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและในกิจการงานอาชีพต่าง ๆ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific inquiry) การแก้ปัญหา โดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนขึ้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนกระบวนการและผลผลิตต่าง ๆ ที่ใช้ในการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตประจำวัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ญาณ มีทักษะที่สำคัญในการสืบเสาะและค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ประจักษ์พยาน และข้อมูลหลากหลายที่ตรวจสอบได้ มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2555, หน้า 2-3)

ปัญหาความตกต่ำของการศึกษาไทยเป็นประเด็นที่มีการถกเถียงมากในสังคมไทย เพราะระบบการศึกษาเป็นพื้นฐานการพัฒนาชาติ หากระบบการศึกษาตกต่ำ อาจส่งผลกระทบต่อความอยู่รอดของชาติไทยในสภาวะการแข่งขันสูงของโลกยุคโลกาภิวัตน์ ซึ่งในอดีตที่ผ่านมาได้มีความพยายามในการปฏิรูปการศึกษาไทยมาหลายครั้ง (เฉลิมพล รุจิรินทร์ และสิริพัฒน์ ประโทนเทพ, 2554, หน้า 21) แต่จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-Net) ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานวัดการศึกษาระดับชาติ ในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประจำปีการศึกษา 2555 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั่วทั้งประเทศ ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 33.10 และนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนระยองวิทยาคม ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 39.27 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 ทั้งในระดับประเทศและระดับโรงเรียน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) [สทศ.], 2555, หน้า 5) เมื่อวิเคราะห์ถึงปัญหาที่พบในด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าครูยังคงสอนโดยเน้นให้ครูเป็นศูนย์กลาง เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวก และมีความเคยชินกับการสอนแบบนี้

(ทีศนา แชมมณี, 2555, หน้า 119) ทำให้นักเรียนไม่ได้รับการฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งสวนทางกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการ ในปี 2556 ซึ่งได้ กำหนดเป้าหมายไว้ว่า ต้องการให้นักเรียนสามารถคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้ได้ด้วย ตนเองอย่างต่อเนื่อง (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2556, หน้า 4-5) และจากการที่ผู้วิจัยได้เข้าไปสังเกตการณ์การเรียนการสอนของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา การเรียนในวิชาชีววิทยา พบว่านักเรียนส่วนมากยังไม่ค่อยเข้าใจเนื้อหาในบทเรียน ทั้งที่นักเรียน เกือบทุกคนได้ไปเรียนพิเศษมาจากสถาบันกวดวิชาแล้วก็ตาม ซึ่งสาเหตุเหล่านี้ เกิดมาจากการที่ นักเรียนไม่สามารถจดจำเนื้อหาเป็นจำนวนมากได้ และเกิดความเหนื่อยล้าจากการไปเรียนพิเศษ หลังเลิกเรียนทุกวัน ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและเกิดทัศนคติที่ไม่ดีต่อการเรียนในวิชานั้น จนทำให้นักเรียนบางคนเกิดความเครียด บรรยากาศในห้องเรียนจึงมีแต่ความตึงเครียด จากเหตุผลข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสม มาใช้ในการแก้ปัญหา นี้ จากการศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี ควรเป็นกิจกรรม ที่เหมาะสมกับนักเรียน และควรจัดสภาพแวดล้อมและสร้างบรรยากาศที่กระตุ้นแรงจูงใจ ทั้งชวน ให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีความเชื่อมั่นกล้าคิด กล้าทำ ซึ่งจะเอื้อต่อการเรียนรู้ ส่งผลให้เรียนรู้ อย่างมีความสุข พัฒนาศักยภาพของนักเรียน มีความคิดสร้างสรรค์ และเกิดปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน (สสวท., 2555, หน้า 186) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้นักเรียนมีโอกาสทบทวนความรู้หรือได้มี การลงมือปฏิบัติ ซึ่งการ ลงมือปฏิบัติจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ผ่านการคิด และค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ มีความรับผิดชอบ เชื่อมมั่นในตนเอง สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ เกิดความรัก ความสนใจ ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เชษฐ ศิริสวัสดิ์, 2556, หน้า 2)

ซึ่งการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนนั้น การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ ดี หากครูสอนตามความเข้าใจกับหลักการของสมองและปรับการเรียนการสอนตามการทำงานของสมอง (อรนุช ลิ้มศิริ, 2555, หน้า 45) เพราะหน้าที่สำคัญของสมองมนุษย์ นอกเหนือจาก การควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายแล้วนั้น สมองยังทำหน้าที่เก็บสะสมหรือ จดจำข้อมูลเดิมเพื่อรำลึกไปใช้ในภายหลัง (สสวท., 2555, หน้า 11) ดังนั้นในการจัดการเรียน การสอน จึงควรจัดให้สอดคล้องกับธรรมชาติการทำงานของสมอง เพราะจะทำให้ นักเรียนสามารถ พัฒนาการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับ และสอดคล้องกับธรรมชาติการทำงานของสมอง คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานหรือ

Brain-Based Learning (BBL) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติการทำงาน ของสมอง ที่เป็นการนำเอาองค์ความรู้ของสมองมาใช้เป็นฐานในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ เพื่อสร้างศักยภาพสูงสุดในการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ ความสำคัญในการสร้างโอกาสในการรับความรู้ และเก็บความรู้ไว้ได้มากที่สุด การจัดการเรียนรู้ ต้องมีชีวิตชีวา หรือกิจกรรมต้องท้าทาย ชัดเจนไม่คลุมเครือ ทำให้เกิดการตื่นตัวแบบผ่อนคลาย โดยมีการจัดกิจกรรมฝึกซ้ำทบทวนบ่อย ๆ ทุกครั้ง นักเรียนจะสามารถเพิ่มพูนความเข้าใจ เก็บประเด็นสำคัญ และเพิ่มศักยภาพในการนำความรู้ไปใช้ (ชนาธิป พรกุล, 2554, หน้า 35)

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการเรียนการสอนที่กระตุ้นความสามารถ และความตั้งใจเรียนของนักเรียนที่สอดคล้องกับกระบวนการทำงานของสมอง ซึ่งหลักของการ เรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานก็คือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเชื่อว่า ความสำเร็จของการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของมนุษย์นั้นก็คือ การพัฒนาศักยภาพของ สมอง และการเรียนรู้ของผู้เรียนที่จะต้องมีความร่วมมือจากทุกฝ่าย (ประหยัด จิระวรพงศ์, 2549, หน้า 11) และเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ ดังที่ ศันสนีย์ จัตราคุปต์ (2544) ได้กล่าวไว้ ว่า "สมองมนุษย์มีศักยภาพในการเรียนรู้สูงสุดเมื่อผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขในสมองจะมีการ หลั่งสารเคมีที่ทำให้เกิดความสุขและจะไปเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้สูงขึ้น" และจากงานวิจัย ของ ธัญชนก โห่งกตหลด (2554, หน้า 98) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน พบว่านักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการ คิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ซึ่งการจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขนั้น "เกม" ถือเป็น เป็น เทคนิคการจัดการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และตั้งใจเรียนมากขึ้น (สสวท., 2555, หน้า 118) นักเรียนจะเกิดความพยายามที่จะเรียนรู้และ สามารถนำความรู้ที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้ได้ ดังนั้นจึงส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชานั้น ๆ รวมทั้งการใช้เกมประกอบการสอน มีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน และเกิดความ แม่นยำในเนื้อหามากยิ่งขึ้น เพราะในขณะที่เล่นเกมนักเรียนจะมุ่งความสนใจไปที่การเล่นโดย จะต้องพูดและทำกิจกรรมด้วยความตั้งใจและรวดเร็ว เพื่อจะได้ทำกิจกรรมให้เสร็จโดยเร็วและ ถูกต้อง สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของโรเจอร์ที่กล่าวว่า มนุษย์จะสามารถพัฒนาตนเองได้ดี หากอยู่ในสภาพการณ์ที่ผ่อนคลายและเป็นอิสระ มีการจัดบรรยากาศการเรียนที่ผ่อนคลายและ

เชื้อต่อการเรียนรู้ (ทิตนา แชมมณี, 2555, หน้า 70) จากสภาพปัญหาที่พบเกี่ยวกับการเรียนชีววิทยาผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการใช้เกมมาประกอบการสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ดีขึ้น และก่อให้เกิดความแม่นยำในเนื้อหา ทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยา ซึ่งแนวคิดนี้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน เพราะนักเรียนจะได้รับการฝึกใช้สมองทั้งสองซีกไปพร้อม ๆ กัน สมองของนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบและมีความหมาย (สุนทร โคตรบรรเทา, 2548, หน้า 1) อีกทั้งยังสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้เกิดความท้าทาย สนุกสนานเหมาะสมแก่การเรียนรู้

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้เลือกแนวทางการแก้ไขปัญหานี้ โดยทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม ในหน่วยการเรียนรู้ชีววิทยาพื้นฐาน เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นหัวข้อเรื่องที่มีเนื้อหามาก ต้องอาศัยการท่องจำมาก การนำการจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้มาใช้ จะส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจ (ตั้งใจ) และทำทนายในการเรียนรู้มากขึ้น เป็นเหตุให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ อีกทั้งยังสามารถสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคมอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม ที่เกณฑ์ร้อยละ 75
3. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม
4. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 75
3. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้
4. เจตคติต่อวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาให้ดียิ่งขึ้น
2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกมในวิชาอื่น ๆ
3. เป็นต้นแบบและแนวทางให้ครูผู้สอนทำความเข้าใจ และสามารถนำองค์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของสมองมาประยุกต์ใช้ เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกมให้เหมาะสม และเกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบลดความสามารถของนักเรียน จำนวนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 8 ห้อง

จำนวนนักเรียนทั้งหมด 320 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยใช้ในการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 36 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม โดยมีคุณสมบัติความเป็นตัวแปร เนื่องจากมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

2.2.2 การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

2.2.3 เจตคติต่อวิชาชีววิทยา

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ต่อไปนี้

3.1 อาณาจักรพืช

3.1.1 กำเนิดของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช

3.1.2 ลักษณะของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช

3.1.3 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช

3.2 อาณาจักรฟังไจ

3.2.1 วิวัฒนาการของอาณาจักรฟังไจ

3.2.2 ลักษณะและโครงสร้างของอาณาจักรฟังไจ

3.2.3 วัฏจักรชีวิตและการสืบพันธุ์ของอาณาจักรฟังไจ

3.2.4 ความหลากหลายของอาณาจักรฟังไจ

3.3 อาณาจักรสัตว์

3.3.1 กำเนิดของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสัตว์

3.3.2 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตอาณาจักรสัตว์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557
ใช้เวลาในการทดลอง 15 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำเสนอกรอบความคิดในการวิจัย ดังนี้

สภาพปัญหา

- จากผลการสอบวัดการศึกษาระดับชาติ (O-Net) ประจำปีการศึกษา 2555 วิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั่วประเทศ ได้เท่ากับ 33.10 และคะแนนเฉลี่ยของวิทยาคม เท่ากับ 39.27 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึง 50%
- นักเรียนไม่สามารถเข้าใจ และจดจำเนื้อหาในหัวข้อเรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิตได้ เนื่องจากมีคำศัพท์เฉพาะ และมีเนื้อหามาก ขาดการลงมือปฏิบัติ บรรยายคำในหัวข้อเรียนเป็นไปด้วยความตั้งใจ

แนวทางการแก้ปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง "อาณาจักรสิ่งมีชีวิต"

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเป็น
ฐานร่วมกับบทการใช้เทคนิคเกม

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอน โดยอาศัยหลักการทำงานตามธรรมชาติของสมอง และให้นักเรียนแสดงความรู้ ความสนใจออกมาจากการเล่นเกม นักเรียนจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ผลที่เกิด

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา
 - ด้านความรู้ความเข้าใจ
 - ด้านความเข้าใจ
 - ด้านการนำไปใช้
 - ด้านการวิเคราะห์
 - ด้านการสังเคราะห์
 - ด้านการประเมินค่า
- การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
- เจตคติต่อวิชาชีววิทยา

ผลการแก้ปัญหา

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หมายถึง การใช้ความรู้ ความเข้าใจ และข้อค้นพบต่าง ๆ เกี่ยวกับหลักการทำงานของสมอง มาใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบ การจัดการเรียนรู้ เพื่อให้การเรียนรู้ของนักเรียน เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีขั้นตอนการดำเนิน กิจกรรม ดังนี้

1.1 ขั้นเตรียมการ (Preparation) เป็นขั้นการเตรียมตัวสำหรับการเรียนรู้ หรือนำเข้าสู่ บทเรียน โดยครูต้องวางแผน เตรียมการ ตั้งคำถามและอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ มาแล้ว และสอบถามความต้องการของนักเรียนว่าต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับอะไรในเรื่องนั้น อีกบ้าง เพื่อเตรียมความพร้อมของสมองนักเรียน ให้เข้าใจในสิ่งที่จะเรียนและสามารถเชื่อมโยง ไปสู่เรื่องที่จะเรียนได้ โดยครูควรสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้มีความรู้สึกผ่อนคลาย ด้วยการ นั่งสมาธิ ฟังเพลงหรือการใช้คำพูดในเชิงบวก เพื่อให้สมองของนักเรียนเกิดการตื่นตัวต่อการเรียนรู้

1.2 ขั้นการรับรู้ (Acquisition) เป็นขั้นสอน เพื่อเตรียมสมอง สำหรับซึมซับข้อมูล ใหม่ ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด โดยการให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล ศึกษาหา ความรู้ และลงมือปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ครูต้องใช้สื่อการสอนที่หลากหลายบนหลักการทำงานของ สมองทั้งสองซีก เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียนและสร้างความพร้อมในการเรียนรู้

1.3 ขั้นขยายรายละเอียดเพิ่มเติม (Elaboration) เป็นขั้นที่ครูต้องเตรียมประเด็นหรือ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่ของนักเรียน โดยมีการฝึกสร้าง คำถาม แสดงความคิดเห็น ระดมสมองบนข้อเท็จจริง ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง สืบค้น ข้อมูล ซึ่งนักเรียนจะเรียนรู้โดยการใช้ข้อมูลและความคิดเห็น เพื่อสนับสนุนเชื่อมโยงการเรียนรู้ และตรวจสอบความรู้ที่คลาดเคลื่อน เพื่อให้สมองนักเรียนเรียนรู้จากการจัดกระทำข้อมูล อย่างเป็นระบบ และสรุปเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

1.4 ขั้นสร้างความทรงจำ (Memory formation) เป็นขั้นที่ครูเตรียมข้อมูลที่เป็นจริง และถูกต้อง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง นักเรียนต้อง สามารถสรุปการเรียนรู้ได้อย่างมีเหตุผล สามารถอธิบายที่มาของความรู้ได้ และสามารถระดม สมอง เพื่อดำเนินกิจกรรมและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้ซึ่งกันและกัน ความทรงจำอาจจะดี หรือไม่ดีนั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถในการกักเก็บความทรงจำของแต่ละบุคคล ซึ่งมีองค์ประกอบ หลายประการด้วยกัน เช่น สภาวะของนักเรียน ระดับของอารมณ์ การพักผ่อนให้เพียงพอ คุณภาพ และปริมาณการเชื่อมโยงของระดับสมอง ซึ่งจะช่วยให้สมองทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 ชั้นประยุกต์ใช้ (Functional integration) เป็นชั้นที่ครูจัดประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ที่คล้าย ๆ กับสถานการณ์เดิม เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกม หมายถึง กระบวนการที่ครูใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยให้นักเรียนเล่นตามเกมกติกา และนำเนื้อหาและข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นเกมของนักเรียนมาใช้ในการอภิปราย เพื่อสรุปการเรียนรู้ โดยมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ชั้นเตรียมการ

2.2 ชั้นกล่าวนำ

2.3 ชั้นเล่นเกม

2.4 ชั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

2.5 ชั้นทำกิจกรรมประเมินผลความเข้าใจ

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน โดยเป็นการนำความรู้เรื่องการทำงานหรือธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และสอดแทรกเทคนิคเกมเข้าไปในชั้นสร้างความทรงจำ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีรูปแบบดังนี้

3.1 ชั้นเตรียมการ (Preparation) ครูวางแผน เตรียมการ ตั้งคำถามและอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว และสอบถามความต้องการของนักเรียนว่าต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับอะไรในเรื่องนั้นอีกบ้าง เพื่อเตรียมความพร้อมของสมองนักเรียน ให้เข้าใจในสิ่งที่จะเรียนและสามารถเชื่อมโยงไปสู่เรื่องที่จะเรียนได้ โดยครูควรสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้มีความรู้สึกผ่อนคลาย เพื่อให้สมองของนักเรียนเกิดการตื่นตัวต่อการเรียนรู้

3.2 ชั้นการรับรู้ (Acquisition) ผู้สอนจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด โดยการให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล ศึกษาหาความรู้ และลงมือปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ครูต้องใช้สื่อการสอนที่หลากหลายบนหลักการทำงานของสมองทั้งสองซีก เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน และสร้างความพร้อมในการเรียน

3.3 ชั้นขยายรายละเอียดเพิ่มเติม (Elaboration) ครูต้องเตรียมประเด็นหรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่ของนักเรียน โดยมีการฝึกสร้างคำถาม แสดงความคิดเห็น ระดมสมองบนข้อเท็จจริง ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง

ซึ่งนักเรียนจะเรียนรู้โดยการใช้ข้อมูลและความคิดเห็น เพื่อสนับสนุนเชื่อมโยงการเรียนรู้ และตรวจสอบความรู้ที่คลาดเคลื่อน เพื่อให้สมองนักเรียนเรียนรู้จากการจัดกระทำข้อมูล อย่างเป็นระบบ และสรุปเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

3.4 ขั้นสร้างความทรงจำ (Memory formation) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม ซึ่งมี ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นเตรียมการ 2) ขั้นกล่าวนำ 3) ขั้นเล่นเกม 4) ขั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ 5) ขั้นทำกิจกรรมประเมินผลความเข้าใจ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสรุปการเรียนรู้ได้อย่างมีเหตุผล อธิบายที่มาของความรู้ได้ และสามารถระดมสมอง เพื่อดำเนินกิจกรรมและแลกเปลี่ยน ประสบการณ์ความรู้ซึ่งกันและกันได้ รวมทั้งยังสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้สนุกสนาน ตื่นเต้น ไร่่าใจ

3.5 ขั้นประยุกต์ใช้ (Functional Integration) เป็นขั้นที่ครูจัดประสบการณ์การ เรียนรู้ใหม่ซึ่งได้จากการเล่นเกมหรือคล้าย ๆ กับสถานการณ์เดิม เพื่อให้นักเรียนสามารถ ประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หมายถึง ความรู้และความสามารถทางสมองที่ นักเรียนได้รับและพัฒนาจากการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีเนื้อหาทั้งหมด 3 หัวข้อ ได้แก่ 1) อาณาจักรพืช 2) อาณาจักรฟังไจ 3) อาณาจักรสัตว์ โดยพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาในหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ด้าน คือ ด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งจะนำมาใช้วัดก่อนและหลังเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการ เรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

6. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเนื้อหา ทางวิทยาศาสตร์ ให้กระจายออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อค้นหาสาระสำคัญของเนื้อหานั้น ๆ และระบุนความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ๆ ได้อย่างมีเหตุผลและเป็นที่ยอมรับ จนสามารถทราบได้ว่า ส่วนย่อยนั้นผูกติดเรื่องราวที่สมบูรณ์ โดยยึดหลักการหรือทฤษฎีใด ซึ่งสามารถวัดได้จาก แบบทดสอบวัดความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านวิเคราะห์ความสำคัญ ด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และด้านวิเคราะห์หลักการ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งจะนำมาใช้วัดก่อนและหลังเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

8. เจตคติต่อวิชาชีววิทยา หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนในวิชาชีววิทยา ในทางบวกหรือทางลบ ซึ่งครอบคลุมในด้านความรู้สึกต่อวิชาชีววิทยา ความสำคัญของวิชาชีววิทยา ความชื่นชอบในวิชาชีววิทยา ความสนใจในวิชาชีววิทยา และการแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในวิชาชีววิทยา ซึ่งสามารถวัดได้จากการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

9. แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา หมายถึง ข้อความที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดความรู้สึกหรือความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนในวิชาชีววิทยา ในทางบวกหรือทางลบ ซึ่งครอบคลุมในด้านความรู้สึกต่อวิชาชีววิทยา ความสำคัญของวิชาชีววิทยา ความชื่นชอบในวิชาชีววิทยา ความสนใจในวิชาชีววิทยา และการแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในวิชาชีววิทยา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแนวคิดแบบลิเคิร์ต (Likert scale) คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

10. เกณฑ์ร้อยละ 75 หมายถึง ระดับผลการทดสอบวัดความรู้ของผู้เรียน ร้อยละ 75 ซึ่งมีคุณลักษณะตามเกณฑ์การพิจารณาอยู่ในระดับดี ตามข้อกำหนดของการวัดประเมินผลทางการเรียนของผู้เรียนในสถานศึกษา โดยใช้เกณฑ์ของกระทรวงศึกษาธิการและสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) 2554

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ทางและเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกม
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
6. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
7. เจตคติต่อวิชาชีววิทยา
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อการศึกษาประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบและตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และ มีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัยและรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคมและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิดความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทย และพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้

สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและ
พหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระ-
การเรียนรู้ ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละ
ระดับชั้นซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้
ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการ
การวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน

1. ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษา
ภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1-มัธยมศึกษาปีที่ 3)

2. ตัวชี้วัดช่วงชั้นเป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ การศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้ การศึกษาขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มี

ผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2: เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4: แรงแรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1: เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรารู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2: เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1: เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรารู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1: เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2: เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คำอธิบายรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน

ศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพและความยั่งยืนของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต กำเนิดของสิ่งมีชีวิต อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย การสูญเสียความหลากหลาย ศึกษาเกี่ยวกับประชากร ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของประชากร ขนาดประชากร รูปแบบการเพิ่มของประชากร การอดชีวิตของประชากร ประชาคมมนุษย์ ศึกษาเกี่ยวกับความมนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ และชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบาย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม

ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ

สาระการเรียนรู้/ จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต
2. การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต
3. กำเนิดของชีวิต
4. อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต
5. ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย
6. การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

ตารางที่ 1 แสดงสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้
1. ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
2. การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	<ol style="list-style-type: none"> 1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายลำดับเหตุการณ์กำเนิดของสิ่งมีชีวิตในอดีตจนถึงปัจจุบัน 2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอธิบายลำดับขั้นการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต และวิธีการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต 3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายความสำคัญของชีววิทยาศาสตร์และการตั้งชื่อ 4. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และสร้างไดโคโตมัสคีย์อย่างง่ายในการจำแนกสิ่งมีชีวิต

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้
3. กำเนิดของชีวิต	1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกำเนิดของสิ่งมีชีวิต 2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกำเนิดของเซลล์โพรคาริโอต เซลล์ยูคาริโอตและความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์โพรคาริโอต และเซลล์ยูคาริโอต
4. อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต	1. อธิบายหลักเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรต่าง ๆ ตามสายวิวัฒนาการ 2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และสรุปลักษณะที่เหมือนกัน และแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอรา อาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจ และอาณาจักรสัตว์ 3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และนำเสนอคุณค่าของความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรต่าง ๆ กับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม
5. ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย	1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และนำเสนอเกี่ยวกับสถานการณ์ ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย 2. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับคุณค่า และประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้
6. การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ	<ol style="list-style-type: none"> 1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย สาเหตุและผลกระทบของการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่น 2. ออกแบบสถานการณ์จำลองที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในระบบนิเวศที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต 3. วิเคราะห์ อภิปราย และนำเสนอเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

ในปี พ.ศ. 2278 ลินเนียสได้มีการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตออกเป็น 2 อาณาจักร คือ อาณาจักรพืชและอาณาจักรสัตว์ โดยใช้เกณฑ์จากความคล้ายคลึงกันของสิ่งมีชีวิต ในยุคต่อมานักวิทยาศาสตร์อีกหลายคนได้พยายามศึกษาค้นคว้าหาเกณฑ์ที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการจัดและให้ครอบคลุมสิ่งมีชีวิตทุกกลุ่มให้มากที่สุด เช่น ใช้ลักษณะทางกายวิภาค ลักษณะทางสัณฐานวิทยา รวมทั้งสมบัติทางเคมีของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น

จากความรู้เกี่ยวกับวิวัฒนาการทำให้ทราบว่า สิ่งมีชีวิตที่พบในปัจจุบันมีบางลักษณะที่คล้ายคลึงกัน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เหล่านี้มีวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษเดียวกัน แต่ที่มีบางลักษณะแตกต่างกันนั้น เพราะมีวิวัฒนาการไปตามสภาพแวดล้อมที่ดำรงอยู่

การจำแนกสิ่งมีชีวิต

ในปี พ.ศ. 2520 นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกันชื่อ คาร์ล วูสท์ (Carl Woese) และคณะได้นำความรู้ด้านชีวโมเลกุลมาใช้ในการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ในยีนของ rRNA เพื่อตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของสายวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แล้วเสนอให้มีการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตระบบใหม่ขึ้นมาเหนือกว่าระดับอาณาจักร หรือซูเปอร์คิงดอม (Superkingdom) ต่อมา นักวิทยาศาสตร์รุ่นหลังได้ศึกษาวิจัย และแบ่งจำแนกสิ่งมีชีวิตอย่างละเอียดขึ้น

อาร์ เอช วิทเทเคอร์ (R.H. Whittaker) ได้แบ่งสิ่งมีชีวิตออกเป็น 5 อาณาจักร คือ

1. อาณาจักรมอเนอรา (Kingdom Monera)
2. อาณาจักรโพรติสตา (Kingdom Protista)
3. อาณาจักรพืช (Kingdom Plantae)
4. อาณาจักรฟังไจ (Kingdom Fungi)
5. อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia)

โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอน ทั้งหมด 3 อาณาจักร คือ

1. อาณาจักรพืช (Kingdom Plantae)

พืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีกำเนิดขึ้นมาแล้วไม่ต่ำกว่า 400 ล้านปี มีหลักฐานหลายอย่างที่ทำให้เชื่อว่าพืชมีวิวัฒนาการมาจากสาหร่ายสีเขียวกลุ่ม Charophytes โดยมีการปรับตัวจากสภาพที่เคยอยู่ในน้ำขึ้นมาอยู่บนบก ด้วยการสร้างคุณสมบัติต่าง ๆ ที่เหมาะสมขึ้นมา เช่น มีราก เพื่อยึดลำต้น และดูดน้ำ สารอาหารไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของพืช สามารถสังเคราะห์สารพวกกลีโคคิติน เพื่อให้แข็งแรงและทนทานต่อสภาพแวดล้อม มีการปรับตัวด้านการสืบพันธุ์ โดยนักอนุกรมวิธานได้แบ่งพืชออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มพืชไม่มีท่อลำเลียง และกลุ่มพืชมีท่อลำเลียง อาจกล่าวได้ว่าอาณาจักรพืชมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยเป็นปัจจัยสี่สำคัญที่มนุษย์นำมาใช้เป็นอาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค เป็นต้น

2. อาณาจักรฟังไจ (Kingdom Fungi)

สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้มีทั้งเซลล์เดี่ยวและหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาเป็นเนื้อเยื่อ สิ่งมีชีวิตในกลุ่มฟังไจมีลักษณะร่วมกัน คือ ผนังเซลล์มีสารไคตินเป็นองค์ประกอบ มีการดำรงชีวิตแบบภาวะย่อยสลายและบางชนิดเป็นปรสิตของสิ่งมีชีวิตอื่น มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศโดยการสร้างสปอร์ โดยสามารถแบ่งฟังไจออกเป็น 4 ไฟลัม ดังนี้ 1) Phylum Chytridiomycota 2) Phylum Zygomycota 3) Phylum Ascomycota 4) Phylum Basidiomycota ในปัจจุบันได้นำฟังไจมาใช้ประโยชน์ทางการค้าและเศรษฐกิจหลายอย่าง เช่น นำไปย่อยสลายขยะมูลฝอยและสารอินทรีย์ต่าง ๆ นำเห็ดหลายชนิดมาประกอบอาหาร เช่น เห็ดฟาง เห็ดหอม เป็นต้น นำยีสต์ (*Saccharomyces* spp.) มาใช้ทำขนมปัง เบียร์และไวน์ แต่ยังมีฟังไจที่เป็นปรสิตก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ในพืช เช่น ราสนิม ราเขม่าดำ ราน้ำค้าง เป็นต้น

3. อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia)

สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มยูคาริโอตที่มีหลายเซลล์ ไม่มีผนังเซลล์ เซลล์จัดเรียงตัวกันเป็นเนื้อเยื่อ เป็นพวกเฮเทอโรโทรปที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เองต้องอาศัยจากสิ่งมีชีวิตอื่น มีการเรียนรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้า รวมทั้งมีการเคลื่อนไหวโดยการทำงานของเนื้อเยื่อประสาทและ

กล้ามเนื้อ ปัจจุบันได้แบ่งกลุ่มสัตว์ออกเป็น 9 ไฟลัม ตามเกณฑ์ในการจำแนก ได้ดังนี้

- 1) Phylum Porifera
 - 2) Phylum Cnidaria
 - 3) Phylum Platyhelminthes
 - 4) Phylum Mollusca
 - 5) Phylum Annelida
 - 6) Phylum Nematoda
 - 7) Phylum Arthropoda
 - 8) Phylum Echinodermata
 - 9) Phylum Chordata
- ซึ่งอาณาจักรสัตว์นี้ช่วยให้เกิดห่วงโซ่อาหารและระบบนิเวศเกิดความสมดุล

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน (BBL) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและการทำงานของสมอง (Structure and function of the brain) การเรียนรู้ย่อมเกิดขึ้นได้เสมอ ตราบใดที่สมองไม่ถูกสกัดกั้นจากการย่อยข้อมูลในลักษณะการทำงานที่เป็นปกติ (อรนุช ลิมตศิริ, 2555, หน้า 45)

การเรียนรู้โดยอาศัยสมองเป็นพื้นฐาน (Brain-Based Learning หรือ BBL) ถือกำเนิดขึ้นในทศวรรษที่ 1980 ซึ่งเป็นช่วงที่ความรู้ทางด้านประสาทวิทยาศาสตร์ (Neuroscience) และวิทยาการเกี่ยวกับการเรียนรู้ (Cognitive science) มีความก้าวหน้ามาก ความรู้ทางวิชาการเหล่านี้สามารถใช้อธิบาย กระบวนการที่มนุษย์เกิดการรู้สึกนึกคิด และการเรียนรู้ กระบวนการเหล่านี้ทั้งหมดเกิดขึ้นในสมอง ซึ่งเป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดของระบบประสาทของมนุษย์ ดังนั้นทฤษฎีของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นพื้นฐานนั้น จึงเกี่ยวข้องกับกระบวนการที่สมองถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนรู้ตามธรรมชาติ หลักการที่ว่านี้ไม่ได้เป็นสาขาวิชาใหม่ แนวทางปฏิบัติหรือคำสอนใหม่เลย แต่เป็นทฤษฎีที่คิดค้นมา จากหลักการหลาย ๆ หลักการ และความรู้จากหลาย ๆ แขนง เพื่อที่จะหาแนวทางที่สามารถตอบคำถามพื้นฐานที่ว่า อะไรเป็นสิ่งที่มีความคุณประโยชน์ต่อสมองในการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (นัยพินิจ คชภักดี, 2548, หน้า 1)

ส่วนประกอบและหน้าที่ของสมอง

1. เซรีบรัม (Cerebrum) เป็นสมองส่วนที่ใหญ่ที่สุด ห่อหุ้มด้วยเซลล์ประสาทที่มีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ ประมาณร้อยละ 70 ของระบบประสาท สมองแบ่งเป็น 4 ส่วน แต่แต่ละส่วนเรียกว่า ลอน (Lobe) ได้แก่

1.1 ฟรอนทอลลอน (Frontal lobe) เป็นสมองส่วนหน้า ทำหน้าที่เกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์ การวางแผน การจัดการ การพิจารณาตัดสินใจ

1.2 เทมโปราลลอน (Temporal lobe) เป็นสมองที่อยู่บริเวณขมับซ้าย ทำหน้าที่เกี่ยวกับการได้ยิน การเข้าใจภาษา และความจำ

1.3 พารายทอลลอน (Parietal lobe) เป็นสมองด้านข้างส่วนบน ทำหน้าที่รับความรู้สึกทางสัมผัสประสาทสัมผัส มาเข้ากระบวนการในสมองและความจำระยะสั้น

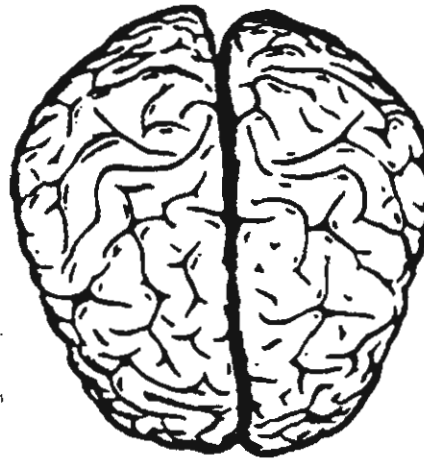
1.4 ออกซิพีทอลลอน (Occipital lobe) เป็นสมองส่วนท้ายทอย ทำหน้าที่ส่วนใหญ่เกี่ยวกับการมองเห็น

นักวิทยาศาสตร์บางคนเชื่อว่า สมองมีส่วนที่ 5 ตั้งอยู่บริเวณกลางสมอง มีพื้นที่ประมาณร้อยละ 20 ของสมอง สมองส่วนนี้เรียกว่า ระบบลิมบิก (Limbic system) ซึ่งประกอบด้วยทาลามัส ไฮโปทาลามัส ฮิปโปแคมพัส และอมิกดาลา ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานขั้นพื้นฐานของร่างกาย ควบคุมปริมาณอาหารที่จัดเก็บไว้ในเซลล์และควบคุมพฤติกรรมที่กระทำเพื่อความอยู่รอดของมนุษย์ เช่น การกิน การดื่ม การมีเพศสัมพันธ์

นอกจากนี้สมองส่วนนี้ยังสามารถแบ่งเป็น 2 ซีก คือ ซีกซ้ายและซีกขวา โดยทำหน้าที่ดังนี้

สมองซีกซ้าย

- สัมพันธ์กับร่างกายซีกขวา
- ทำงานด้านการเรียงลำดับ การวิเคราะห์ ภาษาพูด
- ปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์
- การใช้เหตุและผล
- ปฏิบัติกรงานประจำ



สมองซีกขวา

- สัมพันธ์กับร่างกายซีกซ้าย
- ทำงานด้านการสร้างภาพรวม จินตนาการ ภาษาท่าทาง
- รูปแบบความสัมพันธ์
- การทำให้เกิดความกระจำ

ภาพที่ 2 การทำงานของสมองส่วนบนซีกซ้ายและขวา บริเวณเซรีบรัม และคอร์เทกซ์ (นุชากร คำประดิษฐ์, 2556, หน้า 42)

ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

Caine and Caine (1990, p. 66) ได้อธิบายว่า การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับพื้นฐานของโครงสร้างและหน้าที่การทำงาน

Jensen (2000, p. 76) ได้ให้คำนิยามว่า การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน คือการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของสมอง เป็นการเรียนรู้ที่ต้องตอบคำถามที่ว่า อะไรบ้างที่ดีต่อสมอง ดังนั้นความหมายจึงเป็นการเรียนรู้ที่ผสมผสาน หรือรวบรวมหลากหลายทักษะความรู้เพื่อนำมาใช้ในการส่งเสริมการทำงานของสมอง เช่น ความรู้ทางเคมีศาสตร์ ประสาทวิทยา จิตวิทยา สังคมศาสตร์ พันธุศาสตร์ชีววิทยา และชีวประสาทวิทยา ซึ่งเป็นการนำความรู้การทำงาน หรือธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของสมองให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

Call (2003, p.11) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน คือการจัดการเรียนรู้ที่นำเอาความรู้ แนวคิด ที่ได้จากการการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของสมองมาออกแบบ เพื่อฝึกหรือส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน

วิทยากร เชียงกุล (2547, หน้า 115) ได้กล่าวว่า BBL หมายถึง การเรียนรู้ที่มีพื้นฐานอยู่บนโครงสร้างและการทำหน้าที่ของสมอง ซึ่งถ้าหากสมองไม่ถูกปิดกั้นจากการบรรลุนกกระบวนการตามปกติของมึนการเรียนรู้ก็จะเกิดขึ้น นั่นก็คือทุกคนที่มีสมองปกติสามารถเรียนรู้ได้อยู่แล้วโดยธรรมชาติเพราะสมองเป็นเครื่องประมวลผลที่มีพลังสูงอย่างมหาศาล

พรพิไล เลิศวิชา และอัครภูมิ จารุภากร (2550, หน้า 33) ได้กล่าวว่า BBL หมายถึง การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้หรือการทำงานของสมองทางธรรมชาติ โดยการใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับสมองเป็นเครื่องมือในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างศักยภาพสูงสุดในการเรียนรู้ของมนุษย์

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักการทำงานหรือธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมาใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

หลักการสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

เคนย์ และเคนย์ (Caine & Caine, 1997 อ้างถึงใน นัยพินิจ คชภักดี, 2548) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เป็นการผสมผสานระหว่างวิทยาศาสตร์การทำงานของสมองกับสามัญสำนึก และขนานนามสมองว่าเป็น "อวัยวะในการเรียนรู้" (The organ of learning) เขาผลักดันให้มีการศึกษาสมองให้มากยิ่งขึ้น เพื่อที่จะออกแบบสภาพแวดล้อมที่ เหมาะสมกับการเรียนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดและได้คิดค้นย้งหลักการ 12 ข้อของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ดังนี้

1. สมองเป็นเครื่องประมวลผลที่ทำงานในเชิงขนาน (The brain is a parallel processor) ความคิด อารมณ์ จินตนาการ และแรงจูงใจในการเรียน จะเกิดขึ้นไปพร้อม ๆ กัน อย่างมี ปฏิสัมพันธ์ ประหนึ่งว่าเป็นระบบเดียวกัน เพื่อใช้ในการโต้ตอบ และแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ สิ่งแวดล้อม

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้ทำการสอน

ผู้สอนจำเป็นต้องใช้กลวิธีและเทคนิคหลาย ๆ อย่าง หลาย ๆ ทาง เพื่อที่จะทำให้ ความคิดของผู้เรียนทั้งชั้นเรียนมุ่งไปยังสิ่งที่กำลังสอนอยู่ ไม่มีวิธีใดวิธีหนึ่งที่สามารถดึงดูดความ สนใจที่ หลากหลายของผู้เรียนทั้งชั้นได้ การสอนที่ดีต้องสามารถทำให้ประสบการณ์ของผู้เรียนมุ่ง ไปในทาง เดียวกันได้โดยที่ทุกส่วนของสมองได้รับรู้และเกิดการเรียนรู้

2. การเรียนรู้ต้องอาศัยการทำงานของระบบสรีระทั้งหมด (Learning engages the entire physiology) การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเช่นเดียวกับการหายใจ เพียงแต่ การเรียนรู้ถูกยับยั้ง หรือส่งเสริมด้วยปัจจัยบางอย่างได้ การเจริญเติบโตการบำรุง และการทำงาน ตอบสนองกันของเซลล์ ประสาทมีความเกี่ยวข้องกับการแปรผลของประสบการณ์ ความเครียด และภาวะที่รู้สึกเหมือนถูกข่มขู่จะทำให้สมองทำงานต่างไปจากสมองที่อยู่สภาวะสงบ แต่ได้รับการ ทำทายต่อสิ่งแปลกใหม่ และยังเบื่อกว่ากับความจำเจ ในขณะที่เดียวกันก็มีความสุข และพึงพอใจ การเกิดการเชื่อมโยงของระบบประสาท นั้นยังขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมนั้นก็คือ ลักษณะของโรงเรียนกับสิ่งที่พบในชีวิตประจำวันด้วย

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้ทำการสอน

ทุก ๆ อย่างที่มีผลต่อการทำงานของระบบสรีระย่อมมีผลต่อประสิทธิภาพใน การเรียนรู้ การควบคุมความเครียด โภชนาการ การออกกำลังกาย และการผ่อนคลาย รวมทั้ง การบริหารสุขภาพในรูปแบบอื่น ๆ จะต้องเป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการพิจารณาถึงสภาพที่เหมาะสมกับ การเรียนรู้ด้วย ยกตัวอย่าง เช่น ผู้เรียนควรดื่มน้ำวันละหกถึงแปดแก้ว เพื่อเพียงพอที่จะทำให้ สมองไม่ขาดน้ำ การกำหนดเวลา เริ่มเรียนเป็นเรื่องสำคัญที่ควรพิจารณาอย่างรอบคอบ โดยเฉพาะในวัยรุ่นซึ่งธรรมชาติ วัยรุ่นมักมีปัญหา เรื่องการเข้านอนแต่หัวค่ำ การนอนดึก ทำให้เวลาที่ใช้ในการนอนในแต่ละคืนน้อยลง ไม่เพียงพอถ้าเวลาเช้าที่จะเริ่มเรียนจะถูกกำหนด ให้อยู่ที่เจ็ดหรือแปดนาฬิกา เป็นต้น นอกจากนี้การตั้งเป้าหมายการศึกษาโดยอาศัยอายุเป็นเกณฑ์ เป็นสิ่งที่ไม่สมควร เด็กปกติที่มีอายุเท่ากันอาจจะมีความแตกต่างทางการของทักษะพื้นฐานต่าง ๆ แตกต่างกันได้ถึงห้าปี

3. มนุษย์มีความอยากที่จะค้นหาความหมายแต่กำเนิด (The search for meaning is innate) ความพยายามค้นหาความหมาย (หรือความพยายามที่จะหาเหตุผลถึงเหตุการณ์ที่เผชิญอยู่) และความต้องการที่จะตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองโดยไม่ต้องมีใครสอน ความพยายาม ค้นหาความหมายเป็นสิ่งที่เกิดขึ้น เพราะมนุษย์ต้องการที่จะมีชีวิตอยู่รอด สิ่งนี้จึงเป็นพื้นฐานของการทำงานของสมองของมนุษย์ สมองมีความจำเป็นต้องจดจำสิ่งที่คุ้นเคยในขณะที่ต้องพยายามค้นหาและ ตอบสนองต่อสิ่งเร้าใหม่ ๆ เราไม่สามารถหยุดความพยายามค้นหาความหมายได้ แต่เราสามารถเพ่งเป้า และจดจ่อไปยังสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่สนใจได้

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้ทำการสอน

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ต้องไม่เปลี่ยนแปลงบ่อยและคุ้นเคยกับผู้เรียนให้มากที่สุด ห้องเรียนเป็นส่วนหนึ่งในการเกิดพฤติกรรมและกระบวนการประจำวันในห้องเรียน ในขณะที่ตัวกันอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนต้องมีย่างเพียงพอในการตอบสนองต่อความอยากรู้ อยากรูเห็น ความกระหายในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ การค้นคว้าและความท้าทาย เนื้อหาวิชาจำเป็นต้องมีความน่าตื่นเต้นและมีคุณค่า และต้องให้ผู้เรียนมีทางเลือกในการศึกษา ยิ่งบทเรียนมีความเหมือนจริงมากเท่าใด ก็ยิ่งได้ผลดีมากเท่านั้น อาจจะสามารถกล่าวได้ว่าวิธีสร้างสรรค์ทั้งหมดที่คิดไว้ใช้สอนเด็กที่มีพรสวรรค์เท่านั้น ควรจะนำมาใช้ในการสอนเด็กปกติด้วย

4. การค้นหาความหมายของมนุษย์เป็นกิจกรรมที่เป็นรูปแบบ (The search for meaning occurs through "Patterning") กิจกรรมที่เป็นระบบ หมายถึงการจัดการกับข้อมูลต่าง ๆ ให้เป็นระเบียบอย่างมีเหตุผล และการจัดหมวดหมู่ของข้อมูล สมองถูกออกแบบให้เข้าใจรูปแบบและสร้างระบบที่มีแบบแผน และสมองก็ยิ่ง พยายามที่จะนำระบบที่ไม่ก่อให้เกิดความหมายมาจัดการกับข้อมูลด้วย ระบบที่ไม่ก่อให้เกิดความหมาย นั่นก็คือ ข้อมูลที่ไม่ปะติดปะต่อกัน และไม่มี ความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้ทำการสอน

ผู้เรียนจะจัดระบบ การรับรู้ และสร้างความหมาย หรือเหตุผลตลอดเวลาไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง เราไม่สามารถหยุดให้ผู้เรียนจัดการกับข้อมูลของเขาได้ แต่เราสามารถจะสร้างแนวทางทางความคิดได้ การคิดที่เพ้อฝันของนักเรียน ก็คืออีกทางหนึ่งของการจัดข้อมูลเป็นระบบ เช่นเดียวกับการแก้โจทย์ และการคิดแบบวิเคราะห์ วิจัย การกำหนดหัวข้อให้ผู้เรียนทำในระยะเวลาที่กำหนดไม่สามารถการันตีว่าจะมีการเกิดการวางระบบทางความคิดที่เหมาะสม เพราะว่ามันนักเรียนอาจจะใช้เวลาไปกับการพยายามทำงานให้เสร็จตรงเวลา ในขณะที่ความคิดไม่ได้ใช้ในการคิด ในการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพนั้น ผู้เรียนต้องมีโอกาสที่จะสร้างสรรค์

แนวความคิดที่เป็นระบบที่มีความหมาย และมีประโยชน์ต่อตัวของนักเรียนเอง การสอนโดยเน้นใจความสำคัญของหัวข้อ การประยุกต์หลักสูตร และการสอนที่เน้น ให้นิยามมีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันเป็นสิ่งที่ยอมรับว่าเหมาะสมหรือไม่

5. อารมณ์มีความสำคัญต่อการทำงานแบบมีรูปแบบ (Emotion are critical to patterning) เราไม่ได้เรียนรู้อะไรได้ง่าย ๆ เพราะสิ่งที่เราเรียนรู้มันมักได้รับอิทธิพล และถูกควบคุมจากอารมณ์ และสภาวะของจิตใจจากความคาดหวัง ความลำเอียง และความมีอคติ ความมั่นใจในตัวเอง และความต้องการที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม อารมณ์จะเป็นตัวที่หล่อหลอมความคิด และความคิดก็จะเป็นตัวที่หล่อหลอมอารมณ์ โดยทั้งสองตัวไม่สามารถแยกจากกันได้

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้ทำการสอน

ผู้สอนต้องมีความเข้าใจในความรู้ลึกของผู้เรียน ทักษะของผู้เรียนยังเกี่ยวข้อง และเป็นตัวตัดสินการเรียนรู้ที่จะเกิดขึ้นต่อไป ความเชื่อมั่นของผู้เรียนเกี่ยวกับการดูแลที่ได้รับจากผู้สอนและผู้บริหารโรงเรียนจะมีผลต่อการเรียนรู้ด้วย ยกตัวอย่างเช่น การที่นักเรียนพบปะกับครูในห้องเรียนมีผลต่อการเรียนรู้พอ ๆ กับการพบปะกับครูในทางเดินหรือโรงอาหาร การพบปะในกรณีหลังนี้จะทำให้เพิ่ม ความเชื่อมั่นและความเคารพของนักเรียนต่อครูและผู้บริหารโรงเรียน ซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้ด้วยเช่นกัน

6. สมองประมวลข้อมูลแบบเป็นส่วนย่อย ๆ และแบบทั้งหมดพร้อม ๆ กัน (The brain processes parts and whole simultaneously) มีหลักฐานว่ามีความแตกต่างระหว่างสมองซีกซ้ายและขวาอยู่จริง แต่อย่างไรก็ตามในคนที่มีความผิดปกติ สมองทั้งสองข้างจะทำงานปฏิสัมพันธ์กันในประสบการณ์ทุก ๆ อย่างในชีวิตประจำวัน ความเข้าใจถึงเรื่องสมองสองซีกนั้นเป็นการเปรียบเทียบกันตรง ๆ ซึ่งมีประโยชน์ในการช่วยให้ผู้สอนเข้าใจถึงการทำงานที่สองรูปแบบที่ต่างกันไปเพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลรูปแบบหนึ่งก็คือ การที่แบ่งข้อมูลเป็นข้อมูลย่อยต่าง ๆ และอีกรูปแบบหนึ่งก็คือการรับรู้ถึงข้อมูลย่อย ๆ และนำมาทำงาน ประสานกันหรือเป็นขั้นตอนที่ประสานกัน

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้ทำการสอน

การสอนที่ดีจำเป็นต้องอาศัยเวลาในการสร้างความเข้าใจ และทักษะเพราะว่ากระบวนการการเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างค่อย ๆ ออกงาม และเพิ่มพูนขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นผู้เรียนจะเข้าใจคำศัพท์และใช้คำศัพท์ อย่างคล่องแคล่วเมื่อได้พบคำศัพท์เหล่านี้กับสิ่งเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่นเดียวกันกับสมการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหลายจะต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันด้วย

7. การเรียนรู้อาศัยทั้งการจดจ่อต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งและการรับรู้ต่อสภาพรอบข้าง

(Learning involves both focused attention and peripheral perception) สมองจดจำทั้งข้อมูลที่กำลังจดจ่ออยู่ และข้อมูลที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากสิ่งที่กำลังสนใจอยู่ หมายความว่า สมองจะตอบสนองต่อข้อมูลทั้งหมดจากทุกประสาทสัมผัสที่เกิดขึ้นรอบ ๆ บริเวณที่มีการเรียนการสอนหรือการสื่อสาร

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้ทำการสอน

บรรยากาศการเรียนมีความสำคัญในทุก ๆ ด้าน ผลงานแสดงทางศิลปะในห้องควรเปลี่ยนแปลง ๆ ไปตามเนื้อหาของบทเรียนที่ทำการสอนอยู่ การใช้ดนตรีเริ่มจะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะ เพื่อส่งเสริมให้เกิดความคุ้นเคยต่อสิ่งที่จะเรียนรู้ตามธรรมชาติ ผู้สอนต้องพยายามเชื่อมโยงความสนใจ และความกระตือรือร้นของผู้เรียนเข้ากับความสนใจของผู้สอน ผู้สอนยังต้องคอยชี้แนะและโน้มน้าว ความสนใจเพื่อให้ข้อมูลที่อยู่เหนือสติยังอยู่ในเนื้อหาของเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ ผลของสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้ชีวิตประจำวันของนักเรียนรวมไปถึงชุมชน ครอบครัวและเทคโนโลยีรอบตัวต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

8. การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับขอบวนการรับรู้ต่าง ๆ ทั้งขณะมีสติรับรู้ และขณะไม่มีสติรับรู้อยู่เสมอ (Learning always involves conscious and unconscious processes) การเรียนรู้มากมายของมนุษย์นั้น เกิดขึ้นในจิตใต้สำนึก และอยู่ต่ำกว่าความรู้สึกนึกคิด เราเกิดการรับรู้มากกว่าที่เรารู้สึกและเข้าใจมากนัก ประสบการณ์ที่เรียนรู้ในอดีตจะเป็นส่วนหนึ่งในความรู้พื้นฐานของคนเราในแบบทั้งที่อยู่ต่ำกว่าความรู้สึกนึกคิด และแบบที่มีความรู้สึก

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้ทำการสอน

ความรู้ ความเข้าใจส่วนมาก มักไม่ได้เกิดขึ้นฉับพลันทันทีทันใดแต่จะเกิดขึ้นหลังจากที่เราเรียน และบางทีก็เกิดขึ้นทีหลังมาก ๆ เวลาที่ใช้ในการคิด และการคิดใคร่ครวญจึงสำคัญต่อการเรียนรู้ ความพยายามส่วนมากในการเรียนการสอนมักจะเสียไป เพราะว่าไม่มีเวลาเพียงพอให้ผู้เรียนได้คิด และประมวลประสบการณ์การเรียน หรือในบางกรณีผู้เรียนได้รับเวลาไม่เพียงพอในการนำความคิดเหล่านั้นไปใคร่ครวญถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้นต่อตัวผู้เรียนเอง

9. เรามีวิธีจัดการกับการจดจำอย่างน้อยสองวิธี คือการจดจำโดยใช้ความสัมพันธ์ของตำแหน่งกับตัวเรา และการจดจำโดยใช้ระบบท่องจำ (We have at least two ways of organizing memory: a spatial memory and a set of system for rote learning) การจดจำโดยใช้ความสัมพันธ์ตำแหน่งกับตัวเรา เป็นการจดจำที่ไม่จำเป็นต้องมีการทบทวน และยังเป็นความจำ

ที่เรียกมาใช้ได้ทันที วิธีนี้มักจะเกี่ยวข้องและได้รับการชักจูงจากสิ่งแปลกใหม่รอบตัว การจดจำชนิดนี้จะใช้วิธีเก็บแตกต่างจากการจดจำอีกชนิด ก็คือระบบท่องจำ

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้ทำการสอน

บางที่การท่องจำนั้นมีประโยชน์ และสำคัญ เช่น การท่องตารางสูตรคูณ เป็นต้น แต่โดยรวมแล้ว ผู้สอนที่สอนแต่การท่องจำไม่ได้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แต่ประการใด และมีหน้าซ้ำยังไปรบกวนกระบวนการที่เกี่ยวกับพัฒนาการของความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนอีกด้วย การที่เราไม่สนใจถึง สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวของผู้เรียน และสไตล์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนชอบจะเป็นการทำให้การทำงานของสมองของผู้เรียนขาดประสิทธิภาพ

10. เราเข้าใจได้ง่ายและจดจำได้อย่างแม่นยำ เมื่อสิ่งนั้นหรือทักษะนั้นมีอยู่ในระบบการจดจำแบบธรรมชาติที่ใช้ตำแหน่งและความสัมพันธ์กับตัวเรา (We understand and remember best when facts and skills are embedded in natural, spatial memory) มนุษย์เรียนคำศัพท์และไวยากรณ์ของภาษาที่เป็นภาษาแม่ จากกระบวนการที่เชื่อมโยงกันอย่างซับซ้อน หลังจากนั้นสิ่งเหล่านั้นก็จะถูกปรับปรุงแก้ไขโดยการคิด และการเข้ามาอยู่ในสังคม การเรียนภาษานั้นเป็นตัวอย่งของการเรียนรู้ โดยการกำหนดความหมายของสิ่งต่าง ๆ ใน ประสบการณ์ทั่วไป การเรียนรู้ในรูปแบบนี้จะเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้ดีมาก

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้ทำการสอน

ผู้สอนต้องจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับกิจกรรมในชีวิตประจำวันให้มาก รวมถึงการแสดงตัวอย่างในห้องเรียน โครงการ ออกสำรวจนอกสถานที่ การแสดงภาพประกอบที่สอดคล้อง กับเนื้อหา การเล่าเรื่อง การยกตัวอย่างเปรียบเทียบ การแสดงบทบาทสมมติ การแสดงถึงความเชื่อมโยง กันของวิชาต่าง ๆ ส่วนความรู้ทางภาษาและไวยากรณ์นั้นก็สามารถเรียนรู้เป็นระบบได้เช่นกัน โดยการ ให้เล่าเรื่องและการเขียนเรียงความ ความสำเร็จที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับ การทำให้ผู้เรียนสามารถนำประสาสัมพันธ์ทุกด้านไปใช้ และอยู่ท่ามกลางประสบการณ์ที่เชื่อมโยงกันอย่างซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตามการเรียนแบบดั้งเดิมโดยครูเป็นผู้สอนหน้าห้องก็ควรจะมีอยู่ โดยเป็นส่วนหนึ่งของประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย

11. การเรียนรู้แบบซับซ้อนจะถูกกระตุ้นโดยความท้าทาย และถูกยับยั้งโดยการถูกข่มขู่ (Complex learning is enhanced by challenge and inhibited by threat) สมองจะเกิดการเชื่อมโยงของระบบประสาทมากที่สุด เมื่อมีโอกาสให้ได้ลองเสี่ยงกับอะไรอย่างหนึ่ง แต่สมองจะทำงานลดลงเมื่อตกอยู่ในสภาวะที่ถูกข่มขู่ (เพราะจะรู้สึกถึงสถานการณ์นั้นว่าช่วยเหลือตัวเองไม่ได้)

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้ทำการสอน

สถานที่ที่ปลอดภัยให้นักเรียนได้คิด และลองหรือที่เรียกสถานการณ์นี้ว่า ความตื่นตัวแบบผ่อนคลาย จำเป็นอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้ที่ดี สภาวะที่ถูกข่มขู่ ในกรณีที่ผู้เรียนกระทำผิดพลาดแล้วจะถูกทำโทษหรือตัดคะแนนจะขัดขวางมากกว่าจะสนับสนุนการเรียนรู้

12. สมอของแต่ละคนมีความเฉพาะตัวไม่เหมือนกัน (Every brain is uniquely organized) มนุษย์ทุกคนมีสมองซึ่งทำงานเหมือนกัน ๆ กัน แต่เราก็ยังแตกต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างทางกรรมพันธุ์ ความรู้ที่มีอยู่ดั้งเดิม และสภาพแวดล้อมรอบตัว ยิ่งเราเรียนรู้มากเท่าใด คนเราก็จะยิ่งแตกต่างกันมากขึ้น

- สิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้ทำการสอน

เราต้องรับรู้ว่าคุณเรียนทุกคนมีความแตกต่างกัน และต้องได้รับทางเลือกในการเรียนรู้ด้วยหนทางของแต่ละคนตามแต่ละสติปัญญาที่มี การให้ทางเลือกนี้ต้องมีความหลากหลายเพียงพอที่จะทำให้ทุกคนมีความสนใจในการเรียน และอาจจะต้องถึงกับเปลี่ยนโครงสร้างของโรงเรียนเพื่อให้แต่ละคนได้ แสดงออกตามความแตกต่างที่เป็นอยู่ กล่าวโดยสรุปการศึกษาต้องเป็นตัวส่งเสริมให้เกิดการทำงานของสมองอย่างมีประสิทธิภาพที่สุดไม่ว่าด้วยวิธีใดก็ตาม

วิโรจน์ ลักษณาดิสสร (2550, หน้า 15-20) ได้เสนอแนวคิดพื้นฐานของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1. หลักในการผ่อนคลาย (Relaxed alertness) การสร้างอารมณ์ บรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีที่สุด มีลักษณะผ่อนคลาย ทำท่าย ให้ผู้เรียนมีความรู้สึกสามารถเรียนรู้ได้อย่างมั่นใจ มีการจัดสิ่งแวดล้อม โอกาส และประสบการณ์ที่ผู้เรียนสามารถเข้าร่วมได้ และเชื่อมโยงการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ เรียนรู้ตามเป้าหมายของแต่ละคนที่สนใจ

2. หลักในการตระหนัก จดจ่อ (Orchestrated immersion) การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ต้องสัมพันธ์กับความรู้สึกระหนัก จดจ่อที่จะเรียนของผู้เรียน โดยผ่านการได้เห็น ได้ยิน ได้ดม ได้สัมผัส ได้ชิมรส และได้เคลื่อนไหวร่างกาย ได้เชื่อมโยงความรู้เดิมมาใช้ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ มีความกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหาที่เข้ามาเผชิญหน้าฝึกปฏิบัติค้นหาคำตอบ

3. หลักในการจัดประสบการณ์ที่เป็นกระบวนการอย่างกระตือรือร้น (Active processing of experience) เป็นการจัดประสบการณ์ที่สร้างสรรค์นำไปสู่ความแข็งแกร่งในการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมที่มีความหมาย ผู้สอนใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนพิจารณา หรือค้นหา คำตอบ ข้อมูลสารสนเทศอย่างกระตือรือร้น และ Feed back ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อต้องการ

กระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดหาทางพิสูจน์ หรือค้นหาคำตอบ วิเคราะห์สถานการณ์บนพื้นฐานของ พวกเขาได้ฝึกทักษะการตัดสินใจในช่วงวิกฤติ และสื่อสารบนความเข้าใจของตนเอง

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการทำงานของสมอง

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว ตามพัฒนาการและการเรียนรู้ ของสมองในช่วงวัยรุ่น (ประถมปลาย-มัธยมศึกษาตอนต้น) การเรียนรู้ของสมองจะเริ่มก้าวผ่าน ระยะของการเรียนรู้ที่ใช้การเทียบเคียง และการถอดรูปความสัมพันธ์ใน Pattern ของข้อมูลเข้าสู่ กระบวนการเรียนรู้แบบวิเคราะห์ (Analytic) สมองจะสร้างความเข้าใจข้อมูลใหม่ ๆ

บนฐานความรู้ข้อมูลเดิม โดยสามารถเรียนรู้ความหมายจากคำนิยามได้ ความสามารถที่สำคัญ ของสมอง คือ สามารถโยงแบบแผนของข้อมูลและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในความทรงจำ เกี่ยวกับนิยามนั้น ซ้ำมไปเชื่อมโยงกับข้อมูลใหม่ นับเป็นการเพิ่มพูนความรู้ใหม่ได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งก้าวไปสู่ “นามธรรม” มากขึ้น เพราะการสร้างความรู้ใหม่อาศัยรูปธรรมน้อยลง กระบวนการ เช่นนี้ก็คือ “กระบวนการคิด” นั่นเอง ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่จะทำให้เด็กเกิด การเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพนั้น ต้องทำให้สอดคล้องกับพัฒนาการและการเรียนรู้ของสมอง ประเด็นสำคัญที่จำเป็นต่อกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการทำงานของสมอง

พรพิไล เลิศวิชา และอัศวภูมิ จารุภากร (2550, หน้า 151-152) ได้กล่าวถึงแนวทางการ จัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามการทำงานของสมอง ไว้ดังนี้

1. นำเด็กเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์จริง หรือสถานการณ์จำลอง (เล่าเรื่อง, ให้ดูวิดีโอ, ทดลองให้ดู, ไปดูของจริงที่น่าอัศจรรย์หรือประทับใจ) การเรียนรู้ท่ามกลาง สถานการณ์จำลองเหล่านี้ เด็กจะรู้ความหมาย (Search for meaning) และอารมณ์ของเด็กจะถูก ชีบเคลื่อน (Emotional brain) เพราะอยู่ในสถานการณ์คล้ายจริง ทำให้สมองเรียนรู้ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ การเรียนวิทยาศาสตร์ต้องไม่เริ่มจากการสอนนิยาม

2. ฝึกให้สามารถตั้งประเด็นคำถาม และคิดอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้เพื่อให้สมองฝึกฝน และเชื่อมโยงวงจรแห่งความรู้ในสมองหลาย ๆ ทาง เพื่อสร้างจุดเชื่อมต่อ (Synapse) ที่จำเป็น ในสมองสำหรับรองรับกระบวนการคิดที่รอบด้าน

3. เมื่อเข้าใจปรากฏการณ์และกระบวนการผ่านการปฏิบัติแล้ว ควรมีการฝึกพูด เขียน แสดงออก ใช้ศัพท์และนิยามทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายสิ่งและปรากฏการณ์ ไม่ควรปล่อยให้ วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่แห้งแล้ง เปิดโอกาสให้เด็กสัมผัสกับข้อมูลข่าวสาร เรื่องราวทาง วิทยาศาสตร์ที่ท้าทาย ซึ่งเชื่อมโยงกับบทเรียนได้

4. การใช้คำศัพท์และนิยามทางวิทยาศาสตร์ เป็นการทบทวนชุดความเข้าใจ ซึ่งเป็นการใช้วงจรร่างแหของเซลล์สมอง ไม่ใช่จุดตั้งต้นของการอ่าน การสร้างความสัมพันธ์ของวงจรรนี้กับการทำงานของสมองหลายส่วนพร้อมกัน (เช่น วงจรภาษา) จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความจำ ความจำเป็นสิ่งจำเป็นในการก่อรูปความรู้ ความเข้าใจเชิงนามธรรม โดยการเทียบนิยาม เป็นการพัฒนาความคิดเชิงวิเคราะห์ในขั้นต่อ ๆ ไป

5. การรู้จักและสามารถค้นคว้าใช้ประโยชน์ จากแหล่งข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้น่าสนใจยิ่งขึ้น แต่การส่งเสริมนี้ต้องไม่เน้นการเขียนรายงานที่น่าเบื่อหน่ายมากเกินไป ผู้สอนต้องรู้จักพลิกแพลงยืดหยุ่น

6. สร้างความเชื่อมโยงระหว่างสาระวิชากับชีวิตประจำวัน ชีวิตในท้องถิ่นชุมชน วิทยชนก โหน่งกตหลด (2554, หน้า 67) ได้ออกแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งผู้สอนควรจะต้องตระหนักถึงกระบวนการเกิดการเรียนรู้ของสมอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจและชัดเจน ซึ่งในการออกแบบเป็นไปตามขั้นตอน 5 ขั้นตอน (ADDIE) ดังนี้

1. Assess ผู้สอนต้องสำรวจความรู้เพิ่มเติมที่ผู้เรียนมีอยู่ รวมทั้งสร้างแรงจูงใจแรงกระตุ้น ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้เดิมนั้นขึ้นมา และหาวิธีการเรียนรู้ในสิ่งใหม่ที่ผู้เรียนชอบมากกว่า ผู้สอนพึงระวังในเรื่องข้อมูลที่หายไป ความรู้ที่ไม่ปะติดปะต่อและขั้นตอนการเรียนรู้จะต้องวิเคราะห์ระหว่างความรู้ที่ผู้เรียนได้รับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังไว้

2. Design ผู้สอนสามารถกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ โดยออกแบบให้ผู้เรียนได้ค้นพบวิธีการแก้ปัญหา หากคำตอบที่เป็นทางออกของปัญหา ซึ่งผู้สอนสามารถกำหนดโปรแกรมการเรียนรู้ที่มีช่วงเวลาสำหรับให้ผู้เรียนได้สัมผัสสิ่งใหม่ ๆ โดยการจัดช่วงเวลาสำหรับให้ผู้เรียนได้สัมผัสสิ่งใหม่ ๆ โดยการจัดเวลาให้พักและมีเวลาให้สัมผัสระหว่างเนื้อหาแต่ละตอน รูปแบบการจัดอาจจะเป็นชั้นเรียนหรือโปรแกรมออนไลน์ การเรียนรู้ด้วยตนเองหรือการทำงานร่วมกันในรูปแบบของโครงการ

3. Develop ผู้สอนสามารถสร้างแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้เกิดการค้นพบ เพื่อสนับสนุนส่งเสริมให้เกิดการรวบรวมสรุปเนื้อหาของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนค้นพบรูปแบบของการเรียนรู้สามารถใช้เนื้อเรื่องมาช่วยเชื่อมโยงระหว่างอารมณ์กับความรู้ ผู้สอนต้องสร้างความชำนาญด้านเนื้อหาหลักที่สำคัญแก่ผู้เรียน เพื่อให้ความมั่นใจได้ว่ากระบวนการเรียนรู้และการนำเสนอที่ทำมานั้นบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายของรายวิชาที่ตั้งไว้และทำให้เกิดความแม่นยำในเนื้อหาอีกด้วย

4. Implement เพื่อให้ผู้สอนมั่นใจได้ว่าสภาพแวดล้อมส่งเสริมการเรียนรู้ของสมองสามารถจัดหาเสียงเพลง กิจกรรมสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกันในสภาพแวดล้อมที่ทำทนาย แต่รู้สึก

ปลอดภัย ผู้สอนอาจจะจัดให้ผู้เรียนอยู่ในชั้นเรียน อ่านคู่มือ ทำบทบาทสมมติเลียนแบบ ประสบการณ์ที่ได้รับ การทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมอะไรก็ได้ขึ้นอยู่กับเทคนิคของผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง

5. Evaluate ผู้สอนสามารถตรวจสอบดูว่าผู้เรียน มีความเข้าใจและตอบคำถามเลือกตัวเลือกได้ถูกต้อง แต่สามารถนำมาอภิปรายถึงเนื้อหาใหม่ เพื่อนำมาสู่การปฏิบัติได้หรือไม่ ส่วนใหญ่ในการสอน ผู้สอนมักจะหวังคะแนนที่สูง ๆ แต่ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงหรือไม่ ผู้สอนต้องมองให้ลึกซึ้งมากกว่านี้ ดูถึงพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ว่าบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ ผู้เรียนได้รับความรู้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและทัศนคติ หรือได้รับทักษะตามที่ต้องการหรือไม่

ฉวีวรรณ สีสม (2555, หน้า 51-52) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยสมองเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีของนักศึกษาในสถาบันพลศึกษาชั้นปีที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ซึ่งเรียกว่า BRAISE Model ดังนี้

1. ขั้นบริหารสมอง (Brain-gym) ครูจัดกิจกรรมฝึกการบริหารสมองด้วยท่าต่าง ๆ ประมาณ 5-10 นาที เพื่อให้สมองซีกซ้ายและขวาทำงานประสานกันรวมทั้งสร้างความสมดุลให้กับสมองด้วยการลดผลกระทบที่ทำให้ร่างกายตึงเครียด ทำให้เกิดการผ่อนคลายและเลือดไปเลี้ยงสมองได้ดีขึ้น

2. ขั้นกระตุ้นสมอง (Rouse) ครูเป็นผู้กระตุ้นและสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นยั่วให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ เกิดความท้าทาย และชวนให้ค้นหาคำตอบรวมทั้งทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน

3. ขั้นจัดประสบการณ์ (Accessing to information) ครูใช้กิจกรรมที่หลากหลายซึ่งคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้อยากทำกิจกรรมในชั้นฝึกประสบการณ์

4. ขั้นฝึกประสบการณ์ (Implementation) ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ให้แก่นักเรียนเกิดความเข้าใจและเชี่ยวชาญมากยิ่งขึ้น

5. ขั้นสรุปประสบการณ์ (Summary) ครูให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ค้นพบจากการทำกิจกรรมที่หลากหลายจนกลายเป็นความคิดรวบยอดในรูปแบบผังความคิด (Mind map) หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปกิจกรรม และประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกัน

6. ขั้นขยายความรู้ (Extension) ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนสร้างความคิดหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ เพื่อเชื่อมโยงความรู้สู่การประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวัน

Jensen (2000, pp. 33-38) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานว่ามีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) เป็นขั้นการเตรียมสมองสำหรับเชื่อมโยงการเรียนรู้ และเริ่มใช้สมองของนักเรียน ครูควรให้กำลังใจและกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วและสอบถามความต้องการของนักเรียนว่าต้องการเรียนรู้อะไรในหัวข้อนั้น อีกบ้าง การเรียนการสอนในขั้นนี้จะเน้นการทบทวนเรื่องการนำเสนอเป็นภาพ หรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้อง หากนักเรียนมีความรู้เดิมมากก่อนก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น เช่น การฟังเรื่องตลก อาจไม่ซ้ำเลย หากรู้เรื่องเดิมมาก่อน

2. ขั้นการรับรู้ (Acquisition) เป็นขั้นสอน เพื่อเตรียมสมองสำหรับซึมซับข้อมูลใหม่ นวัตกรรมของประสาทจะทำงานเชื่อมโยงกับแหล่งข้อมูลในการรับรู้ ได้แก่ การอภิปราย การบรรยาย การให้สิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติ การแสดงบทบาท ตัวอย่าง การอ่าน การทำโครงงานกลุ่ม การทำกิจกรรมคู่ ฯลฯ ดังนั้นการให้นักเรียนเรียนรู้บางสิ่งบางอย่างได้ ก็ควรให้เขาได้พูดได้ปฏิบัติ เนื่องจากสมองจะซึมซับข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่เป็นส่วนเล็ก ๆ มาประสานต่อกันได้ การให้รูปแบบและประสบการณ์จะทำให้สมองของนักเรียนรับรู้ได้มากขึ้น จนกระทั่งสามารถจับข้อมูลสำคัญได้ สมองอาจจะสร้างเงื่อนงำ และการรับกฎเกณฑ์โดยรวม ซึ่งนักเรียนอาจปรับได้ บ่อยครั้งที่มักพบว่าทั้งในโรงเรียนหรือในชั้นเรียน สิ่งที่ครูสอน อาจไม่ใช่สิ่งที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนจึงต้องให้สมองของนักเรียนรับรู้ และให้นักเรียนได้ประสบการณ์ต่าง ๆ จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง สัดส่วนของเวลาที่นักเรียนได้ปฏิบัติและพูด ควรมากกว่าการนั่งและการฟังเฉย ๆ ครูส่วนใหญ่มักจัดเวลาสำหรับนักเรียนน้อยมาก ในการปฏิบัติทดลอง การอภิปราย การทบทวนความรู้ และผลที่ได้รับก็คือ ต้องมาสอนกันใหม่ เนื่องจากสมองของนักเรียนยังไม่ได้มีการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้เพิ่มเติมกับข้อมูลใหม่ตามความเป็นจริงอย่างสร้างสรรค์

3. ขั้นขยายรายละเอียดเพิ่มเติม (Elaboration) ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการใช้ข้อมูลและข้อคิดเห็น เพื่อลดช่องว่างในการเรียนการสอน นั่นก็คือ ช่องว่างระหว่างสิ่งที่ครูอธิบายกับสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ การลดช่องว่างนี้ ครูจำเป็นต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเข้าใจสิ่งที่เรียนได้อย่างลึกซึ้งขึ้น และได้ข้อมูลย้อนกลับด้วยกลวิธีให้ความหมายโดยนัย หรืออย่างแจ่มแจ้ง ครูให้การแก้ไขควบคู่กับการสอน โดยหลักการของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การขยายความโดยแจ่มแจ้ง เป็นเรื่องสำคัญในขั้นตอนการนี้ กลวิธีที่ให้ความหมายอย่างแจ่มแจ้ง ได้แก่ การให้คำเฉลย การตรวจสอบ การย่อความหรือสรุปความ การให้ข้อมูล สำหรับการให้

ความหมายโดยนัย ได้แก่ การเล่นเกมบทบาทสมมติ การไปทัศนศึกษา การใช้ประสบการณ์ในชีวิตจริง การขยายรายละเอียดเพิ่มเติมในสิ่งที่เรารู้ จะช่วยให้สมองมีโอกาสได้จัด วิเคราะห์ ตรวจสอบ และเรียนรู้ได้ลึกซึ้งขึ้น การทำงานของระบบประสาทจะทำงานได้โดยการลงมือลงถูก ยิ่งมีการทดลองฝึกปฏิบัติและได้ข้อมูลย้อนกลับมากขึ้นเท่าใด คุณภาพในการทำงานของสมองก็จะดียิ่งขึ้นเท่านั้น การเรียนโดยการท่องจำอาจจะช่วยให้สามารถทำคะแนนในการสอบได้ แต่อาจจะไม่สามารถคิดในระดับสูงได้ ดังนั้นนักเรียนจึงควรได้รับข้อมูลย้อนกลับในการเรียนรู้ให้มากอย่างเพียงพอ การเรียนรู้สิ่งอื่น ๆ ก็จะมาตามได้เอง ประโยชน์ที่นักเรียนได้รับก็คือ การมีโอกาสได้ ทบทวนและประเมินงานของตัวเองและของผู้อื่น พร้อมทั้งได้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นเรื่องเป็นราวด้วยวิธีการที่มีประสิทธิภาพ

4. **ขั้นสร้างความทรงจำ (Memory formation)** แม้จะมีการให้กระบวนการขยายรายละเอียดในการเรียนรู้เพิ่มเติม โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสทดลองหรือมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียน การสอน แต่ความทรงจำก็อาจจะดีหรือไม่ดีได้ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการกักเก็บความทรงจำ นั้นของแต่ละบุคคล ซึ่งมีองค์ประกอบหลายประการด้วยกัน เช่น การพักผ่อนให้เพียงพอ ระดับของ อารมณ์ อาหาร คุณภาพและปริมาณการเชื่อมโยงของระดับสมอง สภาวะของผู้เรียน ความรู้เดิม การพักผ่อนอย่างเพียงพอจะช่วยให้สมองทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากสมองจะทำงาน ภายใต้อาณัติที่เกิดขึ้นโดยการดึงข้อมูลจากการเรียนรู้รวมทั้งอารมณ์และสภาวะร่างกายของ นักเรียนในเวลานั้นมาใช้แบบไม่รู้ตัว เป็นไปโดยอัตโนมัติ

5. **ขั้นประยุกต์ใช้ (Functional integration)** ครูส่งเสริมให้นักเรียนประยุกต์ข้อมูลเดิม มาใช้กับสถานการณ์ใหม่ เช่น นักเรียนที่เคยเรียนช่างซ่อมเครื่องมือมาก่อน โดยดูผู้อื่นซ่อม โทรทัศน์ ดังนั้นเขาจะต้องสามารถประยุกต์ทักษะการซ่อมโทรทัศน์ไปซ่อมเครื่องมืออื่น ๆ ได้

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการศึกษายุ่งเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ สมองเป็นฐานนั้น ครูต้องจัดกิจกรรมโดยคำนึงถึงกระบวนการทำงานของสมอง มีการจัดกิจกรรม ที่หลากหลาย และมุ่งให้นักเรียนรู้จักเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติจริงและสามารถสรุปองค์ความรู้ได้ด้วย ตนเอง เพื่อให้ นักเรียนได้ใช้สมองของตนเองเต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคล โดยเน้นการทำให้ นักเรียนสนใจ จนเกิดการเรียนรู้ เข้าใจและการจดจำตามมา และนำไปสู่การนำความรู้ไป ประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่กำลังจะเกิดอยู่ตลอดเวลา โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ของ Jensen (2000) เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่สามารถจัดขั้นตอนกระบวนการ เรียนรู้ได้ง่ายและสามารถพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียนได้ตามกระบวนการทำงาน ตามธรรมชาติของสมองได้อย่างเต็มที่

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกม

เกมเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เก่าแก่ และแพร่หลายมานานแล้ว เริ่มมีการใช้เกมเป็นเครื่องมือในการสอนเมื่อ ปี พ.ศ. 2500 โดยมีนักการศึกษาดัดแปลงเกมขึ้นมาจากเกมสงคราม (War Game) และได้มีการแพร่หลายอย่างรวดเร็ว ในการเล่นเกมได้พัฒนาขึ้นมาจากเกมที่ใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ เช่น ดินสอ กระดาษ จนกระทั่งเกมที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ เพื่อให้ในการสอน และใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีความสำคัญต่อหลักสูตร (วนา ชลประเวศ, 2526, หน้า 13)

ความหมายของเกม

Rixon (1981, pp. 1-5) ให้ความหมายของเกมว่า เกมเป็นกิจกรรมที่ดำเนินไปโดยมีความร่วมมือกัน หรือการแข่งขันกัน เพื่อนำไปสู่เป้าหมายซึ่งต้องมี กฎเกณฑ์ และวัตถุประสงค์ในการเล่น

จิตรา ลีสัมบุรณวงศ์ (2529, หน้า 18) ให้ความหมายของเกมประกอบการสอนไว้ว่า หมายถึง กิจกรรมในการเรียนการสอนที่ผู้เรียนมีการแข่งขันกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย และมีกฎเกณฑ์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่เรียนและมีความสุขสนุกสนานไปกับบทเรียน

สมจิตร สวธนไพบุลย์ (2535, หน้า 129) ให้ความหมายของเกมไว้ว่า เกมช่วยสื่อความหมายระหว่างครูกับนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ส่งเสริมและฝึกฝนการตัดสินใจและการแก้ปัญหา ในการปฏิบัติตามกติกาแก่นักเรียน ก่อให้เกิดความเพลินเพลิน สนุกสนาน รู้จักปรับตัว กล้าแสดงออก มีน้ำใจนักกีฬา ช่วยฝึกฝนให้จำและเข้าใจเนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน

ราชบัณฑิตยสถาน (2542, หน้า 139) อธิบายความหมายของเกม ไว้ว่า หมายถึง การแข่งขันที่มีกติกากำหนด เช่น เกมกีฬา การเล่นเพื่อความสนุก เช่น เกมคอมพิวเตอร์ การแสดงเพื่อสาธิตกิจกรรม เช่น เกมการบริหาร โดยปริยายหมายถึงการแสดงที่ใช้กลวิธีหรือเล่ห์เหลี่ยมเพื่อหักล้างกัน เช่น เกมการเมือง ลักษณะนามเรียกการแข่งขันหรือการเล่นที่จบลงด้วยการแพ้ ชนะกัน ครั้งหนึ่ง ๆ เช่น เล่นแบดมินตัน

มนธิดา สีสะธณี และสุปราณี สิทธิไพโรจน์สกุล (2553, หน้า 10-16) ให้ความหมายของเกมวิทยาศาสตร์ว่า เป็นเกมกิจกรรมที่มีผู้เล่นตั้งแต่ 1 หรือมากกว่า 1 เกมที่เล่นมีกฎหรือกติกาในการเล่น หรือเกมที่เล่นเกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะหรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือมีเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ทิตานา แชมมณี (2555, หน้า 365) อธิบายการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกมไว้ว่า หมายถึง กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยให้ผู้เรียนเล่นตามเกมกติกา และนำเนื้อหาและข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นเกมของผู้เรียนมาใช้ในการอภิปราย

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เกม หมายถึง กิจกรรมการเล่น ที่ต้องมีผู้เล่น ตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ หรือกติกาที่กำหนดขึ้น เมื่อสิ้นสุดการเล่นจะต้องมีผลแพ้-ชนะ มีจุดมุ่งหมายเพื่อความสนุกสนานและเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

ประเภทของเกม

ประทีพ มีเสน (2537, หน้า 41-42) ได้จำแนกประเภทของเกมตามลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. จำแนกเกมตามจำนวนผู้เล่น จำแนกได้ดังนี้

1.1 เกมที่เล่นครั้งละ 1 คน ผู้เล่นจะเล่นคนเดียวตามกติกาที่ระบุไว้ ถ้าสามารถ ปฏิบัติได้ตามกติกา ก็แสดงว่าประสบความสำเร็จในการเล่นเกมนั้น ๆ

1.2 เกมที่เล่นครั้งละ 2 คน การเล่นเกมแบบนี้จะมีการแข่งขันกับเพื่อน จะมีการตัดสินว่า แพ้ชนะ เมื่อสิ้นสุดการเล่นเกม

1.3 เกมที่เป็นกลุ่ม การเล่นเกมประเภทนี้จะมีผู้เล่นครั้งละมากกว่า 2 คนขึ้นไป ซึ่งอาจมีการแพ้ชนะ เป็นรายบุคคลหรือแพ้ชนะชนิดเป็นทีมก็ได้

2. การจำแนกเกมตามลักษณะของการเล่น แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 เกมที่เล่นตามคำแนะนำโดยมีของเล่นเป็นอุปกรณ์ในการเล่น (Instructional Game) เป็นกิจกรรมการเล่นใด ๆ ที่มีกติกาที่กำหนดไว้แน่นอน และจากกติกานี้ทำให้ประเมินผล ได้ว่า ประสบความสำเร็จในการเล่นเพียงใด และเกมประเภทนี้ยังเป็นเกมที่สอนมโนคติ หลักความจริง และเจตคติให้แก่ผู้เล่นด้วย

2.2 เกมสถานการณ์จำลอง (Simulation game) หมายถึง กิจกรรมการเล่นใด ๆ ที่มีกติกา และเป็นการเล่นเลียนแบบสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เกมประเภทนี้ ผู้เล่นแต่ละคนต้องแสดงบทบาทเช่นเดียวกับที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

3. การแบ่งประเภทของเกมโดยทั่ว ๆ ไป แบ่งได้ดังนี้

3.1 เกมฝึกกระทำ

3.2 เกมการศึกษา

3.3 เกมฝึกทักษะทางร่างกาย

3.4 เกมฝึกทักษะทางภาษา

3.5 เกมทายบัตรคำ

3.6 เกมพิเศษต่าง ๆ

สตูดิโอ งามภูพันธ์ (2542, หน้า 16) ได้แบ่งประเภทของเกมไว้ 2 ประเภท คือ

1. เกมการเล่น (Non-academic games) เป็นเกมที่จัดขึ้น เพื่อความสนุกสนาน ลักษณะของความแตกต่างของเกมชนิดนี้ส่วนมากเป็นเรื่องของกฎ หรือกติกาที่ได้จัดไว้ให้ เหมาะสมกับการเล่นเกมในแต่ละเกมเท่านั้น เกมพวกนี้มิได้นำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นเลย นอกจากเพื่อสร้างความสนุกสนานให้เกิดขึ้นเท่านั้น ดังนั้นเกมพวกนี้จึงพบเห็นได้ทุกแห่ง ในสถานที่ทั่วไป เช่น หมากรุก ฟุตบอล บิงโก บิงปอง เป็นต้น

2. เกมการศึกษา (Academic games) เป็นเกมที่จัดขึ้น เพื่อใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนหรือในด้านการศึกษา เกมนี้ยังแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 เกมสถานการณ์จำลอง (Simulation games) เกมที่จัดขึ้นโดยการกำหนด บทบาทลักษณะท่าทางต่าง ๆ ให้เหมือนเหตุการณ์จริงทุกประการ

2.2 เกมประกอบวิชาการเรียนการสอน (Non simulation games) เป็นเกมที่จัดขึ้น เพื่อให้ผู้เล่นได้แก้ไขปัญหาของบางวิชาที่ไม่ค่อยเข้าใจ หรือเป็นการย้ำ ซ้ำทวนให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น โดยจัดในรูปของการแข่งขันในกิจกรรมการเรียนการสอน

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าประเภทของเกมสามารถแบ่งตามวัตถุประสงค์การเล่นได้เป็น 2 ประเภท คือ เกมเพื่อความบันเทิงที่จะเน้นความสนุกสนาน เพลิดเพลิน เป็นสำคัญ และเกมเพื่อการเรียนรู้ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างประโยชน์ด้านการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เพื่อเป็นการย้ำซ้ำทวนเนื้อหาในบทเรียนให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้นและเกิดความสนุกสนานไปพร้อม ๆ กัน

จุดมุ่งหมายของการใช้เกม

ชาญชัย ศรีไสยเพชร (2525, หน้า 162) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการเล่นเกมไว้ ดังนี้

1. เพื่อครูอาจารย์จักคิดหาเกมการเล่นมาใช้สอนในวิชาต่าง ๆ
2. เพื่อให้กิจกรรมการสอนของครูบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
3. เพื่อส่งเสริมให้ครูกับนักเรียนมีการวางแผนร่วมกันในการจัดกิจกรรมการเรียน

การสอน

4. เพื่อส่งเสริมพัฒนาการทางกาย อารมณ์ สังคม สติปัญญา
5. เพื่อส่งเสริมให้การปกครองให้เป็นไปตามหลักประชาธิปไตย

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2535, หน้า 88) ได้อธิบายถึงจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม ไว้ดังนี้

1. เพื่อช่วยสื่อความหมายระหว่างครูกับนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ช่วยส่งเสริมและฝึกฝนการตัดสินใจในการปฏิบัติตามกติกาแก่ผู้เรียน
3. ก่อให้เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน
4. เป็นการฝึกความจำและเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
5. ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักปรับตัว กล้าพูด กล้าแสดง มีน้ำใจนักกีฬา
6. เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน
7. เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายในการใช้เกมประกอบการจัดการเรียนรู้ คือ เพื่อผ่อนคลายความตึงเครียด สร้างความสนุกสนานเพลิดเพลิน พัฒนาทักษะกระบวนการคิดและการตัดสินใจ พัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ของร่างกาย และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชานั้น ๆ

ความหมายของเกมวิทยาศาสตร์ (มนธิดา สีตะธนี และสุปราณี สิทธิไพโรจน์สกุล, 2553, หน้า 1-8)

1. กิจกรรมที่มีผู้เล่นตั้งแต่ 1 หรือมากกว่า 1
2. เกมที่เล่นมีกฎหรือกติกาในการเล่น หรือมีการแข่งขัน
3. เกมที่เล่นเกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะหรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หรือมีเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของเกมวิทยาศาสตร์

1. การใช้เกมเป็นรูปแบบของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. การใช้เกมสามารถบูรณาการเข้ากับหลักสูตรหรือเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ได้
3. เกมวิทยาศาสตร์ที่ดี ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และผู้เรียน

มีการตัดสินใจในขณะที่เล่นเกม โดยการตัดสินใจนั้น เกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนมีอยู่

4. ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น ความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม
5. การแข่งขันช่วยสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนตั้งใจทำกิจกรรม
6. ธรรมชาติในการเล่นเกม ช่วยให้ผู้เรียนมีสมาธิในการทำกิจกรรม
7. เกมสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนทุกระดับความสามารถ รวมทั้งผู้เรียนที่เรียน

ได้ช้าหรือเรียนอ่อน

8. เกมช่วยพัฒนาความสัมพันธ์ในกลุ่มที่เล่นด้วยกัน
9. บรรยากาศของความร่วมมือหรือการแข่งขัน ซึ่งอาจเป็นภายในกลุ่ม

หรือระหว่างกลุ่ม สร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนรู้

10. เกมช่วยพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนให้ดีขึ้น
11. เกมช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ในช่วงเวลาที่สั้น

การใช้เกมในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1. เป็นกิจกรรมทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนก่อนเริ่มต้นบทเรียนใหม่
2. เป็นกิจกรรมทบทวนสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนไปแล้ว เพราะ เกมช่วยให้ผู้เรียน สนใจและสนุกสนานกับการทบทวนบทเรียน และให้เวลาในการทำกิจกรรมทบทวนบทเรียนมากขึ้น
3. ใช้เกมกับบทเรียนที่ยุ่งยากสลับซับซ้อน เพราะเกมช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น
4. ใช้เกมในบทเรียนที่ยากสำหรับผู้เรียนที่ยังเด็ก ผู้เรียนที่ยังไม่พร้อมเรียนรู้ในบทเรียน หรือผู้เรียนที่เรียนไม่เก่ง

5. ใช้เกมในการแนะนำประเด็นหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
6. ใช้เกมในการสรุปประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนในช่วงท้ายของบทเรียน

โดยผู้เรียนมีแรงจูงใจและสนุกสนานในการทำกิจกรรมวัดประเมินผล

เมื่อออกแบบเกมวิทยาศาสตร์คำถามที่ควรมีในใจ คือ

1. เป็นเกมประเภทใด
2. สารทางวิทยาศาสตร์ในการเล่นเกมนั้นคืออะไรบ้าง
3. เป็นการเล่นเกมแบบใด คนเดียว เป็นคู่ หรือเป็นกลุ่ม หรือทั้งชั้น
4. เป็นการแข่งขันในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม
5. ต้องใช้วัสดุอะไรบ้างในการทำเกม
6. มีวัสดุหรือของที่มีอยู่แล้วมาทำให้ทำเกมได้บ้างหรือไม่
7. ผู้เรียนทั้งหมดที่จะต้องเล่นเกมมีกี่คน
8. เวลาที่ใช้ในการเล่นเกมนั้น ควรเป็นเท่าไร
9. รูปแบบกิจกรรมการเล่นเกมนั้น เป็นอย่างไร มีเสียงดังหรือไม่ ต้องการใช้พื้นที่มากน้อย

เพียงใด ควรเล่นเกมในอาคารหรือนอกอาคาร

10. กฎและกติกาในการเล่นเกมนั้น ควรเป็นเช่นไร
11. กิจกรรมสรุปวัดประเมินผลความเข้าใจหลังเล่นเกมเสร็จ ควรเป็นอะไร
12. การจัดทำเกม มีความยาก-ง่ายมากน้อยเพียงใด

ขั้นตอนการใช้เทคนิคเกมวิทยาศาสตร์

มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ในการใช้เกมวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอน

ขั้นที่ 1 เตรียมการ

ขั้นที่ 2 กล่าวนำ

ขั้นที่ 3 เล่นเกม

ขั้นที่ 4 สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

ขั้นที่ 5 ทำกิจกรรมประเมินผลความเข้าใจ

ตารางที่ 2 แสดงขั้นตอนการใช้เทคนิคเกมวิทยาศาสตร์

ขั้นตอน	สิ่งสำคัญที่ต้องรู้
<p><u>ขั้นที่ 1 เตรียมการ</u></p> <p>1. ก่อนผู้เรียนลงมือเล่นเกม</p> <p>เมื่อผู้สอนเตรียมเกม คำถามที่ควรนึกถึง คือ</p> <p>1.1 สาระวิทยาศาสตร์อะไรบ้างที่เกมจะต้องครอบคลุม</p> <p>1.2 วัตถุประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ของการใช้เกมในการเรียนรู้</p> <p>1.3 ผู้เรียนต้องทำอะไรบ้างในการเล่นเกม</p> <p>1.4 กฎหรือกติกาในการเล่นเกมคืออะไร</p> <p>1.5 การเล่น "เกม" ใช้เวลามากน้อยเพียงใด</p> <p>1.6 การเริ่มต้นและการสิ้นสุดของ "เกม" เป็นอย่างไร</p> <p><u>ขั้นที่ 2 กล่าวนำ</u></p> <p>2.1 "เกม" ที่เล่นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในเรื่องใด</p> <p>2.2 วิธีเล่น "เกม" เป็นอย่างไร</p> <p>2.3 กฎ/ กติกาในการเล่น "เกม" เป็นเช่นไร</p>	<p>1. ผู้สอนต้องแน่ใจว่า มีวิธีอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจ ในกฎ/ กติกาในการเล่น และสิ่งที่ต้องใช้ในการเล่นเกม</p> <p>2. ผู้สอนต้องมีวัสดุอุปกรณ์ทุกอย่างที่ใช้ในการเล่นก่อนเข้าห้องเรียน</p> <p>3. ก่อนให้ผู้เรียนลงมือเล่นเกมผู้สอนต้องกล่าวนำเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ของการเล่นเกมสาธิตวิธีการเล่นเกมและอธิบาย กฎ/ กติกาในการเล่น โดยเฉพาะเกมที่เล่นยาก และมีความสลับซับซ้อน ผู้สอนต้องสาธิตให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีเล่นอย่างกระจ่างชัดก่อน</p> <p>4. ผู้สอนต้องอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจทุกขั้นตอน ของกฎ/ กติกา ในการเล่นเกม เพื่อให้แน่ใจว่าผู้เล่นเข้าใจกฎ/ กติกาในการเล่นอย่างกระจ่างชัด และเมื่อมีปัญหา ในขณะที่เล่นเกม ผู้เรียนรู้ว่าควรทำอย่างไร</p>

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอน	สิ่งสำคัญที่ต้องรู้
2.4 การเริ่มต้นและการสิ้นสุดของ“เกม” เป็นอย่างไร	5. ในขณะที่ผู้เรียนเล่นเกมผู้สอนอาจต้อง ตัดสินใจ ว่าควรเข้าไปเกี่ยวข้องกับการทำ กิจกรรมของผู้เรียนเมื่อไร เช่น
2.5 เวลาที่ใช้เล่น “เกม”	5.1 ผู้สอนเข้าไปร่วมโดยการเล่นเกมนับ ผู้เรียน เพื่อพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่าง ผู้สอน กับผู้เรียนสร้างบรรยากาศให้ผ่อนคลาย และมีมิตรภาพ
<u>ขั้นที่ 3 เล่นเกม</u>	5.2 ผู้สอนเข้าไปร่วมโดยเป็นผู้ตั้งคำถาม ผู้เรียนให้คิด
3.1 ถ้าผู้เรียนต้องการให้ผู้สอนช่วย ผู้เรียน ควรทำอย่างไร	6. ขณะผู้เรียนเล่นเกม ผู้สอนควรสนับสนุน ให้ความร่วมมือ และดูแลความเรียบร้อยใน การทำกิจกรรม
3.2 เมื่อไรที่ผู้สอน ควรเข้าไปร่วมใน กิจกรรมที่ผู้เรียนกำลังเล่น “เกม” อยู่	7. ขณะผู้เรียนเล่นเกม ผู้สอนควรปล่อยให้ นักเรียนทำกิจกรรมเอง
3.3 ผู้เรียนเล่นตามกฎและกติกาของเกม หรือไม่	8. ผู้สอนเข้าไปเกี่ยวข้องในการทำกิจกรรม ของผู้เรียนในขอบเขตอันจำกัด เช่น เมื่อผู้เรียนมีปัญหา เมื่อผู้เรียนต้องการความ กระจ่างในการเล่นเกมน หรือเมื่อผู้เรียน ต้องการคำแนะนำ
<u>ขั้นที่ 4 สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้</u>	9. ผู้สอนต้องกำหนดเวลาในการเล่นเกมน และเป็นผู้ควบคุมการเล่นเกมนของผู้เรียนให้ อยู่ในเวลาที่กำหนด
4.1 การเล่นเกมของผู้เรียนเป็นอย่างไร ดีมากน้อยเพียงใด	10. ผู้สอนไม่ควรให้เวลาเล่นเกมนานเกินไป เพราะเวลาเล่นที่นานเกินไปจะลดแรงจูงใจ ในการเล่นเกมน
4.2 ผู้เรียนคนใดที่ชนะเกมบ้าง	
4.3 ผู้เรียนได้เรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ อะไรบ้าง	
<u>ขั้นที่ 5 ทำกิจกรรมประเมินผลความเข้าใจ</u>	
5.1 ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ทาง วิทยาศาสตร์ของการเล่นเกมหรือไม่	
5.2 ผู้เรียนได้เรียนรู้มากขึ้นอย่างไรบ้าง	
5.3 ผู้เรียนมีความเข้าใจอะไรผิดไปบ้าง จากการเล่นเกม (หากมีผู้สอนต้องแก้ไข ความเข้าใจให้ถูกต้อง	
5.4 ผู้เรียนเสนอประเด็นอะไรบ้าง	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอน	สิ่งสำคัญที่ต้องรู้
	11. ผู้สอนควรมีบทบาทเป็นเพียงผู้ เอื้ออำนวย และผู้ให้คำแนะนำในการเล่น เกมของผู้เรียนเท่านั้น
	12. ผู้สอนแนะนำให้ผู้เรียนตรวจสอบสิ่งที่ ได้รับไปให้ครบและเก็บของให้เรียบร้อยเพื่อ ส่งคืน
	13. ผู้สอนเริ่มกิจกรรมสรุปผลการเรียนรู้ โดยเร็วที่สุด โดยให้ผู้เรียนช่วยกันสรุป
	14. ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปประสบการณ์ การเรียนรู้ที่ได้ จากการ เล่น เกม ความรู้ที่ได้ เรียนรู้ โดยการให้ผู้เรียนนำเสนอ กัน เพื่อให้ผู้เรียนรู้ว่าการ เล่น เกม เป็น การ เรียน รู้ ทาง วิทยาศาสตร์ และ ผู้เรียน ได้ เรียน รู้ สาระ ทาง วิทยาศาสตร์ นั้น
	15. ผู้สอนต้องค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจผิด หรือคลาดเคลื่อน เพื่อแก้ไขความเข้าใจให้ ถูกต้อง
	16. ผู้สอนต้องให้ผู้เรียนทำกิจกรรมวัด ประเมินผล ความเข้าใจหลังการเล่น เกม เสร็จ โดยใช้กิจกรรมรูปแบบอื่น
	17. ผู้สอนต้องเน้นประเด็นสำคัญที่ต้องการ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และควรมีประเด็นนั้นใน กิจกรรมวัดประเมินผลหลังการเล่น เกม

สิ่งสำคัญ 4 ประการ เมื่อใช้เกมวิทยาศาสตร์ในการสื่อความหมายหรือพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์

1. ใช้เกมควบคู่กับการเรียนการสอนรูปแบบอื่น ๆ
2. ไม่ควรใช้เกมอย่างเดียวในการเรียนการสอนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แต่ควรใช้เกมเป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบกิจกรรมอื่น ๆ
3. ไม่ควรใช้บ่อยครั้ง จนผู้เรียนเกิดความเบื่อในการเล่นเกม
4. การใช้เกมต้องมีกิจกรรมติดตามประเมินผลความเข้าใจของผู้เรียน เพราะผู้เรียนไม่ควรเล่นเกม เพื่อความสนุกสนานเพียงอย่างเดียว

ในขณะที่ผู้เรียนเล่นเกมผู้สอนควรเข้าไปเกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมของผู้เรียนในขอบเขตอันจำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของ "เกม" ที่ผู้เรียนทำกิจกรรมด้วย สิ่งสำคัญ เมื่อผู้เรียนเล่นเกม แม้ว่าผู้สอนควรปล่อยให้ผู้เรียนทำกิจกรรมกันเองให้มากที่สุด แต่ทั้งนี้ หมายความว่าผู้เรียนต้องมีความเข้าใจกระจ่างชัดว่า

1. เพราะอะไร ผู้เรียนจึงต้องเล่นเกม
2. เกมที่ผู้เรียนเล่นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เรื่องอะไร
3. การเล่นเกมมีกฎ/ กติกาในการเล่นอย่างไร
4. ผู้สอนต้องแน่ใจว่าได้อธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจชัดเจนแล้ว ก่อนให้ผู้เรียนลงมือเล่นเกม
5. ผู้สอนต้องมีกิจกรรมติดตามประเมินผลความเข้าใจให้ผู้เรียนทำ หลังผู้เรียนเล่นเกมเสร็จแล้ว

การเตรียมบทบาทของผู้สอน

1. ก่อนการใช้กิจกรรมเกม
 - 1.1 ผู้สอนเตรียมเอกสารความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะสอน
 - 1.2 ผู้สอนศึกษาเกี่ยวกับวิธีการเล่นเกม
 - 1.3 ผู้สอนเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ เท่ากับจำนวนนักศึกษา
2. ระหว่างการเล่น
 - 2.1 ผู้สอนแจกเอกสารความรู้และเกม
 - 2.2 ผู้สอนอธิบายกติกา และวิธีเล่นแก่ผู้เรียน
 - 2.3 ให้กลุ่มผู้เรียนเล่นเกมในเวลาที่กำหนด

3. หลังการใช้กิจกรรมเกม

- 3.1 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการเล่นเกม
- 3.2 ผู้สอนประเมินตนเองในการใช้เทคนิคเกม

การเตรียมบทบาทของผู้เรียน

1. ผู้สอนแบ่งกลุ่มของผู้เรียนให้สอดคล้องกับเกม
2. ผู้เรียนศึกษาเอกสารความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน
3. ผู้เรียนศึกษากติกาและวิธีการเล่นเกม
4. ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการเล่นเกม

บรรยากาศการเรียนการสอน

1. สถานที่ที่ใช้เล่นเกม ควรเป็นห้องที่สามารถจัดนักเรียนนั่งเป็นกลุ่มได้
2. การเรียนเน้นนักศึกษาเป็นศูนย์กลาง โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะ นิสิต นักศึกษา

ศึกษาเอกสารความรู้และเล่นเกม

3. ในขณะที่เล่นเกมเพื่อเป็นการผ่อนคลาย อาจเปิดเพลงเบา ๆ ได้

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่สอน (ใบงาน)
2. อุปกรณ์เกี่ยวกับเกม กติกา และวิธีเล่น

จึงกล่าวได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกม เป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ช่วยให้บทเรียนน่าสนใจ และจูงใจให้ผู้เรียนสนใจเรียนรู้เพิ่มขึ้น เกมอาจจำแนกเป็นเกมที่มีวัตถุประสงค์ประกอบ เช่น เกมไพ่ เกมบิงโก เกมอักษรไขว้ เกมกระดานต่าง ๆ เป็นต้น และเกมที่ไม่มีความประสงค์ประกอบ เช่น เกมทายปัญหา เกมใบ้คำ เกมสถานการณ์จำลอง เป็นต้น ผู้สอนจึงควรเลือกเกมมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่สอน จุดประสงค์และวัยของผู้เรียน

ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม โดยได้นำเทคนิคเกมสอดแทรกเข้าไปในชั้นสร้างความทรงจำ ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีรูปแบบดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงลำดับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม

ลำดับการสอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์
1. ขั้นเตรียมการ (Preparation)	<p>- ครูตั้งคำถามและอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว และสอบถามความต้องการของนักเรียนว่าต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับอะไรในเรื่องนั้นอีกบ้าง</p> <p>- จัดบรรยากาศในห้องเรียนให้มีความรู้สึกผ่อนคลาย ด้วยการนั่งสมาธิ ฟังเพลงหรือการใช้คำพูดในเชิงบวก ทำให้สมองของนักเรียนเกิดการตื่นตัวต่อการเรียนรู้</p>
2. ขั้นการรับรู้ (Acquisition)	<p>- ครูจัดกิจกรรมเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล ศึกษาหาความรู้ และลงมือปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ด้วยการใช้อุปกรณ์ที่หลากหลายตามหลักการทำงานของสมองทั้งสองซีก</p>
3. ขั้นขยายรายละเอียดเพิ่มเติม (Elaboration)	<p>- นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่ โดยการฝึกสร้างคำถาม แสดงความคิดเห็น ระดมสมองบนข้อเท็จจริงที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง สืบค้นข้อมูล และสรุปเป็นองค์ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เพื่อให้สมองเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย</p>
4. ขั้นสร้างความทรงจำ (Memory formation)	<p>- ครูเตรียมข้อมูล (คำถามของเกม) ที่ถูกต้องและตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้</p> <p>- ส่งเสริมให้นักเรียนสรุปการเรียนรู้ได้อย่างมีเหตุผล อธิบายที่มาของความรู้ได้ และสามารถระดมสมอง เพื่อดำเนินกิจกรรมและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้ซึ่งกันและกัน จนทำให้เกิดความคิดรวบยอดได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง ดังนั้นจึงมีการสอดแทรกเทคนิคเกมลงไป在这一 ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นเตรียมการ ครูศึกษาวัตถุประสงค์ กฎ กติกา ระยะเวลาที่ใช้ในการเล่นเกมน 2. ขั้นกล่าวนำ ครูอธิบายวัตถุประสงค์ กฎ กติกา ระยะเวลาที่ใช้ในการเล่นเกมนให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลำดับการสอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์
	<p>3. ชั้นเล่นเกม ครูเล่นเกมตามกฎ กติกาที่กำหนด ครูเป็นเพียงผู้เฝ้าอำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำในการเล่นเกมนักเรียนเท่านั้น</p> <p>4. ชั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ ครูสรุปผลการเรียนรู้โดยเร็วที่สุด โดยให้นักเรียนช่วยกันสรุป ครูต้องค้นหาสิ่งที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน เพื่อแก้ไขความเข้าใจให้ถูกต้อง</p> <p>5. ชั้นทำกิจกรรมประเมินผลความเข้าใจ ครูเน้นประเด็นสำคัญที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ และควรมีประเด็นนั้นในกิจกรรมวัดประเมินผล หลังการเล่นเกมนักเรียนต้องให้นักเรียนทำกิจกรรมวัดประเมินผล โดยใช้กิจกรรมรูปแบบอื่น ซึ่งการเล่นเกมนักเรียนจะช่วยให้สมองของผู้เรียนเกิดการได้เรียนรู้ อย่างมีความหมายและช่วยย้ำประเด็นสำคัญในบทเรียน</p>
5. ชั้นประยุกต์ใช้ (Functional integration)	- ครูส่งเสริมให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เป็นพฤติกรรมที่ผู้สอนคาดหวังว่าจะให้เกิดกับผู้เรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ เพราะเป็นตัววัดให้ทราบว่าผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ภายหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลง

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Good (1973, p. 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ว่าหมายถึง การประสบความสำเร็จ หรือสมรรถภาพ ในการใช้ทักษะหรือใช้ความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การได้รับความรู้ การพัฒนาทักษะทางการเรียนในโรงเรียน ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐาน หรือใช้แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นหรืออาจใช้แบบทดสอบทั้งสองชนิด

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2521, หน้า 131) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ในหนังสือประมวลศัพท์ทางการศึกษาว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง

ความสำเร็จ หรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะ หรือมีฉะนั้นก็ต้องอาศัย ความรอบรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530, หน้า 29-32) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ธัญชนก โหม่งกตหลด (2554, หน้า 11) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของบุคคลจนทำให้เกิดผลสำเร็จทั้งด้านตัวความรู้วิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลสำเร็จที่เกิดจากการเรียน การสอน ซึ่งต้องอาศัยทักษะต่าง ๆ จนทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐาน หรือใช้แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Finocchiaro and Sako (1983, pp. 12 – 14) ได้สรุปวัตถุประสงค์การวัดผล และประเมินผลการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

1. เพื่อประเมินวิธีสอนของครูว่ามีวิธีสอนแบบใดช่วยให้เกิดการเรียนรู้ และวิธีสอนแบบใดต้องปรับปรุง
2. เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของผู้เรียนว่า มีความรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้สมควรที่จะเลื่อนชั้นให้สูงขึ้นหรืออยู่ที่เดิม
3. เพื่อจำแนกหรือจัดลำดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน เพื่อจัดชั้นเรียน หรือแบ่งกลุ่มนักเรียนตามความสามารถเพื่อให้นักเรียนได้เรียนในกลุ่มที่มีความสามารถ เท่าเทียมกัน
4. เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่อง และจุดเด่นในการเรียนภาษาของแต่ละบุคคล
5. เพื่อประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริมแก่ผู้เรียนที่อ่อนหรือล่าช้าหลังเพื่อน
6. เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการสอนของครู
7. เพื่อทราบถึงกระบวนการเรียนรู้ภาษาของเด็กในแต่ละระดับอายุ
8. เพื่อทดสอบผลการทดลองเกี่ยวกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน

การจำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530, หน้า 23-24) ได้จำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลักษณะของรูปแบบคำถามและการตอบ เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบปรนัย (Objective test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำตอบให้เลือกตอบแบบทดสอบประเภทนี้มีแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- แบบให้เลือกตอบทางใดทางหนึ่ง เช่น ถูก-ผิด, จริง-ไม่จริง โดยทั่วไปใช้ชื่อว่าแบบถูก-ผิด (True false)

- แบบให้จับคู่คำตอบกับคำถามที่มีความสัมพันธ์กัน โดยทั่วไปใช้ชื่อว่า แบบจับคู่ (Matching)

- แบบให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดมาตอบ ใช้ชื่อว่าแบบเลือกตอบ (Multiple choice)

2. แบบทดสอบอัตนัยหรือแบบทดสอบความเรียง (Essay test) เป็นแบบทดสอบที่รูปแบบของคำถามเปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้เขียนตอบอย่างอิสระภายในเวลาที่กำหนดให้ ให้โอกาสแสดงความรู้อย่างเต็มที่ ดังนั้นแบบทดสอบอัตนัยจึงเป็นแบบทดสอบที่มักให้ผู้สอบเขียนตอบยาวในการสอบครั้งหนึ่งอาจมีคำถามเพียงไม่กี่ข้อ เช่น 5-8 ข้อ เป็นต้น แต่ผู้สอบอาจต้องเขียนตอบสั้นจนถึงหลายหน้ากระดาษ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า คำถามนั้นถามแคบหรือถามกว้าง แบบทดสอบอัตนัยสามารถใช้วัดพฤติกรรมได้หลายด้านในแต่ละข้อ เช่น วัดความรู้ ความคิด ทักษะ และการใช้สำนวนภาษา เป็นต้น

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2544, หน้า 96) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไปไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งได้อีก 2 ชนิด

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

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

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดี จนมีคุณภาพมาตรฐาน

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าภาระงานประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หากจำแนกตามลักษณะการสร้างจะสามารถ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง และแบบทดสอบมาตรฐาน แต่ถ้าหากจำแนกตามลักษณะของรูปแบบคำถาม และการตอบจะแบ่งเป็น 2 ประเภทเช่นกัน คือ แบบทดสอบปรนัยและแบบทดสอบอัตนัย

พฤติกรรมที่ใช้วัดผลวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530, หน้า 9-11) ได้จำแนกพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษาได้เป็น 3 ด้านใหญ่ ๆ คือ

1. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือด้านความรู้และความคิด ได้แก่ พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความคิด อันเป็นความสารถทางสมองหรือด้านสติปัญญา ประกอบด้วยพฤติกรรม ต่อไปนี้

1.1 ความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในอันที่จะทรงไว้หรือรักษาไว้ซึ่งเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้รับจากการเรียนการสอนและจากประสบการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งสิ่งที่สัมพันธ์กับประสบการณ์นั้น ๆ และสามารถถ่ายทอดสิ่งที่จดจำไว้นั้นออกมาได้ถูกต้อง

1.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการแปลความ ตีความ และสรุปความ เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นหรือเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นหรือเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับรู้ได้ถูกต้อง และสามารถสื่อความเข้าใจที่ตนมีอยู่ไปสู่ผู้อื่นได้อย่างถูกต้อง

1.3 การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการความรู้ ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์ ซึ่งได้รับการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน หรือสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

1.4 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราว ข้อเท็จจริง หรือเหตุการณ์ใด ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ และสามารถบอกได้ว่าส่วนย่อย ๆ นั้น แต่ละส่วนสำคัญอย่างไร ส่วนใดสำคัญที่สุด แต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันอย่างไรและมีหลักการใดร่วมกันอยู่

1.5 การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อย ๆ เข้าด้วยกัน ให้เป็นส่วนใหญ่ ทำให้ได้ผลผลิตที่แปลกใหม่และดีไปกว่าเดิม

1.6 การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการวินิจฉัย ตีราคาสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างมีหลักเกณฑ์เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

2. พฤติกรรมด้านจิตพิสัยหรือด้านความรู้สึกละและอารมณ์ ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย 5 ประเภท ได้แก่ การรับรู้ การตอบสนอง การสร้างคุณค่า การจัดระบบคุณค่า และการสร้างลักษณะนิสัย

3. พฤติกรรมด้านทักษะพิสัยหรือด้านการปฏิบัติ เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความชำนาญ และทักษะในด้านการปฏิบัติ ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย 5 ประเภท ได้แก่ การเลียนแบบ การทำตามแบบ ความถูกต้อง การทำอย่างต่อเนื่องและการทำโดยธรรมชาติ

ลั้วณ สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 ข, หน้า 125-166) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับพฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเขียนตามแนวคิดประสงค์การเรียนรู้ของ Bloom (1956) ซึ่งถือว่าเป็นการรวมจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ครอบคลุมดีที่สุดใน โดยสรุปได้ว่าการวัดผลด้านสติปัญญา ควรวัดพฤติกรรมออกเป็น 6 ระดับดังนี้

วัดด้านความรู้ความจำ (Knowledge)

วัดด้านความเข้าใจ (Comprehension)

วัดด้านการนำไปใช้ (Application)

วัดด้านการวิเคราะห์ (Analysis)

วัดด้านการสังเคราะห์ (Synthesis)

วัดด้านการประเมินค่า (Evaluation)

การวัดพฤติกรรมทั้ง 6 ด้านนี้ จะใช้แบบทดสอบประเภทอัตนัยหรือปรนัยก็ได้ ข้อสำคัญอยู่ที่คำถาม ซึ่งต่อไปนี้เป็นตัวอย่างข้อคำถามของแบบทดสอบ ประเภทปรนัย ดังนี้

1. ข้อคำถามวัดความรู้-ความจำ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถที่จะระลึกออกมาได้หรือจำได้ เช่น ถามคำศัพท์ นิยาม สถานที่ เวลา ขนาด ปริมาณ บุคคล ระเบียบ ลำดับชั้นของการทำอย่างใดอย่างหนึ่ง สิ่งเหล่านี้ถ้าสอนมาแล้วจึงนำมาถามและถือว่าการวัดความจำเท่านั้น

2. ข้อคำถามวัดความเข้าใจ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการจับใจความสำคัญจากเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการจับใจความ การแปลความหมาย การตีความหมาย และการขยายความของข้อความ คำ เรื่องราว เหตุการณ์ ภาพ ฯลฯ

3. ข้อคำถามวัดการนำไปใช้ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการนำความรู้ที่เรียนมาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

4. ข้อคำถามวัดการวิเคราะห์ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว เนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความ

ประสงค์สิ่งใดนอกจากนั้นยังบอกถึงว่าส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใดจะเห็นได้ว่าความสามารถในด้านการวิเคราะห์จะมากไปด้วยการหาเหตุผลมาเกี่ยวข้องอยู่เสมอและพยายามมองให้ลึกลงไปถึงแก่นแท้ของเนื้อหา และเหตุการณ์นั้น ๆ การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณา

5. ข้อคำถามวัดการสังเคราะห์ เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการผสมส่วนย่อย ๆ เข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน เป็นการวัดว่านักเรียนจะสามารถนำเอาความรู้แต่ละหน่วย มารวมกัน จัดเป็นหน่วยใหม่หรือโครงสร้างใหม่ที่ต่างจากเดิมได้หรือไม่ ลักษณะคำถามประเภทนี้จะถามเกี่ยวกับการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นคำถามที่จะตั้งดูว่าใครมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มากเพียงใด

6. ข้อคำถามวัดการประเมินค่า เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถในการวินิจฉัยดีราคา โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ สิ่งที่มีค่าอาจเป็นวัตถุ สิ่งของ ผลงานต่าง ๆ หรือเป็นความคิดเห็นก็ได้ การประเมินค่านั้นอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานไปประกอบการวินิจฉัยชี้ขาดเสมอว่า สิ่งนั้นดีไม่ดี และเพราะเหตุใดจึงดี หรือไม่ดี ข้อคำถามอาจจะอยู่ในรูปของการประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายในหรือการประเมินค่าที่อาศัยเกณฑ์ภายนอกตัดสินก็ได้

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จัดได้ว่าเป็นเกณฑ์อย่างหนึ่ง ที่นำมาใช้ในการประเมินคุณภาพทางการเรียนรู้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สนใจศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต โดยใช้หลักการวัดผลตามแนวคิดของบลูมทั้ง 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า

การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของการคิดวิเคราะห์

Watson, Glaser, and Glaser (1964, p. 11) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้ และทักษะ โดยทัศนคติเป็นการแสดงออกทางจิตใจต้องการสืบค้นปัญหาที่มีอยู่ ความรู้จะเกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผลในการประเมินสถานการณ์ การสรุปความอย่างเที่ยงตรง และการเข้าใจในความเป็นนามธรรม ส่วนทักษะจะประยุกต์รวมอยู่ในทัศนคติ และความรู้

Good (1973, p. 680) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า เป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักการของการประเมิน และมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล

ชวาล แพรัตนกุล (2552, หน้า 171) ได้ให้ความหมายการวิเคราะห์ไว้ว่า หมายถึงความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวที่สมบูรณ์ใด ๆ ให้กระจายออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ โดยจะต้องทราบว่าแต่ละเรื่องราวนั้นมีความสำคัญตรงไหน และส่วนย่อย ๆ เหล่านั้น สัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างไร จนในที่สุดก็ทราบได้ว่าส่วนย่อยนั้นผูกติดกันเป็นเรื่องราวที่สมบูรณ์ โดยยึดหลักการหรือทฤษฎีใด

สสวท. (2555, หน้า 49) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า หมายถึง การคิดที่ใช้การวิเคราะห์เป็นหลักสำคัญ กล่าวคือการจำแนกแจกแจงองค์ประกอบของเหตุการณ์ใด ๆ และหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น หรือหาสาเหตุของสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป การคิดวิเคราะห์จะต้องใช้ความเป็นเหตุผลเป็นพื้นฐาน

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการคิดแยกแยะข้อมูล องค์ประกอบของเหตุการณ์ หรือสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ด้วยการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ เพื่อแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่เป็นสาระสำคัญ และความสัมพันธ์ของส่วนประกอบนั้น ๆ จนสามารถทราบได้ว่าส่วนย่อย ๆ นั้น ผูกติดกันเป็นเรื่องราว โดยยึดหลักการใด

ลักษณะการคิดวิเคราะห์

ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 ข, หน้า 41–44) ได้อ้างถึงการคิดวิเคราะห์ตามหลักการของ Bloom (1956) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผลและที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 อย่าง ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่า อะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทมากที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาว่า ความสัมพันธ์ย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้น เกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุสิ่งของเรื่องราว และการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องด้วยอะไร โดยยึดอะไรเป็นแกนกลาง มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ยึดถือหลักการใด มีเทคนิคอย่างไร หรือยึดคติใด

พิชิต ฤทธิจรัญ (2544, หน้า 34) ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถ ในการแยกแยะเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ว่าเรื่องราวหรือสิ่งนั้น ๆ ประกอบไปด้วย อะไรบ้าง มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผล และที่เป็นไปอย่างนั้นอาศัยหลักการ อะไร การวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นความสามารถในการค้นหาจุดสำคัญหรือหัวใจ ของเรื่อง ค้นหาสาเหตุ ผลลัพธ์ และจุดมุ่งหมายสำคัญของเรื่องต่าง ๆ เช่น อ่านบทความแล้วบอก ได้ว่าหัวใจสำคัญของเรื่องคืออะไร ค้นหาเหตุผลของเรื่องราวที่อ่านได้

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ กัน และการพาดพิงกันระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ว่ามีความเกี่ยวข้องกันในลักษณะใด คล้อยตาม กัน หรือขัดแย้งกัน เกี่ยวข้องกัน หรือไม่เกี่ยวข้องกัน เช่น แยกข้อความที่ไม่จำเป็นในคำถามได้

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการค้นหาว่าการที่โครงสร้างและระบบ ของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว และการกระทำต่าง ๆ ที่ร่วมกันอยู่ในสภาพเช่นนั้นได้ เพราะยึดหลักการ หรือแกนอะไรเป็นสำคัญ เช่น กระจกนํ้าร้อนสามารถเก็บความร้อนไว้ได้เพราะยึดหลักการใด

สมนึก ภัททิยธนี (2553, หน้า 144–146) กล่าวว่า การวัดการคิดวิเคราะห์เป็นการใช้ วิจัยรณญาณ เพื่อไตร่ตรอง การแยกแยะพิจารณาคุณรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องต่าง ๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุด ของชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุดและชิ้นส่วนนั้นอยู่รวมกันได้ หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนกว่า ชิ้นใด ส่วนใด เรื่องใด เหตุการณ์ใด ตอนใดสำคัญที่สุดหรือหาจุดเด่น จุดประสงค์สำคัญ สิ่งที่ชวนอ่าน

2. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่าง คุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวของสิ่งต่าง ๆ ว่าของชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันรวมทั้งข้อสอบอุปมา อุปมัย

3. ด้านการวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาดูชิ้นส่วน หรือส่วนปลีกย่อย ต่าง ๆ ว่าทำงานหรือยึดกันได้อย่างไรหรือคงสภาพเช่นนั้นได้ที่ใช้หลักการใดเป็นแกนกลาง จึงถามถึง โครงสร้างหรือหลักหรือวิธีการที่ยึดถือ

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการพิจารณาแยกแยะดูรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องต่าง ๆ ว่าเกิดจากหรือประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ อะไรบ้าง ซึ่งแต่ละเรื่องราวมีความสำคัญอย่างไร ส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นสัมพันธ์เกี่ยวโยงกันอย่างไร และในที่สุดก็สามารถทราบได้ว่าส่วนย่อยนั้นผูกติดกันเป็นเรื่องราวโดยยึดหลักการใด ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สนใจศึกษาเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักการวัดผลตามแนวคิดของ Bloom ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และด้านการวิเคราะห์หลักการ

เจตคติต่อวิชาชีววิทยา

ความหมายของเจตคติ

Good (1973, p. 46) ได้กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความโน้มเอียงหรือแนวโน้มของบุคคลที่จะตอบสนองต่อสิ่งของ สถานการณ์ หรือค่านิยม โดยปกติจะแสดงออกมาพร้อมความรู้สึกละอารมณ์ เจตคติไม่สามารถแสดงออกได้โดยตรง แต่อ้างอิงได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกทั้งที่เป็นพฤติกรรมทางภาษาและไม่ใช้ภาษา

พรรณี ชูทัย เจนจิต (2538, หน้า 543) กล่าวว่า เจตคติเป็นเรื่องของความรู้สึก ทั้งที่พอใจ และไม่พอใจที่บุคคลมีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด มีอิทธิพลทำให้แต่ละบุคคลตอบสนองสิ่งเร้าแตกต่างกันออกไป

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 ก, หน้า 54) กล่าวว่า เจตคติหรือทัศนคติเป็นความรู้สึกเชื่อ ศรัทธา ต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จนเกิดความพร้อมที่จะแสดงการกระทำออกมา ซึ่งอาจจะไปในทางที่ดีหรือไม่ดีก็ได้ เจตคดียังไม่เป็นพฤติกรรมแต่เป็นตัวการที่จะทำให้เกิดพฤติกรรม ดังนั้นเจตคติจึงเป็นคุณลักษณะของความรู้สึกที่ซ่อนเร้นอยู่ภายในใจ

สสวท. (2546, หน้า 14-15) ได้กล่าวว่า เจตคติเป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้ทางจิตใจ การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ใช้ระยะเวลาานพอสมควรและมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าเจตคติ เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จนพร้อมที่จะแสดงออกมาเป็นความคิดเห็นหรือพฤติกรรมต่าง ๆ ทั้งพอใจหรือไม่พอใจ อ้างอิงได้จากการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ใช้ระยะเวลาานพอสมควร

ความหมายของเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

วิภา เกียรติธนะบำรุง (2538, หน้า 39) ได้สรุปความหมายของเจตคติต่อวิชาชีววิทยาไว้ว่า คือ ความรู้สึกที่มีต่อวิชาชีววิทยา การเห็นความสำคัญ ความนิยมชมชอบ ความสนใจและการแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรม

สมฤทัย จินต์วง (2542, หน้า 6) ได้สรุปความหมายของเจตคติต่อวิชาชีววิทยาไว้ว่าเป็น ความรู้สึก มโนคติ ความเชื่อของตนต่อวิชาชีววิทยา โดยวัดจากแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

ยุพิน เกตุดี (2550, หน้า 33) ได้สรุปความหมายของเจตคติต่อวิชาชีววิทยาไว้ว่า คือ ความรู้สึก ความเชื่อ การเห็นความสำคัญ ความสนใจ การแสดงออกที่มีต่อวิชาชีววิทยา

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปความหมายของเจตคติต่อวิชาชีววิทยาได้ว่า คือ ความรู้สึก การเห็นความสำคัญ ความนิยมชมชอบ ความสนใจและการแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่มีต่อวิชาชีววิทยา โดยวัดจากแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

องค์ประกอบของเจตคติ

ลิวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 ก, หน้า 59) กล่าวว่า เจตคติจะมีองค์ประกอบอะไรบ้าง จำนวนเท่าไร นักจิตวิทยามีความเชื่อแตกต่างกันยังไม่มียุทธวิธีแน่นอน เพราะแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มพยายามศึกษาค้นคว้าไปเรื่อย ๆ ปัจจุบันมีแนวความคิดเห็นแตกต่างกันอยู่ 3 กลุ่ม

1. เจตคติมีองค์ประกอบเดียว ตามความคิดหรือแนวความคิดนี้พิจารณาได้จากนิยามเจตคตินั้นเอง กลุ่มนี้จะมองเจตคติเกิดจากการประเมินค่าของเจตคติว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบ นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้ได้แก่ เทอร์สโตน (Thurstone, 1931) แอลพอร์ต (Allport, 1935) และคนอื่น ๆ อีกหลายคน

2. เจตคติมีสององค์ประกอบ ตามแนวคิดนี้มองเจตคติประกอบด้วยองค์ประกอบด้านสติปัญญา (Cognitive) และความรู้สึก (Affective) นักจิตวิทยาที่สนับสนุนการแบ่งเจตคติเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่ แคทซ์ (Katz, 1960)

3. เจตคติมีสามองค์ประกอบ แนวความคิดนี้เชื่อว่าเจตคติมี 3 องค์ประกอบหรือ 3 ส่วน ได้แก่

3.1 ด้านสติปัญญา (Cognitive component) ประกอบด้วยความรู้ ความคิดและความเชื่อที่ผู้นั้นมีต่อเป้าเจตคติ

3.2 ด้านความรู้สึก (Affective component) หมายถึง ความรู้สึกหรืออารมณ์ของคนใดคนหนึ่งที่มีต่อเป้าเจตคติ ว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้น พอใจหรือไม่พอใจ หลังจากการสัมผัสหรือรับรู้เป้าเจตคติแล้ว สามารถแสดงความรู้สึกโดยการประเมินสิ่งนั้นว่าดีหรือไม่ดี

3.3 ด้านพฤติกรรม (Behavioral component) บางที่เรียกว่า Action component เป็นด้านแนวโน้มของการจะทำหรือจะแสดงพฤติกรรม เจตคติเป็นพฤติกรรมซ่อนเร้นในขั้นนี้ เป็นเพียงการแสดงแนวโน้มของการกระทำต่อเป้าเจตคติเท่านั้น ยังไม่แสดงออกจริง

การวัดและเครื่องมือวัดเจตคติ

ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 ก, หน้า 60) กล่าวว่า เจตคติเป็นมโนภาพ (Concept) ที่วัดได้ยาก เครื่องมือการวัดจึงมีได้หลายรูปแบบ แล้วแต่สถานการณ์ที่ต้องการวัด เครื่องมือที่นิยมใช้กันมีอยู่ 5 ชนิด คือ

1. สัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์ หมายถึง การพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย ผู้สัมภาษณ์ที่ดีต้องฟังมากกว่าพูด ไม่หุเบา ยึดตามแนววัตถุประสงค์ที่จะวัดและบันทึกไว้ได้อย่างถูกต้อง การสัมภาษณ์โดยใช้ปากเป็นเครื่องมือสำคัญ ได้ผลอย่างไรบันทึกเอาไว้ การวัดเจตคติโดยการสัมภาษณ์จะต้องสร้างข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ดีเป็นมาตรฐานก่อน ข้อคำถามแต่ละข้อจะต้องกระตุ้นยูแหยให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบความรู้สึกต่อเป้าเจตคติ ที่ผู้ทำการสัมภาษณ์ต้องการได้ ข้อคำถามหรือข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดเจตคติได้ตรงเป้าหมาย การเตรียมคนและเตรียมเครื่องมือการวัดจึงเป็นสิ่งสำคัญ การวางแผนสร้างข้อคำถามจะต้องคิดถึงระยะเวลา ลักษณะของผู้ถูกสัมภาษณ์ด้วย ข้อคำถามควรถามคลุมทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อจะได้ใช้ประเมินเปรียบเทียบความรู้สึกที่แท้จริง

2. การสังเกต (Observation) การสังเกต คือ การเฝ้ามองดูสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีจุดมุ่งหมาย เครื่องมือสำคัญของการสังเกตก็คือ ตาและหูนั่นเอง การเฝ้าดูโดยการบันทึกในสมองจะทำให้ลืมเลือนง่าย ข้อรายการงาน (Checklist) ที่จะใช้ในการสังเกตจึงควรเตรียมไว้ให้พร้อม การสังเกตที่ดีต้องมีการฝึก จึงจะทำหน้าที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ ผู้สังเกตควรรับรู้และมีประสาทตาดี มิฉะนั้นแล้วจะทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อน

3. การรายงานตนเอง (Self - report) เครื่องมือแบบนี้ต้องการให้ผู้ถูกทดสอบแสดงความรู้สึกของตนเองตามสิ่งเร้าที่เขาได้สัมผัส นั่นคือสิ่งเร้าที่เป็นข้อความ ข้อคำถาม หรือเป็นภาพ เพื่อให้ผู้ทดสอบแสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมานั่นเอง แบบทดสอบหรือมาตรวัดที่ดีถือว่าเป็นแบบมาตรฐาน (Standard form) เป็นแนวการสร้างของเทอร์สโตน (Thurstone) กัตแมน (Guttman) ลิเคิร์ต (Likert) และออสกู๊ด (Osgood)

4. เทคนิคการจินตนาการ (Projective techniques) ต้องอาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปร้่าผู้สอบ สถานการณ์ที่กำหนดให้จะไม่มีการสร้างที่แน่นอน ทำให้ผู้สอบต้องจินตนาการออกมาตามแต่ประสบการณ์เดิมของตน แต่ละคนจะแสดงออกมาไม่เหมือนกัน เช่น ประเภทให้

เติมประโยคให้สมบูรณ์ ภาพนามธรรมเติมเรื่องราวสั้น ๆ เล่านิทานจากภาพ ฯลฯ การแปลความ โดยอาศัยผลจากการตอบสิ่งที่กล่าวมาแล้ว ก็พอจะรู้ว่าผู้นั้นมีเจตคติอย่างไรต่อเป้าหมายของ เจตคตินั้น ๆ

5. การวัดทางสรีระภาพ (Physiological measurement) การวัดด้านนี้อาศัย เครื่องมือ ไฟฟ้า หรือเครื่องมืออื่น ๆ ในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงสภาพของร่างกาย เช่น การใช้เครื่อง กัลวานอมิเตอร์ เพื่อวัดดูความต้านทานกระแสไฟฟ้าในผิวหนัง เมื่อคนเกิดการเปลี่ยนแปลงทาง อารมณ์ ส่วนผสมของสารเคมีต่าง ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปกติเรียกว่า มีกระแสไฟฟ้าไหลสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าก็จะสามารถวัดตรวจสอบ เปรียบเทียบกับขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาพปกติได้ เครื่องมือจับเท็จอาศัยหลักการอันนี้ การจะ เชื่อถือได้ขนาดไหนต้องศึกษาให้รอบคอบ อารมณ์ต่าง ๆ อาจศึกษาได้จากการเปลี่ยนแปลงของ ลูกตาดำ ปริมาณของฮอร์โมนบางอย่างก็สามารถบอกอารมณ์ความพอใจหรือไม่พอใจของคนได้

Scott (1968, pp. 206-210 อ้างถึงใน ยุพิน เกตุดี, 2550) ได้เสนอแนวคิด

ในการสร้างเครื่องมือวัดเจตคติไว้ว่า การจัดการสร้างเครื่องมือวัดเจตคตินั้นจำเป็นต้องศึกษาถึง ลักษณะของเจตคติ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ทิศทางของเจตคติ (Direction) เจตคติแสดงออกได้ 2 ทิศทาง คือ

1.1 เจตคติเชิงนิมานหรือเจตคติทางบวก (Positive) เป็นความโน้มเอียงของอารมณ์ ซึ่งมีความพึงพอใจ คล้อยตาม ชอบ หรือเห็นด้วย ซึ่งจะทำให้บุคคลนั้นแสดงพฤติกรรมออกมา ในลักษณะที่ดีต่อสิ่งนั้น ๆ

1.2 เจตคติเชิงนิเสธหรือเจตคติทางลบ (Negative) เป็นความโน้มเอียงของอารมณ์ ซึ่งมีความไม่พึงพอใจ ต่อด้าน เกลียด ไม่คล้อยตาม ซึ่งจะทำให้บุคคลเกิดความเบื่อบ่นและ แสดงพฤติกรรมออกมาในลักษณะที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้น ๆ

2. ระดับของเจตคติ (Magnitude) หมายถึง การที่บุคคลแสดงความรู้สึกต่อสิ่งหนึ่งสิ่ง ใดในลักษณะผิวเผิน หรือลึกซึ่งเจตคติระดับผิวเผินนั้นจะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่าย แต่ถ้าเป็น เจตคติระดับลึกซึ่งจะติดตรึงอยู่ในจิตใจและเปลี่ยนแปลงได้ยาก

3. ความเข้มของเจตคติ (Intensity) หมายถึง ปริมาณของความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ว่ามากหรือน้อยเพียงใด

ณัฐมน เดชมา (2555, หน้า 34) ได้เสนอแบบวัดเจตคติ โดยประกอบด้วยคำถามที่มี ลักษณะการตอบแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้สึกต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

2. ความรู้สึกถึงความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์
3. ความนิยมชมชอบวิทยาศาสตร์
4. ความสนใจต่อวิทยาศาสตร์
5. การแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิทยาศาสตร์

เครื่องมือวัดเจตคติ

ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นข้อความ เรียกว่า ข้อความวัดเจตคติ และส่วนที่เป็นคำตอบ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า เรียกว่า มาตราวัดเจตคติ

ไพศาล วรคำ (2555, หน้า 245-247) ได้กล่าวว่ามาตราประมาณค่า (Rating scale) ในการวัด ที่นำมาใช้ในการสร้างแบบวัดเจตคติมีหลายลักษณะ ส่วนใหญ่ตั้งชื่อตามผู้คิดมาตรานั้นขึ้นมา ลักษณะของมาตราประมาณค่าที่นิยมใช้ในแบบสอบถาม มีดังนี้ มาตราวัดของลิเคิร์ต มาตราวัดของฮอกสทูด มาตราวัดของเทอร์สตัน และมาตราวัดของกัทท์แมน ซึ่งแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน แต่ที่นิยมใช้ในแบบสอบถาม ได้แก่มาตราวัดของลิเคิร์ต (Likert scales) และในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้มาตราวัดของลิเคิร์ต (Likert scales) เนื่องจากมาตราวัดของลิเคิร์ต (Likert scales) ใช้ในการถามความรู้สึกต่อเจตคติสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยให้ผู้เลือกตอบเลือกระดับความรู้สึกจากมากไปหาน้อย เช่น “เห็นด้วยอย่างยิ่ง” “เห็นด้วย” “ไม่แน่ใจ” “ไม่เห็นด้วย” และ “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” โดยกำหนดคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 สำหรับข้อคำถามเชิงบวก และกำหนดคะแนนเป็น 1, 2, 3, 4 และ 5 สำหรับข้อคำถามเชิงลบ การแปลผลให้รวมคะแนนทั้งหมดของแบบวัด ถ้ามีคะแนนสูงแสดงว่ามีเจตคติต่อสิ่งนั้นในทางบวกสูง

จากการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่างานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้มาตราประมาณค่า (Rating scale) โดยใช้มาตราวัดของลิเคิร์ต (Likert scales) 5 ระดับ โดยทำการวัดต่อวิชาชีววิทยา ทั้ง 5 ด้าน ดังนี้ 1) ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาชีววิทยา 2) การเห็นความสำคัญของวิชาชีววิทยา 3) ความสนใจในวิชาชีววิทยา 4) ความนิยมชมชอบในวิชาชีววิทยา และ 5) การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีววิทยา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

งานวิจัยต่างประเทศ

Ozden and Gultekin (2008, pp. 1-17) ได้ทำศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปกติกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ในรายวิชา

วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2004-2005 ที่ Kutahya Abdurrahman Pasa Primary School ประเทศตุรกี ในการทดลองนี้ มีรูปแบบงานวิจัย แบบ Pretest-postest control group design โดยมีกลุ่มประชากร 2 ห้องเรียน คือ 5-A และ 5-B ซึ่งจะแบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียน ชั้น ป.5 จำนวน 22 คน ซึ่งใช้เวลาในการศึกษา 11 วัน คิดเป็นจำนวน 18 ชั่วโมง โดยตลอด การวิจัยกลุ่มทดลองจะได้รับการเรียนการสอนโดยใช้สมองเป็นฐาน ในขณะที่กลุ่มควบคุมจะได้รับการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ

GÖZÜYEŞİL and DİKİCİ (2014, pp. 642-648) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-Based Learning) ด้วยการสังเคราะห์งานวิจัยด้วยวิธีวิเคราะห์ห่อภิมาณ (Meta-analytical) ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างในปัจจัยต่าง ๆ ทั้งระดับ การศึกษา วิชาที่ใช้ในการศึกษา ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และประเทศของกลุ่มตัวอย่าง ทำการศึกษาทั้งหมด 42 ตัวอย่าง ในระหว่างปี ค.ศ. 1999-2011 โดยใช้งานวิจัยประเทศ สหรัฐอเมริกา ได้หวัน ปากีสถาน มาเลเซีย และตุรกี พบว่าจาก 35 ใน 42 งานวิจัยมีประสิทธิภาพ ในทางบวก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเป็นไปในทางบวก แต่อยู่ในระดับปานกลาง ($d=.640$) เมื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนสอนระหว่างประเทศตุรกี และสหรัฐอเมริกา พบว่าระหว่างกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ระดับ การศึกษาและขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยในประเทศ

ฉวีวรรณ ศรีสม (2555, หน้า 111-112) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป สำหรับนักศึกษาศาสนาบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม ปีการศึกษา 2554 จำนวน 40 คน ผลการวิจัย พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ นักศึกษายังมีจิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังมีคะแนนเฉลี่ย ความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

นุชากร คำประดิษฐ์ (2556, หน้า 134-135) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลาย ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 1 ห้องเรียน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่ามีจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 70 มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่ามีจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 76 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่ามีจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 82 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกม

งานวิจัยต่างประเทศ

Pinder (2008, pp. 434-438) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมเกม เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนระดับชั้น K จากเมืองบอลทิมอร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 6 คน กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จากเมืองแอตแลนตา ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 10 คน ผลการวิจัยพบว่าการใช้กิจกรรมเกมประกอบการสอน ช่วยสร้างประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้ดีขึ้น และทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการทำผลงานมากยิ่งขึ้น โดยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จากเมืองแอตแลนตา สามารถเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานมากกว่านักเรียนระดับชั้น K จากเมืองบอลทิมอร์ ดังจะเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 72.9% และคะแนนหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 97.6% ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนระดับชั้น K จากเมืองบอลทิมอร์ มีอายุน้อย จึงยังไม่มีการพัฒนากระบวนการคิดได้จนสามารถสร้างองค์ความรู้เป็นแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ได้

Gutierrez (2014, pp. 76-82) ได้ทำการพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของการ์ดเกม เพื่อใช้เสริมความเข้าใจในการเรียนวิชาชีววิทยา โดยเปรียบเทียบกับวิธีการสอนแบบดั้งเดิมกับนักเรียนจำนวนกลุ่มละ 40 คน ที่ Bulacan State University ประเทศฟิลิปปินส์ โดยกลุ่มควบคุม จะได้รับการสอนแบบดั้งเดิม โดยมีการทำแบบฝึกหัดและใบงาน ส่วนกลุ่มทดลองจะได้รับการสอน

เสริมด้วยการ์ดเกมและเรียนเป็นกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่าทั้งสองกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เหมือนกัน แต่กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนเสริมด้วยการ์ดเกมจะมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 12.675 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 9.225 และช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางการเรียนวิชาชีววิทยามากกว่าการเรียนแบบดั้งเดิม เนื่องจากการ์ดเกมเป็นตัวเสริมให้เพิ่มความเข้าใจในประเด็นที่สำคัญ ก่อให้เกิดความทรงจำที่คงทนถาวร

งานวิจัยในประเทศ

กุลธิดา พลเยี่ยม (2552, หน้า 51-52) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ฝายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 50 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อังคณา ลังกางวงศ์ (2552, หน้า 64-71) ได้ศึกษาเรื่องความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนบ้านโป่งน้อย จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 30 คน ที่ได้รับการสอนโดยเสริมเกมวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ได้รับการสอนโดยเสริมเกมวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความเห็นต่อการเรียนโดยเสริมเกมวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ทั้งในด้านของบทบาทครูผู้สอน นักเรียน ตลอดจนเกมที่นำมาเล่น เนื่องจากในระหว่างการเล่นเกม นักเรียนจะมีการฝึกฝนการใช้กระบวนการแก้ปัญหาผ่านความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ทำให้การเรียนการสอนไม่น่าเบื่อ

งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา

งานวิจัยต่างประเทศ

Weimer (2007, pp. 135-170) ได้ทำการศึกษาการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ในกรณีศึกษาของตัวอย่างห้องเรียนทั้งหมด 8 ห้องเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประเทศสหรัฐอเมริกา กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียน 181 คน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และครู

8 คนที่มีความชำนาญในการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ผลการวิจัย พบว่าจากการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของครูทั้ง 8 คน ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากคะแนนความสนใจในการเรียนจากการทำแบบวัดความสนใจ โดยใช้มาตราวัด 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ต จากคะแนนต่ำสุดก่อนเรียนได้ 2.9 คะแนน และคะแนนสูงสุดหลังเรียนได้ 4.0 คะแนน ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนี้จะช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและยังช่วยให้นักเรียนเกิดความทรงจำในระยะยาว (LTM) แต่นักเรียนหญิงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจทางการเรียนมากกว่านักเรียนชาย เห็นได้จากการสอนของครู B คะแนนความสนใจของนักเรียนหญิง ได้คะแนน 75% ชาย 64% และครู E คะแนนความสนใจของนักเรียนหญิง ได้เท่ากับ 71% ชาย 62% ทั้งนี้เนื่องจากเพศหญิงมีความถนัดในการใช้ภาษาและการสื่อสาร ส่วนเพศชายจะถนัดด้านการเคลื่อนไหวของร่างกายมากกว่า ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนั้น ไม่เน้นให้นักเรียนได้เคลื่อนไหวร่างกาย แต่เน้นให้นักเรียนแสดงออก โดยใช้อารมณ์และความรู้สึกร่วมในการเรียน

INCI and ERTEN (2010, pp. 1-8) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน และศึกษาเจตคติและความคงทนในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องสถานะของสสารและความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่าง ปี 2008-2009 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบตามหลักกระบวนการทำงานของสมอง ด้วยการใช้วิธีการสอนอันหลากหลายและฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิด โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมได้รับการสอบแบบปกติ และกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เจตคติและความคงทนในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยในประเทศ

บีพมา เมืองลี (2552, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ ประดิษฐ์ จังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 40 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมประกอบการสอนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมประกอบการสอนวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมี พฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียนสูงกว่า

ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นภาพกรณ์ หวานชม (2554, หน้า 57-58) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียน การสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย ราชภัฏรำไพพรรณี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และมีจิตวิทยาาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

Campbell, Webster, and Jane (2004, pp. 1-9) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีทาง การศึกษาที่ส่งผลให้เด็กเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์ ในโรงเรียน ประถมศึกษา ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งพวกเขามีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาและสร้างผลิตภัณฑ์ ออกมา เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ เมื่อมีความคิดสร้างสรรค์ เด็กรุ่นใหม่ก็จะสามารถ สร้างสรรค์ความคิดใหม่ผ่านทางสื่อสารทางไกลและมีการระดมสมอง โดยความคิดนี้ จะ ได้รับความสนใจและปราศจากการแข่งขันซึ่งกันและกัน ซึ่งงานวิจัยนี้จะแสดงให้เห็นว่า กระบวนการคิดวิเคราะห์และการสร้างสรรค์ไม่สามารถเกิดขึ้นพร้อมกันได้ในเวลาเดียวกัน เด็กต้อง มีความคิดสร้างสรรค์โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล จนเกิดการคิดวิเคราะห์ โดยในงานวิจัยนี้มี วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอุปสรรคของการคิดวิเคราะห์ในการสร้างสรรค์บริบทของเทคโนโลยี การศึกษาในเด็กเล็ก

Kitchen , Bell, and Reeve (2003, pp. 180-194) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนเรื่อง ชีวิตวิทยาของเซลล์ ด้วยการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการประเมินประสิทธิภาพของนักศึกษา ปริญญาตรี ที่ลงทะเบียนเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ โดยมีเป้าหมาย เพื่อช่วยให้นักศึกษาเกิดทักษะใน การตีความหมายจากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งจากการศึกษาหลักฐานต่าง ๆ พบว่านักศึกษา ส่วนมากยังไม่สามารถเกิดการคิดวิเคราะห์ได้ และประสบการณ์จากการทำปฏิบัติการ ในห้องทดลองนั้นก็ไม่สามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ได้ ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนบทบาทของผู้เรียน และผู้สอน เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการจัด Workshop ฝึกวิเคราะห์ ข้อมูล จัดการเรียนรู้อยู่โดยแบบร่วมมือโดยจัดนักศึกษาเป็นกลุ่มย่อยด้วยการพูดคุยสื่อสารกัน แล้วจัดทำเป็นแผนผังสรุปความคิด โดยมีผู้สอนเป็นพี่เลี้ยงให้คำปรึกษา ทำให้เกิดความใกล้ชิด

และสามารถให้คำปรึกษาได้สะดวก ผลการวิจัยพบว่า คะแนนหลังเรียนในการสอบกลางภาคของกลุ่มทดลอง สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม อีกทั้งนักศึกษายังเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนแบบนี้ เนื่องจากช่วยฝึกให้เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์

งานวิจัยในประเทศ

ธัญชนก โห่งกตหลด (2554, หน้า 95-98) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลป้อมแมลงไฟฟ้า จังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 72 คน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อุทัยวรรณ แสนอุ่น (2554, หน้า 86-94) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบางระกำวิทยศึกษาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางด้านการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งนักเรียนยังมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีผลประเมินด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ มีผลการประเมินอยู่ในระดับมาก และด้านผลผลิตมีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 4.32 และ 4.52 ตามลำดับ

งานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

งานวิจัยต่างประเทศ

Prokop, Tuncer, and Chudá (2007, pp. 287-295) ได้ทำการศึกษาเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนในประเทศสโลวาเกีย โดยใช้แบบวัดเจตคติทั้งหมด 30 ข้อ จำนวนนักเรียน

ทั้งหมด 655 คน อายุของนักเรียนทุกคนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 12.99 ปี แบ่งเป็นเพศหญิง จำนวน 321 คน เพศชาย 334 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา ทั้งหมด 8 โรงเรียนในประเทศสโลวาเกีย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ MANCOVA ผลการวิจัยพบว่า อายุไม่ได้มีผลต่อเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่พบว่าความสนใจของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับช่วงชั้นและเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยเพศหญิงจะมีความสนใจในวิชาชีววิทยามากกว่าเพศชาย แต่ความสนใจจะลดลง เมื่ออายุเพิ่มขึ้น ซึ่งครูมีส่วนให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยาเป็นอย่างมาก เพราะถือว่าครูเป็นต้นแบบของนักเรียน

Zeidan (2010, pp. 783-785) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาชีววิทยากับความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประเทศปาเลสไตน์ โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา 30 ข้อ และใช้แบบวัดความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนวิชาชีววิทยา 32 ข้อ มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เท่ากับ 0.366 ผลการวิจัยพบว่าเพศที่แตกต่างกัน มีผลต่อเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาและความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนวิชาชีววิทยา ในเพศหญิง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ถิ่นที่อยู่อาศัยต่างกันไม่มีผลต่อเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาและความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนวิชาชีววิทยาอย่างมีนัยสำคัญ

งานวิจัยในประเทศ

ยุพิน เกตุดี (2549, หน้า 66-68) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการสร้างแผนที่ความคิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนครูประชาสรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โดยสุ่มมา 2 ห้อง จำนวน 60 คน ซึ่งสุ่มแบบง่ายออกเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนที่ความคิดในชั้นตอนสรุปความรู้ จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 30 คน ผลการวิจัย พบว่านักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนที่ความคิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมฤทัย จินด้าง (2542, หน้า 81-82) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีสอนแบบแผนผังมโนมิตกับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 2 ห้องเรียน ๗ ละ 49 คน แล้วสุมนักเรียนห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบ

แผนผังมโนคติ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแผนผังมโนคติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

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

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 8 ห้อง จำนวนนักเรียนทั้งหมด 320 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 36 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ

One Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 248-249) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	O ₁	X	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

O₁ แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

O₂ แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
3. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกมมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกม จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 แสดงการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยผู้สอนเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ สมองเป็นฐาน (BBL)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ เทคนิคเกม	การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม	ลักษณะของกิจกรรมหรือ สถานการณ์
<p>1. ขั้นเตรียมการ (Preparation)</p> <p>ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน โดยใช้ภาพเพื่อเป็นการให้ข้อมูล ความรู้เบื้องต้นแก่นักเรียน และเป็น การปรับสมองของนักเรียนให้เข้ากับเรื่องที่จะเรียน ซึ่งเป็น การเริ่มการทำงานของผู้สอน</p>	<p>1. ขั้นเตรียมการ</p> <p>เมื่อผู้สอนเตรียมเกม สิ่ง ที่ควรนึกถึง คือ</p> <p>1.1 สาระวิทยาศาสตร์ อะไรบางอย่างที่เกม จะต้องครอบคลุม</p> <p>1.2 วัตถุประสงค์ทาง วิทยาศาสตร์ของการใช้เกมใน การเรียนรู้</p> <p>1.3 ผู้เรียนต้องทำอะไรบ้างใน การเล่นเกม</p> <p>1.4 กฎหรือกติกาในการเล่น เกมคืออะไร</p> <p>1.5 การเล่น "เกม" ใช้เวลา มากน้อยเพียงใด</p>	<p>1. ขั้นเตรียมการ (Preparation)</p> <p>เพื่อปรับสมองของนักเรียนให้เข้ากับ เรื่องที่จะเรียน ซึ่งจัดเป็นการเริ่มต้น การทำงานของผู้สอน ครูจะทบทวนความรู้ เดิมของนักเรียน โดยใช้การตั้งคำถามที่ เกี่ยวข้องกับความรู้เดิม เพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนสนใจสงสัยใคร่รู้</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ - ครูตั้งคำถามและอธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่ นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว และสอบถาม ความต้องการของนักเรียนว่าต้องการ เรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับอะไรในเรื่องนั้น อีกบ้าง - จัดบรรยากาศในห้องเรียนให้มี ความรู้สึกผ่อนคลาย ด้วยการนั่งสมาธิ ฟังเพลงหรือการใช้คำพูดในเชิงบวก ทำให้สมองของนักเรียนเกิดการตื่นตัว ต่อการเรียนรู้

ตารางที่ 5 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ สมองเป็นฐาน (BBL)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ เทคนิคเกม	การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม	ลักษณะของกิจกรรมหรือ สถานการณ์
<p>2. ขั้นรับรู้ (Acquisition Stage)</p> <p>ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิด การเรียนรู้ โดยให้ข้อมูลผ่าน ทางประสาทสัมผัสด้วย ลักษณะต่าง ๆ เช่น</p> <p>การอธิบาย การให้สิ่งไร้จาก สิ่งแวดล้อม ประสบการณ์</p> <p>จากการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ นักเรียนได้พูดได้ปฏิบัติ ทำให้สมองเกิดเกิดการเรียนรู้ ได้มากขึ้น</p>	<p>2. ขั้นกล่าวนำ</p> <p>สิ่งที่ควรนึกถึง คือ</p> <p>2.1 "เกม" ที่เล่นเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ในเรื่องใด</p> <p>2.2 วิธีเล่น "เกม" เป็นอย่างไร</p> <p>2.3 กฎ/ กติกาในการเล่น "เกม" เป็นเช่นไร</p> <p>2.4 การเริ่มต้นและการสิ้นสุด ของ "เกม" เป็นอย่างไร</p> <p>2.5 เวลาที่ใช้เล่น "เกม"</p>	<p>2. ขั้นรับรู้ (Acquisition Stage)</p> <p>อาจมีการให้นักเรียนจัดกลุ่ม โดยแต่ละ กลุ่มประกอบด้วยนักเรียน 5-6 คน คัดเลือกสมาชิกในกลุ่มตามความสมัครใจ ของผู้เรียน เพื่อสร้างบรรยากาศที่เป็น กันเอง โดยทุกคนต้องช่วยเหลือกันภายใน กลุ่มทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ และต้องศึกษาให้ทุกคนในกลุ่มเข้าใจ</p>	<p>- ครูจัดกิจกรรมเพื่อดึงดูดความสนใจ ของนักเรียน โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล ศึกษาค้นคว้ารู้ และลงมือปฏิบัติได้ ด้วยตนเอง ด้วยการใช้สื่อที่หลากหลาย ตามหลักการทำงานของสมองทั้งสองซีก</p>

ตารางที่ 5 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ สมองเป็นฐาน (BBL)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ เทคนิคเกม	การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม	ลักษณะของกิจกรรมหรือ สถานการณ์
<p>3. ขนขยายรายละเอียดเพิ่มเติม (Elaboration)</p> <p>ครูผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเข้าสิ่งที่เรียนได้อย่างลึกซึ้งขึ้น และครูควรให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยกลวิธีให้ความหมายโดยนัย เช่น การให้คำเฉลย การเล่นบทบาทสมมติ การไปศึกษานอกสถานที่ ทำให้สมองมีโอกาสได้จัดการคิดวิเคราะห์ ตรวจสอบ และเรียนรู้ได้ลึกซึ้งขึ้น</p>	<p>3. ชั้นเรียนเกม</p> <p>สิ่งที่ควรนึกถึง คือ</p> <p>3.1 ถ้าผู้เรียนต้องการให้ผู้สอนช่วย ผู้เรียนควรทำอะไร</p> <p>3.2 เมื่อไรที่ผู้สอน ควรเข้าไปรวมในกิจกรรมที่ผู้เรียนกำลังเล่น "เกม" อยู่</p> <p>3.3 ผู้เรียนเล่นตามกฎและกติกาของเกมหรือไม่</p>	<p>3. ขนขยายรายละเอียดเพิ่มเติม (Elaboration)</p> <p>ครูกระตุ้นให้นักเรียนทำงานร่วมกัน สังเกต และให้คำปรึกษา ครูผู้สอนควรกระตุ้นนักเรียนให้อธิบายความคิด รวบยอด โดยใช้คำพูดของนักเรียนเอง ถาม เพื่อให้ทราบถึงเหตุการณ์และการอธิบายความเข้าใจของนักเรียน</p>	<p>- นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่ โดยการฝึกสร้างคำถาม แสดงความคิดเห็น ระดมสมองบนข้อเท็จจริงที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทดลอง สืบค้นข้อมูล และสรุปเป็นองค์ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ ความรู้ได้ด้วยตนเอง เพื่อให้สมองเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย</p>

ตารางที่ 5 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ สมองเป็นฐาน (BBL)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ เทคนิคเกม	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ เทคนิคเกม	ลักษณะของกิจกรรมหรือ สถานการณ์
<p>4. ขั้นสร้างความทรงจำ (Memory Formatic Stage)</p> <p>ครูต้องส่งเสริมให้ บรรยากาศในห้องเรียน ที่เอื้อ ต่อการจดจำ เพราะอารมณ์ และสภาพร่างกายมีส่วน เกี่ยวข้องที่จะทำให้สมองเกิด การจดจำที่คงทนและ ยาวนานมากยิ่งขึ้น</p>	<p>4. ขั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ สิ่งที่ควรนึกถึง คือ</p> <p>4.1 การเล่นเกมของผู้เรียน เป็นอย่างไร ดีมากน้อยเพียงใด</p> <p>4.2 ผู้เรียนคนใดที่ชนะเกม บ้าง</p> <p>4.3 ผู้เรียนได้เรียนรู้สาระ วิทยาศาสตร์อะไรบ้าง</p>	<p>4. ขั้นสร้างความทรงจำ (Memory Formatic Stage)</p> <p>ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้ เรียนรู้ ไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่พบเห็นใน ชีวิตประจำวัน และเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายใน กลุ่ม เพื่อสร้างบรรยากาศที่ดีในการจัดจำ โดยในขั้นนี้มีการใส่เทคนิคเกมลงไป เพื่อ ช่วยให้นักเรียนเกิดความแม่นยำในเนื้อหา และเป็นการทบทวนซ้ำทวนในเนื้อหาที่ เรียน</p>	<p>- ครูเตรียมข้อมูล(คำถามของเกม) ที่ ถูกต้องและตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้</p> <p>- สอดแทรกเทคนิคเกมลงไปในส่วนนี้ ซึ่ง มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นเตรียมการ ครูศึกษาวัตถุประสงค์ กฎ กติกา ระยะเวลาที่ใช้ในการเล่นเกม 2. ขั้นกล่าวนำ ครูอธิบายวัตถุประสงค์ กฎ กติกา ระยะเวลาที่ใช้ในการเล่นเกม ให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน 3. ขั้นเล่นเกม นักเรียนเล่นเกมตามกฎ กติกาที่กำหนด ครูเป็นเพียงผู้เอื้ออำนวย ความสะดวกและให้

ตารางที่ 5 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ สมองเป็นฐาน (BBL)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ เทคนิคเกม	การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม	ลักษณะของกิจกรรมหรือ สถานการณ์
			<p>คำแนะนำในการเล่นของนักเรียน เท่านั้น</p> <p>4. ชั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ ครูสรุปผลการ เรียนรู้โดยเร็วที่สุด โดยให้นักเรียน ช่วยกันสรุป ครูต้องค้นหาสิ่งที่นักเรียน เข้าใจคลาดเคลื่อน เพื่อแก้ไขความ เข้าใจให้ถูกต้อง</p> <p>5. ชั้นทำกิจกรรมประเมินผลความเข้าใจ ครูเน้นประเด็นสำคัญที่ต้องการให้ นักเรียนได้เรียนรู้ และควรมีประเด็นนั้น ในกิจกรรมวัดประเมินผล หลังการเล่น เกม ครูต้องให้นักเรียนทำกิจกรรมวัด ประเมินผล</p>

ตารางที่ 5 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ สมองเป็นฐาน (BBL)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ เทคนิคเกม	การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม	ลักษณะของกิจกรรมหรือ สถานการณ์
5. ขบวนการเพื่อนำไปใช้ (Functional Integration) ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ในขั้นนี้ครูมีการให้คำถาม ทั้งท้าย เพื่อให้ให้นักเรียนคิด ต่อไป	5. ขั้นทักษะการประเมินผล สิ่งที่ควรนึกถึง คือ 5.1 ผู้เรียนได้เรียนรู้ตาม วัตถุประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ ของการเล่นเกมหรือไม่ 5.2 ผู้เรียนได้เรียนรู้มากขึ้น อย่างไรบ้าง 5.3 ผู้เรียนมีความเข้าใจ อะไรดีบ้างจากการเล่นเกม (หากมีผู้สอนต้องแก้ไขความ เข้าใจให้ถูกต้อง)	5. ขบวนการเพื่อนำไปใช้ (Functional Integration) นำสถานการณ์ใหม่มาเป็นคำถาม ทั้งท้าย มีการทดสอบ เพื่อประเมินผลการ เรียนรู้ของนักเรียนซึ่งมีทั้งการประเมินการ ปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน และการ ประเมินการเรียนรู้ ซึ่งจะทดสอบนักเรียน เป็นรายบุคคล	- ครูส่งเสริมให้นักเรียนประยุกต์ใช้ ความรู้ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน
	5.4 ประเด็นที่ผู้เรียนเสนอ		

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตร
สถานศึกษากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พุทธศักราช 2557 โรงเรียนระยอง
วิทยาคม โดยกำหนดเนื้อหาในสาระที่ 1 เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีเนื้อหาทั้งหมด 5 เรื่อง
โดยในงานวิจัยนี้ ใช้เนื้อหาที่สอนทั้งหมด 3 หัวข้อเรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง ดังรายละเอียด
ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 1 เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (%)	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
- สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	1. อาณาจักรพืช	1. อธิบายหลักเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืชตามสายวิวัฒนาการ	15	6
- อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติและผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	2. อาณาจักรฟังไจ	2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายและสรุปลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจ และอาณาจักรสัตว์	15	
		3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และนำเสนอคุณค่าของความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช กับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	10	
- สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	1. อาณาจักร	1. อธิบายหลักเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรฟังไจ	10	3
- อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติและผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	2. ฟังไจ	2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายและสรุปลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจและอาณาจักรสัตว์	5	

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (%)	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
- สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของควม หลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม	3. อาณาจักร สัตว์	3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และนำเสนอคุณค่าของ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืชฯ กับการใช้ ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	5	6
		1. อธิบายหลักเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสัตว์ ตามสายวิวัฒนาการ	15	6
		2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายและสรุปลักษณะที่ใหม่และ แตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืชฯ อาณาจักรพืชฯ และ อาณาจักรสัตว์	10	
- อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ และผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต		3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และนำเสนอคุณค่าของความ หลากหลายของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสัตว์ฯ กับการใช้ประโยชน์ ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม		
รวม			100	15

แผนปฏิบัติการประจำปี ๒๕๖๒-๒๕๖๓ ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.)

1.8 นำเสนอการดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการประจำปี ๒๕๖๒-๒๕๖๓

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ

1.7 ดำเนินการปรับปรุงแผนปฏิบัติการประจำปี ๒๕๖๒-๒๕๖๓

หมายเลขอ้างอิง 4.40-4.80

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการประจำปี ๒๕๖๒-๒๕๖๓

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการประจำปี ๒๕๖๒-๒๕๖๓

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการประจำปี ๒๕๖๒-๒๕๖๓

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการประจำปี ๒๕๖๒-๒๕๖๓

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการประจำปี ๒๕๖๒-๒๕๖๓

-1	การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ	ไม่สอดคล้อง
0	การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ	ไม่พบ
+1	การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ	สอดคล้อง

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ (O/C) ของคณะกรรมการอาหารและยา

ผู้จัดทำ

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการประจำปี ๒๕๖๒-๒๕๖๓

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการประจำปี ๒๕๖๒-๒๕๖๓

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการประจำปี ๒๕๖๒-๒๕๖๓

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ

ผู้จัดทำ

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ

การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ

ตารางที่ 7 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					รวม
		ความรู้	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	
1. อาณาจักร พืช	1. อธิบายหลักเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช ตามสายวิวัฒนาการ	2	2	2	2	2	6 (3)
	2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายและสรุปลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจ และอาณาจักรสัตว์	4	4	2	2	2	14 (7)
	3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และนำเสนอคุณค่าของความรู้ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช กับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม					2	2 (1)
2. อาณาจักร ฟังไจ	1. อธิบายหลักเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรฟังไจ ตามสายวิวัฒนาการ	2	2	2	2	2	4 (2)
	2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายและสรุปลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจ และอาณาจักรสัตว์	4	2	2	2	2	10 (5)

ตารางที่ 7 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					รวม	
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์		
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และนำเสนอคุณค่าของความรู้ของสังคมชีวิต ในอาณาจักรพหุ กับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม	3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และนำเสนอคุณค่าของความรู้ของสังคมชีวิต ในอาณาจักรพหุ กับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	
		2	2	1	2	2	2 (1)	
3. อาณาจักร สัตว์	1. อธิบายหลักเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสัตว์ ตามสายวิวัฒนาการ สัตว์	4	2	2	2	6 (3)		
		(2)	(1)	(2)	(1)	(1)		
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายและสรุปลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของ สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจและอาณาจักรสัตว์	2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายและสรุปลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของ สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจและอาณาจักรสัตว์	4	4	2	2	2		
		(2)	(2)	(1)	(1)	(1)		
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และนำเสนอคุณค่าของความรู้ของสังคมชีวิต ในอาณาจักรสัตว์ กับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และนำเสนอคุณค่าของความรู้ของสังคมชีวิต ในอาณาจักรสัตว์ กับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	2	2	1	2	2 (1)		
		(1)	(1)	(1)	(1)	(1)		
รวม		12	14	6	12	10	6	60
		(6)	(7)	(3)	(6)	(5)	(3)	(30)

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ต่อไป

เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมของวัยรุ่น

2.10 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นแบบพิมพ์

เรียน เรื่องของวิชาความรู้ซึ่งมีจุดประสงค์การเรียนรู้ 1.00

หน้า 286) ซึ่งผลการวิเคราะห์การวัดค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับเดิมซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น (Cronbach's alpha) 0.85, 2555, แบบทดสอบฉบับปรับปรุงแก้ไขของ (Love's method) (ไพศาล วรคำ, 2555,

2.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาความน่าเชื่อถือของ

รายการข้อสอบระหว่าง 0.40-0.79 ค่าอำนาจจำแนกข้อสอบระหว่าง 0.21-0.74

ตายตัว, 2543 พ. หน้า 191-196) ผลการวิเคราะห์การวัดค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับเดิมซึ่งมีค่าความ

ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (จำนวน 30 ข้อ) และข้อสอบ

และค่าอำนาจจำแนก (B) โดยทั่วไปการปรับปรุงแก้ไขข้อสอบแบบเดิมซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น (D)

หรือค่าอำนาจจำแนก 1 ค่าต่อไปนี้ของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกข้อสอบ (D)

3.4. ในแผนปฏิบัติการระดับจังหวัดและระดับอำเภอของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ได้มีการกำหนดกรอบการดำเนินงานส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไว้ในแผนปฏิบัติการระดับจังหวัดและระดับอำเภอของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ดังต่อไปนี้

ปีงบประมาณ	งบอุดหนุน	รายละเอียดกิจกรรม	จำนวน
20 (10)		1. โครงการส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ	20 (10)
20 (10)		2. โครงการส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ	20 (10)
20 (10)		3. โครงการส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ	20 (10)

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ได้มีการกำหนดกรอบการดำเนินงานส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไว้ในแผนปฏิบัติการระดับจังหวัดและระดับอำเภอของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ดังต่อไปนี้

- 3.1 โครงการส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ
- 3.2 โครงการส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ
- 3.3 โครงการส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ต่อไป

เพื่อใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน โดยใช้แบบสอบถามที่แนบมา

3.9 นำแบบสอบถามที่ส่งมาทั้งหมดมาวิเคราะห์และสรุปผล

ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน โดยใช้แบบสอบถามที่แนบมา (ดูในตารางแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน) ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน โดยค่าเฉลี่ยของแบบสอบถาม KR-20 ของข้อใดข้อหนึ่ง

ระหว่าง 0.39 - 0.78 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.26 - 0.84

แบบสอบถามที่แนบมาที่ใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน โดยใช้แบบสอบถามที่แนบมา (ดูในตารางแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน) ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน โดยค่าเฉลี่ยของแบบสอบถาม KR-20 ของข้อใดข้อหนึ่ง

3.7 หากค่าความยาก (p) และค่าความง่าย (r) ของแบบสอบถามที่แนบมา

มีค่าอยู่ใน 0 และ 1 แสดงว่าแบบสอบถามที่แนบมาที่ใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน โดยใช้แบบสอบถามที่แนบมา (ดูในตารางแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน) ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน โดยค่าเฉลี่ยของแบบสอบถาม KR-20 ของข้อใดข้อหนึ่ง

3.6 นำแบบสอบถามที่แนบมาที่ใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน โดยใช้แบบสอบถามที่แนบมา

45 ข้อ ที่ใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน โดยใช้แบบสอบถามที่แนบมา (ดูในตารางแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน) ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน โดยค่าเฉลี่ยของแบบสอบถาม KR-20 ของข้อใดข้อหนึ่ง

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน โดยใช้แบบสอบถามที่แนบมา (ดูในตารางแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน) ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในชั้นเรียน 4 จำนวน 36 คน โดยค่าเฉลี่ยของแบบสอบถาม KR-20 ของข้อใดข้อหนึ่ง

4. แบบสอบถามวัดทัศนคติต่อวิชาชีพครูผู้สอน (Teacher Attitude Scale) (TAS) ประกอบด้วย 4.1

4.1 ลักษณะการวิจัยเชิงคุณภาพและการวิจัยเชิงปริมาณแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) ประกอบด้วย 4.1

4.2 ลักษณะการวิจัยเชิงปริมาณแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) ประกอบด้วย 4.2

และนำเสนอในรูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ โดยประเมินผลของทัศนคติต่อวิชาชีพครูผู้สอน (Teacher Attitude Scale) (TAS) ดังนี้

4.2.1 ความพึงพอใจต่อวิชาชีพครูผู้สอน

4.2.2 การเห็นคุณค่าของวิชาชีพครูผู้สอน

4.2.3 ความสนใจในวิชาชีพครูผู้สอน

4.2.4 ความพึงพอใจต่อวิชาชีพครูผู้สอน

4.2.5 การแสดงออกของทัศนคติต่อวิชาชีพครูผู้สอน

ตารางที่ 9 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของแบบสอบถามวัดทัศนคติต่อวิชาชีพครูผู้สอน

ประเภทของแบบสอบถาม	จำนวนข้อ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
แบบสอบถามวัดทัศนคติต่อวิชาชีพครูผู้สอน (TAS)	100	13 (8)	17 (7)	30 (15)	0
แบบสอบถามวัดทัศนคติต่อวิชาชีพครูผู้สอน (TAS) - 1. ความพึงพอใจต่อวิชาชีพครูผู้สอน	20	3 (2)	3 (1)	6 (3)	0
แบบสอบถามวัดทัศนคติต่อวิชาชีพครูผู้สอน (TAS) - 2. การเห็นคุณค่าของวิชาชีพครูผู้สอน	20	3 (2)	3 (1)	6 (3)	0
แบบสอบถามวัดทัศนคติต่อวิชาชีพครูผู้สอน (TAS) - 3. ความสนใจในวิชาชีพครูผู้สอน	20	3 (2)	3 (1)	6 (3)	0
แบบสอบถามวัดทัศนคติต่อวิชาชีพครูผู้สอน (TAS) - 4. ความพึงพอใจต่อวิชาชีพครูผู้สอน	20	2 (1)	4 (2)	6 (3)	0
แบบสอบถามวัดทัศนคติต่อวิชาชีพครูผู้สอน (TAS) - 5. การแสดงออกของทัศนคติต่อวิชาชีพครูผู้สอน	20	2 (1)	4 (2)	6 (3)	0

4.3 ตารางแบบสอบถามวัดทัศนคติต่อวิชาชีพครูผู้สอน (Likert scales)

ซึ่งประเมินค่าการตอบแบบสอบถามตามแบบสอบถาม (Rating scale) 5 ระดับ

ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมาน (Positive) และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 30 ข้อ การให้คะแนนแต่ละข้อมีเกณฑ์ให้คะแนนโดยกำหนด ดังนี้

ข้อคำถามเชิงนิมาน (Positive)

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

ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)

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

4.4 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิชาเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิชาที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอน วิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม และด้านการวัดประเมินผล ทำการตรวจความตรงตามเนื้อหาเป็นรายข้อ แล้วนำผลการตรวจของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าระหว่าง 0.50-1.00 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543 ข, หน้า 248) ผลการประเมินปรากฏว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นจำนวน 30 ข้อ ทุกข้อที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องและเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 0.8-1.00 สามารถนำไปใช้ได้

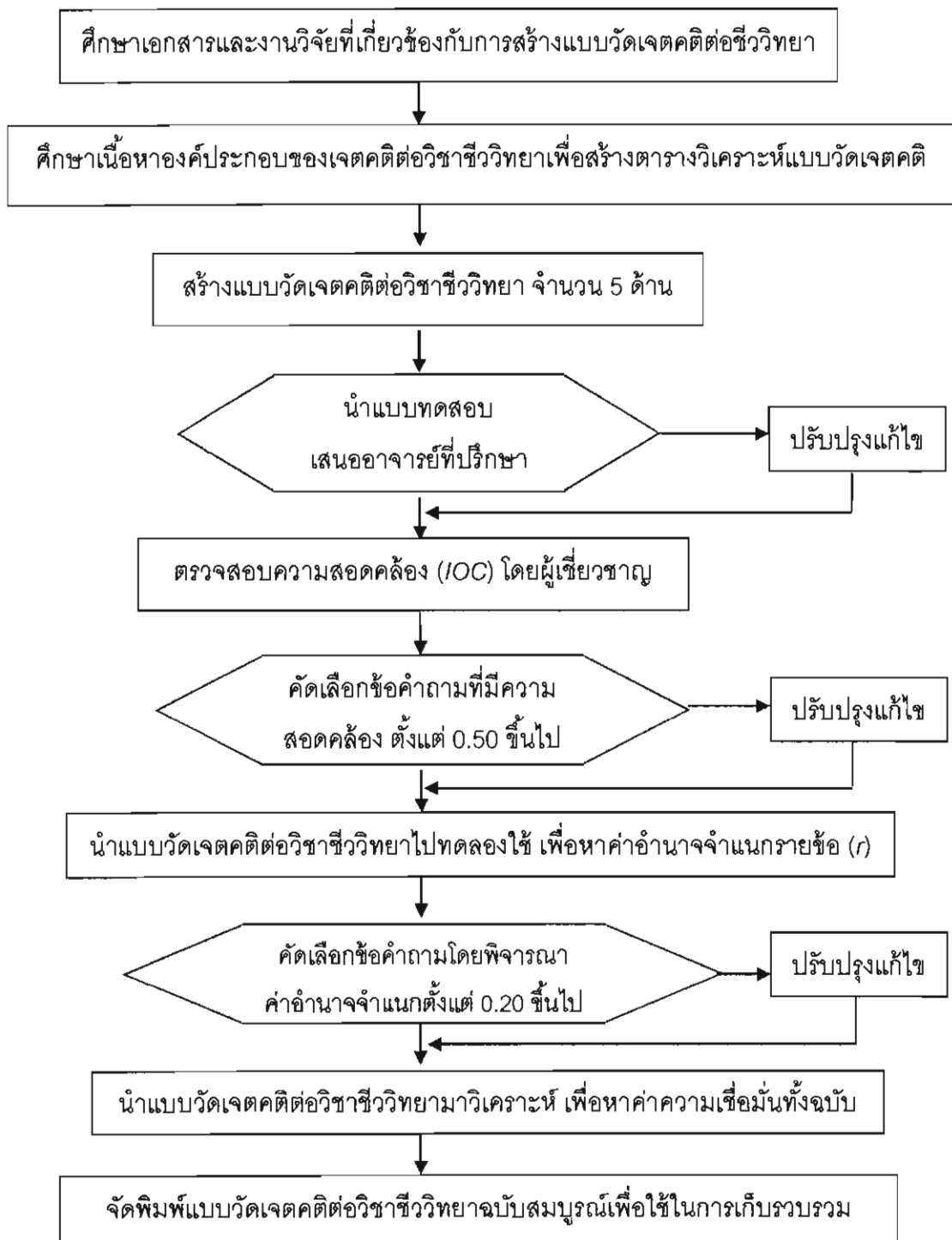
4.6 ปรับปรุงแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิชา ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

4.7 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิชา ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 60 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ,

2543 ข, หน้า 210) ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าข้อสอบที่คัดเลือกไว้ 15 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33 – 0.64

4.8 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 15 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิชาชีววิทยาทั้งฉบับ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 ข, หน้า 218) ซึ่งผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิชาชีววิทยาจำนวน 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81

4.9 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิชาชีววิทยา เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป



ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีวิตวิทยา

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาจำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียน ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 36 คน เป็นกลุ่มทดลอง
2. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรม และบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
3. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว
4. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง เนื้อหาคือ เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ใช้เวลาสอน 15 ชั่วโมง
5. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา (ฉบับเดิม)
6. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา มาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียน หลังเรียนรู้อยู่ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม ด้วยการทดสอบ t -test แบบ Dependent sample (ทดสอบสมมติฐานข้อ 1) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, หน้า 100-104)
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียน หลังเรียนรู้อยู่ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ด้วยการทดสอบ t -test แบบ One sample (ทดสอบสมมติฐานข้อ 2) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 100-104)
3. เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อน และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม ด้วยการทดสอบ t -test แบบ Dependent sample (ทดสอบสมมติฐานข้อ 3) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 100-104)

4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา ระหว่างก่อนเรียน และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม ด้วยการทดสอบ *t-test* แบบ Dependent sample (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 100-104)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

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

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

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

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 ข, หน้า 307) คำนวณได้จากสูตร

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

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

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีพวิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา โดยใช้ดัชนีความ

สอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 ข, หน้า 249) คำนวณได้จากสูตร

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

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

2.2 หาค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 ข, หน้า 196) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

2.2.1 ค่าความยากของแบบทดสอบ คำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนก (r) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 ข, หน้า 185) ของแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ คำนวณได้จากสูตร

$$r = \frac{P_H - P_L}{n}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	P_H	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	P_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

2.2.3 ค่าอำนาจจำแนก (B) แบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา โดยใช้ดัชนีอำนาจจำแนกของเบรนนัน (Brennan's Index: B-Index) (ไพศาล วรคำ, 2555 หน้า 300) คำนวณได้จากสูตร

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_f}{n_f}$$

เมื่อ	B	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนกของเบรนนัน
	f_p, f_f	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์ (pass) และกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ (fail) ตามลำดับ
	n_p, n_f	แทน	จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ตามลำดับ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett's Method) (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 286) คำนวณได้จากสูตร

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	c	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด
	x	แทน	คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 215) คำนวณได้จากสูตร

$$r_n = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
	p	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นได้
	q	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นผิด
	σ^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.5 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2545, หน้า 55) คำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ	r_{xy}	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนรายข้อ (item)
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนรวม (total) ที่ไม่รวมข้อที่นำมาคำนวณ
	$\sum xy$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนน X และคะแนน Y
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของคะแนน X
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของคะแนน Y

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 218) คำนวณได้จากสูตร

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma^2} \right\}$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	σ^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเป็นรายข้อ
	σ^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t -test แบบ Dependent Sample เพื่อทดสอบสมมติฐาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 104) คำนวณได้จากสูตร

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

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

3.2 ทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยากับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สูตร t -test แบบ One sample (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 177) คำนวณได้จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \text{ และ } df = n-1$$

เมื่อ	n	แทน	จำนวนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของประชากร
	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัย เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม
2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75
3. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม
4. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

- | | |
|-----------|--|
| n | แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง |
| \bar{X} | แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย |
| SD | แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| t | แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ t |
| p | แทน ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน |

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่สร้างขึ้น ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนระยองวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 36 คน แล้วจึงนำข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมได้ตลอดการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม ได้ผลดังตารางที่ 10 ดังนี้

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	36	11.11	2.34			
หลังเรียน	36	23.72	2.46	35	38.51*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 38.51$, $p = .000$)

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกมกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 ได้ผลดังตารางที่ 11 ดังนี้

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกมกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 (22.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	เกณฑ์	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>P</i> 1-tailed
หลังเรียน	36	22.50	23.72	2.46	35	2.99*	.005

* $p < .05$

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($t = 2.99$, $p = .005$)

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 หรือ 22.5 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ($\bar{X} = 23.72$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม ได้ผลดังตารางที่ 12 ดังนี้

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	36	19.58	1.70			
				35	14.11*	.000
หลังเรียน	36	24.33	1.15			

* $p < .05$

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 14.11, p = .000$)

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม มีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนของเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม ได้ผลดังตารางที่ 13 ดังนี้

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนของเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	36	50.33	5.41	35	14.26*	.000
หลังเรียน	36	63.94	2.63			

* $p < .05$

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 14.26$, $p = .000$)

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม มีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 36 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต จำนวน 5 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวนี้ได้มีการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญและมีการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างก่อนนำไปใช้จริง

การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการโดยทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นจึงดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต เป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง เมื่อเสร็จสิ้นการสอนครบตามกำหนด จึงทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอีกครั้ง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน แล้วจึงนำคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ที่รวบรวมได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม โดยใช้การทดสอบ *t-test* แบบ

Dependent sample และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกมกับระดับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้การทดสอบ *t-test* แบบ One sample

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ที่เกณฑ์ร้อยละ 75
3. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. เจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประเด็นในการอภิปราย ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 38.51, p = .000$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอน

ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 2.99, p = .005$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบมาเพื่อให้สอดคล้องกับหลักการทำงานของสมองที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยครูต้องสอนย้ำ ซ้ำทวนด้วยการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย (ธัญชนก โหน่งกตพล, 2554, หน้า 103) เพื่อลดความแตกต่างระหว่างบุคคลและยังมีการสอดแทรกเทคนิคเกมลงไปในกิจกรรม เพื่อเป็นการสร้างบรรยากาศที่สนุกสนานในห้องเรียนและยังเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้อีกด้วย นักเรียนจึงรู้สึกผ่อนคลายและพร้อมที่จะเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในการเรียนรู้ได้สูงสุดตามศักยภาพสมองของตนเอง โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนั้น ประกอบไปด้วยทั้งหมด 5 ขั้นตอน โดยในขั้นตอนแรก คือ ขั้นเตรียมการ ครูชี้แจงขั้นตอนการจัดกิจกรรมและตั้งคำถามในเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว เพื่อให้นักเรียนเตรียมความพร้อมและสามารถเชื่อมโยงไปสู่เรื่องที่จะเรียนได้ (ณัฐพงศ์ แดงเพชร, 2556, หน้า 153) ขั้น 2 คือ ขั้นการรับรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติสืบค้นหาข้อมูลด้วยตนเอง แล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ และสื่อความหมายอย่างได้ชัดเจน ขั้น 3 คือ ขั้นขยายรายละเอียดเพิ่มเติม ครูเตรียมประเด็นหรือสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและเชื่อมโยงการเรียนรู้ ขั้น 4 คือ ขั้นสร้างความทรงจำ นักเรียนมีการระดมสมอง แสดงความคิดเห็น และสรุปความคิดรวบยอด โดยผ่านการเล่นเกม ครูจะสามารถตรวจสอบความรู้ที่คลาดเคลื่อนได้ ซึ่งสมองจะเรียนรู้ได้ดี ถ้ามีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครู ตลอดจนปฏิสัมพันธ์กับสื่อและสิ่งแวดล้อมด้วย (อรนุช ลิมตศิริ, 2555, หน้า 49) และการจัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิคเกมจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนจดจำได้ดี และส่งเสริมให้นักเรียนร่วมมือกันเรียนรู้อย่างสูงสุด เพื่อชัยชนะของกลุ่ม (วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์, 2550, หน้า 67) และขั้นสุดท้าย คือ ขั้นประยุกต์ใช้ ครูเสนอสถานการณ์ใหม่ที่คล้าย ๆ กับสถานการณ์เดิม ที่สอดคล้องกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนประยุกต์ข้อมูลเดิมจากที่เรียนมาในขั้นตอนต่าง ๆ มาใช้กับสถานการณ์ใหม่ ทำให้นักเรียนมีการถ่ายโอนความรู้จากความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ได้ จากขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่านักเรียนใช้สมองได้เต็มที่ตามศักยภาพของแต่ละบุคคล เนื่องจากการทำให้นักเรียนสนใจเกิดการเรียนรู้ เข้าใจและเกิดการจดจำตามมา จนนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่กำลังจะเกิดตลอดเวลา (ธัญชนก โหน่งกตพล, 2554, หน้า 103) ตัวอย่างเช่น เรื่องอาณาจักรพีช ครูต้องชี้แจงแผนการต่าง ๆ ในการเรียน เพื่อให้นักเรียนเตรียมตัววางแผนในการทำกิจกรรม นักเรียนต้องสามารถเชื่อมโยงความรู้จากบทเรียนเดิมให้ได้ว่า แท้จริง

แล้วพีชมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรใด โดยสังเกตได้จากลักษณะโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน จากนั้นนักเรียนจึงจะสามารถตอบคำถามต่อไปได้ว่าพีชสามารถวิวัฒนาการมาอยู่บนบกได้อย่างไร โดยนำตัวอย่างจริงของพีชแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบ จากนั้นให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลพีชตัวอย่างที่กำหนดมาให้ในแต่ละไฟล์ แล้วเขียนสรุปลงในใบงาน เพื่อเป็นการสรุปความคิดรวบยอด และเพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจและเกิดความแม่นยำในเนื้อหา ครูจึงได้จัดกิจกรรมเกม โดยให้นักเรียนรวมกลุ่มกัน นักเรียนจะมีการระดมความคิด มีปฏิสัมพันธ์ และกล้าที่จะตัดสินใจ ส่งผลให้บรรยากาศภายในห้องเรียนเต็มไปด้วยความสนุกสนานและเข้าใจ จากนั้นครูนำเสนอภาพที่แสดงประโยชน์ของอาณาจักรพีช นักเรียนจะเกิดการนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับสิ่งของที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนจะสามารถตอบคำถามได้ว่าสิ่งของเหล่านี้ผลิตมาจากพีชในไฟล์ใด ทำให้เห็นคุณค่าและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง จนนำไปสู่การเกิดองค์ความรู้ใหม่อีกด้วย ดังจะเห็นได้จาก ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.11 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกมไปแล้วนั้น พบว่ามีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.72 คะแนน ซึ่งจะเห็นได้ว่าหลังเรียนมีคะแนนเพิ่มมากขึ้นและผ่านเกณฑ์ที่ร้อยละ 75 ดังตามที่ตั้งไว้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฉวีวรรณ ศรีสม (2555) ที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีโดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE MODEL) สำหรับนักศึกษาระดับมัธยมศึกษา พบว่าการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ การสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่เชื่อมโยงความรู้สู่การประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวัน และการให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดตามใบงานที่ได้รับมอบหมาย จะทำให้สมองจัดประสบการณ์ที่มีความหมาย ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ นุชากร คำประดิษฐ์ (2556) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลาย ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและค้นหาความรู้ด้วยตนเอง จะส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิค พบว่า

หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 14.11, p = .000$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกมนั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดจากประเด็นคำถามหรือสถานการณ์ มีการสอนย้ำ ซ้ำทวนด้วยการจัดกิจกรรมอันหลากหลาย นักเรียนจะได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อค้นหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ความสามารถในการคิด พิจารณาแยกแยะข้อมูลที่จะศึกษา ออกมาเป็นรายละเอียดปลีกย่อย แล้วจึงนำข้อมูลที่ศึกษาแล้วนั้นหรือความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของนักเรียน จนในที่สุดนักเรียนก็จะสามารถทราบได้ว่า ข้อมูลเหล่านี้มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันโดยยึดหลักการใด แล้วจึงเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการใช้ทักษะกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งนั่นก็คือคำตอบของปัญหาที่ครูใช้กระตุ้นถามนักเรียนในแต่ละขั้นตอนนั่นเอง ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดเกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น ในขั้นเตรียมการครูได้ตั้งคำถามเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนโดยการให้นักเรียนยกตัวอย่างต้นไม้ที่ชื่นชอบ แล้วถามนักเรียนต่อไปว่าเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวหรือพืชใบเลี้ยงคู่ ซึ่งการจะแยกพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ได้นั้น นักเรียนจะต้องพิจารณาแยกแยะลักษณะที่สำคัญในส่วนประกอบต่างๆของพืช ที่ยกตัวอย่างมาได้ว่ามีลักษณะใดที่แตกต่างกัน จากนั้นให้นักเรียนทำใบงาน ในขั้นการรับรู้ เพื่อตอบคำถามในแต่ละหัวข้อ โดยให้นักเรียนไปค้นคว้าหาความรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมฐาน เพื่อศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาต่าง ๆ เพื่อจับใจความสำคัญของเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ แล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนทำการทดลองเกี่ยวกับการจำแนกลักษณะของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ในขั้นขยายรายละเอียดเพิ่มเติม ซึ่งนักเรียนจะต้องพิจารณาแยกแยะ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชทั้งสองอย่างนี้ แล้วนำส่วนประกอบต่าง ๆ ที่แยกย่อยออกมานี้ นำมาจัดเข้าเป็นหมวดหมู่เดียวกัน ถ้าพืชตัวอย่างที่นำมาทำการทดลองนั้น มีลักษณะสำคัญที่คล้ายคลึงกับพืชตัวอย่างอีกชนิดหนึ่ง ก็จะสามารถจัดให้พืชทั้งสองชนิดนี้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกันได้ และเมื่อนำลักษณะสำคัญต่างๆ ของพืชมาจัดจำแนกได้แล้วนั้น นักเรียนก็จะสามารถใช้หลักเกณฑ์ในการจำแนกนี้ ไปใช้กับพืชชนิดอื่น ๆ ต่อไป จากนั้นครูได้จัดเกมการแข่งขัน ในขั้นสร้างความทรงจำ โดยนักเรียนจะต้องมีการระดมความคิดเพื่อค้นหาคำตอบ ซึ่งในการตอบคำถามนั้น นักเรียนจะต้องใช้กระบวนการคิดแยกแยะหาความสำคัญของความรู้ที่ได้ และนำความรู้ที่ได้มานั้นมาเชื่อมความสัมพันธ์กัน จนสามารถทราบว่าความสัมพันธ์นี้เชื่อมโยงกันด้วยหลักการใด แล้วจึงได้เป็นคำตอบของปัญหาดังกล่าว จากนั้นให้นักเรียนวิเคราะห์ความรู้ที่ได้จากบทเพลงสี่ส้นแห่งสายลม ในขั้นประยุกต์ใช้ เพื่อให้ นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้จากที่เป็นทฤษฎี มาสู่การนำไปใช้ได้จริง จะเห็นได้ว่าการจัด

การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกมนี้ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี โดยนักเรียนจะได้ฝึกกระบวนการคิด การคิดวิเคราะห์แก้โจทย์ปัญหาภายในเวลาอันจำกัด ดังจะเห็นได้จาก ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ ก่อนเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.58 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) แต่เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานไปแล้วนั้น จะส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ขึ้น ทำให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.33 คะแนน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัญชนก โหน่งกตหลด (2554) ที่ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีความหลากหลาย ช่วยกระตุ้นสมองให้คิดและสามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียน ทำให้การเรียนรู้เกิดการเรียนรู้ทั้งแบบรู้ตัวและไม่รู้ตัวจากประสบการณ์ทำซ้ำ ๆ แต่ไม่ซ้ำซาก จนเกิดเป็นทักษะ ส่งผลให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้น กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 14.26, p = .000$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบมา เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการทำงานของสมองที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยครูต้องสอนย้ำ ซ้ำทวนด้วยการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย (ธัญชนก โหน่งกตหลด, 2554, หน้า 103) นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง และได้มีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ โดยเรียนรู้ผ่านการทำปฏิบัติการทำการทดลองต่าง ๆ มีการสืบค้นหาข้อมูลด้วยตนเอง นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและเชื่อมโยงการเรียนรู้ มีการระดมสมอง แสดงความคิดเห็น สรุปความคิดรวบยอด ตลอดจนให้นักเรียนประยุกต์ข้อมูลเดิม มาใช้กับสถานการณ์ใหม่ ทำให้นักเรียนมีการถ่ายโอนความรู้จากความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ได้ หรือสามารถเชื่อมโยงความรู้สู่การใช้จริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งเจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากประสบการณ์ ถ้าหากนักเรียนมีโอกาสลงมือปฏิบัติจริง ได้ดูตัวอย่างสิ่งมีชีวิตจริงในการเรียนวิชาชีววิทยา จะทำให้นักเรียนได้สัมผัสประสบการณ์โดยตรง จึงสามารถส่งเสริมในให้นักเรียนมีเจตคติทางชีววิทยาสูงขึ้น (Allport, 1967, p. 3) สอดคล้องกับแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ตนเอง ซึ่งควรให้ความสำคัญกับนักเรียนในการคิดและการลงมือปฏิบัติให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น และใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,

2546, หน้า 6) โดยในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนั้นได้มีการนำเทคนิคเกมมาใช้
 ในชั้นสร้างความทรงจำ ทำให้นักเรียนสามารถดึงศักยภาพสมองของตนเองมาใช้ได้อย่างเต็มที่
 อีกทั้งยังได้ทำกิจกรรมการทดลองตามแนวคิดของตัวเอง หรือทดลองตามแบบที่กำหนดใน
 บทเรียน หรือร่วมแสดงความคิดเห็น จนทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกละผ่อนคลาย สนุกสนานและมีส่วน
 ร่วมในการเรียน ก่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยา เพราะเห็นคุณค่าความสำคัญของวิชา
 ชีววิทยา มีความสนใจในวิชาชีววิทยา จนเกิดความนิยมชมชอบต่อวิชาชีววิทยา และอยาก
 แสดงออกหรือมีส่วนร่วมกับกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาชีววิทยา ตัวอย่างเช่น ในหัวข้อเรื่องอาณาจักร
 พืช ในชั่วโมงแรกก่อนเรียน ครูได้เปิดเพลงให้นักเรียนฟัง เพื่อเป็นการเสริมสร้างสมาธิและผ่อนคลาย
 อารมณ์จากการเรียนในวิชาอื่นมาก่อนหน้านี้ จากนั้นจึงค่อยเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอภาพ
 ราดำบนขนมปัง ยีสต์และเห็ดชนิดต่าง ๆ เพื่อเป็นการเสริมสร้างความสนใจให้แก่ นักเรียน แล้วจึง
 ร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการสังเกตภาพที่ครูนำเสนอ นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็นของ
 ตนเองออกมา จากนั้นให้นักเรียนเข้ากิจกรรมฐาน เพื่อให้นักเรียนได้มีการสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วย
 ตนเอง มีการพูดคุยและสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง ดังนั้นนักเรียนทุกคนจึงได้มีส่วนร่วมในการทำ
 กิจกรรม จากนั้นครูจึงจัดกิจกรรมเกมสอดแทรกเข้าไป เพื่อให้นักเรียนได้มีการระดมสมอง
 แสดงความคิดเห็น และสามารถสรุปเป็นความคิดรวบยอดของตนเอง อีกทั้งยังเป็นการตรวจสอบ
 ความเข้าใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี การเล่นเกมจะทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ส่งผล
 ให้นักเรียนเกิดความสุข ความสนุกสนาน และเกิดการผ่อนคลาย ซึ่งก่อให้เกิดการจดจำที่ดีขึ้น ดังที่
 นักเรียนได้บอกว่า “การเล่นเกมทำให้หนูสนุก และเข้าใจ มากกว่านั่งเรียนเฉยๆ” จากการสังเกต
 พฤติกรรมของนักเรียน พบว่านักเรียนจะเกิดความกระตือรือร้นและเข้าห้องเรียนไวกว่าทุกครั้ง
 เมื่อครูบอกว่าวันนี้จะมีกิจกรรมเกม นักเรียนจึงเกิดความนิยมชมชอบต่อการเรียนวิชาชีววิทยา
 และสุดท้ายเมื่อครูสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับประโยชน์ของอาณาจักรพืช นักเรียนสามารถ
 ยกตัวอย่างประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอาณาจักรพืชที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
 เช่น นักเรียนสามารถบอกได้ว่าขนมปัง ที่นักเรียนเคยทานนั้น มียีสต์เป็นส่วนประกอบ ซึ่งยีสต์ถือ
 ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอาณาจักรพืช และเบียร์ที่นักเรียนเคยเห็น ก็ได้จากการหมักยีสต์ ซึ่งก็ถือ
 ว่าเป็นประโยชน์ที่ได้จากอาณาจักรพืชเช่นกัน นั่นก็คือนักเรียนสามารถเห็นคุณค่าของ
 อาณาจักรพืชจนสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ได้ในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ
 ณัฐพงศ์ แดงเพชร (2556, หน้า 163) ที่กล่าวว่า นักเรียนจะให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมชั้น
 บูรณาการเพื่อนำไปใช้ได้ดี เมื่อครูสามารถกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
 โดยส่งเสริมให้นักเรียนทำใบงานหรือกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนมาเชื่อมโยง

ในชีวิตประจำวัน ดังจะเห็นได้จาก ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 50.33 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 75 คะแนน) แต่เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกมไปแล้วนั้น ทำให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาชีววิทยา หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 63.94 คะแนน ซึ่งก็คือนักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยามากขึ้น สอดคล้องกับ INCI and ERTEN (2010, pp. 1-8) ได้ทำการศึกษาเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากการสอนด้วยวิธีนี้เป็นวิธีการสอนที่ใช้กิจกรรมอันหลากหลาย และยังฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดอีกด้วย เช่นเดียวกับงานวิจัยของงานวิจัยของ ฉวีวรรณ ศรีสม (2555) ที่ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน พบว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน นักศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมของความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเท่ากับ 4.01 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับความพึงพอใจมาก เนื่องจากการจัดการเรียนที่มีการผ่อนคลายและเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้อยู่ด้วยการบริหารสมองจะทำให้ผู้เรียนมีสมาธิมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกม ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

1.1 ครูควรศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกมอย่างละเอียด เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และครูสามารถออกแบบการจัดกิจกรรมได้อย่างหลากหลาย โดยเฉพาะการสร้างบรรยากาศให้สมองเตรียมพร้อมก่อนจัดการเรียนรู้ ควรเน้นให้นักเรียนเกิดการคิดเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้ นักเรียนทราบที่มาของเนื้อหาที่จะเรียนต่อไป ซึ่งจะเกิดผลดีต่อการจัดการเรียนการสอน

1.2 ครูควรชี้แจงบทบาทของนักเรียนให้เกิดความเข้าใจในขั้นตอนของการจัดกิจกรรม เพื่อให้สามารถปฏิบัติตามกิจกรรมได้อย่างถูกต้องและไม่เกิดปัญหาของการสร้างบรรยากาศของการเรียนรู้ที่เหมาะสม

1.3 ครูควรจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกมให้เหมาะสมกับความรู้เดิมของนักเรียน ทั้งเนื้อหาสาระ เวลา และสภาพแวดล้อม

1.4 ครูควรวางแผนและจัดเวลาให้เหมาะสม โดยเฉพาะในกิจกรรมเกม ทั้งนี้เพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรมในขั้นต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากกิจกรรมเกม เป็นกิจกรรมที่ต้องใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมมาก และนักเรียนต้องใช้เวลาในการสรุปความคิดทันทีที่เล่นเกมเสร็จ

1.5 ควรมีการแจ้งผลการทดสอบท้ายแผนรวมทั้งแจ้งผลการทำใบกิจกรรมทุกครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลสะท้อนย้อนกลับให้นักเรียนทราบผลการทำงานของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนวางแผนทางการเรียนอย่างมีจุดหมาย เกิดความกระตือรือร้นและสนใจเรียนมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคเกมในตัวแปรอื่น เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เป็นต้น เนื่องจากมีการทำการทดลองเป็นกลุ่ม นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติจริง มีการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ทำให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการลงมือปฏิบัติจริงนั้นจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และจดจำได้ดี ส่งผลให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้

2.2 การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ซึ่งมีเพียงชุดเดียว ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาการจดจำข้อสอบได้ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป ควรสร้างแบบทดสอบแบบคู่ขนาน เพื่อป้องกันการจดจำแบบทดสอบ ซึ่งจะทำงานวิจัยเกิดความคลาดเคลื่อนได้

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2521). *ประมวลศัพท์บัญญัติวิชาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กุลธิดา พลเยี่ยม. (2552). *การศึกษามูลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์*. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิตรา ลีสัมบูรณ์วงศ์. (2529). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่องจักรวาลและอวกาศโดยวิธีใช้เกมกับวิธีค้นคว้า*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาประถมศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฉวีวรรณ ลีสม. (2555). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป สำหรับนักศึกษาศาสนาบ้านการพลศึกษา*. ดุษฎีนิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เฉลิมพล รุจินันต์ และสิริพัฒน์ ประโชนเทพ. (2554). *ฤาการศึกษาไทย จะไร้ทางเหยียวยามุมมองปัญหาการศึกษาไทย ผ่านระบบการศึกษอังกฤษ*. กรุงเทพฯ: Green Print.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอน กระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวาล แพร์ตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชาญชัย ศรีไสยเพชร. (2525). *ทักษะและเทคนิคการสอน*. กรุงเทพฯ: พิกัดอักษร.
- เชษฐา ศิริสวัสดิ์. (2556). *การสอนให้คิดและสร้างสรรค์โครงการวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา*. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 24(1), 1-15.

- ณัฐพงศ์ แต่งเพ็ชร. (2556). การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน: การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐมน เดชมา. (2555). การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารและสมบัติของสารและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทศนา แชมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญชนก โหน่งกตหลด. (2554). การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นภาพรณี หวานชม. (2554). การศึกษามลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นัยพินิจ คชภักดี. (2548). การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน: จากภาคทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติ. เข้าถึงได้จาก http://neuroscience.mahidol.ac.th/NBBC2009/NK_BrainBasedLearning_Jan2005_Thai.pdf
- นุชากร คำประดิษฐ์. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลาย ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. (2545). การวัดประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

- ประทีพ มีเสน. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้เกมทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประหยัด จิระวรวงศ์. (2549). การเรียนรู้ตามการพัฒนาของสมอง (Brain-Based Learning: BBL). วารสารเทคโนโลยีการศึกษามหาวิทยาลัยบูรพา, 2(1), 6-12.
- ปัทมา เมืองลี. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมการทำงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกมประกอบการสอน วิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรรณี ชูทัย เจนจิต. (2538). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ดันอ้อ แกรมมี่.
- พรวิไล เลิศวิชา และอัศวภูมิ จารุภากร. (2550). ออกแบบกระบวนการเรียนรู้โดยเข้าใจสมอง. กรุงเทพฯ: สถาบันวิทยาการการเรียนรู้.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2544). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล วรคำ. (2555). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.
- มนธิดา สีตะธนี และสุปราณี สิทธิไพโรจน์สกุล. (2553). การใช้เกมในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศุภผล อินเทอร์เน็ตนิตติ้ง.
- ยุพิน เกตุดี. (2549). ผลของการใช้กิจกรรมการสร้างแผนที่ความคิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชันส์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543 ก). การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543 ข). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2).
กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วนา ชลประเวศ. (2526). *การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบใช้เกมกับวิธีสอนแบบปฏิบัติการ
ทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอน
วิทยาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- วิทยากร เชียงกุล. (2547). *เรียนลึก รู้ไว ใช้สมองอย่างมีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้ง
แอนด์พับลิชชิ่ง.
- วิภา เกียรติธนะบำรุง. (2538). *ผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบกรอบมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชามัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย,
จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.*
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2550). *นวัตกรรมตามแนวคิดแบบ Backward Design*. กรุงเทพฯ:
ข้างทอง.
- วิโรจน์ ลักษณะอดิสร. (2550). *การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานกับการสร้างเด็กเก่ง*. กรุงเทพฯ:
ซีเอ็ด ยูเคชั่น.
- คันสนีย์ ฉัตรคุปต์. (2544). *การเรียนรู้อย่างมีความสุข: สารเคมีในสมองกับความ
และการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สยามสปอร์ต ซินดิเคท.
- สดุดี งามภูพันธ์. (2542). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความตระหนัก
ต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้เกม
สิ่งแวดล้อมประกอบการเรียนการสอนกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์การศึกษามหา
มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2555). *ค่าสถิติพื้นฐานผลการ
ทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ปีการศึกษา 2555. เข้าถึงได้จาก*
<http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx>

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม ๕ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ - ๖ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). *คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม ๕ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ - ๖ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2555). *คู่มือครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพ แนวทางสู่การเรียนรู้การสอนที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตดูเคชั่น ซัพพลายส์.
- สมจิต สวธนไพบุลย์. (2535). *วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กทม: ประสานการพิมพ์.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2554). *การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมฤทัย จินต์ดวง. (2542). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการสอนแบบแผนผังมโนคติกับการสอนแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2554). *คู่มือการประเมินคุณภาพภายนอกกรอบสาม (พ.ศ. 2554-2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับสถานศึกษา พ.ศ. 2554*. กรุงเทพฯ: แมทซ์พอยท์.
- สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2556). *๔ นโยบายการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- สุนทร โคตรบรรเทา. (2548). *หลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Principles of Brain-Based Learning)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

- อรนุช ลิมตศิริ. (2555). *การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อังคณา ลังกางศ์. (2552). *ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอน โดยเสริมเกมวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.*
- อุทัยวรรณ แสนอ่อน. (2554). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยนเรศวร.*
- Allport, G. W. (1935). Attitudes. In C. Murchison (Ed.), *Handbook of social psychology* (pp. 798-844). Worcester, MA: Clark University Press.
- Allport, G. W. (1967). Attitudes. In M. Fishbein (Ed.), *Reading in attitude theory and measurement* (pp. 1-13). New York: John Willey and Sons.
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of education objective handbook I: Cognitive domain*. New York: David Mackey.
- Caine, R. N., & Caine, G. (1990). Understanding a Brain Based Approach to Learning and Teaching. *Educational Leadership*, 48(2), 66-70.
- Call, N. (2003). *The thinking child brain-based learning for the foundation* (2nd ed.). London: MPG Books Group.
- Campbell, C., Webster, A., & Jane, B. (2004). Towards a framework for exploring children's analytical thinking and creativity in technology. In *AARE 2004: Doing the public good: Positioning educational research, International Education Research conference proceedings Australian Association for Research in Education* (pp. 1-9). Melbourne: Monash University.
- Finocchiaro, M., & Sako, S. (1983). *Foreign language in schools: The silent way*. New York: Regents.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill.

- GÖZÜYEŞİL, E., & DIKICI, A. (2014). The effect of brain based learning on academic achievement: A meta-analytical study. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(2), 642-648.
- Gutierrez, A. F. (2014). Development and effectiveness of an educational card game as supplementary material in understanding selected topics in biology. *CBE-Life Sci Education*, 13(1), 76–82.
- İNCİ, N., & ERTEN, H. (2010). *The effect of brain based learning on academic success, attitude and retrieval of information in science and technology classes*, Retrieved from: http://www.esera.org/media/ebook/strand3/ebook-esera2011_--NC--03.pdf
- Jensen, E. (2000). *Brain-based learning*. San diego, CA: The Brain Store.
- Katz, D. (1960). The functional approach to the study of attitudes. *Public Opinion Quarterly*, 24(2), 163-204.
- Kitchen, E., Bell, J. D., & Reeve, S. (2003). Teaching cell biology in the large-enrollment classroom: Methods to promote analytical thinking and assessment of their effectiveness. *Cell Biology Education*, 2(3), 180-194.
- Ozden, M., & Gultekin, M. (2008). The effects of brain-based learning on academic achievement and retention of knowledge in science course. *Electronic Journal of Science Education*, 12(1), 1-19.
- Pinder, P. J. (2008). Utilizing instructional games to improve students conceptualization of science concepts: comparing K students results with grade 1 students, are there differences?. *Education*, 133(4), 434-438
- Politano, C., & Paguin, J. (2000). *Brain-based learning with class*. Manitoba, Canada: Peguis Publishers.
- Prokop, P., Tuncer, G., & Chudá, J. (2007). Slovakian students' attitudes toward biology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3, 287-295.
- Rixon, S. (1981). *How to use games in language teaching*. London: Macmillan.

- Thurstone, L. L. (1931). Measurement of social attitudes. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 26(3), 249-269.
- Watson, G., Glaser, E. M., & Glaser, W. (1964). *Critical thinking appraisal manual*. New York: Brace and World.
- Weimer, C. (2007). Engaged learning through the use of brain-based teaching: A case study of eight middle school classrooms. Master's thesis, Curriculum and Instruction, Department of Teaching and Learning, NORTHERN ILLINOIS University.
- Zeidan, A. (2010). The relationship between grade 11 palestinian attitudes toward biology and their perceptions of the biology learning environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(5), 783-800.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ธนาวุฒิ ลาตวงษ์
อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.สมศิริ สิงห์ลพ
อาจารย์สอนวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต "พิบูลบำเพ็ญ"
มหาวิทยาลัยบูรพา อ.เมือง จ.ชลบุรี
3. อาจารย์นุชากร คำประดิษฐ์
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และอาจารย์สอนวิชาวิทยาศาสตร์
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนระยองวิทยาคม อ.เมือง จ.ระยอง
4. อาจารย์ปติญา ศิลาแสง
อาจารย์สอนวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม อ.เมือง
จ.ระยอง
5. อาจารย์ขวัญใจ สุวรรณ
อาจารย์สอนวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม อ.เมือง
จ.ระยอง

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว.๑๒๗๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๙ ถ.สิงหนาทบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓ กรกฎาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวปวีณา วิชนี นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชา
ชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับ
การใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ
ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย
ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี
จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิต
ในครั้งนี

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง
ว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ รักษาการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๕๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๕๘๕

ผู้วิจัย ๐-๘๓๕๕-๓๐๕๗๗

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/๑๕๒๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๙ ถ.สิงหนาทบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๙ กันยายน ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวปวีณา วิชนิ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” ในความควบคุมดูแล ดร. เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕/๒ และ ๕/๓ โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๔ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗-๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ รักษาการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐-๘๓๕๕-๓๐๔๗๗

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ ๑๕๑๗

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.สิงหนาทบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓ สิงหาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวปวีณา วิชนิ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" ในความควบคุมดูแลของ ดร. เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔/๓ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๓ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗-๔ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๗ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ รักษาการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๙๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๙๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๙๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐-๙๓๕๕-๓๐๔๗๗

ภาคผนวก ข

1. การวิเคราะห์ความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้
2. การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิชาวชิวิทยา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
3. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิชาวชิวิทยา
4. การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
5. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
6. การวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อรัฐวิชาวชิวิทยา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความที่แสดงถึงเจตคติต่อรัฐวิชาวชิวิทยาในด้านต่าง ๆ
7. ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

**การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL)
ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม**

ตารางที่ 14 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) หัวข้อย่อย กลุ่มพืชไม่มีท่อลำเลียง และกลุ่มพืชมีท่อลำเลียงที่ไร้เมล็ด

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	1	2	3	4	5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์ การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและ ประเมินได้ชัดเจน	5	4	4	4	5	4.40	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับ เวลา	4	4	5	4	5	4.40	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับ ผู้เรียน	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	5	4	4.40	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	4	4	4	4.40	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรม	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	5	4	4	4.40	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ 15 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง อาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) หวังข่อยน้อย พืชเมล็ดเปลือย และพืชดอก

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์ การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและ ประเมินได้ชัดเจน	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	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	5	4	5	4	4	4.40	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับ ผู้เรียน	5	4	5	4	4	4.40	มาก
4. ด้านกระบวนการจัด การเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรม ได้เหมาะสม	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลา ที่สอน	5	4	5	4	4	4.40	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับ กิจกรรม	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 15 (ต่อ)

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

ตารางที่ 16 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง อาณาจักรฟังไจ (Kingdom Fungi)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์ การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและ ประเมินได้ชัดเจน	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับ เวลา	5	4	5	4	4	4.40	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับ ผู้เรียน	5	5	4	4	4	4.40	มาก
4. ด้านกระบวนการจัดการ เรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้ เหมาะสม	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลา ที่สอน	5	5	5	4	4	4.60	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับ กิจกรรม	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 16 (ต่อ)

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

ตารางที่ 17 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia) หัวข้อย่อย ไฟล์มพอรiferora ไฟล์มไนดาเรีย ไฟล์มแพลทีเฮลมีนทิส ไฟล์มมอลลัสคา ไฟล์มแอนเนลิดา และไฟล์มนีมาโทดา

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและ ประเมินได้ชัดเจน	5	4	5	4	5	4.60	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 เนื้อหาเหมาะสมกับ เวลา	5	4	4	4	5	4.40	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับ ผู้เรียน	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการ เรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้ เหมาะสม	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลา ที่สอน	5	4	4	4	5	4.40	มาก

ตารางที่ 17 (ต่อ)

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

ตารางที่ 18 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia) หัวข้อย่อย ไฟล์มอาร์โทรพอดา ไฟล์มเอโคโนเดอมาตา และไฟล์มคอร์ดาตา

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและ ประเมินได้ชัดเจน	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับ เวลา	4	4	5	4	5	4.40	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับ ผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการ เรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้ เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลา ที่สอน	4	4	5	4	5	4.40	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับ กิจกรรม	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 18 (ต่อ)

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

การวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL)
 ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม

ตารางที่ 19 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องอาณาจักรพืช

(Kingdom Plantae) หัวข้อย่อย กลุ่มพืชไม่มีท่อลำเลียง และกลุ่มพืชมีท่อลำเลียง
 ที่ไร่เมลิ็ด

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
		คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
		1	2	3	4	5		
1	สาระสำคัญสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้ และ ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	จุดประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการ เรียนรู้ ตัวชี้วัดและ สาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	ภาระงานสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้องกับกับภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงานและ จุดประสงค์การเรียนรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
		คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
		1	2	3	4	5		
7	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8

ตารางที่ 20 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องอาณาจักรพืช
(Kingdom Plantae) หัวข้อย่อย พืชเมล็ดเปลือย และพืชดอก

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum(R/N)$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	สาระสำคัญสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้ และ ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	จุดประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐาน การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและ สาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	ภาระงานสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้องกับกับภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	0	+1	+1	+1	+1	0	0.8
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ 21 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องอาณาจักรฟังไจ
(Kingdom Fungi)

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC $\sum(R/N)$
		คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
		1	2	3	4	5		
1	สาระสำคัญสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้ และ ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	จุดประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐาน การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและ สาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	ภาระงานสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้องกับกับภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา) การวัดผลและประเมินผล	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ 22 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องอาณาจักรสัตว์
(Kingdom Animalia) หัวข้อย่อย ไฟล์มพอริเฟอรา ไฟล์มไนดาเรีย
ไฟล์มแพลทีเฮลมีนทิส ไฟล์มมอลลัสคา ไฟล์มแอนเนลิดา และไฟล์มนีมาโตดา

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
		คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
		1	2	3	4	5		
1	สาระสำคัญสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้ และ ตัวชี้วัด	+1	+1	1	+1	+1	5	1
2	จุดประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐาน การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและ สาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	ภาระงานสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้องกับกับภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8

ตารางที่ 23 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องอาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia) หัวข้อย่อย ไฟล์อาร์โทรพอดา ไฟล์เมโคโนเดอมาตา และไฟล์คอร์ดาตา

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
		คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
		1	2	3	4	5		
1	สาระสำคัญสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้ และ ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	จุดประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐาน การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและ สาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	ภาระงานสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้องกับภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	0	+1	3	0.6

ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ตารางที่ 24 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์ ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	6	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	9	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	10	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
3	11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	12	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	13	+1	+1	0	+1	+1	5	0.8
5	14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	15	+1	0	0	+1	+1	5	0.8
	16	+1	+1	+1	+1	+1	4	0.8
	17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	18	+1	+1	0	+1	+1	5	1
6	19	+1	+1	+1	+1	+1	4	0.8
7	20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	21	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
8	22	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ 24 (ต่อ)

จุดประสงค์ ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	26	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
	27	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
	28	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	29	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
9	30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์
ตั้งแต่ 0.8 – 1.0

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิชาชีพวิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

ตารางที่ 25 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพวิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

ข้อที่	ค่า p	ค่า B	ข้อที่	ค่า p	ค่า B
1	0.68	0.51	16	0.54	0.52
2	0.60	0.71	17	0.61	0.47
3	0.78	0.59	18	0.53	0.34
4	0.51	0.74	19	0.65	0.51
5	0.57	0.49	20	0.72	0.37
6	0.73	0.71	21	0.54	0.21
7	0.63	0.22	22	0.55	0.49
8	0.76	0.22	23	0.70	0.30
9	0.70	0.62	24	0.54	0.54
10	0.73	0.68	25	0.45	0.63
11	0.51	0.74	26	0.75	0.48
12	0.58	0.56	27	0.79	0.22
13	0.40	0.43	28	0.57	0.23
14	0.78	0.43	29	0.54	0.21
15	0.73	0.57	30	0.79	0.28

หมายเหตุ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 1.00

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett's Method)

$$r_{\infty} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

$$\text{เมื่อ } k = 30$$

$$\sum X = 966$$

$$\sum X^2 = 18104$$

$$\sum (x-c)^2 = 147456$$

$$r_{\infty} = 1 - \frac{30(966) - (18104)}{(30-1)147456}$$

$$r_{\infty} = 1 - \frac{28980 - 18104}{(29)(147456)}$$

$$r_{\infty} = 1 - \frac{10876}{4276224}$$

$$r_{\infty} = 1 - 0.00 = 1.00$$

ตารางที่ 26 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์
ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
17	1	+1	+1	+1	+1	5	1
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดการคิด
วิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 27 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบ
วัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ข้อที่	ค่า p	ค่า r
1	0.43	0.26	16	0.66	0.67
2	0.73	0.39	17	0.70	0.63
3	0.50	0.50	18	0.50	0.61
4	0.47	0.32	19	0.75	0.56
5	0.75	0.56	20	0.67	0.84
6	0.75	0.56	21	0.55	0.68
7	0.68	0.49	22	0.68	0.49
8	0.55	0.68	23	0.54	0.56
9	0.72	0.59	24	0.57	0.38
10	0.70	0.63	25	0.65	0.54
11	0.70	0.63	26	0.61	0.59
12	0.66	0.67	27	0.78	0.75
13	0.55	0.68	28	0.67	0.84
14	0.54	0.56	29	0.39	0.58
15	0.55	0.68	30	0.50	0.61

หมายเหตุ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

ตารางที่ 28 แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	q	pq
1	0.38	0.62	0.24
2	0.72	0.28	0.20
3	0.62	0.38	0.24
4	0.53	0.47	0.25
5	0.72	0.28	0.20
6	0.77	0.23	0.18
7	0.70	0.30	0.21
8	0.65	0.35	0.23
9	0.63	0.37	0.23
10	0.70	0.30	0.21
11	0.67	0.33	0.22
12	0.73	0.27	0.17
13	0.55	0.45	0.25
14	0.52	0.48	0.25
15	0.52	0.48	0.25
16	0.68	0.32	0.22
17	0.62	0.38	0.24
18	0.52	0.48	0.25
19	0.60	0.40	0.24
20	0.67	0.33	0.22
21	0.53	0.47	0.25
22	0.65	0.35	0.23
23	0.62	0.38	0.24
24	0.58	0.42	0.24
25	0.73	0.27	0.20

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
26	0.60	0.40	0.24
27	0.77	0.23	0.18
28	0.68	0.32	0.22
29	0.38	0.62	0.24
30	0.48	0.52	0.25

$$\sum pq = 6.79$$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอริ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

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

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

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } n &= 60 \\ \sum X &= 1111 \\ (\sum X)^2 &= (1111)^2 = 1234321 \\ \sum X^2 &= 23133 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } \sigma^2 &= \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{60(23133) - 1234321}{60(60-1)} \end{aligned}$$

$$= \frac{1387980 - 1234321}{3540}$$

$$= \frac{153659}{3540}$$

$$= 43.41$$

จากสูตร KR-20

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

$$= \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{6.79}{43.41} \right]$$

$$= 1.03 \times 0.84$$

$$= 0.87$$

การวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความ
ที่แสดงถึงเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาในด้านต่าง ๆ

ตารางที่ 29 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อความที่แสดงถึงเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา
ในด้านต่าง ๆ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
12	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ของข้อความที่แสดงถึงเจตคติต่อ
วิชาชีพวิทยาในด้านต่าง ๆ เท่ากับ 0.8-1.0

ตารางที่ 30 แสดงค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

ข้อที่	ค่า r_{xy}
1	0.37
2	0.39
3	0.44
4	0.51
5	0.53
6	0.40
7	0.37
8	0.37
9	0.39
10	0.39
11	0.39
12	0.64
13	0.49
14	0.42
15	0.36

$\sum r_{xy} = 6.46$

หมายเหตุ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค
(Cronbuch)

$$r_u = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right]$$

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

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } n &= 36 \\ \sum X &= 1806 \\ (\sum X)^2 &= (1806)^2 = 3261636 \\ \sum X^2 &= 92620 \end{aligned}$$

แทนค่า $\sigma^2 = \frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$

$$\begin{aligned} &= \frac{36(92620) - 3261626}{36(36-1)} \\ &= \frac{3334320 - 3261626}{1260} \\ &= \frac{72694}{1260} \\ &= 57.69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } \sigma_i^2 &= 14 \\ k &= 15 \end{aligned}$$

จากสูตร

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma^2} \right\}$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} &= \frac{15}{15-1} \left\{ 1 - \frac{14}{57.69} \right\} \\ &= 1.07 \times 0.76 \\ &= 0.81 \end{aligned}$$

ตารางที่ 31 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	9	21	19	12	23
2	13	24	20	10	27
3	8	23	21	15	28
4	6	20	22	8	23
5	11	25	23	12	27
6	12	24	24	16	25
7	9	25	25	12	23
8	10	25	26	14	28
9	9	23	27	13	25
10	12	23	28	12	26
11	13	20	29	10	23
12	10	19	30	7	23
13	9	20	31	13	23
14	12	25	32	10	28
15	11	28	33	9	20
16	10	24	34	13	23
17	11	23	35	12	21
18	14	24	36	13	22

หมายเหตุ ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 11.11 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 23.72 คะแนน

ตารางที่ 32 คะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัด
การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30
คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	20	23	19	20	23
2	21	26	20	20	24
3	17	23	21	21	26
4	20	25	22	21	23
5	20	24	23	19	26
6	18	24	24	17	24
7	19	24	25	15	25
8	22	25	26	20	25
9	20	23	27	17	26
10	22	25	28	20	24
11	21	25	29	20	23
12	21	23	30	22	23
13	17	24	31	19	25
14	19	23	32	18	24
15	20	27	33	21	23
16	22	24	34	17	23
17	19	25	35	19	25
18	20	25	36	21	26

หมายเหตุ ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 19.58 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 24.33 คะแนน

ตารางที่ 33 คะแนนเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา
ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 75 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	48	62	19	48	60
2	50	66	20	47	64
3	48	64	21	53	66
4	56	62	22	48	62
5	49	65	23	52	68
6	52	64	24	51	65
7	46	60	25	61	63
8	50	64	26	52	65
9	38	64	27	51	64
10	46	66	28	57	61
11	42	63	29	55	68
12	38	63	30	48	60
13	48	60	31	47	62
14	50	62	32	46	69
15	58	61	33	46	68
16	60	66	34	53	66
17	60	67	35	49	64
18	54	60	36	55	68

หมายเหตุ ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 50.33 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 63.94 คะแนน

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
- แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	วิชา ชีววิทยาพื้นฐาน	รหัสวิชา ว 30103
เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ		จำนวน 30 คาบ
เรื่องย่อยที่ 5 ชื่อเรื่อง อาณาจักรพืช ชื่อเรื่องย่อย พืชเมล็ดเปลือย		
	และพืชดอก	จำนวน 3 คาบ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2557
ผู้สอน นางสาววิณา วิชนี		โรงเรียนระยองวิทยาคม

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 1.2 ม.4-6/3 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพ ที่มีต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่ไม่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในระยะเวลาสั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 8.1 ม.4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทาง วิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และสรุปลักษณะที่เหมือนกัน และแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช (พืชเมล็ดเปลือย และพืชดอก) ได้

ด้านกระบวนการ / (สมรรถนะของผู้เรียน)

2. นักเรียนสามารถอธิบายหลักเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช (พืชเมล็ดเปลือย และพืชดอก) ตามสายวิวัฒนาการได้

3. นักเรียนสามารถเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ได้

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ / (คุณลักษณะอันพึงประสงค์)

4. นักเรียนมีความใฝ่รู้ ใฝ่เรียน รักการอ่านและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยา

5. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อภิปราย และนำเสนอคุณค่าของความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช กับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

3. สาระสำคัญ

อาณาจักรพืช เป็นยูคาริโอตหลายเซลล์ ที่ประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อ ทำให้มีโครงสร้างซับซ้อน ดำรงชีวิตเป็นผู้ผลิตที่สำคัญในระบบนิเวศ พืชมีวิวัฒนาการในการปรับตัวด้านโครงสร้าง ด้านองค์ประกอบทางเคมี และด้านการสืบพันธุ์ เพื่อมาดำรงชีวิตอยู่บนบก นอกจากเป็นแหล่งอาหารสำคัญแล้ว ยังนำมาใช้เป็นวัสดุสร้างที่อยู่อาศัย ทำเครื่องนุ่งห่ม และนำมาเป็นยารักษาโรค

4. สาระการเรียนรู้

1. การกำเนิดของพืชและการปรับตัวเพื่อดำรงชีวิตบนพื้นดินของพืช

2. ลักษณะเด่นของพืชในแต่ละกลุ่ม

3. เกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้จำแนกพืชออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ

4. ประโยชน์ของพืชในแง่ต่างๆและผลกระทบที่ส่งผลกับพืชที่เกิดจากฝีมือมนุษย์

5. สมรรถนะ

1. ความสามารถในการสื่อสาร

2. ความสามารถในการคิด

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

7. ชิ้นงาน/ ภาระงาน

1. ใบงานที่ 1 เรื่อง คำถาม ... ฝากไว้ให้คิด
2. ใบงานที่ 2 เรื่องการจำแนกพืชโดยใช้ Dichotomous Key
3. บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องความแตกต่างระหว่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่
4. ใบงานที่ 3 เรื่องสรุปความรู้ที่ได้จากการฟังเพลงสี่ส้นแห่งสายลม
5. สมุดจดวิชาชีววิทยา

8. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
1. ชั้น เตรียมการ (Preparation)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูชวนนักเรียนสนทนาถึงสภาพแวดล้อมของโรงเรียน เพื่อผ่อนคลายสมอง <ul style="list-style-type: none"> - สภาพแวดล้อมของโรงเรียนเป็นอย่างไร - มีความสวยงามหรือไม่ - นักเรียนชอบหรือไม่ 2. ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนร่วมกันตอบ <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนรู้จักต้นไม้อะไรบ้าง - นักเรียนชื่นชอบต้นไม้ต้นไหนเป็นพิเศษ - ต้นไม้ที่นักเรียนรู้จักนั้นเป็นพืชที่มีดอกหรือไม่มีดอก และเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว หรือพืชใบเลี้ยงคู่หรือไม่ <p>แนวคำตอบ พืชมีดอก หมายถึง พืชที่เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะมีดอกไว้สำหรับสืบพันธุ์ จัดเป็นพืชชั้นสูง ได้แก่ มะม่วง บัว</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. คำถามนำเกี่ยวกับบรรยากาศภายในโรงเรียนและต้นไม้ที่นักเรียนชอบ 	5

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	<p><u>พืชไม่มีดอก</u> หมายถึง พืชที่เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วไม่มีดอก จัดเป็นพืชที่มีวิวัฒนาการต่ำกว่าพืชมีดอก เช่น มอส เฟิร์น สลน ปรง แปะก๊วย หวายทะนอย กล้วยาถด ปล้อง เป็นต้น</p> <p><u>พืชใบเลี้ยงเดี่ยว</u> เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ จะเห็นข้อและปล้องในส่วนของลำต้นชัดเจน ใบมักมีลักษณะแคบเรียวย เส้นใบเรียงตัวในแนวขนาน กลิบดอกมีจำนวน 3 กลีบ หรือทวีคูณของ 3 รากเป็นระบบรากฝอย เช่น ข้าวโพด อ้อย หญ้า ไม้ เป็นต้น</p> <p><u>พืชใบเลี้ยงคู่</u> คือพืชที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว จะเห็นข้อและปล้องในส่วนของลำต้นไม่ชัดเจน ใบมีลักษณะกว้าง เส้นใบแตกแขนงเป็นร่างแห รากเป็นระบบรากแก้ว กลิบดอกมีจำนวน 4-5 กลีบ หรือทวีคูณของ 4-5 เช่น ด้ว พริก มะม่วง เป็นต้น</p>		
2. <u>ขั้นรับรู้</u> (Acquisition Stage)	<p>3. นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ กลุ่มละประมาณ 6 คน จะได้ทั้งหมด 6 กลุ่ม</p> <p>4. เมื่อนักเรียนจับกลุ่มได้เรียบร้อยแล้ว ให้ครูชี้แจงวิธีการทำกิจกรรมกลุ่ม ดังนี้</p> <p>4.1 ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่วางไว้บนโต๊ะที่กลุ่มของตนเองนั่ง ซึ่งจะแบ่งเป็น 6 เรื่อง คือ</p>	<p>1. ใบความรู้ <u>กลุ่ม 1</u> วิวัฒนาการของ กลุ่มพืชที่มีท่อ ลำเลี้ยงที่มี เมล็ด</p> <p><u>กลุ่ม 2</u> การสืบพันธุ์และ</p>	35

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	<p>กลุ่ม 1 วิวัฒนาการของกลุ่มพืชที่มีท่อลำเลียงที่มีเมล็ด</p> <p>กลุ่ม 2 การสืบพันธุ์และลักษณะที่มีร่วมกันของพืชเมล็ดเปลือย</p> <p>กลุ่ม 3 การแบ่งหมวดหมู่ของพืชเมล็ดเปลือย</p> <p>กลุ่ม 4 วิวัฒนาการของพืชดอก</p> <p>กลุ่ม 5 ความหลากหลายของพืชดอก</p> <p>กลุ่ม 6 การแบ่งหมวดหมู่ของพืชดอก</p> <p>4.2 นักเรียนในแต่ละกลุ่มจะได้ศึกษาในแต่หัวข้อ หัวข้อละ 10 นาที จากนั้นจึงเวียนสลับไปศึกษาในหัวข้ออื่น</p> <p>4.3 ในแต่หัวข้อจะมีคำถามให้นักเรียนตอบคำถามในใบงานที่ 1 เรื่อง คำถาม ... ฝากไว้ให้คิด ให้ครบทุกข้อ</p> <p>4.4 เมื่อนักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาครบทั้ง 6 หัวข้อแล้ว ครูให้นักเรียนนั่งทบทวนพูดคุยอภิปรายกับเพื่อนภายในกลุ่ม</p>	<p>ลักษณะที่มีร่วมกันของพืชเมล็ดเปลือย</p> <p>กลุ่ม 3 การแบ่งหมวดหมู่ของพืชเมล็ดเปลือย</p> <p>กลุ่ม 4</p> <p>วิวัฒนาการของพืช</p> <p>กลุ่ม 5 ความหลากหลายของพืชดอก</p> <p>กลุ่ม 6 การแบ่งหมวดหมู่ของพืชดอก</p>	
3. ชั้นขยายรายละเอียดเพิ่มเติม (Elaboration)	5. ครูอธิบายเพิ่มเติม เกี่ยวกับพืชดอก ซึ่งสามารถแบ่งเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว จัดจำแนกได้โดยดูจากลักษณะภายนอกภายนอก เช่น ลักษณะการเรียงตัวของเส้นใบ การเกิดข้อและปล้องที่ลำต้น และอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการจำแนกคือ การดูจากมัดท่อลำเลียงจะมีการจัดเรียงตัวที่ไม่เหมือนกัน	- วัสดุอุปกรณ์ 1. ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด หรือ หญ้าขน 2. ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ เช่น ถั่ว	30

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	โดยพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมัดทอลำเลี้ยงจะกระจาย ส่วนพืชใบเลี้ยงคู่มัดทอลำเลี้ยงจะมีการเรียงตัวเป็นวงรอบลำต้น	เขียว หมอน้อย 3. สีซาฟรานีน หรือน้ำยาอุทัย	
	5. ครูให้นักเรียนทำการทดลอง ดังนี้	ความเข้มข้น	
	5.1 นำลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ถั่วเขียว หรือ หญ้าหมอน้อย ตัดแบ่งลำต้นให้เป็นท่อนสั้น ๆ ประมาณ 3 เซนติเมตร นำไปตัดตามขวางให้ ได้ชิ้นบาง ๆ โดยจับทอลำต้นด้วยนิ้วหัวแม่มือ และนิ้วชี้ให้หน้าตัดที่ต้องการตัดอยู่ในแนว ระนาบและสูงกว่านิ้วมือเล็กน้อย จับใบมีดโกน ที่จุ่มน้ำให้เปียกด้วยนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ของ มืออีกข้างหนึ่ง ให้คมมีดอยู่ในระนาบเสมอ จรดใบมีดกับหน้าตัดท่อนลำต้นตั้งใบมีดเข้า หาตัว พยายามตั้งใบมีดด้วยนิ้วทั้งสองเข้าหา ตัวครั้งเดียว เพื่อให้ได้ชิ้นส่วนของพืชเป็นชิ้น บาง 1 ชิ้น ห้ามตั้งใบมีดหลายครั้งแบบเลื่อยไม้	1% 4. พู่กัน เข็ม เขี่ย จานเพาะ เชื้อ และหลอด หยด	
	5.2 ใช้พู่กันแตะชิ้นส่วนของลำต้นที่ตัดเป็น ชิ้นบางแล้วแช่ในน้ำสีที่ใส่ในจานเพาะเชื้อ หรือ ภาชนะอื่นแยกเป็นจานละชนิด สำหรับพืชใบ เลี้ยงเดี่ยว คือ ข้าวโพด หรือหญ้าขน นำต้นมา ลอกใบออกไป จะเห็นส่วนข้อและปล้องของ ลำต้น ตัดบริเวณกลางปล้องให้เป็นชิ้นบาง ๆ	5. สไลด์และ กระจกปิด สไลด์	
	5.3 ใช้พู่กันเลือกชิ้นส่วนที่บางและสมบูรณ์ ที่สุด ซึ่งย้อมสีแล้วจำนวน 3-4 ชิ้น วางลงบน หยดน้ำบนสไลด์แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์	6. กล้อง จุลทรรศน์ 7. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้าง ภายในลำต้น 8. บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ความแตกต่าง ระหว่างพืชใบ เลี้ยงเดี่ยวและ พืชใบเลี้ยงคู่	

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	<p>อย่าให้ด้านบนกระจกปิดสไลด์เปียกน้ำ</p> <p>5.4 นำสไลด์ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ เริ่มจากกำลังขยายต่ำก่อน เพื่อศึกษาชั้น เนื้อเยื่อที่บางและสมบูรณ์ที่สุด แล้วจึง เปลี่ยนเป็นกำลังขยายสูงขึ้น เพื่อศึกษา รายละเอียดของโครงสร้างภายในของลำต้น ให้ได้มากขึ้น จากนั้นบันทึกผลการศึกษาโดย การวาดภาพ และตอบคำถาม</p>		
4. ขั้นสร้าง ความ ทรงจำ (Memory Formatic Stage)	<p>6. ครูแสดงภาพพืชตัวอย่างที่นำมาใช้ในการจัด จำแนกพืชในรูปแบบไดโคโตมัสคีย์</p> <p>6.1 นักเรียนแต่ละคน แยกประเภทของพืช ตัวอย่างที่นำมาศึกษานี้ จัดทำในรูปแบบไดโค โตมัสคีย์ ในใบงานที่ 2 เรื่องการจำแนกพืช โดยใช้ Dichotomous Key</p> <p>7. ครูสุ่มเรียกนักเรียนมาเฉลยหน้าห้อง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ</p> <p>8. กิจกรรมเกม</p> <p>8.1 ขั้นเตรียมการ</p> <p>8.1.1 ครูนำเสนอเกมที่มีชื่อว่า “แพนพันธุ์แท้ Seed Plant” เพื่อค้นหากลุ่ม นักเรียนที่มีความรู้เกี่ยวกับอาณาจักรพืชมาก ที่สุดเพียงกลุ่มเดียว</p> <p>8.2 ขั้นกล่าวนำ</p> <p>8.2.1 ครูออกกติกาการเล่นเกมที่เกม คำถามนี้มีทั้งหมด 6 แผ่นป้าย แต่ละแผ่นป้าย</p>	<p>1. ภาพพืช ตัวอย่าง</p> <p>2. ใบงานที่ 2 เรื่องการ จำแนกพืช โดยใช้ Dichotomous Key</p> <p>2. สไลด์ นำเสนอเรื่อง “แพนพันธุ์แท้ Seed Plant”</p>	60

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	<p>อาจมีทั้งรูปภาพให้ทาย หรือคำใบ้ใน การตอบ</p> <p>8.2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งกันยกมือ ตอบคำถาม กลุ่มที่ยกมือเร็วสุด มีสิทธิ์ได้ ตอบก่อน</p> <p>8.2.3 นักเรียนจะต้องตอบชื่อ Phylum ของพืชต่าง ๆ และระบุได้ว่า Phylum นั้น พืชอะไรบ้างให้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์</p> <p>8.2.4 หากตอบถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ จะได้ 2 คะแนน แต่หากตอบผิดไม่ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ จะถูกหักคะแนน -2 คะแนน ทันที และกลุ่มอื่นมีสิทธิ์ตอบใหม่ในข้อนั้น ๆ</p> <p>8.2.5 กลุ่มใดมีคะแนนมากที่สุด กลุ่มนั้น จะได้เป็น “แฟนพันธุ์แท้ Seed plant”</p> <p>8.2.6 กลุ่มที่แพ้จะต้องเก็บอุปกรณ์ ดูแล ความสะอาดของห้อง เมื่อจบคาบเรียน</p>		
	<p>8.3 ชั้นเล่นเกม</p> <p>8.3.1 ดำเนินการเล่นเกม โดยครูต้อง เป็นคนดำเนินการเล่นเกม และดูแลความ เรียบร้อยในการทำกิจกรรม</p>		
	<p>8.4 ชั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้</p> <p>8.4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป รูปภาพจากเกม โดยครูจะเปิดรูปภาพของพืช ใน Phylum นั้น แล้วให้นักเรียนในห้องร่วมกัน สรุปว่าพืชที่เห็นในภาพนั้น อยู่ใน Phylum ไດ</p>		

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	และมีคุณลักษณะเด่นอย่างไรบ้าง 8.5 ขั้นทำกิจกรรมประเมินผลความเข้าใจ 8.5.1 ครูเรียกสุ่มนักเรียนตอบคำถามเป็น รายบุคคล เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถ จดจำ Phylum ไนน์ได้บ้าง โดยห้ามตอบซ้ำกัน 8.5.2 นักเรียนเขียนความรู้ที่ได้จากการ เล่นเกมลงในสมุดจดบันทึกวิชาชีววิทยา		
5. ขั้น ประยุกต์ใช้ (Functional Integration)	10. ครูให้นักเรียนฟังเพลง สีสิ้นแห่งสายลม (Colors of the wind) และร่วมกันตอบคำถาม - บทเพลงนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับอาณาจักรพืช อย่างไร - เมื่อฟังเพลงนี้แล้ว นักเรียนสามารถบอกได้ หรือไม่ว่า พืชมีประโยชน์ต่อมนุษย์อย่างไร จงยกตัวอย่าง - ให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่ได้จากการ ฟังเพลงและอภิปรายร่วมกัน ให้นักเรียนตอบ คำถาม ลงในใบงานที่ 3 เรื่องสรุปความรู้ที่ได้ จากการฟังเพลงสีสิ้นแห่งสายลม (Colors of the wind) แล้วร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม จากนั้นให้ส่งตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ	1. เพลง สีสิ้น แห่งสายลม (Colors of the wind) 2. ใบงานที่ 3 เรื่องสรุป ความรู้ที่ได้จาก การฟังเพลง สีสิ้นแห่งสาย ลม (Colors of the wind)	20

9. อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งเรียนรู้

- ใบความรู้ กลุ่ม 1 วิวัฒนาการของกลุ่มพืชที่มีท่อลำเลียงที่มีเมล็ด
กลุ่ม 2 การสืบพันธุ์และลักษณะที่มีร่วมกันของพืชเมล็ดเปลือย
กลุ่ม 3 การแบ่งหมวดหมู่ของพืชเมล็ดเปลือย

กลุ่ม 4 วิวัฒนาการของพืชดอก

กลุ่ม 5 ความหลากหลายของพืชดอก

กลุ่ม 6 การแบ่งหมวดหมู่ของพืชดอก

2. ใบงานที่ 1 เรื่อง คำถาม ... ฝากไว้ให้คิด
3. ใบงานที่ 2 เรื่องการจำแนกพืชโดยใช้ Dichotomous Key
4. ใบงานที่ 3 เรื่องสรุปความรู้ที่ได้จากการฟังเพลงสีสันแห่งสายลม
5. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องโครงสร้างภายในลำต้น
6. บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องความแตกต่างระหว่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่
7. สมุดจดวิชาชีววิทยา
8. สไลด์นำเสนอเรื่อง “แพนพังก์แท้ Seed plant”
9. เพลงสีสันแห่งสายลม Colors of the wind
10. สไลด์นำเสนอภาพพืชตัวอย่าง
11. ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด หรือหญ้าขน
12. ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ เช่น ถั่วเขียว หรือหญ้าหมอนน้อย
13. สีซาฟรานีน หรือน้ำยาอุทัย ความเข้มข้น 1%
14. พู่กัน เข็มเย็บ งานเพาะเชื้อ และหลอดหยด
15. สไลด์และกระจกปิดสไลด์
16. กล้องจุลทรรศน์

10. การวัดผลและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ (พุทธิพิสัย)	- การทำใบงานที่ 1	- ใบงานที่ 1 เรื่อง	- นักเรียนสามารถ
- นักเรียนสามารถสืบค้น	เรื่องคำถาม ... ฝาก	คำถาม ... ฝากไว้	ตอบคำถามใน
ข้อมูล อภิปราย อธิบาย	ไว้ให้คิด	ให้คิด	ใบงานและเกมได้
และสรุปลักษณะที่	- การตอบคำถาม	- การตอบคำถามใน	ถูกต้อง ร้อยละ 70
เหมือนกัน และแตกต่าง	จากเกม “แพนพังก์	กิจกรรมเกม	
กันของสิ่งมีชีวิตใน	แท้ Plantae		
อาณาจักรพืชได้			

การวัดผลและประเมินผล (ต่อ)

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมิน
2. ด้านทักษะ			
กระบวนการ (ทักษะพิสัย)			
- นักเรียนสามารถอธิบายหลักเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช ตามสายวิวัฒนาการได้	- การทำปฏิบัติการเรื่องพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่	- บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องความแตกต่างระหว่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่	- นักเรียนสามารถตอบคำถาม วาดรูป และสรุปผลได้อย่างถูกต้อง ร้อยละ 70
- นักเรียนสามารถเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ได้	- การจัดจำแนกพืชจากไดโคโตมัสคีย์พืช	- ใบงานที่ 2 เรื่องการจำแนกพืชโดยใช้ Dichotomous Key	- เขียนไดโคโตมัสคีย์พืชได้อย่างถูกต้อง
3. ด้านคุณลักษณะ (จิตพิสัย)			
- นักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน รักการอ่านและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	- สังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน	- แบบประเมินการสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้
- เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยา		-แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	
- นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อภิปราย และนำเสนอคุณค่าของความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช กับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคม	- การตอบคำถามจากใบงานที่ 2 เรื่องสรุปความรู้ที่ได้จากการฟังเพลง สีสันแห่งสายลม	- ใบงานที่ 3 เรื่องสรุปความรู้ที่ได้จากการฟังเพลง สีสันแห่งสายลม	- อธิบายความรู้และประโยชน์ที่ได้จากเนื้อเพลงได้อย่างถูกต้อง

แบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รหัสวิชา ว30103

รายวิชา ชีววิทยาพื้นฐาน

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... เรื่อง.....

ผลการจัดการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้สอน

(นางสาวปวีณา วจินี)

วันที่ เดือน พ.ศ.

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

กลุ่ม

สมาชิกในกลุ่ม 1..... เลขที่.....
 2..... เลขที่.....
 3..... เลขที่.....
 4..... เลขที่.....
 5..... เลขที่.....
 6..... เลขที่.....

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน		
	3	2	1
1. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น			
2. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน			
3. รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย			
4. มีขั้นตอนในการทำงานอย่างเป็นระบบ			
5. ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม			
รวม			

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน
 พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน
 พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
9-12	ดี
5-8	ปานกลาง
1-4	ไม่ผ่านเกณฑ์

แบบประเมินการสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			
	4	3	2	1
1. มุ่งมั่นในการทำงาน				
2. ใฝ่เรียน ใฝ่รู้ รักการอ่านและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง				
3. มีจิตใจเปิดกว้าง เชื่อในเหตุผล เปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตนเองได้ตามข้อมูลและหลักฐานใหม่ที่ได้รับ				

เกณฑ์การประเมิน

- 4 หมายถึง ระดับดีมาก
- 3 หมายถึง ระดับดี
- 2 หมายถึง ระดับพอใช้
- 1 หมายถึง ระดับต้องปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน

ผ่านเกณฑ์ระดับ ดี ขึ้นไป

ลงชื่อผู้ประเมิน

(นางสาวปวีณา วิชนี)

วันที่ เดือน พ.ศ.

กลุ่ม 1

เรื่อง วิวัฒนาการของกลุ่มพืชที่มีท่อลำเลียงที่มี



ภาพที่ 1 Carboniferous Period

(ที่มา : <http://www.baumfame.info/img/karbon-sumpf-02.jpg> เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2557)

ก่อนที่พืชจะขึ้นมาอยู่บนบกนั้น บนแผ่นดินมีลมพายุต่าง ๆ มากมาย ที่หอบเอาทรายและฝุ่นไปจากหน้าดิน ทำให้ไม่มีอะไรมาปกคลุมอยู่เลย ผ่านทั้งความร้อนและความหนาวเย็นมาอย่างต่อเนื่องและยาวนาน โฉมโลกไม่สามารถอุ้มน้ำฝนไว้ได้ น้ำจะพัดพาเอาสปอร์ไปสะสมเป็นพอลลิตของพืชบกพวกแรกที่มีวิวัฒนาการอยู่ในช่วงตอนกลางของยุคออร์โดวิเชียน แต่พอลลิตของพืชที่เก่าแก่ที่สุด มีอายุราว 410 ล้านปี เป็นพืชที่มีโครงสร้างง่าย ๆ ติดอยู่กับพื้นดิน ไม่มีใบ ต่อมาประมาณ 400 ล้านปีที่แล้ว พืชบกก็มีวิวัฒนาการของเนื้อเยื่อท่อลำเลียง (vascular tissue) 2 ท่อ ท่อหนึ่งลำเลียงน้ำและอาหารจากดิน อีกท่อหนึ่งลำเลียงอาหารที่สร้างขึ้นไปส่วนต่างๆของพืช และพืชบนบกที่โตขึ้นจะพัฒนากลไกในการต่อต้านแรงโน้มถ่วงของโลก ด้วยการสร้างโครงสร้างเนื้อไม้ด้วยสารลิกนิน (lignin) ทำให้มีความแข็งแรงทนที่จะยืนต้นอยู่ได้



และปักหลักอยู่บนพื้นดินได้ดี แต่ก็ยังคงต้องการอาหารและแร่ธาตุจากพื้นดิน
 ไซที่เคลือบอยู่ป้องกันไม่ให้ต้นไม้ เหี่ยวแห้งจากการสูญเสียน้ำ
 และยังป้องกันการติดเชื้อโรคจากอากาศ รูพรุนที่ชั้นไซ
 จะช่วยให้พืชควบคุมการสูญเสียน้ำ การเข้าออกของก๊าซ
 และอุณหภูมิ การขึ้นมาอยู่บนบกจะทำให้พืชรับแสงอาทิตย์
 ได้โดยตรง รังสีอุตราไวโอเลตมีอันตรายโดยตรงต่อพืช
 ดังนั้นการขึ้นมาอยู่บนบกกับการผลิตก๊าซออกซิเจนและโอโซน
 ในเวลานั้น เท่ากับเป็นการสร้างชั้นกรองรังสีจากแสงอาทิตย์ได้เป็นอย่างดี แต่แท้จริงแล้วสารไซ
 ที่เคลือบพืชอยู่และรงควัตถุบางชนิดก็สามารถปกป้องพืชจากรังสีที่เป็นอันตรายจากดวงอาทิตย์ได้
 ดีเช่นกัน ทำให้ในไม่ช้าพืชก็ขึ้นมาอยู่บนบกได้อย่างเต็มรูปแบบ และวิวัฒนาการอย่างรวดเร็ว
 ทำให้ภูมิทัศน์เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วเช่นกัน ซากพืชที่ตายแล้วทับถมลงดิน รากยังลึกลง
 ขอนไซในหิน ทำให้หินแตกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย ต่อมาก็กลายเป็นดิน พืชกลุ่มใหม่ก็พัฒนาขึ้นมา
 ปกคลุมดิน



พืชกลุ่มหลักๆ พวกแรกๆ มีวิวัฒนาการขึ้นมาในยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous Period) ซึ่งพืชดอกเกิดขึ้นหลังจากนี้

พืชในกลุ่ม Lycopods (อยู่ในปลายยุคไซลูเรียนถึงปัจจุบัน) คล้ายพวกสาหร่ายยอค หรือห้องนางคลี มีเป็นจำนวนมาก ในช่วงยุคคาร์บอนิเฟอรัส พบถึง 50% ของฟอสซิลในยุคนี้ ใบจะพันอยู่รอบๆ ลำต้น และกิ่ง เมื่อใบร่วงหล่นลงก็จะพบร่องรอยอยู่บนลำต้น *Lepidodendron* เป็นสกุลที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ลำต้นมีความสูงถึง 40 เมตร



ภาพที่ 2 *Lepidodendron*

(ที่มา : <http://www.ayurtimes.com/wp-content/uploads/Lepidodendron-The-Fossil-Plant-Genus.jpg>)

เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2557)

พืชในกลุ่ม Horsetails (อยู่ในยุคเดโวเนียนถึงปัจจุบัน) คล้ายกับพวกสนหางม้า ลำต้นสูงประมาณ 20 เมตร อยู่ในยุคคาร์บอนิเฟอรัส ยังคงเหลือญาติห่างๆ อยู่ไม่กี่ชนิดในปัจจุบัน มีลำต้นเป็นข้อปล้องกลวงๆ เมื่อตายแล้วมีสารหลายๆ อย่างสะสมอยู่ในลำต้นกลวง



ภาพที่ 3 ซากฟอสซิลของพืชในกลุ่ม Horsetails

(ที่มา : <http://cumuseum-archive.colorado.edu/Exhibits/StoneLace/Images/27a-8619.jpg>
เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2557)

พืชในกลุ่ม True ferns (อยู่ในยุคเดโวเนียนถึงปัจจุบัน) เป็นบรรพบุรุษของเฟินในปัจจุบัน สืบพันธุ์โดยใช้สปอร์



ภาพที่ 4 ซากฟอสซิลของพืชในกลุ่ม True ferns

(ที่มา : <http://www.tiedyedfreaks.org/ace/natural/DSCN1167.JPG> เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2557)

Conifers (อยู่ในยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงปัจจุบัน) เป็นกลุ่มพืชมีเมล็ด ได้แก่ พวกสน ฟอสซิลที่เป็นบรรพบุรุษ ได้แก่ Christmas trees ที่อายุ 310 ล้านปี พบที่ประเทศอังกฤษ จากการวิจัยพบหลักฐานถูกน้ำพัดจมในหนองน้ำ ทำให้กลายเป็นหินอย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 5 ซากฟอสซิลของ Conifers

(ที่มา : http://www.fossilmuseum.net/Fossil_Sites/mcabee/Camaecypris/PL034B.jpg
เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2557)

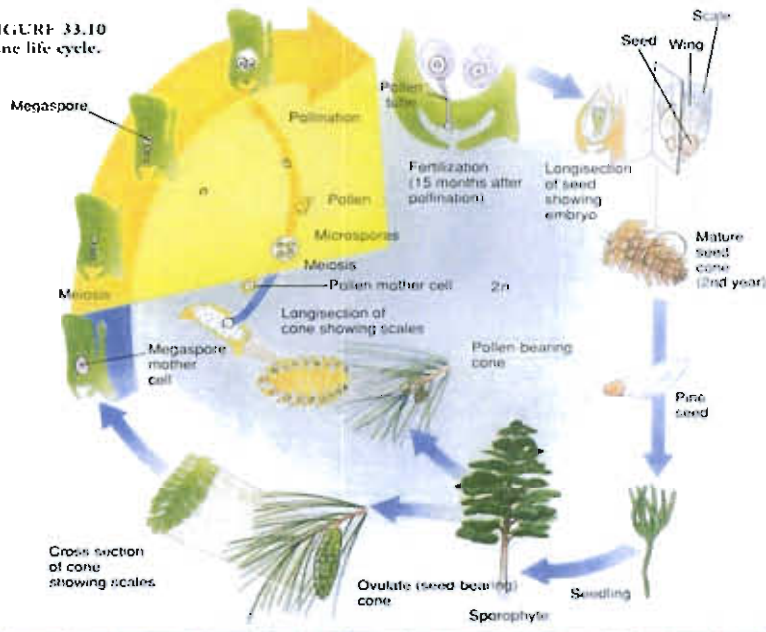
พืชในกลุ่ม Angiosperms (อยู่ในยุคครีเตเชียสถึงปัจจุบัน) หรือพืชดอกปรากฏขึ้นเมื่อ 125 ล้านปีที่ผ่านมามีถึง 80% ของพืชบก เชื่อว่าพืชดอกมีพัฒนาการอย่างรวดเร็ว ในยุคครีเตเชียส มีการค้นพบฟอสซิลชิ้นส่วนของพืชดอกเป็นจำนวนมาก



กลุ่ม 2

เรื่องการสืบพันธุ์และลักษณะที่มีร่วมกันของพืชเมล็ดเปลือย

FIGURE 33.10
Pine life cycle.



บทที่ 11 วิวัฒนาการของพืช

(ที่ประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ครั้งที่ 46 ประจำปี 2557/2558 ณ โรงแรมสุรนารี 1) สืบค้นจาก <http://www.sru.ac.th> วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2557

กลุ่มพืชที่มีท่อลำเลียงที่มีเมล็ดพวกแรกเกิดขึ้นเมื่อประมาณ 360 ล้านปี ในช่วงปลายของยุคดีโวเนียนและพบแพร่กระจายมากในยุคคาร์บอนิเฟอรัส มีโครงสร้างที่ใช้ในการสืบพันธุ์ คือ มีการสร้างออวูลซึ่งเชื่อกันว่าน่าจะมิวิวัฒนาการมาจากอับสปอร์ที่สร้างสปอร์ขนาดใหญ่ มีเนื้อเยื่อพิเศษมาหุ้มเป็นผนังออวูล หรืออินทิวเมนต์ (integument) ซึ่งอาจมี 1 หรือ 2 ชั้น โดยหุ้มไม่มิดเกิดเป็นช่องเรียก ไมโครไพล์ (micropyle) สปอร์ขนาดใหญ่เจริญเป็นแกมีโทไฟต์เพศเมียอยู่ภายในออวูล ซึ่งต่อไปจะสร้างเซลล์ไข่ (egg cell) สปอร์ขนาดเล็กเจริญเป็นแกมีโทไฟต์เพศผู้ เรียกว่า เรณู (pollen) อยู่ภายในอับสปอร์ระยะหนึ่งซึ่งต่อไปจะมีการถ่ายเรณู (pollination) ซึ่งในที่นี้ก็มีการสร้างสเปิร์ม (sperm) อยู่ภายในหลอดเรณู (pollen tube) จะเห็นได้ว่ากลุ่มพืชที่มีท่อลำเลียงที่มีเมล็ดยังมีการปรับตัวในการสืบพันธุ์ที่ไม่ต้องอาศัยน้ำ โดยการถ่ายเรณูอาศัยลม หรือสัตว์เป็น

ตัวกลาง เมื่อเกิดการปฏิสนธิแล้วออวุลจะเจริญไปเป็นเมล็ด

กลุ่มพืชมีท่อลำเลียงที่มีเมล็ด มีระยะสปอโรไฟต์ที่เด่นชัดและยาวนาน แต่ระยะแกมีโทไฟต์จะมีขนาดเล็กลงมากเมื่อเทียบกับมอสและเฟิน

ลักษณะร่วมของพืชเมล็ดเปลือย

พืชเมล็ดเปลือย (Gymnosperm = Naked seed Plant) คือ พืชที่เมล็ดไม่มีผนังรังไข่ห่อหุ้ม และพืชกลุ่มนี้ไม่มีดอก เมื่อมีการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์ภายในออวุล เมล็ดจึงเปลือย มีลักษณะร่วมกัน คือ ออวุลจะติดบนกิ่งหรือแผ่นใบ เมื่อมีการปฏิสนธิออวุลจะเจริญเป็นเมล็ดติดอยู่บนกิ่งหรือแผ่นใบนั้น พืชกลุ่มเมล็ดเปลือยบางชนิด กิ่งหรือแผ่นใบที่สร้างออวุลมีลักษณะเป็นแผ่นแข็งสีน้ำตาล ซึ่งอาจเรียงซ้อนกันแน่นเป็นสโตรบิลัสที่มีรูปร่างเหมือนกรวย เรียกว่า โคน (cone) โดยแยกเป็นโคนเพศผู้และโคนเพศเมีย แต่บางชนิดอาจไม่เป็นสโตรบิลัส พืชส่วนใหญ่ในกลุ่มนี้มีเนื้อไม้เจริญดีมีทั้งไม้ต้น ไม้พุ่ม และไม้เลื้อย จัดเป็นกลุ่มเด่นในยุคจูแรสซิก ซึ่งอาจเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของไดโนเสาร์ในยุคนั้น ปัจจุบันมีเหลืออยู่ประมาณ 700 ชนิด มีโครงสร้างเป็นเนื้อไม้ทั้งสิ้น และมีเทรคีด (tracheids) เป็นท่อลำเลียงอาหาร

โคนเพศผู้ของปรง



ภาพที่ 2 แสดงส่วนประกอบที่ใช้ในการสืบพันธุ์ของปรง

(ที่มา : <http://coursewares.nju.ac.th:81/e-learning46/bi100/04.files/image017.jpg> เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2557)

กลุ่ม 3

เรื่อง การแบ่งหมวดหมู่ของพืชเมล็ดเปลือย

➤ พืชเมล็ดเปลือยในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 4 ไฟลัม ดังนี้

1. ไฟลัมไซแคโดไฟตา (Phylum Cycadophyta)
2. ไฟลัมกิงโกไฟตา (Phylum Ginkgophyta)*
3. ไฟลัมโคนิเฟอโรไฟตา (Phylum Coniferophyta)
4. ไฟลัมนีโทไฟตา (Phylum Gnetophyta)

หมายเหตุ * แทน ไม่พบในประเทศไทย



1. ไฟลัมไซแคโดไฟตา (Phylum Cycadophyta)



ภาพที่ 2 แสดงส่วนประกอบที่ใช้ในการสืบพันธุ์ของปรง

(ที่มา : <http://coursewares.mju.ac.th:81/e-learning46/bi100/04.files/image017.jpg> เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2557)

เป็นพืชที่มีการกระจายพันธุ์ในบริเวณที่แห้งแล้งได้ดี ในประเทศไทยพบเพียง สปีชีส์อยู่ในสกุล Cycas เช่น ปรง ปรงป่า ปรงเขา เป็นต้น พืชกลุ่มนี้ได้รับการขนานนามว่าเป็นเป็นซากดึก

ด้าบรรพ์ที่มีชีวิต เนื่องจากเกิดก่อนไดโนเสาร์ พบได้ตั้งแต่ป่าชายเลน บริเวณเกาะที่มีภูเขาหินปูน ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณและป่าดิบเขา มีต้นค่อนข้างเตี้ย ใบมีขนาดใหญ่เป็นใบประกอบแบบขนนกชั้นเดียว มีการสร้างโคนเพศผู้และโคนเพศเมียแยกต้นกัน โดยโคนเพศเมียมีออวุลหลายออวุลติดอยู่บนแผ่นใบซึ่งเรียงซ้อนกันแน่นแต่มักไม่เป็นสโตรบิลัส

2. ไฟลัมกิงโกไฟตา (Phylum Ginkgophyta)



โคนเพศผู้

เมล็ด

ภาพที่ 3 แสดงส่วนประกอบที่ใช้ในการสืบพันธุ์ของแป๊ะก๊วย

(ที่มา : <http://cfife213.uf.daum.net/image/205C4E464F2897DA218590> เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2557)

เป็นไม้ต้นใหญ่และผลัดใบ มีต้นแยกเพศกัน ต้นผู้สร้างโคนเพศผู้เป็นแบบกลุ่มแบบหลวมๆ บนปลายกิ่งสั้น และต้นเพศเมียสร้างโคนเพศเมียซึ่งมีออวุลติดอยู่บนก้านชูออวุลบนกิ่ง ก้านละ 2 ออวุล แต่จะมีเพียง 1 ออวุลเท่านั้นที่เจริญไปเป็นเมล็ด เพศปัจจุบันมีเพียงสปีชีส์เดียวคือ *Ginkgo biloba* Linn. มีชื่อทั่วไปว่าแป๊ะก๊วย เป็นซากดึกดำบรรพ์ที่มีชีวิตเช่นเดียวกับปรง มีลักษณะใกล้เคียงกับพืชที่สูญพันธุ์ไปแล้ว พบตามธรรมชาติในประเทศจีน เกาหลีและญี่ปุ่น ลำต้นมีขนาดใหญ่ มีใบใหญ่คล้ายพัด ต้นเพศเมียสร้างออวุลที่ปลายกิ่งพิเศษ เมล็ดมีอาหารสะสมนิยมนำมารับประทาน

3. ไฟลัมโคนิเฟอโรไฟตา (Phylum Coniferophyta)



ภาพที่ 4 แสดงส่วนประกอบที่ใช้ในการสืบพันธุ์ของสนสองใบ

(ที่มา : [http://4.bp.blogspot.com/-mtH5fPurQ-8/UNqVml-](http://4.bp.blogspot.com/-mtH5fPurQ-8/UNqVml-f1EI/AAAAAAAAAww/64bxWG43TXU/s1600/Pinus_merkusii.jpg)

[f1EI/AAAAAAAAAww/64bxWG43TXU/s1600/Pinus_merkusii.jpg](http://4.bp.blogspot.com/-mtH5fPurQ-8/UNqVml-f1EI/AAAAAAAAAww/64bxWG43TXU/s1600/Pinus_merkusii.jpg)

เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2557)

เป็นพืชที่มีความหลากหลายมากที่สุดในพืชกลุ่มเมลิตเปลีอย ทั้งในด้านลักษณะของต้นและโครงสร้างของอวัยวะสืบพันธุ์ที่รู้จักกันทั่วไป คือ สน (pine) เป็นไม้ต้นขนาดใหญ่ที่ไม่ผลัดใบ สร้างโคนเพศผู้และโคนเพศเมียบนต้นเดียวกัน แต่เกิดต่างเวลากัน โดยโคนเพศผู้จะเกิดก่อนโคนเพศเมีย โคนเพศเมียประกอบด้วยกิ่งที่แผ่เป็นแผ่นแข็ง สร้างออวุลแผ่นละ 2 ออวุล โคนเพศผู้ประกอบด้วยแผ่นใบขนาดเล็กที่มีลักษณะแข็ง สร้างอับสปอร์แผ่นละ 2 อับสปอร์ ในประเทศไทยพบกลุ่มสน 2 ชนิด คือ สนสองใบ สนสามใบ หรือที่เรียนกันว่า สนเกี้ยว ส่วนพืชกลุ่มอื่นในไฟลัมนี้ ที่พบในประเทศไทย เช่น สนสามพันปี และพญาไม้ เป็นต้น



4. ไฟลัมนีโทไฟตา (Phylum Gnetophyta)



ผักเหลียง

มะเมื่อย

ภาพที่ 5 แสดงภาพของผักเหลียง (ซ้าย) และมะเมื่อย (ขวา)

(ที่มา : http://www.biogang.net/upload_img/biodiversity/biodiversity-3063-1.jpg)

(ที่มา : http://www.biologados.com.br/images/gnetophyta_gnetum_sementes.jpg)

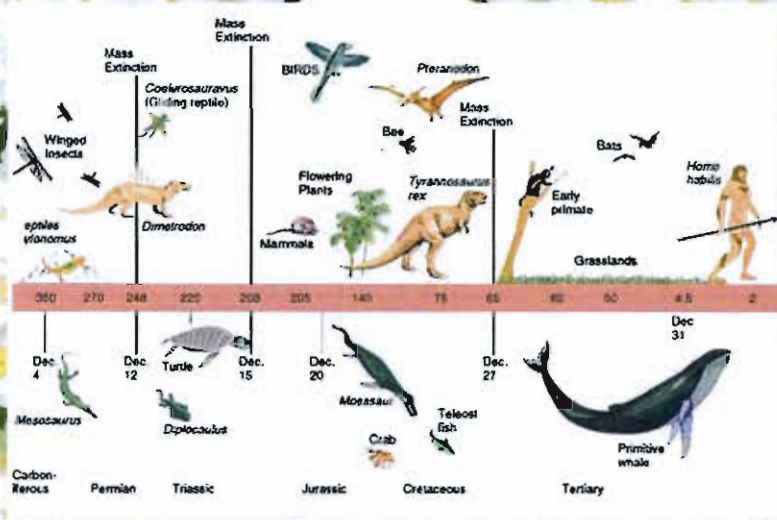
(เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2557)

เป็นพืชที่มีลักษณะแตกต่างจากพืชเมล็ดเปลือยกลุ่มอื่น คือ พบเวสเซลในท่อลำเลียงน้ำและมีลักษณะคล้ายพืชดอกมาก คือ มีสโตบิลัสแยกเพศ สโตรบิลัสเพศเมียแต่ละอันจะสร้างกิ่งสั้นๆ เรียงรอบข้อเป็นชั้นๆ แต่ละกิ่งสั้นจะสร้างออวูล 2 ออวูล สโตรบิลัสเพศผู้แต่ละอัน จะมีกิ่งสั้นเรียงรอบข้อเช่นเดียวกัน แต่ละกิ่งสั้นสร้างอับสปอร์คล้ายเกสรเพศผู้ของไม้ดอก 2 อับสปอร์ มีกลีบดอก มีใบเลี้ยง 2 ใบ แต่เมล็ดยังไม่มีเปลือกหุ้มพืชในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นไม้พุ่มหรือไม้เถาเนื้อแข็งที่ข้อและก้านใบพองบวมอย่างเห็นได้ชัดเจน ปัจจุบันพบประมาณ 3 จินัสแต่ที่พบในประเทศไทย คือ มะเมื่อย (Gnetum) และผักเหลียง เป็นต้น มักพบตามป่าชื้นเขตร้อน



กลุ่ม 4

เรื่อง วิวัฒนาการของพืชดอก



ภาพที่ 6 แสดงอายุทางธรณีวิทยา

(ที่มา : <http://apesnaturehomestead.com/chapter5.html> เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2557)

ช่วงยุคครีเทเชียสพืชดอกมีวิวัฒนาการขึ้น และกลายเป็นสิ่งมีชีวิตเด่นในภูมิประเทศ ปลายยุคมีพืชหลายชนิด เช่น วงศ์โอ๊ค วงศ์กระดังงาเกิดขึ้น เป็นป่าไม้ที่คล้ายกับในปัจจุบัน พืชดอกนั้นถือถือว่าเป็นพืชที่พบทั่วไป มีจำนวนถึง 250,000 สปีชีส์ พืชดอกมีวิวัฒนาการราว 125 ล้านปี ซึ่งต่างจากเฟินและพืชเมล็ดเปลือยที่มีวิวัฒนาการมาเมื่อประมาณ 300 ล้านปี

หัวใจสำคัญที่ทำให้พืชดอกประสบความสำเร็จ คือ ความสามารถผสมพันธุ์ในสภาพแห้งแล้ง โดยมีการห่อหุ้มเอมบริโอให้สามารถกักน้ำและมีอาหารเลี้ยงเมล็ด นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันการติดเชื้อและป้องกันแมลง ในสภาพที่ไม่มีน้ำจะอาศัยลมหรือสัตว์ ช่วยให้เกิดการผสมพันธุ์และการแพร่กระจายของเมล็ด

พืชดอกส่วนใหญ่จะมีสีฉ่ำที่สวยงาม มีกลิ่นหอม บางพวกให้พลังงานสูง เพื่อดึงดูดสัตว์ให้มาช่วยให้เกิดการผสมเกสร เชื่อกันว่าวิวัฒนาการของพืชดอกเกิดพร้อมๆ กันกับความหลากหลายของแมลงที่เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล เช่น ผีเสื้อ ผึ้ง ต่อ แตน

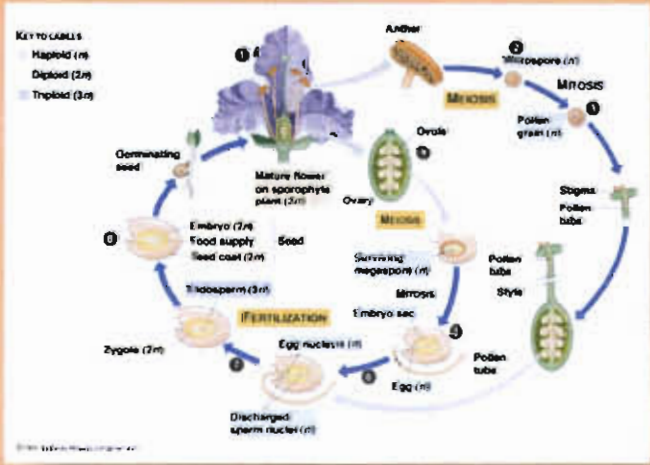
เมื่อประมาณ 100 ล้านปีที่ผ่านมามีพืชดอกได้ถือกำเนิดขึ้น โลกมีความอบอุ่นระดับน้ำทะเลมีระดับสูงสุดตั้งแต่เคยเกิดขึ้น มีระดับสูงประมาณ 250 เมตรกว่าระดับปัจจุบัน เนื่องจากปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากมหาสมุทรและการระเบิดของภูเขาไฟจำนวนมากถูกส่งขึ้นสู่อวกาศ ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก

กลุ่ม 5 เรื่อง ความหลากหลายของพืชดอก

ดิวิชันแอนโทไฟตา (Division Anthophyta) พืชในดิวิชันนี้คือพืชดอก (flower plant) เรียกกันทั่วไปว่า แองจีโอสเปิร์ม (angiosperm) เป็นพืชที่มีวิวัฒนาการสูงสุด มีมากกว่าพืชชนิดอื่นรวมกันถึง 3 เท่า สามารถปรับให้เข้ากับทุกสภาวะแวดล้อม จึงสามารถแพร่กระจายปกคลุมพื้นผิวโลกได้เป็นส่วนใหญ่ขนาดก็มีตั้งแต่ขนาดเล็กเท่าหัวเข็มหมุด คือ ผ่าหรือไชน้ำ ส่วนใหญ่ที่สุดคือ ต้นยูคาลิปตัส ในประเทศออสเตรเลียสูงกว่า 300 ฟุต และมีเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 10 ฟุต

ลักษณะทั่วไป

1. มีราก ลำต้นและใบที่แท้จริง
2. มีระบบท่อลำเลียงน้ำและอาหารที่เจริญดีมาก ใน xylem ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ และ phloem ลำเลียงอาหาร
3. มีดอกและผล ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสืบพันธุ์และกระจายพันธุ์ได้ดี
4. เมล็ดมีรังไข่ห่อหุ้ม เมื่อรังไข่เจริญเต็มที่แล้ว ผนังรังไข่ (ovary wall) จะเปลี่ยนไปเป็นเนื้อผลห่อหุ้มเมล็ดไว้ และ ovule ที่อยู่ในรังไข่ (ovary) จะเปลี่ยนไปเป็นเมล็ด
5. การปฏิสนธิไม่ต้องการน้ำ อาศัยพาหะอื่นๆ ซึ่งพืชดอกจะมีการปฏิสนธิ 2 ครั้งหรือปฏิสนธิซ้อน (double fertilization)
6. ต้นสปอร์โรไฟต์มีขนาดใหญ่มาก แต่ต้นแกมีโตไฟต์ มีขนาดเล็ก อาศัยอยู่บนต้นสปอร์โรไฟต์

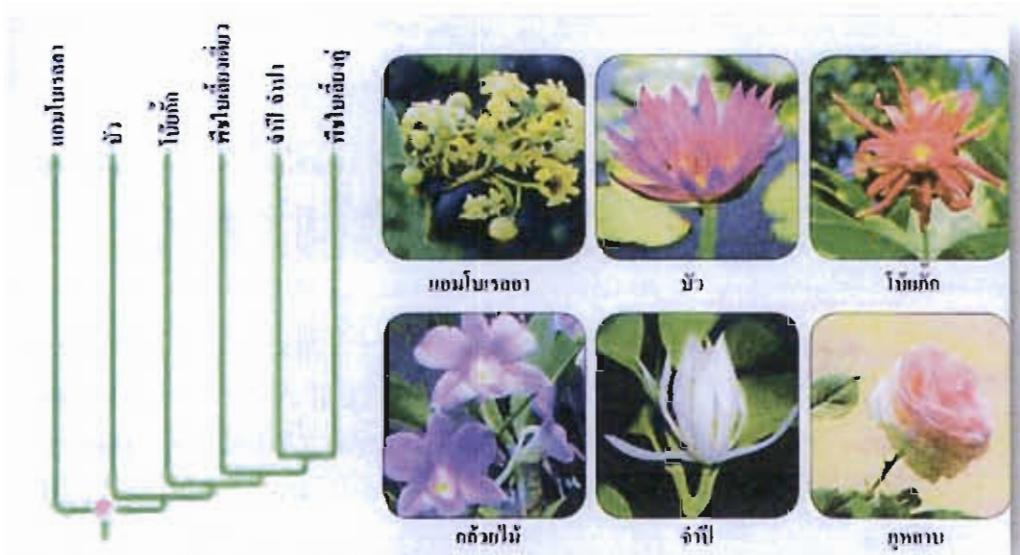


ภาพที่ 7 double fertilization

(ที่มา : <http://classconnection.s3.amazonaws.com/776/flashcards/2859776/png/untitled1362035662521.png> เข้าถึง

กลุ่ม 6 เรื่อง การแบ่งหมวดหมู่ของพืชดอก

จากหลักฐานและการวิเคราะห์ลำดับเบสของ DNA ในพืชดอกพบว่าพืชดอกในกลุ่มแรกๆ ที่ยังมีชีวิตอยู่ในปัจจุบันคือ แฟมิลีแอมโบเรลลาซี (Amborellaceae)



ภาพที่ 8 สายวิวัฒนาการของพืชดอกและตัวอย่างของพืชดอกกลุ่มต่างๆ

(ที่มา : หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยาเล่ม 5)

ในอดีตได้แบ่งพืชดอกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ แต่ในปัจจุบันความรู้จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา กายวิภาค และสารชีวโมเลกุล ทำให้แนวคิดเกี่ยวกับสายวิวัฒนาการของพืชดอกมีการเปลี่ยนแปลง โดยพืชดอกที่เคยจัดอยู่ในกลุ่มอื่นๆ เช่น กลุ่มแอมโบเรลลา กลุ่มบัว กลุ่มจั๋ง จั๋ง เป็นต้น เนื่องจากยังคงมีบรรพบุรุษที่เชื่อกันว่าน่าจะมีวิวัฒนาการเกิดขึ้นในช่วงแรกก่อนจะแยกสายวิวัฒนาการเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่

ลักษณะ	พืชใบเลี้ยงคู่	พืชใบเลี้ยงเดี่ยว
1. ใบเลี้ยง	มี 2 ใบ	มี 1 ใบ
2. เส้นใบ	ประสานกันเป็นร่างแห	ขนานกัน
3. ลำต้น		
3.1 ภายนอก	เห็นข้อปล้องได้ไม่ชัดเจน	เห็นข้อปล้องชัดเจน
4. ราก	มีรากแก้วและรากเป็นระบบรากแก้ว กลีบดอกมีจำนวน 4 หรือ 5	ไม่มีรากแก้วและรากเป็นระบบราก บ่อ
5. ดอก	หรือทวีคูณ 4 หรือ 5	กลีบดอกมีจำนวน 3 หรือทวีคูณ 3

ใบงานที่ 1 เรื่อง คำถาม..... ผากไว้ให้คิด



ชื่อ - สกุล

เลขที่ ชั้น

จงตอบคำถามต่อไปนี้

คำถาม 1 พืชมีวิวัฒนาการขึ้นมาสู่นบกได้อย่างไร มีการปรับตัวอย่างไร และพืชมีเมล็ดมีวิวัฒนาการเป็นพืชกลุ่มใดบ้าง

.....

.....

.....

คำถาม 2 ทำไมถึงเรียกพืชกลุ่มนี้ว่าพืชเมล็ดเปลือย

.....

.....

.....

คำถาม 3 กลุ่มพืชเมล็ดเปลือยสามารถแบ่งได้เป็นกี่กลุ่ม มีอะไรบ้างจงอธิบาย และกลุ่มไหนที่พบในประเทศไทย

.....

.....

.....

คำถาม 4 นักเรียนคิดว่าลักษณะของพืชดอกมีข้อได้เปรียบกว่าพืชเมล็ดเปลือยอย่างไร

.....

.....

.....

คำถาม 5 จากสายวิวัฒนาการของพืชดอก ทำให้แบ่งพืชดอกออกเป็นกี่กลุ่ม ได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

คำถาม 6 ระหว่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ นักเรียนคิดว่าพืชกลุ่มไหนที่มีวิวัฒนาการสูงกว่ากัน เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง โครงสร้างภายในลำต้น

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ชั้น

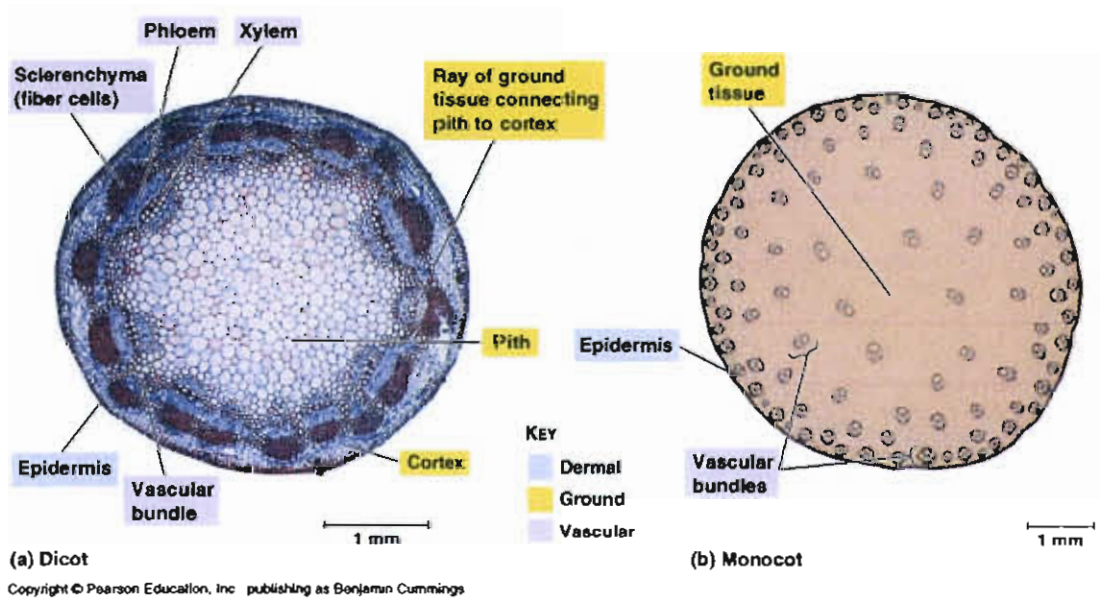
ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่

เมื่อตัดลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ที่ยังอ่อนอยู่ตามขวาง แล้วนำมาศึกษาจะพบลักษณะการเรียงตัวของลำต้นและรากคล้ายกันและลำต้นมีการเรียงตัว ดังนี้

- 1.) เอพิเดอร์มิส (Epidermis) อยู่ชั้นนอกสุด ปกติเป็นเซลล์เรียงตัวชั้นเดียว ไม่มีคลอโรพลาสต์ อาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นขน หนาม หรือเซลล์คุม (Guard Cell) ผิวด้านนอกของเอพิเดอร์มิส (Epidermis) มักเป็นสารพวกคิวทินเคลือบอยู่ เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ
- 2.) คอร์เท็กซ์ (Cortex) มีอาณาเขตแคบกว่าในรากเซลล์ บริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นเซลล์พารงโคมาเรียงตัวกันหลายชั้น เซลล์พวกนี้มักมีสีเขียวและสังเคราะห์ด้วยแสงได้ด้วย นอกจากนี้ยังช่วยสะสมน้ำและอาหารให้แก่พืช เซลล์ชั้นคอร์เท็กซ์ที่ติดอยู่กับเอพิเดอร์มิสเป็นเซลล์เล็กๆ 2-3 แถว คือ เซลล์พวกคอลเลงคิมา และมีเซลล์สเกลอเรนคิมาแทรกอยู่ช่วยให้ลำต้นแข็งแรงขึ้น การแตกกิ่งของพืชจะแตกในชั้นนี้ เรียกว่า “เอกโซจีนัส บรานชิ่ง (Exogenous branching)” ซึ่งแตกต่างจากรากซึ่งเป็นเอนโดจีนัส บรานชิ่ง ชั้นในของคอร์เท็กซ์ คือ เอนโดเดอร์มิสเป็นเซลล์เรียงตัวชั้นเดียวในลำต้น พืชส่วนใหญ่มักเห็นชั้นเอนโดเดอร์มิสได้ไม่ชัดเจนหรือไม่เห็นเลย ซึ่งแตกต่างจากรากซึ่งมีและเห็นชัดเจน เซลล์ที่ทำหน้าที่ในการหลังสาร เช่น เรซิน น้ำยาง เป็นต้น
- 3.) สตีล (Stele) ในลำต้นชั้นสองของสตีลจะแคบมาก และแบ่งออกจากชั้นคอร์เท็กซ์ได้ไม่ชัดเจนนัก และแตกต่างจากราก ประกอบด้วย
 - 3.1 มัดท่อลำเลียง อยู่เป็นกลุ่มๆ ด้านในเป็นไซเลม ด้านนอกเป็นโฟลเอ็มเรียงตัวในแนวรัศมีเดียวกัน
 - 3.2 วาสคิวลาร์เรย์ เป็นเนื้อเยื่อพารงคิมาที่อยู่ระหว่างมัดท่อลำเลียง เชื่อมต่อระหว่างคอร์เท็กซ์และพิต
 - 3.3 พิตเป็นชั้นในสุดเป็นไส้ในของลำต้น ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพารงคิมา ทำหน้าที่สะสมแป้งหรือสารต่างๆ เช่น ผลึกแทนนิน (Tannin) พิตที่แทรกอยู่ในมัดท่อลำเลียงจะดูคล้ายรัศมี เรียกว่า พิตเรย์ (Pith Ray) ทำหน้าที่สะสมอาหาร ช่วยลำเลียงน้ำ เกือบแร่ และอาหารไปทางด้านข้างของลำต้น

ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตขั้นต้น (Primary Growth) เท่านั้น มีชั้นต่างๆ เช่นเดียวกับพืชใบเลี้ยงคู่ต่างกันที่มัดท่อลำเลียงรวมกันเป็นกลุ่มๆ ประกอบด้วยเซลล์ค่อนข้างกลมขนาดใหญ่ 2 เซลล์ได้แก่ ไส้เลม และเซลล์เล็กๆ ด้านบน คือ โฟลเอ็ม ส่วนทางด้านล่างของไส้เลมเป็นช่องกลมๆ เช่นกันคือ ซออากาศมัดท่อลำเลียงของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีบันเดิลชีท (Bundle Sheath) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อพวกพาเรงคิมาที่มีแป้งสะสมหรืออาจเป็นเนื้อเยื่อสเกลอเรนคิมาหุ้มล้อมรอบเอาไว้ กลุ่มของมัดท่อลำเลียงจะกระจายทุกส่วนของลำต้น แต่มักอยู่รอบนอกมากกว่ารอบในและมัดท่อลำเลียงไม่มีเนื้อเยื่อเจริญด้านข้างหรือแคมเบียมคั่นอยู่ พืชพวกนี้จึงเจริญเติบโตด้านข้างจำกัด แต่มักจะสูงขึ้นได้มาก เนื่องจากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีเนื้อเยื่อเจริญบริเวณข้อ ทำให้ปล้องยืดยาวขึ้น ในพืชบางชนิดส่วนของพืชจะสลายไปกลายเป็นช่องกลวงอยู่กลางลำต้นเรียกว่า "ช่องพืธ (Pith Cavity)" เช่น ในลำต้นของไม้ หญ้า เป็นต้น



ภาพแสดงโครงสร้างตัดขวางของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตามลำดับ
 ภาพซ้าย ภาคตัดขวางของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่
 ภาพขวา ภาคตัดขวางของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

บทปฏิบัติการที่ 1

เรื่องความแตกต่างระหว่างพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ชั้น

วัตถุประสงค์

1. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ชนิดต่างๆ เช่น ถั่วเขียว หมอน้อย เป็นต้น
ลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวชนิดต่างๆ เช่น ข้าว ข้าวโพด หญ้าขน เป็นต้น
2. ใบมีดโกน
3. สีชาฟรานีน หรือน้ำยาอุทัย ความเข้มข้น 1%
4. ฟู่กัน เข็มเย็บ งานเพาะเชื้อ และหลอดหยด
5. สไลด์และกระจกปิดสไลด์
6. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการทดลอง

1. นำลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ มาตัดแบ่งลำต้นให้เป็นท่อนสั้นๆ ประมาณ 3 เซนติเมตร นำไปตัดตามขวางให้ได้เป็นชิ้นบางๆ โดยจับท่อนลำต้นด้วยนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ ให้นำหน้าตัดที่ต้องการตัดอยู่ในแนวระนาบและสูงกว่านิ้วมือเล็กน้อย จับใบมีดโกนที่จุ่มน้ำให้เปียกด้วยนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ของมืออีกข้างหนึ่งให้คมมีดอยู่ในระนาบเสมอ จรดใบมีดกับหน้าตัดท่อนลำต้นถึงใบมีดเข้าหาตัว พยายามดึงใบมีดเข้าหาตัวครั้งเดียว เพื่อให้ได้ชิ้นส่วนของพืชเป็นชิ้นบาง 1 ชิ้น ตัดให้ได้หลายๆ ชิ้น ห้ามดึงใบมีดหลายครั้งแบบเลื่อยไม้ ให้ฟู่กันแตะชิ้นส่วนของลำต้นที่ตัดเป็นชิ้นบางแล้วแช่ในน้ำสีที่ใสในงานเพาะเชื้อ หรือภาชนะอื่นแยกเป็นงานละชนิด ในกรณีที่ลำต้นมีขนาดเล็กมาก อาจใช้อุปกรณ์ช่วยในการตัด เช่น ไขว้สดุ จำพวกไฟมहु่ม เป็นต้น สำหรับพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ ข้าวโพด ข้าว หรือหญ้าขน นำต้นมาลอกใบออกไป จะเห็นส่วนข้อและปล้องของลำต้น ตัดบริเวณกลางๆ ปล้องให้เป็นชิ้นบางๆ

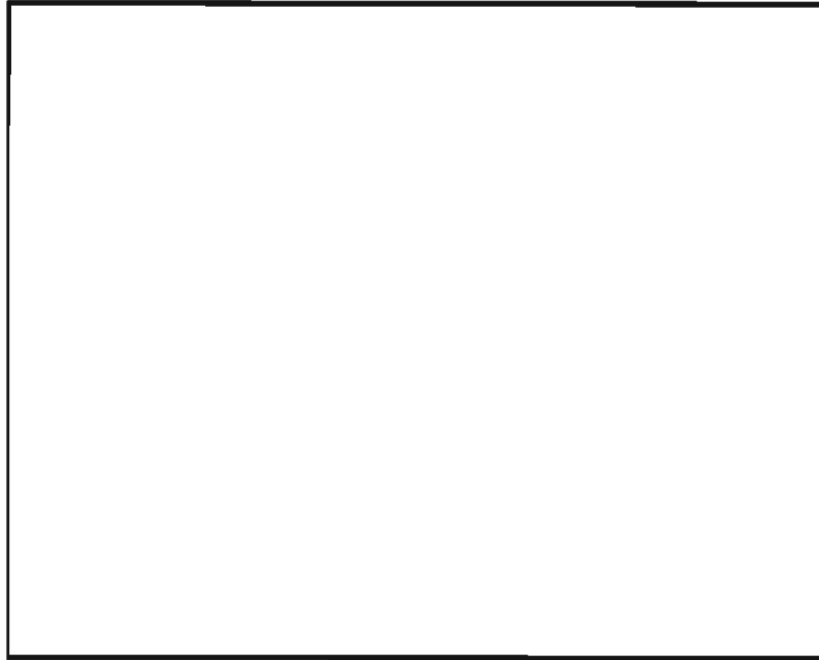
2. ให้ฟู่กันเลือกชิ้นส่วนที่บางและสมบูรณ์ ซึ่งย้อมสีแล้ว จำนวน 3-4 ชิ้น วางลงบนหยดน้ำบนสไลด์แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ อย่าให้ด้านบนกระจกปิดสไลด์เปียกน้ำ

3. นำสไลด์ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ เริ่มจากกำลังขยายต่ำก่อน เพื่อเลือกศึกษาชิ้นเนื้อเยื่อที่บางและสมบูรณ์ที่สุด แล้วจึงเปลี่ยนเป็นกำลังขยายสูงขึ้น เพื่อศึกษารายละเอียดของโครงสร้างภายในของลำต้นให้ได้มากที่สุด แล้วจึงเปลี่ยนเป็นกำลังขยายสูงขึ้น เพื่อศึกษา

รายละเอียดของโครงสร้างภายในของลำต้นให้ได้มากขึ้น จากนั้นบันทึกผลการศึกษาโดยการวาดภาพ

ผลการปฏิบัติการ

1. ให้นักเรียนวาดภาพโครงสร้างภายในของพืชใบเลี้ยงคู่ พร้อมชี้แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ



2. ให้นักเรียนวาดภาพโครงสร้างภายในของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว พร้อมชี้แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ



ตัวอย่างรูปภาพของพืชตัวอย่างที่ใช้ในการจัดจำแนกพืชโดยใช้ Dichotomous Key



ลิเวอร์เวิร์ต



เฟิน



สน



แปะก๊วย



กล้วย



กุหลาบ

ใบงานที่ 2 เรื่องการจำแนกพืชโดยใช้ Dichotomous Key



ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

จุดประสงค์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถนำลักษณะร่วมของสิ่งมีชีวิตมาใช้ในการสร้างไดโคโตมัสคีย์ คำสั่ง ให้ นักเรียนนำพืชยกตัวอย่างที่ยกมาให้ จัดจำแนกออกเป็นหมวดหมู่ แล้วนำมาสร้างเป็น ไดโคโตมัสคีย์



ลิเวอร์เวิร์ต
แปะก๊วย

เฟิน
กล้วย

สน
กุหลาบ



- 1 ก. ไม่มีท่อลำเลียง..... ดูข้อ
- ข. มีท่อลำเลียง..... ดูข้อ
- 2 ก. _____
- ข. _____
- 3 ก. _____
- ข. _____
- 4 ก. _____
- ข. _____
- 5 ก. _____
- ข. _____
- 6 ก. _____
- ข. _____
- 7 ก. _____
- ข. _____
- 8 ก. _____
- ข. _____
- 9 ก. _____
- ข. _____

เนื้อเพลง สีสิ้นแห่งสายลม (Colors Of The Wind)

เพลงประกอบเรื่อง Pocahontas

จิตใจคงจะคิดข้าเป็นคนป่า คงผ่านมามากมายและหลายถิ่น
 ทุกแดนดินใหญ่ไพศาล แต่แล้วไม่วายแปลกใจหากข้านี้เป็นคนป่าไป
 มีอีกเท่าไรท่านนั้นไม่รู้มากมาย รู้ไม่จริง
 จับจองทุกหนไม่ว่าแห่งใดท่านอย่างเหยียบ
 แผ่นดินนี้ฉันมันง่ายตายจะไขว่คว้า แต่หินทุก ๆ กองและพฤษากับผองสัตว์
 มีทั้งนามและมีชีวิตแทบทุกสิ่ง หากเป็นมนุษย์ที่สมดังเหมือนท่านตั้งจิต
 ต้องมีความคิดในแนวเดียวกันที่รู้ วันไหนท่านพร้อมจะเดินตามในรอยเท้าใหม่
 จะพบพานกับสิ่งงดงามไม่อาจเคยเจอ
 จากเสียงร้องระงมดังก้องถึงจันทร์ที่ส่องบนโนน
 จนแม้เสือน้อยทำไมจึงได้ฉีกยิ้ม
 แต่ท่านร้องพร้อมเสียงกังวานจากหุบเขายิ่งใหญ่
 และแต่งเติมสีสิ้นในสายลมได้หมดใหม่
 โปรดแต่งเติมสีสิ้นอันงดงามแห่งสายลม
 ปล่อยให้หลงไหลไปตามความงามที่วสันตเกิด กับชิมลิ้มรสผลเบอร์รี่หวานฉ่ำนี้
 ความสมบูรณ์เราจะพบมัน ณ ทุกหนแห่ง และครั้งหนึ่งไม่เคยมองเห็นว่าสำคัญ
 เปรียบพายุฝนและสายชลเป็นดุจญาติสนิท
 หม่อมวลมิตรนั้นคือวิหคและสัตว์น้ำ
 ความสัมพันธ์อันประทับจิตสร้างสิ่งแสนสุข
 จะหมุนเวียนผ่านจะหมุนไปไร้สุดปลายทาง
 หากแม้โค่นต้นไม้ลงก่อน อาจจะไม่รู้คงไร้เสียงครวญครางถึงจันทร์ที่สาดส่องบนโนน



ชื่อ - นามสกุล เลขที่ ระดับชั้น

ใบงานที่ 3

เรื่อง ความรู้ที่ได้จากการฟังเพลงสีสันแห่งสายลม (Colors Of The Wind)

ชื่อ - นามสกุล เลขที่ ชั้น

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนอธิบายตามคำสั่งในแต่ละข้อ

1. จากบทเพลงที่นักเรียนได้ฟังนี้ มีเนื้อหาเกี่ยวกับอาณาจักรพีชอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....



2. เมื่อฟังเพลงนี้แล้ว นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่า พีชมีประโยชน์ต่อมนุษย์อย่างไร จงยกตัวอย่างประกอบเหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมเกม: PowerPoint “แฟนพันธุ์แท้ Seed plant”



กติกา

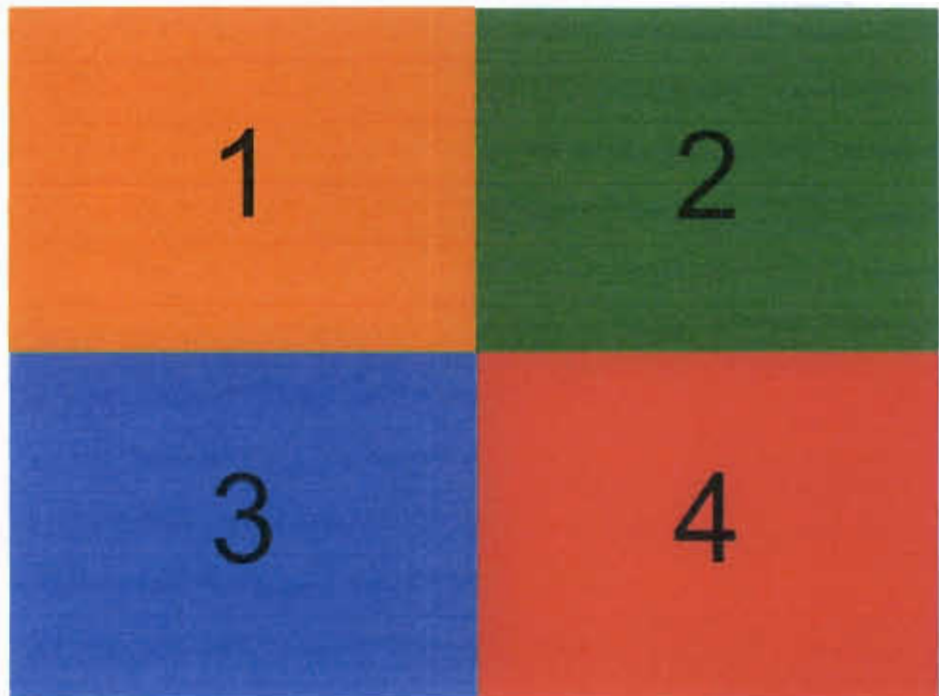
1. เกมคำถามนี้มีทั้งหมด 6 แผ่นป้าย แต่ละแผ่นป้าย อาจมีทั้งรูปภาพให้ทายหรือคำใบ้ในการตอบ
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งกันยกมือตอบคำถาม กลุ่มที่ยกมือเร็วสุด มีสิทธิ์ได้เลือกเปิดแผ่นป้ายเพียง 1 แผ่นป้าย และมีสิทธิ์ได้ตอบก่อน
3. นักเรียนจะต้องตอบชื่อ Phylum ของพืชต่างๆ และบอกด้วยว่า Phylum นั้นพืชที่พบมีชื่อเรียกว่าอะไรให้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์
4. หากตอบถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ จะได้ 2 คะแนน แต่หากตอบผิดไม่ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ จะถูกหักคะแนน -2 คะแนนทันที และกลุ่มอื่นมีสิทธิ์ตอบใหม่ในข้อนั้นๆ
5. กลุ่มใดมีคะแนนมากที่สุด กลุ่มนั้นจะได้เป็น “แฟนพันธุ์แท้ Seed plant”
6. กลุ่มที่แพ้จะต้องเก็บอุปกรณ์ ดูแลความสะอาดของห้องเมื่อจบคาบเรียน



ตัวอย่างการจัดกิจกรรมเกม: PowerPoint “แฟนพันธุ์แท้ Seed plant” (ต่อ)



ข้อ 1



ตัวอย่างการจัดกิจกรรมเกม: PowerPoint “แฟนพันธุ์แท้ Seed plant” (ต่อ)

เฉลย

Phylum Anthophyta

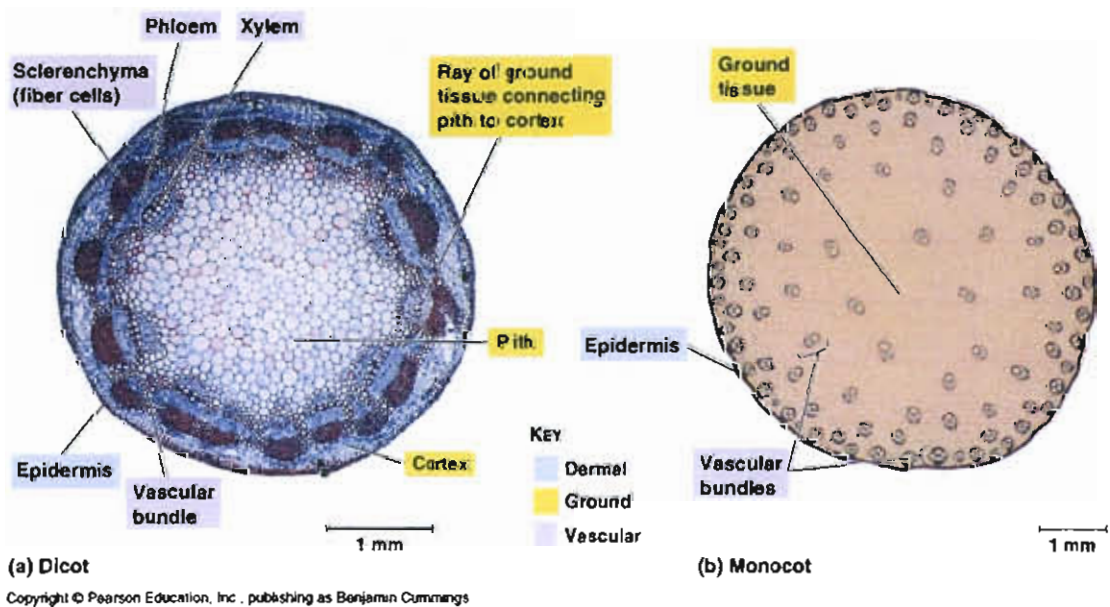


- พืชในดิวิชันนี้เป็นพืชที่สร้างอวัยวะสืบพันธุ์ เรียกว่า **ดอก** เป็นกลุ่มพืชที่มีวิวัฒนาการมากที่สุด พืชดอก (Angiosperm)

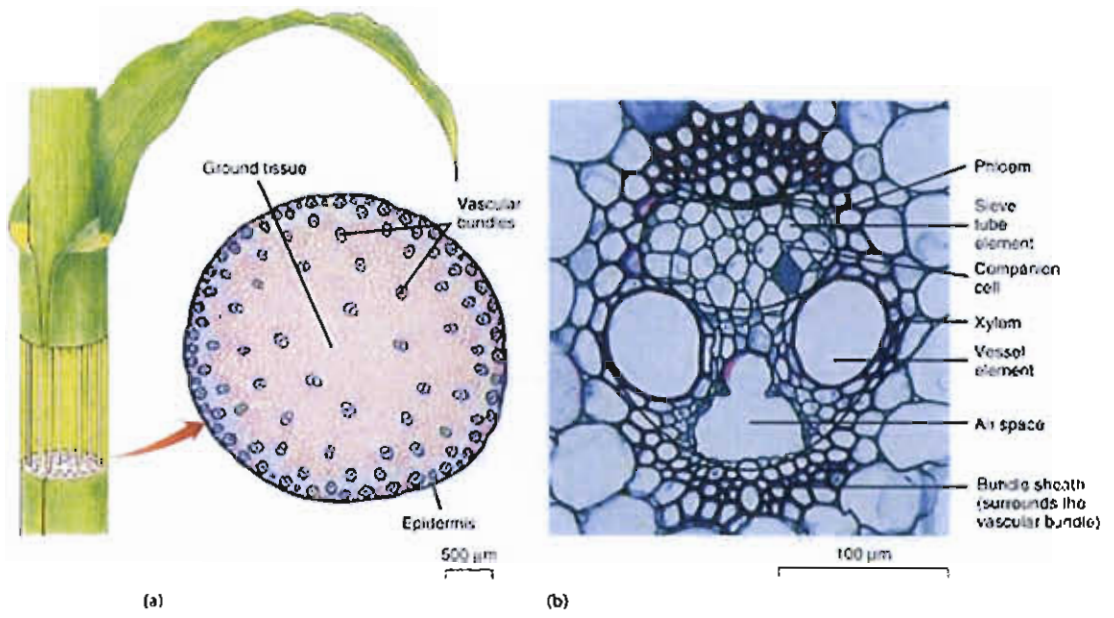
แบ่งออกได้เป็น 2 คลาส คือ

1. Class Dicotyledones ได้แก่ พืชใบเลี้ยงคู่
2. Class Monocotyledones ได้แก่ พืชใบเลี้ยงเดี่ยว

จากภาพที่เห็นคือมัดท่อลำเลียงน้ำของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

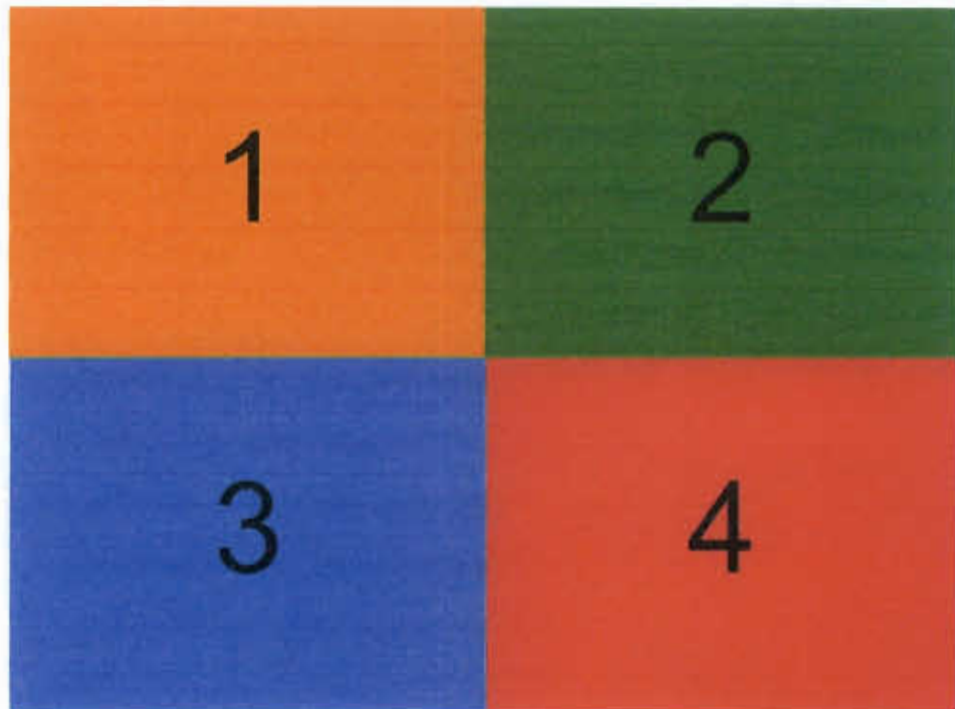


ตัวอย่างการจัดกิจกรรมเกม: PowerPoint “แผนผังรู้แท้ Seed plant” (ต่อ)



© 2007 Thomson Higher Education

ข้อ 2



ตัวอย่างการจัดกิจกรรมเกม: PowerPoint “แฟนพันธุ์แท้ Seed plant” (ต่อ)

เฉลย



- Phylum Anthophyta
- พืชแฟมิลีแอมโบราเรลลาซี
- มีเพียงสปีชีส์เดียว คือ *Amborella trichopoda*
- พบที่ประเทศนิวกินี



แอมโบเรลลา



บัว



ไผ่ยก๊ก



กล้วยไม้



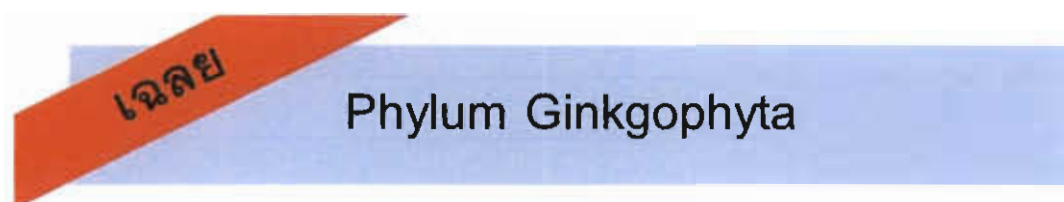
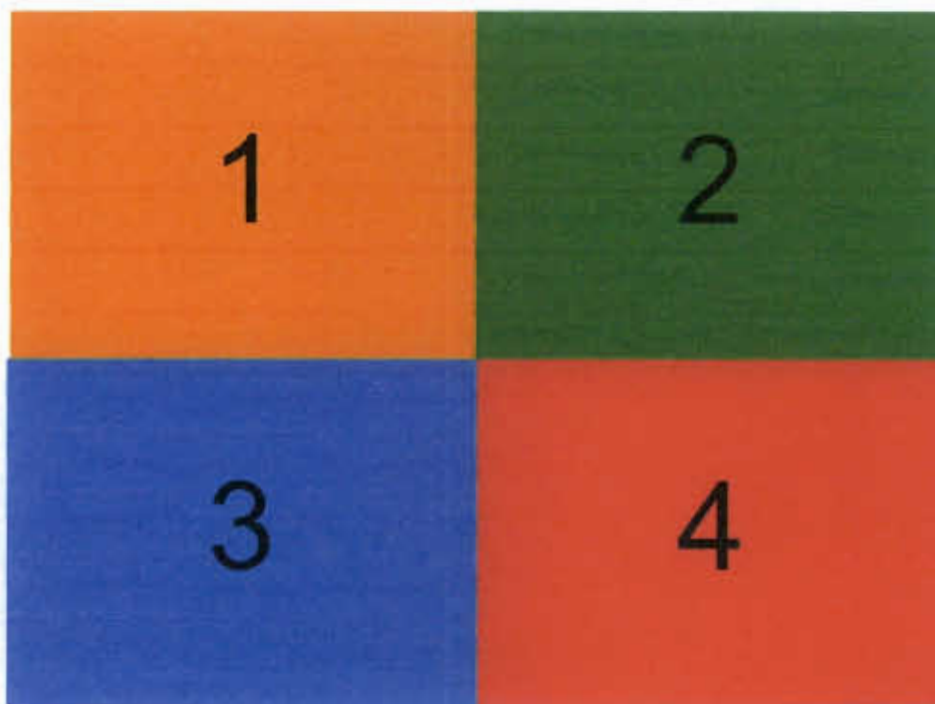
จำปี



กุหลาบ

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมเกม: PowerPoint “แฟนพันธุ์แท้ Seed plant” (ต่อ)

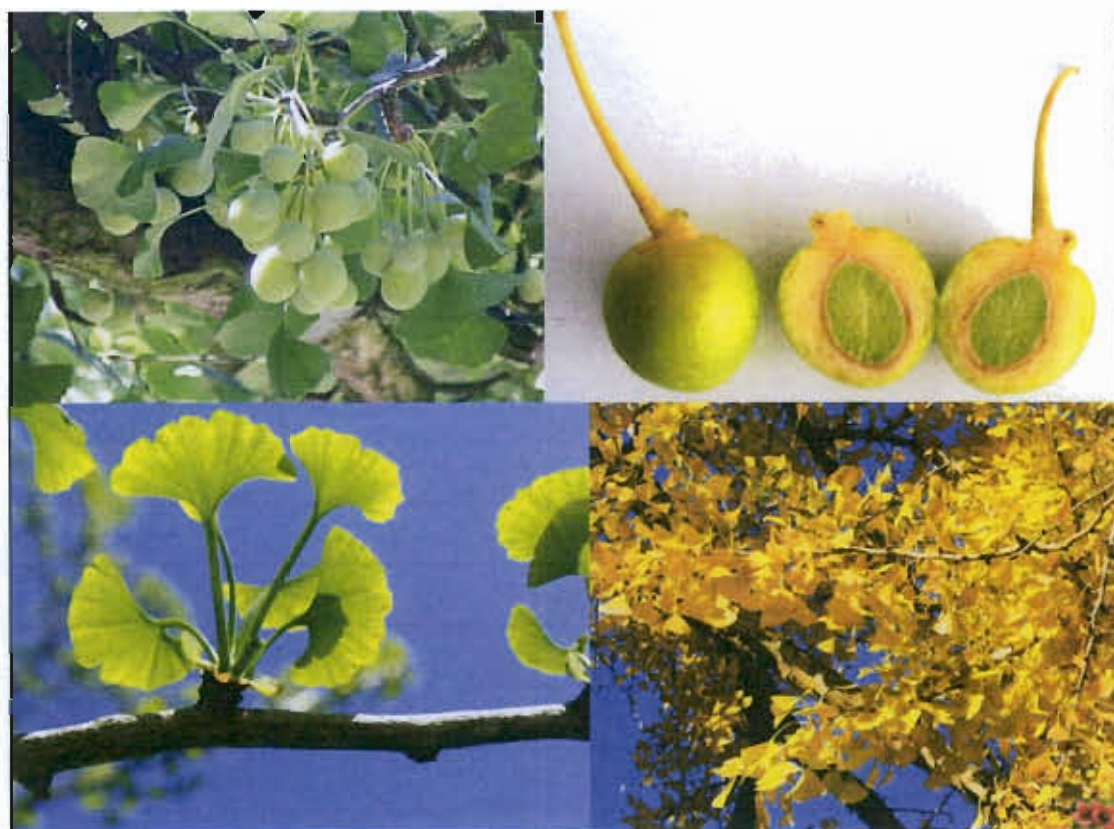
ข้อ 3



• พืชในอาณาจักรนี้ปัจจุบันมีเพียงชนิดเดียว คือ แป๊ะก๊วย (*Ginkgo biloba*)

- พบ Ginkgophyta ที่ไหนบ้าง : Smart shot , เต่าทึง
- Ginkgophyta : มีตัวกลางในการ Pollination คือ ลม เท่านั้น
- Ginkgophyta : มีการ ปฏิสนธิแบบ Single fertilization
- Ginkgophyta : สร้าง Spore แบบ Heterospore

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมเกม: PowerPoint “แฟนพันธุ์แท้ Seed plant” (ต่อ)



ข้อ 4

1

2

3

4

เฉลย

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมเกม: PowerPoint “แฟนพันธุ์แท้ Seed plant” (ต่อ)

เฉลย

Phylum Coniferophyta

- สนสองใบ สนสามใบ
พญาไม้
- พืชเมล็ดเปลือย (gymnosperm)
- ใบเป็นใบเดี่ยวแต่ก็มีขนาดเล็ก
คล้ายรูปเข็ม
- มีโคน เป็นอวัยวะสืบพันธุ์



ข้อ 5

1

2

3

4

เฉลย

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมเกม: PowerPoint “แผนพันธุ์แท้ Seed plant” (ต่อ)

เฉลย

Phylum Gnetophyta

- Gnetophyts : มะเมื่อย (มีลักษณะคล้ายพืชใบเลี้ยงคู่มากที่สุด) เรียกว่า gnetum
- Gnetophyts : มีสโตรบิลัสแยกเพศ
- Gnetophyts : มีการปฏิสนธิแบบ Single fertilization
- Gnetophyts : มีตัวกลางในการ Pollination คือ ลม เท่านั้น
- Gnetophyts : พบเวสเซลในท่อลำเลียงน้ำ





Ferry Slik Vol 1



ไม่มีผนังรังไข่ห่อหุ้ม
ไม่มีดอก





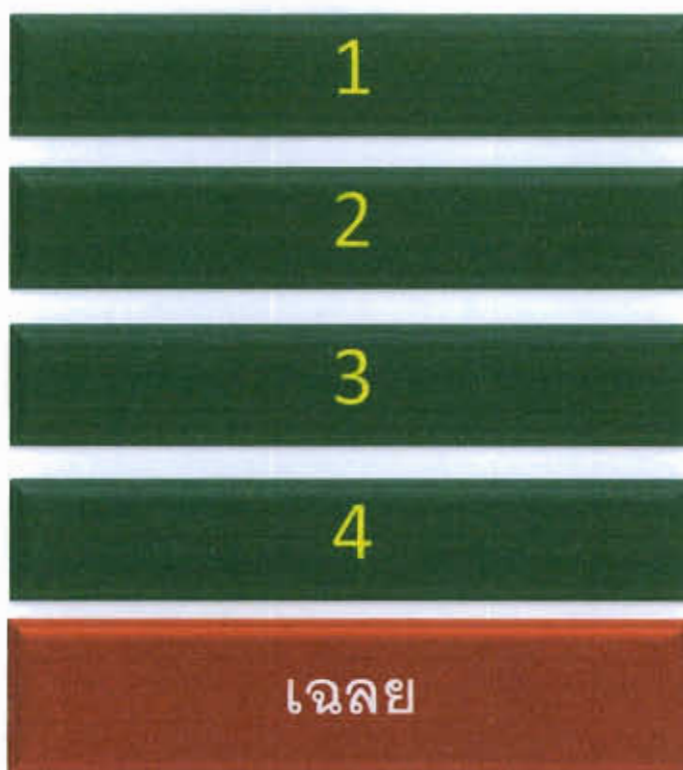


Ferry Slik



ตัวอย่างการจัดกิจกรรมเกม: PowerPoint “แฟนพันธุ์แท้ Seed plant” (ต่อ)

ข้อ 6



เฉลย

Phylum Cycadophyta

- ปรอง (cycads) เช่น ปรองป่า
ปรองทะเล ปรองญี่ปุ่น



- พืชในดิวิชันนี้มีลำต้นใหญ่
ลำต้นส่วนใหญ่ใต้ดิน
มีลักษณะเป็นหัวเก็บอาหารจำพวกแป้ง อีกส่วนหนึ่งอยู่เหนือดิน
- ใบย่อยมีจำนวนมาก ขนาดเล็กและแข็ง

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมเกม: PowerPoint “แฟนพันธุ์แท้ Seed plant” (ต่อ)



1. ฟังใจในฟิล์มใด มีความใกล้ชิดกันทางวิวัฒนาการกับบรรพบุรุษที่เป็นโพรทิสต์ และมีหลักฐานอะไรมาสนับสนุนแนวคิดนี้

ก. ฟิล์มไคทริดีโอไมโคตา เพราะมีการสร้างสปอร์ที่ใช้แฟลเจลลาในการเคลื่อนที่

ข. ฟิล์มแอสโคไมโคตา เพราะมีการสร้างแอสโคสปอร์ เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ

ค. ฟิล์มไซโกไมโคตา เพราะมีการสร้างไซโกสปอร์ อยู่ในอับสปอร์ ทำให้สามารถ

กระจายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว

ง. ฟิล์มเบสิดิโอไมโคตา เพราะมีการสร้างเบสิดิโอสปอร์ ซึ่งเป็นสปอร์ที่สร้างบนอวัยวะ

ที่คล้ายกระบอง เพื่อช่วยให้สามารถฝังสปอร์ลงพื้นดินได้อย่างมั่นคง

2. จากข้อมูลที่กำหนดให้

a. เห็ดจะประกอบด้วยเส้นใยจำนวนมากอัดกันแน่น

b. ราสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้

c. มีสปอร์ที่ใช้ในการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

d. ราและยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ข้อใดสามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกเห็ด, รา และยีสต์ได้

ก. a และ c

ข. b และ c

ค. a ,b และ c

ด. b ,c และ d

3. ข้อใดเป็นสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรฟังไจ (Kingdom Fungi) ทั้งหมด

ก. รา สาหร่าย มอส

ข. เห็ด รา ยีสต์

ค. เห็ด รา ไลเคน

ง. เห็ด ยีสต์ แบคทีเรีย

4. นักเรียนคิดว่าส่วนประกอบใดของเห็ด ที่นิยมนำมาใช้ในการปรุงอาหาร และทำหน้าที่อะไร

ก. fruiting body ทำหน้าที่สร้างสปอร์

ข. hyphae ทำหน้าที่ยึดเกาะกับพื้นดิน

ค. mycelium ทำหน้าที่ย่อยสลายสารพอลิเมอร์ต่าง ๆ

ง. stalk ทำหน้าที่เสริมสร้างความแข็งแรง และยึดลำต้นให้มั่นคง

5. “โมเรล (morel) และทรัฟเฟิล (truffle) เป็นเห็ดที่นิยมรับประทานกันมากในเขตหนาว มีราคาแพง เนื่องจากมีรสชาติอร่อย และไม่สามารถเพาะพันธุ์ได้ ต้องเก็บจากป่าได้ต้นไม้ใหญ่” จากข้อความข้างต้น อยากทราบว่า “โมเรล (morel) และทรัฟเฟิล (truffle)” คือสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรฟังไจ ที่มีลักษณะเป็นแบบใด

ก. เป็นฟังไจที่อาศัยอยู่ร่วมกับรากพืช ถือว่าเป็นไมคอร์ไรซาชนิดหนึ่ง และสร้างดอกเห็ดอยู่ใต้ดิน

ข. เป็นฟังไจที่ดำรงชีวิตแบบปรสิต สามารถดูดกินน้ำเลี้ยงของต้นไม้ใหญ่ในป่าลึกได้เท่านั้น โดยจะเติบโตในพื้นที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์

ค. เป็นฟังไจที่ไม่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ดังนั้นจึงต้องสร้างสปอร์ เพื่อช่วยขยายพันธุ์เพียงอย่างเดียว

ง. เป็นฟังไจที่มีไฮฟาแบบไม่มีเยื่อกัน ทำให้มีโครงสร้างที่ไม่แข็งแรง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้พบเห็ดชนิดนี้ยาก และไม่สามารถขยายพันธุ์ได้

6. เมื่อเปรียบเทียบลักษณะสปอร์ของเห็ด และรา นักเรียนคิดว่าสปอร์ที่มีรูปร่างแบบไหนที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของเห็ดรา และทำไมจึงคิดเช่นนั้น

ก. สปอร์ที่มีรูปร่างคล้ายถุง และมีเป็นจำนวนมาก เพราะสามารถฝังตัวอยู่ในที่ ๆ มีแหล่งชอกชอนได้ดี ทำให้มีการกระจายพันธุ์สูง

ข. สปอร์ที่มีรูปร่างคล้ายกระบอง และมีเป็นจำนวนมาก เพราะสามารถใช้เป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ได้ ซึ่งมีส่วนช่วยในการแพร่กระจายพันธุ์ไปได้ไกล ๆ

ค. สปอร์ที่มีการสร้างแฟลเจลลา และมีเป็นจำนวนมาก เพราะสามารถเคลื่อนที่ได้ และแพร่กระจายพันธุ์ได้ทุกที่

ง. สปอร์ที่มีรูปร่างกลม และมีเป็นจำนวนมาก เพราะสามารถสืบพันธุ์และแพร่กระจายพันธุ์ได้ครั้งละมาก ๆ อีกทั้งยังสามารถกระจายไปได้ไกล

7. ฟังไจเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์เป็นแบบยูคาริโอต ได้อาหารโดยวิธีการ ดูดซึมสารอาหารจากภายนอก ยกเว้น สิ่งมีชีวิตใด

ก. ยีสต์ (yeasts)

ข. เห็ด (mushroom)

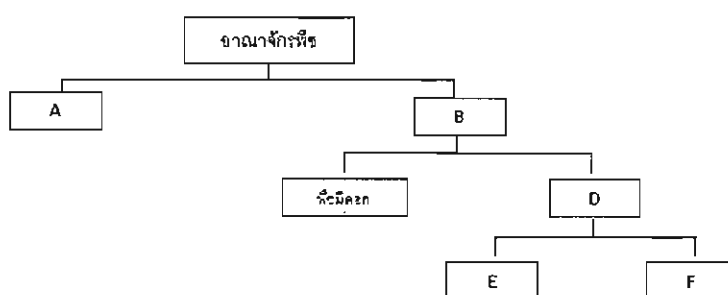
ค. เชื้อรา (mold)

ง. ราเมือก (slime mold)

8. พืชที่มีเซลล์เดียว สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

- ก. นำไปประกอบอาหาร
- ข. นำไปทำขนมปัง และเครื่องดื่มได้
- ค. เป็นปรสิต ทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์
- ง. เป็นเชื้อราที่สามารถนำไปผลิตเป็นยาปฏิชีวนะ

9. ถ้าแผนภาพแสดงการจัดหมวดหมู่พืชแบบไดโคโตมัสคีย์ เป็นดังนี้



พืชในกลุ่ม E และ F แตกต่างกันอย่างไรร

- ก. มีเมล็ดและไร้เมล็ด
- ข. มีระบบรากแก้วและระบบรากฝอย
- ค. มีระบบท่อลำเลียงและไม่มีระบบท่อลำเลียง
- ง. มีการงอกแบบ epigeal และการงอกแบบ hypogaeal

10. พืชในข้อใด มีความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการมากที่สุด

- ก. บัว ข้าวโพด ชบา
- ข. ไคเคน มอส ลิเวอร์เวิร์ต
- ค. สนสองใบ แปะก๊วย เมเปิ้ล
- ง. หญ้าถอดปล้อง ข้าวโพด อ้อย

11. *Amborella trichopoda* จัดว่าเป็นพืชกลุ่มใด

- ก. พืชดอก
- ข. พืชเมล็ดเปลือย
- ค. พืชไร้เมล็ด
- ง. พืชไม่มีท่อลำเลียง

12. ลักษณะสำคัญของพืชพวกจิมโนสเปิร์ม (Gymnosperm) คือ

- ก. เมล็ดพืชไม่มีผนังรังไข่ห่อหุ้ม
- ข. มีใบขนาดเล็กรูปเข็มรวมกันอยู่เป็นกลุ่ม
- ค. มีส่วนที่เป็นราก ลำต้น ใบ และดอกที่แท้จริง
- ง. สร้างโคน (cone) ที่ผลิตสเปิร์มและไข่ภายในต้นเดียวกัน

13. ข้อใด ไม่ใช่ ลักษณะการปรับตัวของพืช เพื่อดำรงชีวิตอยู่บนพื้นดิน

- ก. มีการเรียงตัวของเซลล์โลสที่ผนังเซลล์
- ข. มีรากที่ทำหน้าที่ยึดลำต้นให้ติดอยู่บนพื้นดิน และดูดน้ำ
- ค. มีการสังเคราะห์สารพวกคิวทินที่ปกคลุมผิวของลำต้นและใบ
- ง. มีเนื้อเยื่อที่เป็นหมัน (steriled jacket cells) ล้อมรอบเซลล์สืบพันธุ์

14. พืชชนิดหนึ่งมีลักษณะดังนี้ "เป็นพืชที่มีลักษณะแตกต่างจากพืชเมล็ดเปลือยกุ่มอื่น คือพบเวสเซลในท่อลำเลียงน้ำ และมีลักษณะคล้ายพืชดอกมาก คือ มีกลีบดอก มีใบเลี้ยง 2 ใบ แต่เมล็ดยังไม่มีเปลือกหุ้ม" จากข้อความข้างต้น ควรเป็นพืชในไฟลัมใดชนิดใด

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| ก. Phylum Gnetophyta | ข. Phylum Cycadophyta |
| ค. Phylum Ginkophyta | ง. Phylum Coniferophyta |

15. พืชมีลักษณะที่เหมือนกับฟังไจอย่างไร

- ก. ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลส
- ข. มีการสร้างสปอร์ เพื่อใช้ในการสืบพันธุ์
- ค. มีวัฏจักรชีวิตระยะหนึ่งที่ดำรงชีวิตเป็นปรสิตร
- ง. มีเอ็มบริโอซึ่งเป็นระยะที่มีการเจริญเติบโตหลังการปฏิสนธิของไซโกต

16. ข้อใดสัมพันธ์กันมากที่สุด

- | | |
|-----------------------|-------------|
| ก. Phylum Cycadophyta | ปรงป่า |
| ข. Phylum Hepatophyta | ฮอว์นเวิร์ท |
| ค. Phylum Pterophyta | กระเทียมน้ำ |
| ง. Phylum Bryophyta | สนสองใบ |

17. ถ้านำพืชที่ไม่มีท่อลำเลียงไปปลูกในทะเลทราย นักเรียนคิดว่าพืชในกลุ่มนี้จะเติบโตได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ก. ได้ เพราะพืชพวกนี้เป็นพืชชั้นต่ำ และมีขนาดเล็ก ทำให้สามารถปรับตัวได้อย่างรวดเร็ว โดยจะมีการกักเก็บน้ำไว้ที่บริเวณใบ

ข. ได้ เพราะเป็นพืชที่ไม่มีท่อลำเลียงที่สามารถสืบพันธุ์ได้ โดยการสร้างสปอร์ เมื่ออยู่ในสภาพที่แห้งแล้งก็สามารถฝักตัว เพื่อรอให้ถึงฤดูฝน แล้วจึงเจริญเติบโตต่อไปได้

ค. ไม่ได้ เพราะพืชในกลุ่มนี้ไม่มีท่อในการลำเลียงน้ำ โดยต้องลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ โดยการแพร่ ดังนั้นจึงพบในสภาพแวดล้อมที่ชื้น

ง. ไม่ได้ เพราะพืชในกลุ่มนี้เป็นพืชชอบน้ำ และมีรากที่แผ่กว้าง เพื่อดูดน้ำและสารอาหารไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ดังนั้นจึงต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ชื้นเท่านั้น

18. พืชชนิดหนึ่งมีลักษณะดังนี้ "มีราก ลำต้น ใบที่แท้จริง ใบอ่อนม้วนแบบ Circinate vernation มีซอร์ส (sorus) อยู่ทางด้านล่างของแผ่นใบ เริ่มมีการแพร่กระจายตั้งแต่ยุคดีโวเนียนจนถึงปัจจุบัน" จากข้อความข้างต้น ควรเป็นพืชชนิดใด

ก. Fern

ข. Equisetum

ค. Psilotum

ง. Gymnosperm

19. นักเรียนคิดว่าการเพิ่มจำนวนของแมลงนั้น ส่งผลดีหรือผลเสียในด้านวิวัฒนาการของพืชดอกอย่างไร

ก. ส่งผลดีต่อการเกิดวิวัฒนาการของพืชดอก เพราะแมลงมีส่วนช่วยในการถ่ายทอละของเรณู

ข. ส่งผลดีต่อการเกิดวิวัฒนาการของพืชดอก เพราะแมลงมีส่วนช่วยในย่อยสลายสารอาหารที่อยู่ในดิน

ค. ส่งผลเสียต่อการเกิดวิวัฒนาการของพืชดอก เพราะแมลงเป็นสัตว์ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับพืชดอกอยู่แล้ว

ง. ส่งผลเสียต่อการเกิดวิวัฒนาการของพืชดอก เพราะแมลงชอบกัดกินพืชดอก ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อพืชดอกมากกว่าจะส่งผลดี

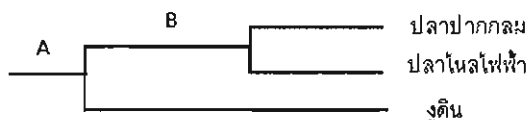
20. “ลิงไม่มีหางเป็นไพรเมตที่มีวิวัฒนาการใกล้เคียงมนุษย์มากที่สุด” จากข้อความนี้ ข้อใดมีเหตุผลตรงกับข้อความนี้มากที่สุด

- ก. เพราะลิงไม่มีหางมีลักษณะพันที่คล้ายคลึงกับมนุษย์ยุคปัจจุบัน
- ข. เพราะลิงมีหน้าตาเหมือนมนุษย์ จนมีคำกล่าวที่ว่า “หน้าเหมือนลิง”
- ค. เพราะลิงมีหางมีพัฒนาการทางสมองและสมองมีรอยหยักคล้ายมนุษย์
- ง. เพราะลิงโลกใหม่สามารถยืนด้วยขาสองขาได้ และไม่สามารถใช้หางห้อยโหนได้

21. สัตว์กลุ่มที่มีตัวอ่อนลอกคราบได้ มีวิวัฒนาการมาจากสัตว์กลุ่มใด

- ก. สัตว์ที่มีสมมาตรด้านข้าง
- ข. สัตว์ที่ไม่มีเนื้อเยื่อแท้จริง
- ค. สัตว์ที่มีตัวอ่อนแบบ trochophore
- ง. สัตว์ที่มีช่องปากแบบ protostomia

22. ข้อใดเป็นไปไม่ได้สำหรับเกณฑ์ A และ B ตามลำดับ



- ก. มีเกล็ด เป็นปรีลิต
- ข. มีเหงือก มีแผ่นปิดเหงือก
- ค. จำนวนห้องหัวใจ มีคืบคู้
- ง. metamorphosis กระดูกแข็ง

23. อาณาจักรสัตว์แบ่งเป็นกี่ไฟลัม

- ก. 7 ไฟลัม
- ข. 8 ไฟลัม
- ค. 9 ไฟลัม
- ง. 10 ไฟลัม

24. ไฟลัม Platyhelminthes มีระบบประสาทแบบใด

- ก. ไม่มีระบบประสาท
- ข. ระบบประสาทแบบวงแหวน (Nervering)
- ค. ร่างแห (nerve net)
- ง. มีปมประสาทสมอง (cerebral ganglia)

25. พลาณาเรียมีลักษณะใดที่คล้ายคลึงกับไฮดรา

ก. มีเนื้อเยื่อสามชั้น

ข. มีช่องกึ่งไฮดราสคิคลาร์

ค. มีช่องลำตัว (Coelom) แบบเดียวกัน

ง. สมมาตรร่างกายเหมือนกัน

26. จากคำกล่าวที่ว่า "สัตว์ดำรงชีวิตเป็นผู้ล่าในระบบนิเวศได้อย่างมีประสิทธิภาพ" นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

ก. ไม่เห็นด้วย เพราะสัตว์มีขนาดลำตัวที่ใหญ่ และยังมีอำพรางตัวในสิ่งแวดล้อมได้ยาก ทำให้สัตว์ดำรงชีวิตเป็นผู้ถูกล่ามากกว่าผู้ล่า

ข. ไม่เห็นด้วย เพราะสัตว์ยังไม่ค่อยตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่างได้ดีเท่าที่ควร และไม่สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างคล่องแคล่ว เพราะมีน้ำหนักตัวสูงและการรับภาพยังไม่ค่อยพัฒนา

ค. เห็นด้วย เพราะสัตว์มีขนาดลำตัวที่เล็ก เปรี้ยว และสามารถอำพรางตัวในสิ่งแวดล้อมได้ง่าย ทำให้สัตว์สามารถดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ง. เห็นด้วย เพราะสัตว์มีการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ดีสามารถเคลื่อนไหวโดยการทำงานร่วมกันของเนื้อเยื่อประสาทและกล้ามเนื้อได้ดี

27. โครงสร้างในข้อใด ส่งผลให้แมลงมีความหลากหลายทางชีวภาพบนบกมากที่สุด

ก. ปีก

ข. หนวด

ค. ท่อลม

ง. ปล้องลำตัว

28. สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ "สมมาตรร่างกายเป็นแบบผ่าซีก มีกระดูกสันหลัง มีหัวใจ 2 ห้อง โครงร่างกายส่วนใหญ่เป็นกระดูกแข็ง ระบบทางเดินอาหารสมบูรณ์ ใช้เหงือกช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส" จากลักษณะข้างต้น ตรงกับสิ่งมีชีวิตในข้อใด

ก. ม้าน้ำ ฉลาม กระเบน

ข. ปลากระพง กระเบน โลมา

ค. ม้าน้ำ ปลาการ์ตูน ปลาหมอสี่

ง. ฉลาม ปลากระพง ปลาหมอสี่

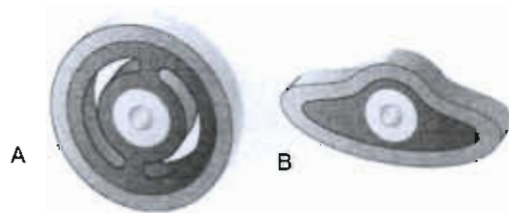
29.



จากรูป สิ่งมีชีวิตที่เห็นในภาพ ควรจัดอยู่ใน Class ใดได้บ้าง

- ก. Class Aves, Class Mammalia, Class Reptilia
- ข. Class Aves, Class Reptilia, Class Turbellaria
- ค. Class Mammalia, Class Osteichthyes, Class Amphibia
- ง. Class Turbellaria, Class Amphibia, Class Osteichthyes

30. สิ่งมีชีวิตในข้อใดมี coelom สอดคล้องกับภาพ A และ B ตามลำดับ



- ก. ปลิงทะเล และไฮดรา
- ข. หมึกกล้วย และพยาธิไส้เ็น
- ค. ปลาปักเป้า และพยาธิใบไม้ตับ
- ง. พยาธิใบไม้ในเลือด และพยาธิไส้เดือนตัวกลม

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

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

แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ นามสกุล

เลขที่ ชั้น ม. 4/

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2557

โรงเรียนระยองวิทยาคม

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
ลงในกระดาษคำตอบ
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
3. ใช้เวลาในการทดสอบ 30 นาที

สถานการณ์ที่ 1 จงใช้บทความต่อไปนี้ ตอบคำถาม ข้อที่ 1-3

เมื่อน้ำทะเลรอบเกาะฮ่องกงเปลี่ยนจากสีครามเป็นสีแดง ส่งผลให้ ปลา กุ้ง ปู หอย ตาย ทางรัฐบาลฮ่องกงจึงได้ออกประกาศเตือน ให้หลีกเลี่ยงการบริโภคปลาทะเล และประกาศปิดชายหาดสำคัญ 5 แห่ง แต่หลังจากนั้นไม่นานน้ำทะเลสีแดงก็ไปถึงชายฝั่งทาง ตอนใต้ของประเทศจีน เหตุการณ์ทั้งหมดนี้เป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า ปรากฏการณ์ ซึ่ปลาวาฬ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดจากการเพิ่มจำนวนประชากรอย่าง มหาศาลของสาหร่ายเซลล์เดียวในทะเล หรือที่รู้จักกันดีว่าเป็น algae bloom จึงทำให้เห็น น้ำทะเลกลายเป็นสีแดง

1. ข้อใดคือปัญหาสำคัญที่สุดที่ทางรัฐบาลฮ่องกงต้องออกประกาศเตือนประชาชน
 - ก. สภาพน้ำทะเลที่เน่าเสีย
 - ข. การตายของสัตว์ทะเลอย่างมหาศาล
 - ค. การประกาศปิดชายหาดสำคัญ 5 แห่ง
 - ง. สาหร่ายเซลล์เดียวเพิ่มจำนวนประชากรอย่างมหาศาล
2. ถ้านักเรียนเจอน้ำทะเลกลายเป็นสีแดงที่บริเวณอ่าวไทย นักเรียนคิดว่าจากเหตุการณ์นี้ พหุจะอนุมานได้หรือไม่ว่าเป็นปรากฏการณ์ซึ่ปลาวาฬ เพราะเหตุใด
 - ก. ได้ เพราะเป็นปรากฏการณ์ที่น้ำทะเลจะต้องเปลี่ยนจากสีครามเป็นสีแดงเท่านั้น
 - ข. ได้ เพราะบริเวณอ่าวไทยเป็นเขตติดต่อกับทะเลจีนใต้ สาหร่ายอาจจะเจริญเติบโต และแพร่กระจายมาถึงบริเวณอ่าวไทย
 - ค. ไม่ได้ เพราะอาจเกิดจากสาเหตุอื่น เช่น การปล่อยของเสียลงสู่ทะเล ซึ่งพื้นที่บริเวณ อ่าวไทยนั้น ส่วนมากเป็นเขตอุตสาหกรรม
 - ง. ไม่ได้ เพราะสาหร่ายเซลล์เดียวจะไม่เจริญเติบโตที่อ่าวไทย เนื่องจากมีแหล่งอาหาร อุดหนุน ระดับความเค็ม ที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเซลล์เดียว

3. ทำไมทางรัฐบาลจึงออกประกาศไม่ให้นำประทานอาหารทะเล

ก. เนื่องจากกลัวประชาชนจะไปแย่งจับสัตว์ทะเล เพราะสัตว์ทะเลได้ตายลงเป็น
อย่างมาก ทำให้สามารถเก็บไปขายได้อย่างง่ายดาย

ข. เนื่องจากกลัวว่าประชาชนจะได้รับอันตรายจากการรับประทานอาหารทะเล ซึ่งได้กิน
สำหรับเซลล์ที่มีพิษเข้าไป

ค. เนื่องจากปรากฏการณ์นี้เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ไม่สามารถควบคุมได้
ดังนั้นจึงต้องกันประชาชนออกจากพื้นที่ให้เร็วที่สุด เพื่อป้องกันอันตราย

ง. เนื่องจากทางรัฐบาลกลัวเสียภาพลักษณ์ทะเลที่สวยงามจากสายตานักท่องเที่ยว
ดังนั้นจึงต้องออกประกาศเตือนไม่ให้ผู้ใดเข้ามาใกล้ทะเลแถบนี้

สถานการณ์ที่ 2 จงอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อที่ 4-6

ท่ามกลางสังคมที่เร่งรีบในปัจจุบันจะมีสักกี่ครัวเรือนที่ปรุงอาหารกินเอง และเลือกใช้
ผักปลอดสารพิษ หรือรู้วิธีการล้างผักผลไม้ เพื่อลดสารตกค้างจากยาฆ่าแมลงอย่างถูกวิธี
และที่สำคัญเวลากินอาหารนอกบ้าน เคยสนใจกันบ้างหรือไม่ว่าผักผลไม้ที่กำลังรับประทาน
อยู่นั้น มียาฆ่าแมลงตกค้างอยู่มากน้อยเพียงใด

ในบรรดายาปราบศัตรูพืชหรือยาฆ่าแมลงที่มีมากมายหลายประเภทนั้น เจ้าตัวร้าย
ที่มีรายงานว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดมะเร็ง คือเจ้าสารออร์กาโนฟอสเฟต จากงานวิจัย
ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ พบว่าการใช้และการสัมผัสยาฆ่าแมลงมีความสัมพันธ์กับ
การเกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลัน มะเร็งสมอง และมะเร็งต่อมน้ำเหลือง ที่น่าเป็นห่วงก็คือ
เด็กมีความเสี่ยงในการพบสารตกค้างในร่างกายได้สูงกว่าผู้ใหญ่

4. ข้อใดคือผลเสียของยาฆ่าแมลงที่ส่งผลต่อมนุษย์ที่สำคัญที่สุด

ก. เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

ข. ก่อให้เกิดมะเร็งต่อผู้บริโภค

ค. เกิดปัญหาการดื้อยาต่อผู้บริโภค

ง. ยาฆ่าแมลงจะไปตกค้างในร่างกายของผู้บริโภค

5. จากบทความข้างต้น ถ้านักเรียนเป็นผู้บริโภคนักเรียนจะแก้ปัญหาได้อย่างไร
- ไม่รับประทานอาหารนอกบ้าน
 - เลือกรับประทานผักผลไม้ที่สดใหม่
 - เลือกรับประทานเฉพาะผักปลอดสารพิษ
 - ใช้ยาฆ่าแมลงที่ไม่ใช่สารประเภทออร์กาโนฟอสเฟต
6. จากข้อความที่กล่าวว่า “การใช้และการสัมผัสยาฆ่าแมลงมีความสัมพันธ์กับการเกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวเฉียบพลัน มะเร็งสมอง และมะเร็งต่อมน้ำเหลือง” ผู้กล่าวข้อความนี้อาศัยหลักการใด
- มนุษย์รับประทานผักผลไม้ที่มียาฆ่าแมลงตกค้างอยู่
 - การใช้และการสัมผัสยาฆ่าแมลง ทำให้ร่างกายสูญเสียสมดุล
 - การใช้และการสัมผัสยาฆ่าแมลง ทำให้เกิดสารพิษตกค้างในผักผลไม้
 - การใช้และการสัมผัสยาฆ่าแมลง ทำให้เกิดสารพิษตกค้างในร่างกายของผู้บริโภค

สถานการณ์ที่ 3 จงอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อที่ 7–9

ในธรรมชาติรอยโค้งโค้งงอ เกิดจากแผ่นเปลือกโลก 2 แผ่นเคลื่อนที่ชนกัน จากแรงดันมหาศาล ทำให้ชั้นหินตรงบริเวณที่เป็นแผ่นเปลือกโลกชนกัน แล้วเกิดการคดโค้งงอขึ้น รอยโค้งนี้ไม่ได้เกิดขึ้นทันที แต่จะต้องใช้เวลาเป็นพันปีและจะต้องได้รับพลังงานอย่างต่อเนื่อง

7. ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการคดโค้ง โค้งงอของเปลือกโลก
- แรงดันธรรมชาติ
 - ความร้อนภายในโลก
 - การสะสมพลังงานหลายพันปี
 - แผ่นเปลือกโลกทั้งสองแผ่นเคลื่อนที่ชนกัน
8. เพราะเหตุใดแผ่นเปลือกโลกจึงเคลื่อนที่ได้
- เพราะภายใต้แผ่นเปลือกโลกมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา
 - เพราะเกิดจากการทดลองชิปนาดูธ ซึ่งมีการทดลองยิงเข้าไปในชั้นแกนโลก
 - เพราะภายใต้แผ่นเปลือกโลก ยังมีการเคลื่อนที่ของของเหลวร้อนอยู่ภายใน
 - เพราะเกิดจากสภาวะโลกร้อน น้ำแข็งขั้วโลกละลาย และการตัดไม้ทำลายป่า ทำให้สภาวะแวดล้อมผันแปร

9. การคาดโค้งโค้งงอของแผ่นเปลือกโลก มีหลักการสำคัญอย่างไร

- ก. ขึ้นอยู่กับแรงดันของแผ่นเปลือกโลก
- ข. เกิดขึ้นทันทีหลังการชนของเปลือกโลก
- ค. เกิดขึ้นเมื่อแผ่นเปลือกโลก 2 แผ่น มีแรงดันไม่เท่ากัน
- ง. ใช้เวลาเป็นพันปีหลังการชนกันของเปลือกโลก โดยและจะต้องได้รับพลังงานอย่างต่อเนื่อง

สถานการณ์ที่ 4 จงอ่านบทความความความต่อไปนี แล้วตอบคำถาม ข้อที่ 10-13

มนุษย์สามารถว่ายน้ำในน้ำเชื่อมได้เร็วกว่าในน้ำธรรมดาจริงหรือ?

ถ้าพูดถึงน้ำเชื่อมเราก็ต้องนึกถึงความหวานชื่นใจของมัน แต่นอกจากความหวานชื่นใจแล้วยังมีอะไรพิเศษกว่านั้นอีกมากมาย

ศาสตราจารย์เอ็ดเวิร์ด คัทเลอร์ และไบรอัน เกตเทิลฟิงเกอร์ จากมหาวิทยาลัยมินเนโซตา ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เกิดข้อสงสัยว่า "มนุษย์จะสามารถว่ายน้ำในน้ำเชื่อมได้เร็วกว่าในน้ำธรรมดาหรือไม่" ซึ่งสมมติฐานนี้ทำให้เกตเทิลฟิงเกอร์ลุกขึ้นมาคิดค้นวิธีเพิ่มความเร็วในการว่ายน้ำ ขณะซ้อมว่ายน้ำเพื่อเข้าแข่งโอลิมปิก ทั้งคู่เตรียมการทดลอง โดยใช้สระว่ายน้ำขนาด 25 หลา จำนวน 2 สระในมหาวิทยาลัย จากนั้นพวกเขาก็ต้องการน้ำเชื่อมจากข้าวโพดผสมกับน้ำจำนวน 20 คันทร เพื่อนำมาเติมลงไปในสระ แต่ทางเทศบาลเมืองก็แจ้งว่าพวกเขาจะต้องจ่าย 20,000 เหรียญ ถ้าหากปล่อยน้ำเชื่อมจำนวนมากขนาดนั้นเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ทำให้แผนการทดลองของทั้งสอง เป็นอันต้องล้มเลิกไป แต่ความพยายามของทั้งคู่ยังไม่จบลงง่าย ๆ พวกเขาควนแป้งมัน 310 กิโลกรัมจนเหนียวหนึบลงในสระว่ายน้ำ "พอเช้าวันรุ่งขึ้นเราตื่นมาดู มันดูน่าเกลียดมาก เพราะทั้งสระเต็มเหมือนไปด้วยน้ำมูกใส ๆ" คัทเลอร์เล่าถึงความพยายามสร้างการทดลองนี้ขึ้นมา แม้สระว่ายน้ำที่มีแป้งมันเหนียว ๆ จะมีหน้าตาไม่น่าดูก็ตาม แต่ก็ไม่ทำให้ความพยายามของอาสาสมัครทั้ง 16 รายย่อท้อ อาสาสมัครทุกคนจะต้องลงว่ายน้ำทั้ง 2 สระ เพื่อเปรียบเทียบ โดยหลังจากว่ายน้ำในสระน้ำเหนียว ๆ แล้ว พวกเขาจะต้องไปอาบน้ำทำความสะอาดตัว และลงว่ายน้ำต่อในสระน้ำธรรมดาจากการจับเวลาและเปรียบเทียบอาสาสมัครทุกคน พบว่า ของเหลวที่มีความหนาแน่นกว่าช่วยเพิ่มพลังในการจ้วงว่ายน้ำแต่ละช่วงแขน ซึ่งทำให้แรงในการลากลำตัวพุ่งหน้าในน้ำไปข้างหน้าเพิ่มมากขึ้น

จากการปัญหาที่แปลกประหลาด จนนำไปสู่การทดลองแล้วได้ผลงานวิจัยออกมา ทำให้ในปี ค.ศ. 2005 เขาทั้งสองได้รับรางวัล Ig Nobel Prize ซึ่งเป็นรางวัลที่ให้สำหรับผู้มีงานวิจัยที่มีไอเดียบรรเจิด (ที่ไม่สามารถเกิดได้) มาครอบครอง

10. บทความข้างต้นต้องการกล่าวถึงอะไร

- ก. งานวิจัยที่ต้องใช้เงินทุนมาก
- ข. การทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
- ค. งานวิจัยที่มีไอเดียบรรเจิดบรรเจิด(ที่ไม่สามารถเกิดได้)
- ง. การทดลองของทางวิทยาศาสตร์ที่จะสามารถนำไปใช้ได้จริงในการแข่งขันโอลิมปิก

11. ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์แล้วได้ทำการทดลองนี้ นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้คิดปัญหานี้ขึ้นมา

- ก. เพราะได้รับเงินทุนสนับสนุนงานวิจัยจากหลายฝ่ายๆ โดยเฉพาะทางเจ้าของรางวัล
- ข. เพราะต้องการคิดหาวิธีว่ายน้ำได้เร็วขึ้น เนื่องจากกำลังจะไปลงแข่งขันว่ายน้ำ

โอลิมปิก

ค. เพราะต้องการตรวจสอบข้อเท็จจริงที่ว่ามนุษย์สามารถว่ายน้ำในน้ำเชื่อมได้เร็วกว่าในน้ำธรรมดาจริงหรือ

ง. เพราะเป็นข้อสงสัยที่มีความแปลกและแตกต่าง สามารถที่จะนำผลการทดลองนี้ไปช่วยผู้คนได้มากมาย

12. จากบทความข้างต้นข้อมูลใด ที่แสดงให้เห็นว่าเป็นข้อสรุปของผลการทดลองนี้

- ก. ของเหลวที่มีความหนาแน่นกว่าจะช่วยเพิ่มพลังในการจ้วงว่ายน้ำ
- ข. น้ำเปล่าจะสามารถเพิ่มแรงดันในการเคลื่อนที่ว่ายน้ำได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น
- ค. ของเหลวที่มีความหนาแน่นจะทำให้เกิดแรงฝืด ทำให้ไม่สามารถว่ายน้ำได้เร็วนัก
- ง. ของเหลวที่มีความหนาแน่นจะช่วยเพิ่มแรงดันภายในร่างกาย ทำให้ร่างกายเคลื่อนที่

ไปได้ไว

สถานการณ์ที่ 5 จงอ่านบทความความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อที่ 13-15

ดีเอ็นเอ (DNA)

ดีเอ็นเอ (DNA) เป็นชื่อย่อของสารพันธุกรรม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า กรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (Deoxyribonucleic acid) พบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ได้แก่ คน สัตว์ พืช เชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส เป็นต้น ดีเอ็นเอบรรจุข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดไว้ ซึ่งมีลักษณะที่ผสมผสานมาจากสิ่งมีชีวิตรุ่นก่อน ซึ่งก็คือพ่อและแม่ และสามารถถ่ายทอดไปยังสิ่งมีชีวิตรุ่นถัดไป ซึ่งก็คือ ลูกหลาน ดีเอ็นเอ มีรูปร่างเป็นเกลียวคู่ คล้ายบันไดลิงที่บิดตัวเวียนขวา ขาของบันไดแต่ละข้างก็คือการเรียงตัวของนิวคลีโอไทด์ และเบสของนิวคลีโอไทด์ มีอยู่ 4 ชนิด ได้แก่ อะดีนีน (adenine, A), ไทมีน (thymine, T), ไซโทซีน (cytosine, C), และกวานีน (guanine, G) ขาของบันไดทั้งสองข้างหรือนิวคลีโอไทด์จะถูกเชื่อมด้วยเบส โดยที่ A จะเชื่อมกับ T และ C จะเชื่อมกับ G เท่านั้น (ในกรณีของดีเอ็นเอ) และข้อมูลทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ เกิดขึ้นจากการเรียงลำดับของเบสในดีเอ็นเอนั้นเอง ผู้ค้นพบดีเอ็นเอ คือ ฟรیدริช มีเชอร์ ในปี พ.ศ. 2496 เจมส์ ดี. วัตสัน และฟรานซิส คริก เป็นผู้เสนอโครงสร้างของดีเอ็นเอ และนับเป็นจุดเริ่มต้นเข้าสู่ยุคพันธุวิศวกรรมและมีประโยชน์อย่างมากมาใช้ในการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่วัตถุดิบและสินค้าในเชิงพาณิชย์

ที่มา วารสารวิทยาศาสตร์ หน้า 66 ปีที่ 67 ฉบับที่ 5 กันยายน-ตุลาคม 2556

โดย ผศ.ดร. สุรพงษ์ พิณีจกลาง

13. จากบทความข้างต้น สารสำคัญของบทความนี้คืออะไร

ก. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างของดีเอ็นเอ (DNA)

ข. ผู้ค้นพบดีเอ็นเอคนแรก คือ ฟรیدริช มีเชอร์

ค. ดีเอ็นเอ (DNA) เป็นชื่อย่อของสารพันธุกรรม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่ากรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก

ง. ข้อมูลทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ เกิดขึ้นจากการเรียงลำดับของเบสบนดีเอ็นเอ

14. จากบทความข้างต้น ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. ดีเอ็นเอมีลักษณะคล้ายบันไดเวียน
- ข. ดีเอ็นเอเกิดจากพันธะไฮโดรเจนจะจับกันระหว่างเบสคู่สม
- ค. ดีเอ็นเอเกิดจากสายพอลินิวคลีโอไทด์ สองสายเรียงสลับทิศกัน
- ง. ดีเอ็นเอเกิดจากเบสอะดีนีน และเบสไทมีนจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจนสามพันธะ

15. จากคำกล่าวที่ว่า “หน้าเหมือนกันอย่างกับแกะ” นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าผู้คิดคำนี้ใช้หลักการใด

- ก. เพราะทั้งสองคนจะต้องมีความเกี่ยวพันกันเป็นญาติพี่น้องกันอย่างแน่นอน
- ข. เพราะการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจะสามารถถ่ายทอดไปให้แต่รุ่นลูกเท่านั้น
- ค. เพราะลักษณะทางพันธุกรรมต่างๆ จะสามารถมองเห็นได้อย่างเด่นชัดในรุ่นลูก
- ง. เพราะลักษณะต่างๆ สามารถถ่ายทอดได้จากลักษณะทางพันธุกรรมที่บรรพบุรุษ

ดีเอ็นเอ

สถานการณ์ที่ 6 จงอ่านบทความความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อที่ 16-18

น้ำมะพร้าว

เมื่อเราเจาะหรือผ่าครึ่งผลมะพร้าว ภายในจะพบน้ำซึ่งมีลักษณะใส รสชาติหวานมันนิด ๆ ในระยะเริ่มแรกของพัฒนาการมะพร้าวจะทำหน้าที่เป็นสารหล่อเลี้ยงสเปิร์ม ซึ่งได้แก่เนื้อเยื่อที่อยู่รอบ ๆ ต้นอ่อนในเมล็ด โดยเป็นแหล่งสะสมอาหารสำหรับไว้เลี้ยงต้นอ่อนในระหว่างช่วงพัฒนา และเมื่อเวลาผ่านไป ต้นอ่อนเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง จนแทงทะลุเปลือกออกมาด้านนอก โดยทั่วไปมะพร้าวอ่อนมักจะมีปริมาณน้ำมากกว่ามะพร้าวแก่ โดยเนื้อมะพร้าวจะเข้ามาแทนที่น้ำมะพร้าวเมื่อลูกมะพร้าวเริ่มโตขึ้นเรื่อย ๆ น้ำมะพร้าวที่เหมาะสมสำหรับดื่มควรมาจากผลมะพร้าวที่ยังมีอายุอ่อนประมาณห้าถึงเจ็ดเดือน และมีเปลือกสีเขียว และเมื่อผ่าผลมะพร้าวแล้วควรดื่มให้หมดทันที เพื่อให้ได้น้ำมะพร้าวสดที่มีคุณค่าสารอาหารครบถ้วน และรสชาติหวานอร่อย การสัมผัสอากาศเป็นสาเหตุทำให้สารอาหารสำคัญในน้ำมะพร้าวสูญเสียไป

โดยปกติมะพร้าวหนึ่งผลผลิตน้ำมะพร้าวได้ประมาณ 325 มิลลิลิตร น้ำมะพร้าวอุดมไปด้วยวิตามิน เกลือแร่ และสารอาหารหลายชนิด สารสำคัญที่พบในน้ำมะพร้าว ได้แก่ กรดลอริก, คลอไรด์, และธาตุเหล็ก นอกจากนี้ในน้ำมะพร้าวยังประกอบด้วยสารอิเล็กโทรไลต์ที่สำคัญหลายชนิด เช่น โพแทสเซียม, แมกนีเซียม, แคลเซียม, โซเดียม และฟอสฟอรัส เป็นต้น

สารอิเล็กโทรไลต์ซึ่งถูกยกให้เป็นพระเอกตัวเก่งที่มาแรงและเด่นกว่าใครเพื่อน ได้แก่ โปแทสเซียม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปแทสเซียมในกล้วยหนึ่งผลกับในน้ำมะพร้าว พบว่า น้ำมะพร้าวมีปริมาณโปแทสเซียมสูงมากกว่ากล้วยเกือบเท่าตัว โดยกล้วยมีโปแทสเซียมเฉลี่ย ประมาณ 378 มิลลิกรัม ในขณะที่น้ำมะพร้าวมีปริมาณโปแทสเซียมสูงถึง 733 มิลลิกรัม

ที่มา นิตยสาร UpDATE ฉบับที่ 307 เดือนพฤษภาคม 2556 หน้า 28
โดย ประทานพร บทความพิเศษ

16. สาระสำคัญของบทความนี้คืออะไร

- ก. การเจริญเติบโตของมะพร้าว
- ข. น้ำมะพร้าวมีประโยชน์นานับประการ
- ค. วิธีการเลือกรับประทานมะพร้าวอย่างถูกวิธี
- ง. น้ำมะพร้าวอร่อย และมีคุณค่ามากมายมหาศาล สามารถใช้ดื่มแทนการทานข้าวได้

17. จากบทความข้างต้น ข้อความใดกล่าวถูกต้องที่สุด

- ก. สารอิเล็กโทรไลต์ที่พบในน้ำมะพร้าว ได้แก่ โปแทสเซียม คลอไรด์
- ข. น้ำมะพร้าวที่เหมาะสมสำหรับดื่มควรมาจากผลมะพร้าวที่ยังมีอายุอ่อน

ประมาณสองเดือน

ค. มะพร้าวอ่อนมักจะมีปริมาณน้ำมากกว่ามะพร้าวแก่ เพราะเนื้อมะพร้าวเริ่มเข้ามาแทนที่

ง. น้ำมะพร้าว เมื่อมีการสัมผัสอากาศจะทำให้สารอาหารสำคัญและรสชาติในน้ำมะพร้าวสูญเสียไป

18. เพราะเหตุใดจึงยกให้สารอิเล็กโทรไลต์ที่พบในน้ำมะพร้าวเป็นพระเอก

- ก. เพราะเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ
- ข. เพราะทำให้น้ำมะพร้าวมีรสชาติอร่อย
- ค. เพราะเป็นตัวช่วยรักษาสสมดุลของปฏิกิริยาเคมีภายในร่างกาย
- ง. เพราะเป็นองค์ประกอบของวิตามิน เกลือแร่ และสารอาหารหลายชนิด

สถานการณ์ที่ 7 จงอ่านบทความความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อที่ 19-21

ทำไมแมลงต้องบินรอบแสงไฟ

แมลงที่หากินกลางคืน เช่น ผีเสื้อกลางคืนหรือแมลงเม่า มักมีพฤติกรรมแปลก ๆ ชอบบินเข้าหาแสงไฟ ทำไมถึงเป็นแบบนี้ล่ะ ปกติถ้าแสงไฟส่องมาจากทางไกล ตาทั้งสองข้างของมันจะรับแสงด้วยการเข้าแสงเดียวกัน มันจะกระพือปีกทั้งสองข้างได้เร็วเท่ากัน แต่ถ้าแสงส่องมาจากที่ใกล้ ๆ เช่น จากหลอดไฟบนเพดาน ตาของมันจะรับแสงได้เร็วกว่าอีกข้าง แมลงจึงกระพือปีกข้างหนึ่งเร็วกว่า ทำให้มันบินวนไปวนมาอยู่รอบ ๆ แสงไฟ ออกไปไหนไม่ได้

ที่มา เรื่อง 100 คำถาม เรื่องชวนสงสัย หน้า 21 โดย ภัทราพร พุฒกุล

19. จากบทความข้างต้น สาระสำคัญของบทความนี้คืออะไร

- ก. แมลงส่วนมากชอบบินเข้าหาแสง
- ข. ให้ความรู้เรื่องแมลงที่ออกหากินตอนกลางคืน
- ค. อธิบายความเข้มของแสง ที่มีผลต่อการกระพือปีกของแมลง
- ง. แมลงที่ออกหากินกลางคืน มักจะชอบกระพือปีกข้างหนึ่งได้เร็วกว่าอีกข้างหนึ่ง

20. จากบทความข้างต้น ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

- ก. แมลงที่ออกหากินตอนกลางคืน มักมีหนวดเป็นรูปขนนก
- ข. แมลงที่ออกหากินตอนกลางคืน มักมีการปรับตัวให้สามารถมองเห็นได้ในที่มืด
- ค. แมลงที่ออกหากินตอนกลางคืน มักมีอัตราการกระพือปีกที่รวดเร็ว เพื่อให้สามารถหลบหลีกศัตรูได้

ง. แมลงที่ออกหากินตอนกลางคืน มักมีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว เพื่อความสะดวก

ในการหาอาหาร

21. ข้อใดคือสาเหตุ ที่แมลงชอบบินเข้าหาแสงไฟ

- ก. ตาของแมลงจะรับแสงที่เร็วกว่าอีกข้าง
- ข. ตาทั้งสองข้างของแมลง ไม่สามารถรับแสงจำได้
- ค. ตาทั้งสองข้างของแมลง จะรับแสงด้วยการเข้าแสงเดียวกัน
- ง. แมลงต้องการความอบอุ่นจากแสงไฟ ดังนั้นจึงชอบบินเข้าหาแสงไฟ

สถานการณ์ที่ 8 จงอ่านบทความความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อที่ 22-24

ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) หรือไตรเอซิลกลีเซอรอล (Triacylglycerol) เป็นไขมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันสามโมเลกุลรวมตัวกับกลีเซอรอลหนึ่งโมเลกุล ปัญหาและอันตรายที่เกิดจากโรคไตรกลีเซอไรด์สูงในเลือด ทำให้หลอดเลือดแดงแข็งตัว ถ้าเกิดที่หัวใจจะทำให้เป็นโรคหัวใจขาดเลือด ถ้าเกิดที่สมองจะทำให้เป็นอัมพาต หรือทำให้เกิดอาการร่วม คือ ปวดท้อง ตับโต ม้ามโต และทำให้ระบบประสาททำงานผิดปกติ ปวดข้อ แห้งอาหารที่ทำให้ไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูง ได้แก่ อาหารทุกชนิดที่มีปริมาณไขมันสูง โดยเฉพาะไขมันสัตว์ น้ำตาล อาหารรสหวานจัด ขนมหวานทุกชนิด เนื่องจากร่างกายสามารถนำไปสร้างเป็นไตรกลีเซอไรด์ คนอายุ 30 ปีขึ้นไป ไม่ควรมีค่า triglyceride เกิน 200 mg/dl

22. จากบทความข้างต้น สาระสำคัญของบทความนี้คืออะไร

- ก. ส่วนประกอบของไตรกลีเซอไรด์
- ข. ไตรกลีเซอไรด์ ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ มากมาย
- ค. อาหารทุกชนิด มักมีไตรกลีเซอไรด์เป็นองค์ประกอบ
- ง. เมื่อมีอายุมากขึ้น ไม่ควรบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบเป็นไตรกลีเซอไรด์

23. จากบทความข้างต้น ข้อใดมีความสัมพันธ์กัน**น้อยที่สุด**

- ก. ไตรกลีเซอไรด์ กับขนมไทย
- ข. ไตรกลีเซอไรด์ กับคนสูงอายุ
- ค. ไตรกลีเซอไรด์ กับหลอดเลือดแดง
- ง. ไตรกลีเซอไรด์ กับไขมันที่ละลายในน้ำ

24. ข้อใดคือสาเหตุที่เรา**ไม่ควร**รับประทานอาหารที่มีไขมัน หรืออาหารที่มีรสชาติหวานจัด

- ก. อาหารพวกนี้มีราคาแพง อีกทั้งยังใช้ส่วนผสมที่ไม่มีคุณภาพ
- ข. ไตรกลีเซอไรด์จัดเป็นไขมันที่ร่างกายไม่สามารถเผาผลาญ หรือนำไปใช้ได้เลย
- ค. อาหารที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบ มักเป็นอาหารที่ย่อยยาก
- ง. อาหารที่มีไตรกลีเซอไรด์อยู่เยอะ เมื่อทานมากๆ จะเข้าไปสะสมในร่างกาย ทำให้เป็น

โรคทางระบบประสาท

สถานการณ์ที่ 9 จงอ่านบทความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อที่ 25-27

กลูตาไธโอน (glutathione, GSH) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในพืช สัตว์ เห็ด รา แบคทีเรียและอาร์เคียบางชนิด ทำหน้าที่ป้องกันองค์ประกอบสำคัญของเซลล์ที่เกิดจากออกซิเจนที่ไวต่อปฏิกิริยา (reactive oxygen species) กลูตาไธโอนช่วยให้ต้นขจัดสารพิษออกจากร่างกาย และยังสามารถรักษาโรคมะเร็ง โรคหัวใจ ซ้ออักเสบ โรคพาร์กินสัน โรคตับ โรคไต โรคเอดส์ ภาวะเป็นหมันในเพศชาย และภาวะหูตึงจากเสียงดัง ซึ่งมีผลข้างเคียง คือ ยับยั้งการสังเคราะห์เมลานิน

25. จากบทความข้างต้น สารสำคัญของบทความนี้คืออะไร

- ก. แสดงปฏิกิริยาเคมีของ GSH
- ข. GSH เป็นสารสังเคราะห์
- ค. ประโยชน์และโทษของกลูตาไธโอน
- ง. กลูตาไธโอนสามารถทำให้ขาวได้ เนื่องจากมีผลข้างเคียง คือ ยับยั้งการสังเคราะห์

เมลานิน

26. จากบทความข้างต้น ข้อใดมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด

- ก. GSH กับเห็ดรา
- ข. GSH กับน้ำดีไม่ทำงาน
- ค. GSH กับผิวหนังกระจ่างใส
- ง. GSH กับศัลยกรรมจากประเทศเกาหลี

27. เพราะเหตุใด กลูตาไธโอนถูกนำมาใช้ในวงการเครื่องสำอางอย่างมากมาย

- ก. เพราะเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในพืช
- ข. เพราะมีผลข้างเคียง คือ ยับยั้งการสังเคราะห์เมลานิน
- ค. เพราะมีราคาถูก ปลอดภัย หาซื้อได้ง่ายจากธรรมชาติ
- ง. เพราะมีการวิจัยมาอย่างยาวนาน ทำให้ได้รับความน่าเชื่อถือเป็นอย่างมาก

สถานการณ์ที่ 10 จงอ่านบทความความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อที่ 28-30

ปีศาจทะเลทราย (*Welwitschia mirabilis*) เป็นพืชเขตร้อนโบราณ ไร้ดอก มีถิ่นกำเนิดอยู่ที่ทะเลทรายทางใต้ของประเทศนามิเบีย และแองโกล่า จัดเป็นพืชทะเลทราย ในกลุ่มแคดดัส และมีอายุได้ยาวนานถึง 1,000 ปี ปีศาจทะเลทรายเป็นไม้โบราณเก่าแก่ที่สุดชนิดหนึ่งของโลก นักวิทยาศาสตร์เรียกว่าเป็นหนึ่งในฟอสซิลมีชีวิต ซึ่งก็แสดงให้เห็นว่าปีศาจทะเลทรายไม่ได้เปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะเท่าไรนัก ถึงแม้เวลาจะผ่านมานานนับล้านปี และสืบทอดลูกหลานผ่านกาลเวลาอันยาวนานเรื่อยมา พืชชนิดนี้สามารถอยู่รอดได้ โดยมีการปรับตัวให้มีใบใหญ่โตมโหฬาร เพื่อกักเก็บน้ำจากหมอกและน้ำค้าง เนื่องจากใบของมันมีพื้นที่ขนาดใหญ่ จึงทำให้สะสมน้ำค้างที่กลั่นตัวไว้ได้ในปริมาณมาก

28. จากบทความข้างต้น สารสำคัญของบทความนี้คืออะไร

- ก. สถานที่พบต้นปีศาจทะเลทราย
- ข. วิวัฒนาการของต้นปีศาจทะเลทราย
- ค. ต้นปีศาจทะเลทรายเป็นพืชโบราณที่ใกล้สูญพันธุ์
- ง. การอยู่รอดในธรรมชาติของต้นปีศาจทะเลทราย

29. จากบทความข้างต้น ข้อใดมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด

- ก. โลกร้อน กับทะเลทรายเพิ่มขึ้น
- ข. พืชที่พบในทะเลทราย กับมีอายุยืนที่สุด
- ค. ปริมาณน้ำค้างกับ ขนาดใบที่ใหญ่โต
- ง. ต้นปีศาจทะเลทราย กับปลูกได้เฉพาะในทะเลทรายเท่านั้น

30. ข้อใดคือสาเหตุที่ต้นปีศาจทะเลทราย สามารถเติบโตได้ดีในทะเลทราย

- ก. เกิดการปรับตัว เพื่อให้ทนอยู่ได้แม้จะอยู่ในพื้นที่ที่ไม่มีน้ำ
- ข. ต้นปีศาจทะเลทรายเป็นพืชโบราณที่พบ ในบริเวณทะเลทรายเท่านั้น
- ค. สภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศ มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต
- ง. ในโบราณกาล บริเวณทะเลทรายเคยเป็นแหล่งน้ำมาก่อน ดังนั้นจึงพบต้นปีศาจทะเลทรายเจริญเติบโตในที่นี้ได้

เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

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

แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิชาชีววิทยา

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม

ชื่อ-นามสกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิชาชีววิทยา ชุดนี้มีทั้งหมด 15 ข้อ โดยแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อความเกี่ยวกับชีววิทยาอยู่ทางด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ ระดับความคิดเห็น

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

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด ในการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิชาชีววิทยาฉบับนี้ไม่มีความคิดเห็นใดที่ถูกหรือผิด เพราะเกิดจากความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนและคำตอบของนักเรียน จะไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนทั้งสิ้น

ตัวอย่าง

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	วิชาชีววิทยาเป็นวิชาที่เรียนแล้วเข้าใจได้ยาก			✓		

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	ข้าพเจ้าชอบนำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้ในชีวิตประจำวัน					
2.	ความรู้ทางชีววิทยาส่วนใหญ่ไม่น่าสนใจ					
3.	ในขณะที่เรียนวิชาชีววิทยา ข้าพเจ้ามักจะซักถามหรือตอบคำถามกับครูผู้สอนเกี่ยวกับความรู้ทางชีววิทยาเสมอ					
4.	ถ้าทางโรงเรียนจัดตั้งชมรมชีววิทยาขึ้น ข้าพเจ้าจะไม่เข้าร่วมเป็นสมาชิก					
5.	ข้าพเจ้าอยากใช้เวลาที่จะเรียนวิชาชีววิทยาครั้งต่อไปมาถึงเร็ว ๆ					
6.	ข้าพเจ้าคิดว่าเนื้อหาในหนังสือแบบเรียนชีววิทยามีเนื้อหาน้อย ไม่ครอบคลุมรายละเอียดปลีกย่อย ทำให้ต้องไปศึกษาเพิ่มเติม					
7.	ความรู้ทางวิชาชีววิทยาเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ					
8.	ถ้าทำคะแนนวิชาชีววิทยาในครั้งแรกไม่ค่อยดี ข้าพเจ้าจะพยายามแก้ตัวให้ได้ในการสอบครั้งต่อไป					
9.	วิชาชีววิทยาเป็นวิชาที่มีความสำคัญน้อยมากในชีวิตประจำวัน					
10.	เมื่อมีเวลาว่างข้าพเจ้ามักชมรายการสารคดีที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตอยู่เป็นประจำ					
11.	ข้าพเจ้าไม่ชอบอ่านบทความในหนังสือพิมพ์หรือวารสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านชีววิทยา					
12.	ความรู้ทางชีววิทยาส่วนใหญ่ไม่น่าสนใจ					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
13.	ทุกครั้งที่มีกิจกรรมการตอบคำถามทางชีววิทยา ข้าพเจ้ามักปฏิบัติเสถียรเข้าร่วมแข่งขันทุกครั้ง					
14.	ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อทุกครั้งเมื่อถึงวิชาเรียนชีววิทยา					
15.	เมื่อมีการจัดงานนิทรรศการทางด้านชีววิทยาตาม สถานที่ต่าง ๆ ข้าพเจ้ามักจะไม่ไปเข้าชม					