การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สารนิพนธ์

ของ

ปวีณา ชาลีเครือ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
มีนาคม 2553

การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สารนิพนธ์

ของ

ปวีณา ชาลีเครือ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
มีนาคม 2553

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

บทคัดย่อ

ของ

ปวีณา ชาลีเครือ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
มีนาคม 2553

ปวีณา ชาลีเครือ. (2553). *การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา วัฒนะคีรี.

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) สุ่มมา 1 ห้องเรียน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) เป็นจำนวนนักเรียน 40 คน ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบ ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ แบบแผนการทดลองเป็นแบบ One Group Pretest – Prosttest Design) การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้วิธีทางสถิติ t-test for Dependent Samples

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัด การเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON THE OUTCOME OF LEARNING MANAGEMENT WITH USING CIENCE ACTIVITY PACKAGE OF INTEGRATION OF MATHAYOMSUKSA V UPON SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT AND INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILL

AN ABSTRACT

BY

PAWEENA CHALEEKRUA

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Master of Education Degree in Secondary Education

at Srinakharinwirot University

March 2010

Paweena Chaleekrua. (2553). *A Study on the Outcome of Learning Management with Using Science Activity Package of Integration of Mathayomsuksa V Upon Science Learning Achievement and Integrated Science Process Skill*. Master' s Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School , Srinakharinwirot University. Project Advisor: Prof. Dr. Chutima Wattanakeeree.

The purposes of this research was to study on the out of learning management with using science activity package of integration of Mathayomsuksa V upon science learning achievement and integrated science process skill.

The sample group used in the study was 40 Mathayomsuksa V student of Mathayomprachaniwet, Chatujak District, Bangkok; during the 2nd semester of academic year 2009. They were the experimental group which was taught through the science activity package of integration. This study was used with the One Group Pretest – Posttest Design. The data analysis used t-test for dependent samples.

The results of this study indicated that

1. The student taught by science activity package of integration, the scientific achievement was higher than before and significant at the level .01

2. The student taught by science activity package of integration, integrated science process skill was higher than before and significant at the level .01

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดีเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา ศรีบางพลี กรรมการสอบสารนิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำแนะนำในการจัดทำ งานวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อันเป็นประโยชน์ยิ่ง สำหรับงานวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ในการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา และขอกราบผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการและคณะครู ตลอดจนถึงนักเรียนโรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำกิจกรรมต่างๆ ในกาทดลอง เพื่อเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ญาติพี่น้องทุกท่าน และพี่ๆ เพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์) ทุกคนที่มีส่วนในการแนะนำและให้กำลังใจเสมอมา ผู้วิจัยจักระลึกถึงพระคุณของทุกท่านตลอดไป

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา ที่ได้ เลี้ยงดู สั่งสอน อบรม ให้ผู้วิจัยได้รับการศึกษาที่ดี และคุณค่าและประโยชน์ใดๆ จากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา-มารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้เมตตา กรุณา ให้กำลังใจและให้ความอนุเคราะห์แก่ผู้วิจัยเสมอมา

ปวีณา ชาลีเครือ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
	ความสำคัญของการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	3
	ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	3
	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	3
	ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	4
	เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	4
	ตัวแปรที่ศึกษา	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	4
	กรอบแนวความคิดการวิจัย	6
	สมมติฐานในการวิจัย	7
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	8
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการ	8
	ความหมายของการบูรณาการ	8
	ลักษณะสำคัญของการบูรณาการ	9
	ความสำคัญของการสอนแบบบูรณาการ	10
	รูปแบบของการบูรณาการ	11
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ	12
	ความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์	12
	ประเภทของชุดกิจกรรม	13
	จิตวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในชุดกิจกรรม	15
	ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม	16
	ประโยชน์ของชุดกิจกรรม	19
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	19
	ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	19
	การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	21

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

2 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 25
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 25
ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 26
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 30

3 วิธีดำเนินการวิจัย 33
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง 33
ประชากร 33
กลุ่มตัวอย่าง 33
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 33
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 33
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 34
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 40
วิธีการดำเนินการทดลอง 43
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ 47
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 47

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 51
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 51
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 51

5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 54
ความมุ่งหมายของการวิจัย 54
สมมติฐานในการวิจัย 54
วิธีการดำเนินการวิจัย 54
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย 55

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

5 (ต่อ)

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย 55
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 55
วิธีดำเนินการทดลอง 55
การวิเคราะห์ข้อมูล 56
สรุปผลการวิจัย 56
อภิปรายผลการวิจัย 68
ข้อเสนอแนะ 59

บรรณานุกรม 60

ภาคผนวก 66
ภาคผนวก ก 67
ภาคผนวก ข 69
ภาคผนวก ค 84
ภาคผนวก ง 88
ภาคผนวก จ 94
ภาคผนวก ฉ 99

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์ 167

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 แบบแผนการทดลอง 34
2 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมที่บ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 43
3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียน 52
4 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียน 53
5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ 85
6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 86
7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 87
8 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (R) และค่าความเชื่อมั่นของ (R_{TT}) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 89
9 แสดงคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ 90
10 ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ 92
11 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ 95
12 แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ 97

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 กรอบแนวคิดการวิจัย 6
2 แสดงวิธีวิเคราะห์ระบบในการสร้างชุดกิจกรรม 18

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 กำหนดแนวทางในการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่า ผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษา ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ ต้องเน้นทั้งความรู้ คุณธรรม และกระบวนการเรียนรู้ โดยจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน และความแตกต่างระหว่างบุคคล รวมทั้งฝึกทักษะ กระบวนการคิด ประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและแก้ปัญหา การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใดนั้น กระบวนการเรียนรู้มีความสำคัญมากกว่าองค์ความรู้ มนุษย์จะมีความรู้เดิมอยู่ส่วนหนึ่ง เมื่อรวมกับสิ่งที่พบเห็นใหม่ก็จะเป็นความรู้ใหม่ การเรียนรู้คือ สิ่งที่ตกผลึกอยู่ในตัวผู้เรียน กระบวนการเรียนรู้ต้องยึดธรรมชาติของผู้เรียน

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม นอกจากนี้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยมนุษย์เข้าใจธรรมชาติ ทำให้มนุษย์สามารถพัฒนาวิธีคิดและนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ที่เป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต และได้ถูกบรรจุให้มีการเรียนการสอน ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา โดยมุ่งเน้นให้ทุกคนได้รับการศึกษาอย่างเพียงพอที่จะนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้อย่างมีคุณภาพ สามารถวินิจฉัยและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้เข้ากับสถานการณ์ในปัจจุบัน แต่ยังคงมีอุปสรรคอีกมากมายนั้นคือ ผู้เรียนส่วนใหญ่ขาดความสามารถในด้านการนำความรู้ที่ได้ศึกษาไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือนำไปใช้ในทางที่ไม่ถูกต้องเท่าใดนัก ทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจนัก ดังที่กรอบวิสัยทัศน์ และทิศทางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550 – 2554) ได้สรุปคุณภาพของคนไทยในช่วงที่ผ่านมาว่า ยังไม่ดีเท่าที่ควร ระบบการศึกษาและกระบวนการเรียนรู้ ยังปรับไม่ทันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ไม่ได้มาตรฐาน ไม่ได้สร้างคนให้คิดเป็น ทำเป็น และมีคุณธรรมจริยธรรม (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ พ.ศ. 2543: 10)

จากปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังที่กล่าวมา ชุดกิจกรรมเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่นำมาใช้ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมทางการศึกษารูปแบบหนึ่งที่จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ตามความสามารถ และความสนใจ มีอิสระในการคิด ทุกคนมีโอกาสใช้ความคิดอย่างเต็มที่ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ชุดกิจกรรมจะช่วยให้ใช้เวลาน้อยลงในการนำเสนอข้อมูลต่างๆ ช่วยให้ผู้เรียนเป็นอิสระ สามารถประกอบกิจกรรมการเรียนด้วยตนเองมากกว่าที่จะให้ครูบอกหรือกำหนดให้ โดยครูเป็นผู้สร้างโอกาสทางการเรียน

การสอนมีกิจกรรมให้ผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มซึ่งผู้เรียนจะดำเนินการเรียนจากคำแนะนำที่ปรากฏอยู่ในชุดเป็นลำดับขั้นตอนด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่อยากรู้ อยากเห็น อยากคิดค้นสิ่งต่างๆ การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด ได้ทดลองทีละขั้นและทราบผลการกระทำของตนเอง ตรงกับแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนของกรมวิชาการ ได้ทำการวิจัยรูปแบบนวัตกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ระดับมัธยมว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติสูงกว่าการจัดการเรียนการสอนตามปกติ จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมนั้น จะทำให้ผู้เรียนสามารถค้นหาความรู้ และคำตอบของปัญหาได้ด้วยตนเอง รู้จักคิดบูรณาการหาเหตุผลและแสวงหาความรู้ เพื่อเชื่อมโยงความคิดไปสู่แนวทางแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการฝึกและทำให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังมีปัญหาในทางปฏิบัติ ยังไม่เป็นรูปธรรมที่สามารถตรวจสอบได้ ผู้สอนส่วนใหญ่ ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขาดความเข้าใจในการเลือกวิธี การวัดประเมินและวิธีสร้างกฎเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นปรนัย ให้มีความเชื่อมั่นสูงและลดความคลาดเคลื่อนจากการวัดในแหล่งต่างๆ ให้เหลือน้อยที่สุด โดยมากครูผู้สอนจะนิยมวัดผลสัมฤทธิ์ ด้านความรู้ความจำ โดยใช้แบบทดสอบที่มีตัวเลือกกำหนดให้ตอบ ที่สะดวกทั้งวิธีการตรวจให้คะแนน และสามารถนำผลไปวิเคราะห์ หาคุณภาพของแบบทดสอบ แต่วิธีการดังกล่าวนั้น เราอาจไม่ทราบถึงพัฒนาการที่แท้จริงเกี่ยวกับวิธีการแสวงหาความรู้ของนักเรียนและทักษะพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นส่งให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิทยาศาสตร์ ไม่เป็นผลที่น่าพอใจ แบบทดสอบความเรียงเป็นข้อสอบที่มีคุณค่ามากชนิดหนึ่ง สามารถวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดระดับสูงได้ดีแบบทดสอบอัตนัย จะเขียนคำถาม หรือโจทย์ โดยกำหนดเป็นสถานการณ์ หรือปัญหาในรูปใดรูปหนึ่ง อย่างกว้างๆ หรือเฉพาะเจาะจง เพื่อให้ผู้ตอบได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ ความคิดเห็น ทัศนคติ ได้อย่างไม่จำกัดแบบทดสอบอัตนัย มีจำนวนข้อไม่มาก และให้ความเชื่อมั่นกับการตรวจได้มาก ดังนั้นในการสร้างแบบทดสอบความเรียง จึงต้องพัฒนาวิธีการตรวจให้คะแนนควบคู่กันไปด้วยและต้องตรวจสอบความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนตัวประกอบที่มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ประกอบด้วย ผู้ตรวจให้คะแนน วิธีการตรวจ จำนวนแบบทดสอบ จำนวนผู้ตอบ และทฤษฎีที่ประมาณค่าความเชื่อมั่น โดยเฉพาะความไม่แน่นอนของผู้ตรวจให้คะแนน นับเป็นปัญหาที่สำคัญ ความไม่แน่นอนของผู้ตรวจให้คะแนนจะส่งผลให้คะแนนแปรเปลี่ยนไปตามผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน แม้แต่ผู้ตรวจให้คะแนนที่เป็นคนเดียวกัน ก็จะทำให้คะแนนแปรเปลี่ยนไปตามระยะเวลาที่ทำการตรวจ

จากสภาพปัญหา ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของการบูรณาการ จึงสนใจที่จะศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ เพื่อพัฒนาศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง และเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาหา

ความรู้ของนักเรียน พร้อมทั้งเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับคุณลักษณะและศักยภาพเรียนต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

2. เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางที่ทำให้ทราบถึง

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

2. ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ นำมาประยุกต์เพื่อใช้แก้ปัญหา สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ ครูผู้สอนสามารถนำไปเป็นแนวทาง ในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถในตัวผู้เรียนให้สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้กับความรู้สาขาต่างๆ ได้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ที่เรียนวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 70 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) 1 ห้องเรียน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) เป็นจำนวนนักเรียน 40 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบ คาบละ 50 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ เนื้อหาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ตามการจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การดำรงชีวิตของพืช

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นการผสมผสานของเนื้อหา กิจกรรม กระบวนการที่มาจากจุดประสงค์ และทักษะการจำแนก จัดหมวดหมู่ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ สรุป การประยุกต์มาเป็นแนวกำหนด เพื่อให้เกิดกระบวนการคิดอย่างเหมาะสม สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับตนเองได้อย่างสมดุล โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ ซึ่งมีโครงสร้าง ดังนี้

1.1 ชื่อชุดกิจกรรม หมายถึง ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

1.2 ชื่อหน่วย หมายถึง หัวข้อเรื่องย่อยที่ประกอบขึ้นเป็นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการในชุดกิจกรรม

1.3 คำชี้แจง สำหรับนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ หมายถึง ส่วนอธิบายรายละเอียดของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ แนวทางปฏิบัติเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ในการที่นักเรียนจะเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

1.4 จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุผลหลังจากการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

1.5 เวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด

1.6 สาระการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ และความรู้ที่ต้องการเพิ่มเติม

1.7 กระบวนการเรียนรู้ในหน่วย หมายถึง การกำหนดงานที่จะให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ โดยมี 4 ขั้นตอน คือ

1.7.1 ขั้นนำ หมายถึง การเตรียมความพร้อมก่อนทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ เป็นการสังเกตหรือปฏิบัติตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็นข้อความ รูปภาพ หรือกิจกรรมการทดลอง เพื่อเร้าความสนใจให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและทำการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1.7.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม หมายถึง นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ มีการวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางในการปฏิบัติกิจกรรม มีการตั้งสมมุติฐาน การสำรวจ ตรวจสอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ให้ฝึกการสืบค้นข้อมูล ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้แสดงออกในการทำกิจกรรม มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างเต็มที่ ได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม หรือเป็นรายบุคคล ตลอดจนการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ให้เกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย

1.7.3 ขั้นสรุป หมายถึง การให้นักเรียนนำเอาประสบการณ์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนแม่นยำ สร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ การให้นักเรียนได้ขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ ในองค์ความรู้ที่ได้อย่างกว้างขวางและลึกซึ้ง โดยการยกตัวอย่าง ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอธิบาย เชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้อย่างมีระบบ สามารถพิจารณา แยกแยะบนพื้นฐานของเหตุและผล เพื่อตัดสินและนำ ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ หรือในชีวิตประจำวัน

1.7.4 ขั้นประเมิน หมายถึง การประเมินว่า ตัวเองมีความรู้และความเข้าใจในสิ่งที่เรียนหรือฝึกเพียงใด ทั้งด้านทักษะกระบวนการ และองค์ความรู้ที่ได้ ด้วยการทำแบบฝึกหัดหลังจากที่ปฏิบัติกิจกรรม (กรมวิชาการ. 2546: 219)

1.8 สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุสื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม ได้แก่ ใบกิจกรรม อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ สารเคมี ฯลฯ

1.9 แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำถามหลังจากการทำกิจกรรม

1.10 คำเฉลยแบบฝึกหัด เป็นส่วนที่ระบุคำตอบของแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม ในการวิจัยครั้งนี้ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการที่สร้างขึ้น ตามเนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสาระวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนเรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ตามเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

2.1 ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและแปลผลความรู้ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไปหรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) หมายถึง ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

3.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการสร้างสมมติฐานการทดลองได้สอดคล้องกับปัญหา เขียนเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามของสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

3.2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling) หมายถึง ความสามารถในการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

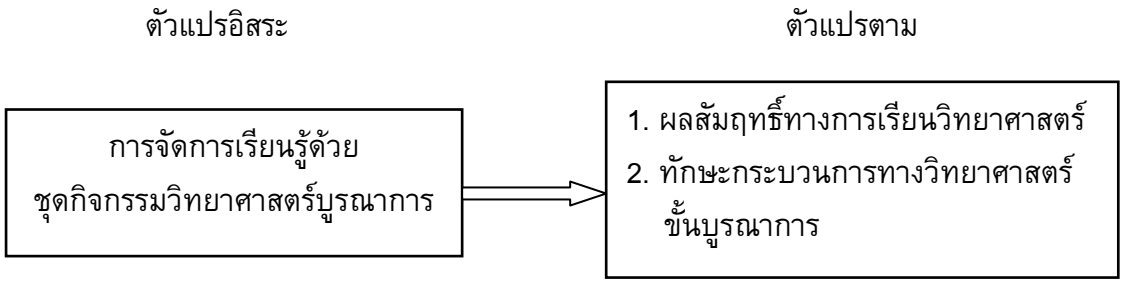
3.3 ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง ความสามารถในด้านการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัตถุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง โดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

3.4 ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายของข้อมูล และสรุปผลสอดคล้องกับปัญหาการทดลองโดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

3.5 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง ความสามารถในการให้ความหมาย และขอบเขตของคำต่างๆ บอกลักษณะทั่วไปจากการปฏิบัติการทดลองโดยใช้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างกรอบแนวคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแนวทางในการสร้างกรอบแนวคิดการวิจัยครั้งนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยจะนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการ
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการ

1.1 ความหมายของการบูรณาการ

คำว่า “บูรณาการ” เป็นศัพท์บัญญัติที่มุ่งให้มีความหมายตรงกับคำว่า Integration ใน ภาษาอังกฤษ หมายถึง ลักษณะของการผสมผสานเนื้อหาวิชาหรือวิธีการสอนเพื่อส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีประสบการณ์ในอันที่จะรวบรวมความคิด มโนทัศน์ ความรู้ ทักษะ และมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาพร้อมที่จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ (ศิริพร มโนพิเชฐวัฒนา. 2547: 13

กู๊ด (Good. 1973: 308) กล่าวว่า การบูรณาการเป็นกระบวนการหรือการปฏิบัติ ในการที่จะรวบรวมรายวิชาต่างๆ ที่แตกต่างเข้าด้วยกัน แล้วนำมารายงานผลหรือแสดงออกมาในเชิงกิจกรรมหรือโครงการเดียวกัน

บิเน (Beane. 1991: 9) และ ยูเนสโก (UNESCO. 1981: 10) กล่าวว่า การบูรณาการเป็นการสร้างความรู้ และประสบการณ์ขึ้นใหม่ๆ ในลักษณะของการผสมผสานเข้าด้วยกันทั้งหมดเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพชีวิตจริงของผู้เรียน

ลาร์ดิเซบอล และคณะ (Lardizabal. ; et al. 1970: 141) ได้ให้ความหมายการสอนแบบบูรณาการว่า เป็นการสอนเพื่อจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน เน้นความสนใจ ความสามารถ และความต้องการของผู้เรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ ให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาพัฒนาบุคลิกภาพ และทำกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์

ทิศนา แขมมณี และคณะ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2541: 48, 54 – 59) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นการฝึกทักษะการคิดให้กับผู้เรียนโดยผู้เรียนได้เห็นความสัมพันธ์ขององค์ความรู้มาผสม กลมกลืนเป็นหนึ่งเดียว ทำให้เกิดการเรียนรู้แบบองค์รวม ซึ่งทักษะกระบวนการคิดดังกล่าว ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต การสำรวจรวบรวมข้อมูล การ

เปรียบเทียบ การคิดวิเคราะห์ การเชื่อมโยง ทักษะการผสมผสานข้อมูล ทักษะการสร้างองค์ความรู้ใหม่ และทักษะการประยุกต์ใช้องค์ความรู้

ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์ (2549: 1) กล่าวว่า “การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ” เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับนักเรียน โดยผสมผสานความรู้ในกลุ่มสาระวิชาเดียวกัน เข้าด้วยกัน หรือเชื่อมโยงความรู้ให้สัมพันธ์กับกลุ่มสาระวิชาอื่นๆ ได้อย่างผสมกลมกลืน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ ซึ่งอาจจะให้นักเรียนเขียนออกมาในรูปแบบรายงาน (Report) หรือจัดกระบวนการเรียนรู้แบบโครงการ (Project Work)

วิเศษ ชิณวงศ์ (2544: 23) กล่าวว่า การบูรณาการเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียน โดยมีการเชื่อมโยงผสมผสานกระบวนการสอน และสร้างคุณธรรมให้สอดคล้องกับความสามารถของตัวผู้เรียน ให้นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การบูรณาการ หมายถึง กระบวนการหรือการปฏิบัติที่นำส่วนต่างๆ มารวมเป็นหนึ่งเดียว มีความสมดุล สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เป็นการทำให้หน่วยย่อยต่างๆ มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างสมบูรณ์ และกลมกลืนกัน เพื่อประโยชน์ในการแก้ปัญหา และการดำรงชีวิตอย่างมีความสุข

1.2 ลักษณะสำคัญของการบูรณาการ

ลักษณะสำคัญโดยรวมของการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการที่ดี (Integrated Curriculum & Instruction) ประกอบด้วย 5 ลักษณะ ดังนี้ (ธำรง บัวศรี. 2542: 200 – 201)

1. เป็นการบูรณาการ ระหว่างความรู้ และกระบวนการเรียนรู้ (Integrated of Knowledge and Learning Process) ในสภาพสังคมปัจจุบันปริมาณความรู้มีมาก ปัญหาสังคมมีความสลับซับซ้อนมากขึ้น ถ้าจะให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องให้กระบวนการการเรียนรู้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความรู้ ผู้เรียนจะต้องทราบว่า ตนจะแสวงหาความรู้ได้อย่างไรและด้วยกระบวนการอย่างไร

2. เป็นการบูรณาการ ระหว่างพัฒนาการของความรู้ และพัฒนาการทางจิตใจ (Integrated of Cognition and Affection) ได้มีข้อวิพากษ์วิจารณ์ว่า ในปัจจุบันสภาพความเป็นจริงของกระบวนการเรียนการสอน จุดประสงค์ของการศึกษาด้านจิตพิสัย (Affective Domain) ได้รับความสนใจน้อยกว่าด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ซึ่งโดยหลักการแล้วจะต้องให้ความสำคัญเท่าเทียมกัน ถ้าผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สร้างความรู้สึกพึงพอใจและประทับใจ ก็จะมุ่งมั่นในการเรียนและเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการบูรณาการเรียนการสอน จึงควรบูรณาการการจัดการศึกษาทั้งด้านความรู้และจิตใจ

3. เป็นการบูรณาการระหว่างความรู้และการกระทำ (Integrated of Knowledge and Conduct) ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับการกระทำควรได้รับความสนใจเช่นเดียวกัน การแยกความรู้ออกจากการกระทำจะเป็นการแบ่งหลักสูตรออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนหนึ่งอยู่บนพื้นฐานของ

ความรู้ และอีกส่วนหนึ่งอยู่บนพื้นฐานของการกระทำ แต่ทั้งสองส่วนก็เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเดียวกัน ดังนั้น จึงควรบูรณาการความรู้และการกระทำเข้าด้วยกัน

4. เป็นการบูรณาการระหว่างสิ่งที่เรียนในโรงเรียนกับสิ่งที่เป็นอยู่ในชีวิตประจำวัน (Integrated of School Learning with the Actual Life of the Learners) ในการบูรณาการเนื้อหาวิชาต่างๆ เพื่อบรรลุเป้าหมายที่แท้จริงนั้น สิ่งที่สอนในโรงเรียนควรมีความหมาย และช่วยเหลือผู้เรียนในการปรับปรุงคุณภาพชีวิตภายนอกโรงเรียนได้

5. เป็นการบูรณาการระหว่างความรู้ในวิชาต่างๆ (Integrated of Subject Areas) เป็นวิธีการที่บูรณาการ เพื่อให้เป็นเนื้อหาวิชาใหม่ที่มีความสัมพันธ์กันเชื่อมโยงเข้าเป็นเรื่อง เดียวกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ และเกิดเจตคติตามที่ต้องการ หรือโดยกำหนดปัญหาเป็นหัวข้อ แล้วกำหนดหลักสูตรหรือโปรแกรมการเรียนการสอนขึ้น โดยอาศัยเนื้อหาของหลายๆ วิชามาช่วย ในการแก้ปัญหานั้น การบูรณาการในลักษณะนี้ เป็นรูปแบบที่สำคัญและนิยมใช้กันมาก

ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนไม่ควรเอาความคิดทั้งหมดเข้าไปไว้ในเนื้อหาความรู้เดี่ยวๆ แต่ควรจะให้ความสนใจและทุ่มเทไปที่กระบวนการสืบสวนให้มากที่สุด ไม่ควรแบ่งแยกเนื้อหาในสาขาวิชาต่างๆ ซึ่งมีแนวโน้มจะรวมเข้าด้วยกันได้ โดยเน้นข้อเท็จจริง แนวคิด และหลักการต่างๆ ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประโยชน์กับผู้เรียนให้มากที่สุดและสามารถนำไปใช้ได้จริง

1.3 ความสำคัญของการสอนแบบบูรณาการ

ในชีวิตมนุษย์นั้น ปัญหา อุปสรรคทั้งประสบการณ์ต่างๆ จะผสมผสานกัน มิได้แยกออกเป็นส่วนๆ มนุษย์จำเป็นต้องใช้ทักษะหลายประการในการเรียนรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น ในชีวิต การสอนแบบบูรณาการจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของสิ่งที่เรียนกับสิ่งที่เป็นไป ในชีวิตจริง นอกจากนี้ยังช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชา ลดจำนวนเวลาเรียน เป็นการแบ่งเบาภาระของผู้สอน รวมทั้งส่งเสริมผู้เรียนให้มีโอกาสใช้ความคิด ประสบการณ์ ความสามารถ ตลอดจนทักษะต่างๆ อย่างหลากหลาย ก่อให้เกิดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการและเนื้อหาสาระไปพร้อมกัน (ไผท สิทธิสุนทร. 2543: 22)

สมิธ กู๊ดแมน และ เมริดิธ (Smith ; Goofman ; & Meredith. 1976: 164) ได้ย้ำว่า “การศึกษาเรื่องบูรณาการเป็นการกำหนดเงื่อนไขของวิชาทั้งหลายที่จะก่อให้เกิดความผสมกลมกลืนกัน ระหว่างประสบการณ์กับวิธีคิดของผู้เรียน”

เพราพรรณ โกมลมาลย์ (2541: 65 – 66) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย เกิดองค์รวมของความรู้ ความคิด สามารถเห็นความเชื่อมโยงของมวลความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ซึ่งเป็นการเรียนในความหมายของการศึกษาที่แท้จริง และได้ตอบคำถามว่าทำไมจึงต้องมีการบูรณาการหรือหลอมรวมหลักสูตรวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยให้เหตุผลไว้ 2 ประการ คือ

1. ไม่มีหลักสูตรลายลักษณ์อักษรวิชาใดเพียงวิชาเดียวที่สำเร็จรูปและสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทุกๆ อย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

2. หลักสูตรที่ดีต้องปรับเปลี่ยนได้เสมอ สภาพสังคมเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา วิชาการต่างๆ พัฒนาและเกิดขึ้นมากมาย เกิดแนวคิดต่างๆ ที่ใกล้เคียงหรือเกี่ยวข้องกัน

1.4 รูปแบบของการบูรณาการ (Model of Integration)

การเรียนการสอนแบบบูรณาการมีรูปแบบสำคัญๆ ดังนี้ ฟรานซิส และ รูนิสกี้ (Frazee ; & Rugnitski. 1995: 137 – 141) กล่าวไว้ว่า

1. แบบวิทยาการพื้นฐาน (Discipline-Based) เป็นรูปแบบที่ผู้สอนในวิชาหนึ่งสอดแทรกเนื้อหาของวิชาอื่นๆ เข้าไปในการสอนของตน เป็นการวางแผนการสอน และสอนโดยครูเพียงคนเดียว

2. แบบคู่ขนาน (Parallel) เป็นรูปแบบที่ผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป สอนต่างวิชากัน แต่วางแผนการสอนร่วมกัน โดยระบุสิ่งที่ร่วมกันและตัดสินใจว่า หัวเรื่อง/มโนทัศน์/ปัญหาเดียวกันนั้นจะสอนอย่างไรในวิชาของแต่ละคน งานที่มอบหมายให้ผู้เรียนทำจะแตกต่างกันไปในแต่ละวิชา

3. แบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) เป็นรูปแบบที่ผู้สอนต่างวิชามาร่วมกันสอนเป็นทีม ร่วมวางแผนและกำหนดหัวเรื่อง/ปัญหาร่วมกัน และดำเนินการสอนผู้เรียนกลุ่มเดียวกัน มอบหมายงานหรือโครงการให้ผู้เรียนทำร่วมกันเป็นงานใหญ่ชิ้นเดียว

4. แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) เป็นการสอนที่ผู้สอนแต่ละคนต่างสอนวิชาของตนเอง ไม่ได้ออกแบบให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันระหว่างวิชา แต่จะมีการสอนแบบบูรณาการเฉพาะที่ระบุไว้ในแต่ละวิชาเท่านั้น ผู้สอนแต่ละคนในต่างวิชา ไม่ได้มีการแบ่งการทำกิจกรรมของผู้เรียนด้วยกันเพียงแต่ให้เวลาแล้วมอบหมายงาน หรือปัญหาให้ผู้เรียนกลับไปดำเนินการกันเอง

5. แบบบูรณาการ (Integrated) เป็นการบูรณาการทั้งมโนทัศน์ ทักษะ เจตคติ และความเชื่อ ตลอดจนเนื้อหา ทำให้เป็นการสอนที่ต้องอาศัยความหลากหลายวิธีที่สามารถเป็นไปได้ ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะฝึกในสิ่งที่ต้องการจะเรียนรู้ ตามความถนัดและความสนใจของตนเองอย่างมีอิสระ

นอกจากนี้ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กรมวิชาการ. 2546: 21 – 22) ได้ระบุรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการไว้เป็นแนวทางให้ผู้สอนนำไปดำเนินการโดยกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ร่วมกันในลักษณะองค์รวมของความพยายามนำกระบวนการวิทยาศาสตร์ไปสอดแทรกในการเรียนการสอนทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ ซึ่งอาจนำกระบวนการเรียนรู้จากกลุ่มสาระเดียวกัน หรือต่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ มาบูรณาการในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งจัดได้หลายลักษณะ เช่น

1. การบูรณาการแบบผู้สอนคนเดียว เป็นการจัดการเรียนรู้ โดยเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่างๆ กับหัวข้อเรื่องที่สอดคล้องกับชีวิตจริงหรือสาระที่กำหนดขึ้นมา หรือเชื่อมโยงกับกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มสาระต่างๆ เช่น การอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ การคิดวิเคราะห์

ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการเรียนรู้ไปแสวงหาความรู้ความจริงจากหัวข้อที่กำหนด

2. การบูรณาการแบบคู่ขนาน เป็นการจัดการเรียนการสอนร่วมกันของผู้สอนตั้งแต่สองคนขึ้นไป โดยยึดหัวข้อเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วบูรณาการเชื่อมโยงแบบคู่ขนาน

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ เป็นการนำเนื้อหาจากหลายกลุ่มสาระมาเชื่อมโยง เพื่อจัดการเรียนรู้และจัดการเรียนการสอนแยกตามรายวิชา แต่ในบางเรื่องผู้สอนร่วมกันสอนในเรื่องเดียวกันประการ แต่รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ผู้วิจัยเลือกนั้นเป็นการบูรณาการแบบมีผู้สอนคนเดียว จัดการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงทั้งเนื้อหาสาระ ทักษะ เจตคติ และความเชื่อ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง หรือเชื่อมโยงกับกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มสาระต่างๆ เช่น การอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ การคิดวิเคราะห์ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการเรียนรู้ไปแสวงหาความรู้ความจริงจากหัวข้อที่กำหนด

4. การบูรณาการแบบโครงการ เป็นการบูรณาการที่ผู้เรียนและทีมผู้สอนร่วมกันสร้างสรรค์โครงการขึ้น โดยใช้เวลาการเรียนต่อเนื่องกัน รวมชั่วโมงและรวมเรื่องที่เคยสอนแยกกันโดยมีเป้าหมายเดียวกัน หากต้องการเน้นทักษะบางเรื่องเป็นพิเศษ ผู้สอนสามารถแยกกันสอนได้

จากคำกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การบูรณาการนั้นมีหลายรูปแบบและอาจมีการเลือกนำไปใช้ในแต่ละลักษณะตามสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนโดยเลือกใช้อย่างเหมาะสม และเกิดประโยชน์แก่ผู้เรียนให้มากที่สุด

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

2.1 ความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรม (Activity Packages) เป็นชื่อที่ตั้งขึ้นมาใหม่ เดิมใช้ชื่อที่ต่างกัน เช่น ชุดการสอน ชุดการเรียนสำเร็จรูป ชุดการสอนรายบุคคล ชุดการเรียนด้วยตนเอง ชุดกิจกรรม เป็นต้น นั้นคือเป็นชุดสื่อการสอน หรือนวัตกรรมที่สามารถช่วยแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างนักเรียน หรือระหว่างบุคคล และความถนัดของบุคคล ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถ ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสมที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียน ดังนั้นสำหรับคำกล่าวเรียกชื่อต่างๆ ในที่นี้จะหมายถึงชุดกิจกรรม ได้มีผู้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมไว้แตกต่างกัน ดังนี้

ฮุสตัน และคณะ (Houston ; & et al. 1972: 10 – 15) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดการเรียนหรือชุดกิจกรรมเป็นชุดประสบการณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียน เพื่อบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

บุญชม ศรีสะอาด (2543: 95 – 96) กล่าวว่า ชุดการสอนหรือชุดกิจกรรม (Instructional Package) คือ สื่อการเรียนหลายอย่างประกอบกัน จัดเข้าไว้ด้วยกันเป็นชุด (Package) เรียกว่าสื่อประสม (Multi-Media) เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ มีชื่อเรียก หลายอย่าง เช่น Learning Package, Instructional Package หรือ Instructional Kits นอกจากจะใช้สำหรับผู้เรียนเป็นรายบุคคลแล้ว ยังใช้ประกอบการสอนแบบอื่น เช่น ประกอบการบรรยาย การเรียนเป็นกลุ่มย่อย

ชลสีต์ จันทาสี (2543: 10) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนหรือชุดกิจกรรมว่า เป็นการรวบรวมสื่อการเรียนสำเร็จรูปซึ่งส่วนมากประกอบด้วย คำชี้แจง ชื่อเรื่อง จุดมุ่งหมาย กิจกรรมและการประเมินผลนักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง ตามความสามารถและความสนใจที่เป็นขั้นตอนตามที่กำหนดไว้ในชุดการเรียนนั้นๆ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545: 51) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่า เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งที่เป็นลักษณะของสื่อประสม และเป็นการใช้สื่อตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป รวมกันเพื่อให้นักเรียนได้รับความต้องการ โดยอาจจัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนตามหัวข้อเรื่อง และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้นักเรียนได้เรียนรู้ อาจจัดไว้เป็นชุดในกล่องของกระเป๋าชุดกิจกรรมอาจประกอบด้วยเนื้อหาสาระคำสั่ง ใบงานในการทำกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์ เอกสารความรู้ เครื่องมือหรือสื่อจำเป็นสำหรับกิจกรรมต่างๆ รวมทั้งแบบวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม เป็นสื่อการเรียนการสอน เป็นนวัตกรรมทางการศึกษามีลักษณะที่มีการจัดเป็นระบบมีขั้นตอนต่างๆ ที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่ระบุไว้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำช่วยเหลือ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จและบรรลุตามวัตถุประสงค์

2.2 ประเภทของชุดกิจกรรม

การที่ผู้สร้างจะตัดสินใจสร้างชุดกิจกรรมในรูปแบบใดนั้น ผู้สร้างจะต้องศึกษารูปแบบและประเภทของชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมแต่ละประเภทมีจุดมุ่งหมายในการใช้แตกต่างกัน ตามแต่ละประเภทของชุดกิจกรรมนั้น จากการศึกษาประเภทของชุดกิจกรรมของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2531: 53 – 54) ; กมล ประทีปธีรนันต์ (2530: 12) กล่าวถึง สรุปได้ว่า

1. ชุดกิจกรรมสำหรับประกอบการบรรยาย หรือชุดการสอนของครู ใช้สอนผู้เรียนกลุ่มใหญ่ มีลักษณะเป็นกล่อง ในกล่องมีเอกสารประกอบการบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทของครูให้มีลดบทบาทการพูดของครูให้น้อยลง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากยิ่งขึ้น โดยมีเนื้อหาแบ่งหัวข้อที่จะทำกิจกรรมตามลำดับขั้นตอน สื่อที่ใช้ชัดเจนหรือได้ยินทั่วถึง เช่น แผนภาพ แผนที่ โทรทัศน์ สไลด์ ประกอบเสียงบรรยาย วีดีโอและกิจกรรมที่ผู้เรียนอภิปรายตามหัวข้อที่ครูกำหนดให้เอกสารที่ให้ผู้เรียนอภิปราย สื่อทั้งหมดรวมบรรจุอยู่ในกล่อง ใช้กับนักเรียนทั้งชั้น ครูเป็นผู้ดูแล

2. ชุดกิจกรรมสำหรับกิจกรรมแบบกลุ่ม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกลุ่มกันประมาณ 5 – 7 คน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน ประกอบด้วยชุดย่อยๆ ตามจำนวนคนในแต่ละกลุ่ม ในแต่ละศูนย์ จะจัดสื่อการสอนไว้ในรูปของสื่อประสมใช้รายบุคคลหรือสื่อสำหรับกลุ่มผู้เรียน ทั้งศูนย์ใช้ร่วมกัน ซึ่งผู้เรียนอาจจะต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย ในระยะเริ่มต้นเท่านั้น หลังจากเคยชินกับการเรียนนี้แล้ว ผู้เรียนจะสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้เองและปรึกษากันภายในกลุ่มเมื่อมีปัญหา และมีศูนย์สำรองเตรียมไว้ เพื่อไม่เสียเวลาที่จะรอคอยผู้อื่น

3. ชุดกิจกรรมสำหรับรายบุคคล เป็นชุดกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง

ตามลำดับขั้นตอนที่ระบุไว้ เมื่อมีปัญหาผู้เรียนสามารถปรึกษาหารือซึ่งกันและกันได้ เมื่อศึกษาจบ ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียน และเปิดโอกาสศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทาง หรือคอยให้คำปรึกษา ชุดกิจกรรมรายบุคคลนี้ช่วยฝึกและส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ และส่งเสริมนิสัยการแสวงหาความรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองจนสุดขีดความสามารถ

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545: 52 – 53) ได้แบ่งประเภทของชุดการสอนไว้ 3 ประเภท คือ

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยายของครู เป็นชุดการสอนสำหรับครูใช้สอนนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ หรือเป็นการสอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้นักเรียนส่วนใหญ่รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชุดการสอนแบบนี้ จะช่วยให้ครูลดการพูดให้น้อยลง และใช้สื่อการสอนที่มีความพร้อมอยู่ในชุดการสอน

2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนสำหรับให้นักเรียน เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 5 – 7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดการสอนแต่ละชุดมุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียน และให้นักเรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน

3. ชุดการสอนแบบรายบุคคลหรือชุดการสอนตามเอกัตภาพ เป็นชุดการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ นักเรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถ และความสนใจของตนเอง อาจจะเรียนที่โรงเรียน หรือที่บ้านก็ได้ ส่วนมากมักจะมุ่งให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติมนักเรียนสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง

2.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

เนลสัน และ ลอเบีย (Nelson ; & Lorbeer. 1975: 247) ได้กล่าวถึง ชุดการเรียนกิจกรรมวิทยาศาสตร์ว่า ประกอบด้วย

1. ปัญหาซึ่งเป็นชื่อเสียงของกิจกรรม
2. วัสดุ อุปกรณ์
3. วิธีดำเนินการทดลอง
4. รายละเอียดเพิ่มเติม ประกอบไปด้วยการอ้างอิงกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์และคำแนะนำต่างๆ ในการศึกษาต่อไป
5. คำถามท้ายกิจกรรมเพื่อให้เด็กเกิดความคิด คำถามเร้าความในใจเด็ก ทำให้เด็กเกิดการซักถาม และคิดหาวิธีการเพื่อหาคำตอบเหล่านั้น

เดอวีโต และ ครอกโกเวอร์ (Devito ; & Krockover. 1976: 388) ได้กล่าวว่า ชุดการเรียนกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะมีรูปแบบ ประกอบได้ด้วย

1. ปัญหาเพื่อไปสู่การทำกิจกรรม
2. กำหนดสถานการณ์ ซึ่งเป็นการบรรยายหรือกำหนดกิจกรรมการทดลอง
3. คำถามจากการให้สถานการณ์หรือการทำกิจกรรมการทดลอง คำถามนี้ไม่มีคำตอบ เด็กจะตอบอย่างไรก็ได้ คำตอบของเด็กอยู่ในรูปการตั้งสมมุติฐาน

4. ข้อเสนอแนะหรือข้อคิดเพื่อแนะนำเด็กให้ทำกิจกรรมต่อเนื่องไปอีก

5. คำถามเพื่อให้เด็กเกิดความคิด และสนใจที่จะดำเนินการหาข้อเท็จจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ทิศนา แขมมณี (2534: 10 – 12) กล่าวว่า ชุดการเรียนหรือชุดกิจกรรมประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม ประกอบด้วย หมายเลขกิจกรรม ชื่อของกิจกรรมและเนื้อหาของกิจกรรมนั้น

2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายหลักของกิจกรรม และลักษณะของการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

3. จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรมนั้น แนวคิดเป็นส่วนที่ระบุเนื้อหา หรือมโนทัศน์ของกิจกรรมนั้น ส่วนนี้ควรได้รับการย้ำและเน้นเป็นพิเศษ

4. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม เพื่อช่วยให้ครูทราบว่า ต้องเตรียมอะไรบ้าง

5. ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุวิธีการดำเนินกิจรรม เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ วิธีการจัดกิจกรรมนี้ได้จัดไว้เป็นขั้นตอน

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2546: 10) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของชุดกิจกรรมว่า ประกอบด้วย

1. ชื่อชุดกิจกรรม
2. สารบัญ
3. ข้อแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรม
4. การประเมินผลก่อนเรียน
5. โครงสร้างของกิจกรรม
6. กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน
7. การประเมินผลตนเองหลังเรียน
8. เฉลยการประเมินตนเอง

จากที่มีผู้กำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรมส่วนใหญ่ จะมีองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดโครงสร้างของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการโดยนำแนวคิดของ เนลสัน และ ลอเบีย (Nelson ; & Lorbeer. 1975: 247) เดอวีโต และ ครอกโกเวอร์ (Devito ; & Krockover. 1976: 388) และ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2546: 10) มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เหมาะสมกับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.4 จิตวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในชุดกิจกรรม

การสอนที่มีคุณภาพประกอบด้วยลักษณะ 4 ประการ (Bloom. 1976: 115 – 124)

1. การให้แนวทาง (Cues) คือคำอธิบายของครูที่ทำให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนว่าเมื่อเรียนเรื่องนั้นๆ แล้วจะต้องมีความสามารถอย่างไร ต้องทำอะไรบ้าง

2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน (Participation) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน

3. การเสริมแรง (Reinforcement) ทั้งการเสริมแรงภายนอก เช่น สิ่งของการกล่าวชม หรือการเสริมแรงภายในตัวนักเรียนเอง เช่น ความอยากรู้อยากเห็น ฯลฯ

4. การให้ข้อมูลย้อนกลับ และการแก้ไขข้อบกพร่อง (Feedback and Corrections) จะต้องมีการแจ้งผลการเรียน และข้อบกพร่องให้นักเรียนทราบ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2531: 119) กล่าวไว้ว่า มีแนวคิดทางจิตวิทยาในการสร้างนวัตกรรม ดังนี้

1. เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. เพื่อยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
3. มีสื่อการเรียนใหม่ๆ ที่ช่วยในการเรียนของนักเรียน แทนการสอนของครู ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนที่เปลี่ยนไป โดยเปลี่ยนแปลงจากครูเป็นผู้นำกิจกรรมต่างๆ เป็นผู้เรียนดำเนินกิจกรรมต่างๆ มากขึ้น

จะเห็นได้ว่า ชุดกิจกรรมที่ใช้ในการเรียนการสอนนั้น ต้องยึดหลักและดำเนินงานตามหลักจิตวิทยาที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถจากง่ายไปซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับประกอบกับผู้เรียนสามารถรู้ถึงผลการกระทำของตนเองอยู่ตลอดเวลา เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ชุดกิจกรรมจึงน่าที่จะนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนเพื่อให้มีคุณภาพมากขึ้น

2.5 ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม

จากการศึกษาขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2531: 134 – 135) กมล ประทีปธีรนันทต์ (2530: 10 – 11) ; บัทส์ (Butts. 1974: 85) ; เนลสัน และ เลอเบียร์ (Nelson ; & Lorbeer. 1975: 274) กล่าวไว้ สรุปได้ว่าขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมมี ดังนี้

1. ขั้นตอนการผลิตชุดกิจกรรม

1.1 ศึกษาหลักสูตร สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา หน่วยการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วกำหนดเนื้อหาและกิจกรรม

1.2 กำหนดหน่วยการเรียนรู้ และแบ่งเนื้อหาเพื่อให้ผู้สอน สอนผู้เรียนเสร็จสมบูรณ์ภายในการสอน 1 ครั้ง

1.3 กำหนดหัวเรื่องแต่ละครั้งว่าจะจัดประสบการณ์ใดบ้างให้แก่ผู้เรียน

1.4 กำหนดกิจกรรมการเรียนและเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาที่สอดคล้องกัน

1.5 แจ้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ออกเป็นกิจกรรมย่อยๆ โดยคำนึงถึงศักยภาพของผู้เรียน

1.6 กำหนดระยะเวลาในการใช้ชุดกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสม

1.7 กำหนดแบบประเมินผล โดยใช้แบบทดสอบ เพื่อผู้สอนจะได้ทราบว่าหลังจากดำเนินกิจกรรมแล้วผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือไม่

1.8 เลือกผลิตสื่อการสอน ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม และจัดเป็นหมวดหมู่ก่อนนำไปหาประสิทธิภาพ

1.9 สร้างข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พร้อมทั้งเฉลย การสร้างข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สร้างให้ครอบคลุมเนื้อหา และกิจกรรมที่กำหนด โดยดูจากจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญ

1.10 ทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เมื่อสร้างเสร็จ นำไปหาประสิทธิภาพตามหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเกณฑ์ที่กำหนดให้เป็น E1/ E2

E1 คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละ

E2 คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์หรือพฤติกรรมที่ผู้เรียนได้เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการคิดวิเคราะห์คิดเป็นร้อยละของการทดสอบหลังเรียนโดยค่า E1/ E2 ต้องไม่ต่ำกว่า 80/80

2. การใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการหลังจากสร้างชุดกิจกรรมสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.1 ขั้นทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

2.2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

2.3 ขั้นประกอบกิจกรรม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง

2.4 ขั้นสรุปและวัดผลหลังเรียน ทำให้ทราบความก้าวหน้าของผู้เรียน

3. ขั้นวิเคราะห์ระบบ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการเป็นสื่อประกอบการเรียนที่เป็นสื่อประสมมีความสมบูรณ์ในตัว ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นจะมีประสิทธิภาพเชื่อถือได้ จำเป็นต้องนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถกำหนดขั้นตอนการทำงานอย่างมีระเบียบแบบแผน มีความต่อเนื่อง ผู้ปฏิบัติสามารถตรวจสอบและหาข้อบกพร่องแต่ละคนได้โดยละเอียด เป็นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลเรียก System Approach มีขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นปัญหาที่ต้องการแก้ไขนั้นคืออะไร

3.2 ขั้นกำหนดเป้าหมายเพื่อแก้ไขปัญหา โดยสามารถปฏิบัติหรือเห็นการกระทำได้

3.3 ขั้นสร้างเครื่องมือ กระทำหลังจากตั้งเป้าหมายแล้วเพื่อใช้วัดได้ทุกระยะ

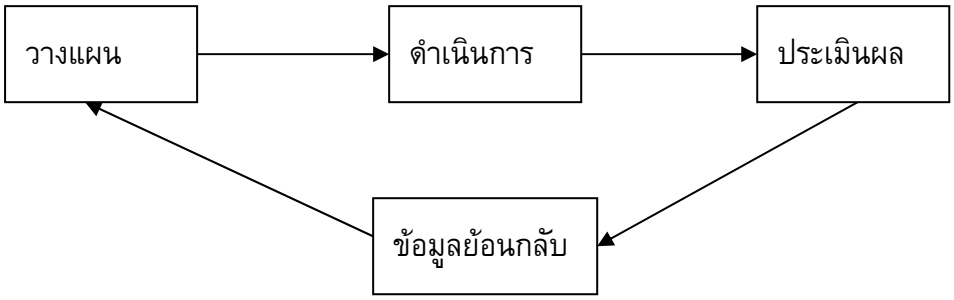
3.4 ขั้นกำหนดทางเลือกหรือวิธีแก้ปัญหาเพื่อให้ดำเนินการให้บรรลุเป้าหมาย

3.5 ขั้นทดลอง เพื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุดใช้เป็นแนวทางไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้

3.6 ขั้นวัดและประเมินผลโดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นมาประเมินว่า สามารถ

ใช้ปฏิบัติงานตามเป้าหมายได้หรือไม่เพียงไรเพื่อปรับปรุงแก้ไข

3.7 ขั้นปรับปรุง นำข้อบกพร่องที่ได้จากการประเมินผลมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำออกใช้



ภาพประกอบ 2 แสดงวิธีวิเคราะห์ระบบในการสร้างชุดกิจกรรม

ที่มา : กมล ประทีปธีรนันท์. (2530). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนวตามหลักสัปปุริสธรรมเพื่อพัฒนาคุณธรรมด้านสัปปุริสธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดไร่ขิง จังหวัดนครปฐม.* หน้า 11.

4. การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เพื่อเป็นการประกันชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้น ว่ามีประสิทธิภาพจริงตามที่มุ่งหวังไว้ ต้องนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแบบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์อ้างในรายงานการวิจัย และพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมที่หลากหลายของ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2546: 8 – 9) ได้สรุปผลการวิจัย ดังนี้

4.1 ขั้นส่งเสริมความรอบรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลจากสถานการณ์ เรื่องที่กำหนดให้ เช่น จากการเรียนรู้ จากการทดลอง จากการปฏิบัติ เพื่อนำข้อมูลมาจัดกระทำอย่างมีความหมายสู่ การพัฒนาทักษะการคิด การสรุปองค์ความรู้

4.2 ขั้นปฏิบัติการดีมีประโยชน์ต่อสังคม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการ ได้ลงมือปฏิบัติ เพิ่มพูนทักษะการคิด พัฒนากระบวนการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะปฏิบัติที่มีคุณค่าต่อทางสังคม

4.3 ขั้นเผยแพร่และพัฒนาผลงาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักการตรวจสอบ ปรับปรุง พัฒนา แก้ไขผลงานอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ ข้อเด่น ข้อด้อย พร้อมทั้งฝึกทักษะการปฏิบัติในการประชาสัมพันธ์ โดยการพูดและการเขียน

2.6 ประโยชน์ของชุดกิจกรรม

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 110 – 111) กล่าวถึง ประโยชน์ของชุดกิจกรรม ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนแบบรายบุคคล ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจ ตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน

2. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดกิจกรรมช่วยให้ผู้เรียน เรียนได้ด้วยตนเองหรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อย

3. ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะผู้เรียนสามารถนำเอาชุดกิจกรรมไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา

4. ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ครู เพราะชุดกิจกรรมผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำไปใช้ได้ทันทีวางแผน ดำเนินการ ประเมินผลข้อมูลย้อนกลับ

5. เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียน

6. ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตรงความมุ่งหมาย

7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเองและมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

8. ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ

9. ช่วยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บังอร ภัทรโกมล (2541: 31) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัด การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สมรรถภาพทางสมองและสติปัญญา เช่น ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ ที่เรียนไปแล้วมากน้อยเพียงใด โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งวัดภายหลังการเรียนและจะต้องวัดตามจุดประสงค์ของวิชาและเนื้อหาที่สอน ซึ่งวัดจากคะแนนที่นักเรียนตอบแบบทดสอบ

ประหยัด แสงวิชัย (2544: 19) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หมายถึง ความรู้ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมวัดได้ 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540: 19) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เป็นการทดสอบที่มุ่งทดสอบความรู้ ทักษะ และสมรรถของสมองในด้านต่างๆ ของผู้เรียนว่า หลังเรียนรู้เรื่องนั้นๆ แล้วผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากพฤติกรรมเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้นเพียงใด

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548: 27) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมการกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคล ที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้ง

องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่างๆ ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อเกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

อัจฉรา สุขารมณ์ และ อรพินทร์ ชูชม (2530: 10) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามจำนวนหนึ่ง ซึ่งมีผลมาจากการกระทำที่อาศัยความสามารถทางร่างกายหรือสมอง ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนที่อาศัยการทดสอบ เช่น จากการสังเกตหรือการตรวจการบ้าน หรืออาจอยู่ในรูปของเกรดที่ได้มาจากโรงเรียน ซึ่งอาศัยกรรมวิธีที่ซับซ้อนและช่วงเวลาในการประเมินอันยาวนาน หรืออีกวิธีหนึ่งอาจวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถ สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช สามารถวัดได้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ความคิดรอบยอด ข้อตกลง หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย การตีความรวมไปจนถึงการขยายความจากความรู้ที่ได้เรียนมาโดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมา และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่เคยพบ หรือต่างจากที่เคยเรียนมาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการปฏิบัติ การฝึกฝนอย่างมีระเบียบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความคล่องแคล่ว และสามารถเลือกใช้ในกิจกรรมต่างๆ ได้ อย่างเหมาะสม ในการวิจัยครั้งนี้ มีทักษะกระบวนการที่สอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน ดังนี้ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความเห็น ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ คือ การวัดความสามารถในการระลึกเกี่ยวกับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่ได้รับจากการเรียนการสอนโดยตรง คำถามที่ใช้วัดพฤติกรรม ด้านความรู้ความจำมีอยู่ 3 ชนิด คือ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530)

1. ถามความรู้ในเนื้อเรื่อง เป็นการถามรายละเอียดในลักษณะที่เป็นการบ่งถึงความหมาย และข้อเท็จจริงต่างๆ หรือเรื่องราวที่เป็นเนื้อเรื่องทั้งหลาย มีแนวการถามได้ 2 แบบ คือ

1.1 ถามคำศัพท์และนิยาม ได้แก่ การถามเกี่ยวกับความหมายทั่วๆ ไป ความหมายเฉพาะ นิยาม คำจำกัดความ และสัญลักษณ์ที่มีอยู่ในเนื้อหา

1.2 ถามสูตร กฎ ความจริง ความสำคัญ ได้แก่ การถามสูตร กฎเกณฑ์ หลักการ ทฤษฎี ความจริงเกี่ยวกับเนื้อเรื่องและใจความสำคัญต่างๆ

2. ถามความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการ เป็นการถามเกี่ยวกับวิธีประพฤติปฏิบัติและวิธีดำเนินงานตามขั้นตอน คำถามประเภทนี้จะยังไม่คำนึงถึงผลการปฏิบัติ (Products) แต่จะเน้นถามเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติ (Processes or Procedure) เท่านั้น มีแนวการถามได้ 5 แบบ คือ

2.1 ถามเกี่ยวกับระเบียบแบบแผน ได้แก่ การถามเกี่ยวกับวิธีปฏิบัติตามระเบียบแบบแผนและธรรมเนียมประเพณีของเรื่องราวนั้นๆ

2.2 ถามเกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม เป็นการถามเกี่ยวกับวิธีปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนและการคาดคะเนเกี่ยวกับแนวโน้มของเรื่องราวเหตุการณ์ต่างๆ ได้แก่ การถามลำดับขั้นหรือขั้นตอนในการปฏิบัติ ลำดับเวลาของเหตุการณ์หรือเรื่องราวและการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆ หรือเรื่องราวว่าจะเป็นไปในทางใด

2.3 ถามเกี่ยวกับการจัดประเภท ได้แก่ การวัดความสามารถในการจำแนกแจกแจงสิ่งต่างๆ หรือเรื่องราวต่างๆ ให้เป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์หรือวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นหลัก

2.4 ถามเกี่ยวกับเกณฑ์ ได้แก่ การถามเกี่ยวกับเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาวินิจฉัยตรวจสอบสิ่งต่างๆ ข้อเท็จจริงต่างๆ ว่า มีความสำคัญหรือไม่ ต่างกัน หรือเหมือนกัน

2.5 ถามวิธีการหรือการดำเนินการ ได้แก่ การถามเกี่ยวกับวิธีปฏิบัติหรือกรรมวิธีต่างๆ ที่จะทำให้เกิดกิจการนั้นๆ หรือเรื่องราวนั้น ดำเนินสำเร็จลุล่วงไปได้ตามหลักการหรือตามกฎการเขียนคำถามลักษณะนี้มี 2 แบบคือ ถามวิธีการซึ่งเป็นการถามถึงวิธีการ หรือเทคนิคที่ใช้ปฏิบัติและถามเปรียบเทียบว่าวิธีใดดีกว่า หรือมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีอื่นตามที่ระบุไว้

3. ถามความคิดรวบยอด เป็นการวัดความสามารถของผู้เรียนว่า สามารถจดจำสิ่งที่เรียนหลักการหรือหลักวิชาของเรื่องราวเนื้อหาต่างๆ ได้มากน้อยเพียงใด รวมถึงสามารถขยายหลักการหรือหลักวิชานั้น อ้างอิงไปสู่สิ่งอื่น หรือสถานการณ์อื่นๆ ที่หลักการหรือหลักวิชานั้นครอบคลุมถึงได้มากน้อยเพียงใด ความคิดรวบยอดนี้ เป็นความรู้ความจำประเภทสุดท้ายที่มีความสำคัญมาก มีแนวการถามอยู่ 2 แบบ คือ

3.1 การถามเกี่ยวกับหลักวิชาการและการขยายหลักวิชา การถามความจำในสิ่งที่เป็นคติ สาระสำคัญหรือหลักการ ซึ่งเป็นข้อสรุปของเรื่องราวนั้นๆ เฉพาะเรื่องราวถึงความสามารถขยายคติ สาระสำคัญหรือหลักการซึ่งเป็นข้อสรุปของเรื่องราวนั้นๆ ไปสู่เรื่องราวอื่นๆ ที่มีสถานการณ์ทำนองเดียวกันตามที่ได้เรียนรู้

3.2 การถามเกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง ได้แก่ การถามในสิ่งที่เป็นหลักการซึ่งเป็นข้อสรุปรวมจากหลายๆ หลักวิชาที่เป็นเรื่องราวเดียวกันผสมผสานกันเป็นทฤษฎีหรือโครงสร้างขึ้นมาคำถามแบบนี้ต่างกับแบบแรก ตรงที่คำถามแบบแรกจะถามเกี่ยวกับหลักการของเนื้อหาต่างๆ ที่ไม่สัมพันธ์กันหรือเป็นชนิดเดียวกันโดยตรงแต่อยู่ในสกุลเดียวกันส่วนคำถามแบบที่สองนี้ จะถามเกี่ยวกับหลักการจากของหลายสิ่งหลายเนื้อหาที่สัมพันธ์กันจะอยู่ในสกุลเดียวกัน เพื่อค้นหาทฤษฎีและโครงสร้างที่เป็นตัวส่วนของเนื้อหาเหล่านั้น

ดังนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อนให้นักเรียนได้รับทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองส่วน และเพื่อความสะดวกในการประเมินผล สามารถจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลออกเป็น 4 พฤติกรรม ดังนี้ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524: 21 – 23)

1. ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มา โดยเฉพาะอย่างยิ่งคำการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภทการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำ และการสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนด นิยามเชิงปฏิบัติการกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้จำแนกพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ – ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภททักษะการลงความเห็น ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป โดยพิจารณาให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540: ก) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการนั้น มีที่มาจากแหล่งแนวคิด 2 แหล่ง คือ หนังสือชื่อ The Process of Education แต่งโดย Jerome Bruner (1961) กับหลักสูตรใหม่ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีชื่อว่า Science – A process Approach (SAPA) ได้ แบ่งทักษะกระบวนการทางการวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหา หลักสูตร SAPA ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 พวก ใหญ่ๆ คือ ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน และทักษะกระบวนการขั้นผสม หรือขั้นบูรณาการหรือขั้นสูง ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท การสื่อความหมายข้อมูล การวัด การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา การใช้ตัวเลข การทดลองความคิดเห็น และการพยากรณ์ ทักษะเหล่านี้เป็นทักษะขั้นพื้นฐานในการเรียนรู้ทักษะกระบวนการขั้นผสม ซึ่งทักษะกระบวนการขั้นผสม ได้แก่ การกำหนด และควบคุมตัวแปร การตั้งสมมุติฐาน การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรการทดลอง และการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปวิทยาศาสตร์ ไม่ได้หมายถึงตัวความรู้เพียงอย่างเดียว แต่ยังประเภทไปด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ ใช้ในการแสวงหาความรู้ หรือค้นหาคำตอบของปัญหาอีกด้วย ดังนั้นในการสอนวิทยาศาสตร์ จึงต้องให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย และให้นักเรียนได้รับความรู้ ความสามารถ นำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาในการเรียนและใช้ในชีวิตประจำได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526: 1 – 5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า มี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้อย่างเหมาะสม

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือได้

2.3 บอกวิธีใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และสิ่งอื่นๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่วัดได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

5. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับจัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นดีขึ้นโดยอาจเสนอในรูปของตารางแผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จาก การสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ความสามารถในการอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุปการพยากรณ์ที่เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟทำได้ 2 อย่าง คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. ทักษะการตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ ยังไม่ทราบหรือปรากฏหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกต หรือวัดได้ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ที่สังเกต และวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

11.1 ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุ ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งเร้าที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

11.2 ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรนั้น หรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

11.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้น อาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรตัวต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติ เพื่อหาคำตอบหรือทดลองสมมุติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลอง

13. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วยเช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้จำแนกพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ – ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

นุศรา เอี่ยมนวรัตน์ (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอน โดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

โอลาลินอย (Olalonoye. 1979: 4348 – A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง (Guided Inquiry) การสอนปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ในวิชาฟิสิกส์ โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทางและกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเองพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสามกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)” ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้หลายทัศนะ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524: 1)ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิด อย่างมีระบบ ซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540: 157) ได้อธิบายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ เช่น การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การพยากรณ์ เป็นต้น อย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ

จากความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้กล่าวไว้ สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ เพื่อการเสาะแสวงหาความรู้ หรือแก้ปัญหาอันเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ

4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการปฏิบัติการฝึกความคิดอย่างเป็นระบบนั้น นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้กระบวนการหรือทักษะกระบวนการหลายอย่าง ซึ่งจัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524: 1 – 16) ได้จัดประเภทของลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน จำนวน 8 ทักษะ ประกอบด้วย
    - 1.1 ทักษะการสังเกต
    - 1.2 ทักษะการจำแนกประเภท
    - 1.3 ทักษะการวัด
    - 1.4 ทักษะการคำนวณ
    - 1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
    - 1.6 ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย
    - 1.7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
    - 1.8 ทักษะการพยากรณ์
2. ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ จำนวน 5 ทักษะ ประกอบด้วย
    - 2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
    - 2.2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
    - 2.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2.4 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2.5 ทักษะการทดลอง

ซันต์ และ โทรวบริดจ์ (Sund ; & Trowbridge. 1973: 93 – 95) ได้จัดประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

1. ทักษะในการหาความรู้ (Acquisitive Skills)

1.1 การฟังอย่างตั้งใจ กระตือรือร้นและถามเมื่อสงสัย

1.2 การสังเกตอย่างถี่ถ้วน สนใจและคิดอย่างเป็นระบบ

1.3 การค้นหาแหล่งข้อมูล ใช้แหล่งข้อมูลหลายแห่งมารวมกัน

1.4 การแสวงหาความรู้โดยการสัมภาษณ์ หรือส่งแบบสอบถาม

1.5 การกำหนดปัญหา

1.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการบันทึกเป็นตาราง หรือจำแนกเป็นรายการต่าง ๆ

1.7 การหาคำตอบของปัญหา โดยทำการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลองแล้วสรุปผล

2. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ (Organizational Skills)

2.1 การรายงานข้อมูลอย่างมีระบบและสมบูรณ์

2.2 การเปรียบเทียบความเหมือนกันของสิ่งที่สังเกตได้

2.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งที่สังเกตได้

2.4 การจำแนกข้อมูลเป็นหมวดหมู่

2.5 การเรียงลำดับข้อมูลที่จัดไว้เป็นหมวดหมู่โดยแสดงเป็นลำดับ

2.6 การกำหนดเค้าโครงออกเป็นหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อย

2.7 การแสดงหัวข้อที่สำคัญและความสัมพันธ์ของข้อมูล

2.8 การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข

2.9 การวิเคราะห์และนำผลไปใช้

3. ทักษะในการสร้างสรรค์ (Creative Skills)

3.1 การวางแผนล่วงหน้า โดยเล็งเห็นผลที่จะเป็นไปได้ และรวมถึงการตั้งสมมติฐาน

3.2 การกำหนดปัญหาใหม่ วิธีการใหม่ เครื่องมือใหม่และระบบใหม่

3.3 การค้นหาเทคนิควิธีการต่างๆ

3.4 การสังเคราะห์โดยการนำสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ (Manipulative Skills)

4.1 การรู้จักส่วนต่างๆ ของเครื่องมือ วิธีทำงาน การปรับเครื่องมือให้เหมาะสมและข้อจำกัดของงาน

4.2 การดูแลรักษาเครื่องมือให้อยู่ในสภาพดี โดยการเก็บและใช้อย่างเหมาะสม

4.3 การสาธิตแสดงส่วนต่างๆ หน้าที่และการทำงานของเครื่องมือ

4.4 การนำเครื่องมือมาใช้ในการทดลอง การวางแผนใช้เครื่องมือการรวบรวมข้อมูลการบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือนั้นๆ

4.5 การซ่อมแซมเครื่องมือ

4.6 การสร้างเครื่องมืออย่างง่ายๆ เพื่อใช้ในการทดลอง

4.7 การวัดโดยใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ ตาชั่ง เป็นต้น

5. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communicative Skills)

5.1 การตั้งคำถาม รู้จักเลือกใช้คำถามที่ดี เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง

5.2 การอภิปราย รู้จักใช้ความคิดของตนเองและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอภิปรายเรื่องที่ตรงประเด็น

5.3 การอภิปรายเน้นสาระสำคัญให้ชัดเจน

5.4 การรายงานด้วยปากเปล่าต่อชั้นเรียนหรือครู โดยเน้นเนื้อหาสาระที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์

5.5 การเขียนรายงานการทดลอง หรือการสาธิต เพื่อชี้แจงวิธีการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลที่ได้

5.6 การพิจารณาสร้างสรรค์เพื่อประเมินค่าจากผลที่ได้

5.7 การเขียนกราฟแสดงผลการทดลองและแปลความหมายของกราฟ

5.8 สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้แก่เพื่อนร่วมชั้นเรียน

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science : AAAS. 1970: 11 – 176) ได้วิเคราะห์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์และจัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน จำนวน 8 ทักษะ ประกอบด้วย

1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)

1.2 ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา Using Space and Relationships)

1.3 ทักษะการจัดจำพวก (Classifying)

1.4 ทักษะการใช้ตัวเลข (Using Numbers)

1.5 ทักษะการวัด (Measuring)

1.6 ทักษะการสื่อความหมาย (Communicating)

1.7 ทักษะการทำนาย (Predicting)

1.8 ทักษะการสรุปอ้างอิง (Inferring)

2. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการหรือผสม จำนวน 5 ทักษะ ประกอบด้วย

2.1 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulating Variables)

2.2 ทักษะการประมวลผลและตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting)

2.3 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

2.4 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

2.5 ทักษะการออกแบบและดำเนินการทดลอง (Designing Investigations and Experimenting)

คลอพเฟอร์ (Klopfer. 1971: 568 – 573) ได้จัดประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไว้ 4 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกตและการวัด (Observing & Measuring)
2. ทักษะการมองเห็นปัญหาและวิธีการหาคำตอบ (Seeing a Problem and Seeking Ways to Solve It)
3. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป (Interpreting Data and Formulating Generalizations)
4. ทักษะการสร้างทฤษฎี การตรวจสอบและการปรับปรุงทฤษฎีที่สร้างขึ้น (Building, Testing and Revising a Theoretical Model)

โอเคย์ และ ฟิล (Okey ; & Field. 1973: 1 – 10) ได้จัดประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ไว้ 10 ทักษะ คือ

1. ทักษะการกำหนดตัวแปร (Identifying Variables)
2. ทักษะการสร้างตารางเสนอข้อมูล (Constructing a Table of Data)
3. ทักษะการเขียนกราฟ (Constructing a Graph)
4. ทักษะการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร (Describing Relationships between Variables)
5. ทักษะการรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล (Acquiring and Processing Your Own Data)
6. ทักษะการวิเคราะห์กระบวนการทดลอง (Analyzing Investigations)
7. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Constructing Hypothesis)
8. ทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Variables Operationally)
9. ทักษะการออกแบบการทดลอง (Designing Investigations)
10. ทักษะการดำเนินการทดลอง (Experimenting)

เจคอบสัน และ บาร์รี (Jacobson ; & Barry. 1980: 450 – 451) ได้จัดประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรฝึกให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความสามารถด้านนี้ และสามารถนำเอาทักษะด้านนี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะการกำหนดปัญหา (Defining Problems)
2. ทักษะการวางแนวทางในการค้นคว้า (Designing Investigations)
3. ทักษะการทดลองที่มีการควบคุม (Controlled Experiments)
4. ทักษะการสังเกต (Observing)
5. ทักษะการวัด (Measuring)
6. ทักษะการจำแนก (Classifying)
7. ทักษะการสรุปลงความคิดเห็น (Inferring)
8. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
9. ทักษะการรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล (Collecting and Handing Data)
10. ทักษะการแปลความหมายข้อมูล (Interpreting Data)
11. ทักษะการค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Literature Search)
12. ทักษะการสร้างความสัมพันธ์กับทฤษฎี (Relating to Theory)
13. ทักษะการลงข้อสรุป (Drawing Conclusions)

จากแนวความคิดของหน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาเกี่ยวกับการจัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่า ได้จำแนกออกเป็นประเภทต่างๆ ในจำนวนและลักษณะต่างๆ กัน ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยรวมๆ แล้วจะเห็นว่า มีเนื้อหาสาระใกล้เคียงกันจะต่างกันก็เพียงการจัดในแบบต่างๆ เหล่านั้นที่เป็นกิจกรรมต่างกัน

4.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 1 – 16) ได้จัดประเภทของลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท จำนวน 13 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำข้อมูล และสื่อความหมาย ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ รวม 8 ทักษะ และ 2) ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการประกอบด้วย ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และทักษะการทดลอง รวม 5 ทักษะ ทั้ง 13 ทักษะนี้เป็นพื้นฐานในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับรายละเอียดของแต่ละทักษะ ผู้วิจัยนำเสนอเฉพาะทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการที่ผู้วิจัยใช้เป็นทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในการจัดการเรียนรู้สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยย่อย การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ดังนี้

4.3.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534: 55) ได้ให้ความหมายการตั้งสมมติฐาน ก็คือ การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยหลักการสังเกตความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้าไม่จำเป็นต้องถูกต้องเสมอไป อาจเป็นจริงทั้งหมด หรืออาจเป็นจริงบางส่วน หรือไม่เป็นจริงทั้งหมดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สมมติฐานจะเขียนเป็นข้อความบอกเล่าที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม และกำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

4.3.1.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ และประสบการณ์ประสบการณ์เดิมร่วมกัน

4.3.1.2 สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีสนับสนุนสมมติฐาน และไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

4.3.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534: 56) ได้ให้ความหมายการกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการว่า หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้) ต้องใช้ภาษาที่รัดกุมชัดเจน และระบุการกระทำในการทดสอบ และสิ่งที่สามารถสังเกตได้ และกำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

4.3.2.1 กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกต และวัดได้

4.3.2.2 สามารถแยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามทั่วไปได้

4.3.2.3 สามารถชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในนิยามเชิงปฏิบัติการได้

4.3.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying & Controlling Variables) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534: 56) ได้ให้ความหมาย เกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปรคือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้ โดยตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม มีความหมาย ดังนี้

กำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น หรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรอิสระ ที่จะทำให้การทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนๆ กัน

4.3.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 71 – 72) ได้กำหนดกิจกรรม การแสดงออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) การวางแผนการทดลอง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์ หรือสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 2) การปฏิบัติการทดลอง 3) ความคล่องแคล่วในการทำการทดลอง 4) การนำเสนอการทดลองโดยการบันทึกผลการทดลองและเขียนรายงานการทดลอง ซึ่งเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ นอกจากนี้ ยังได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการทดลอง ดังนี้

4.3.4.1 กำหนดวิธีการการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

4.3.4.2 ระบุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลองได้

4.3.4.3 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

4.3.4.4 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

4.3.5 ทักษะการตีความหมายและลงสรุปข้อมูล (Interpreting Data & Conclusion) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2534: 59) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการให้ความหมายข้อมูลและลงสรุปว่า หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะ และคุณลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งการตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ แล้วสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด และได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงสรุป ดังนี้

4.3.5.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะสมมติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

4.3.5.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. วิธีดำเนินการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 70 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) 1 ห้องเรียน โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling unit) จำนวน 1 ห้องเรียน เป็นจำนวนนักเรียน 40 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบ คาบละ 50 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ตามการจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การดำรงชีวิตของพืช โดยมีหัวข้อ ดังนี้

1. โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก
2. การการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช
3. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาค้นคว้า โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 249)

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
RE	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

RE แทน กลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

X แทน การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

T_1 แทน การสอบก่อนการทดลอง

T_2 แทน การสอบหลังการทดลอง

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

ในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และขอบเขตของเนื้อหา จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2544 เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม

3. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนแบบบูรณาการ การเรียนรู้แบบร่วมมือ การระดมความคิด เทคนิคจิกซอว์

4. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จากคู่มือครูและหนังสือเรียนวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การดำรงชีวิตของพืช ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

5. ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ ซึ่งผู้วิจัยได้ประยุกต์แนวทางและขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมของ ดวน (Duann. 1973: 169) ฮุสตัน และ คนอื่นๆ (รุ่งนภา เบญมาตย์. 2551: 42 ; อ้างอิงจาก Houston ; et al. 1972) คาร์ดาแรลลี่ (Cardarelli. 1973: 150) ประกอบด้วย

1. ชื่อชุด เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรม

2. ชื่อหน่วย เป็นเนื้อหาในหน่วยย่อยของชุดกิจกรรม

3. คำชี้แจงการปฏิบัติตามชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการเป็นส่วนที่อธิบายรายละเอียดของชุดกิจกรรมและแนวทางการปฏิบัติ เป็นข้อตกลงเบื้องต้นในการที่นักเรียนจะเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

4. สาระการเรียนรู้ เป็นแนวความคิดหลักเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

5. จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุผลหลังจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

6. ระยะเวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด

7. กิจกรรมการเรียนการสอน เป็นส่วนที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ ตามขั้นตอนในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

8. สื่อและอุปกรณ์ เป็นส่วนที่ระบุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในแต่ละกิจกรรม

9. การประเมินผล เป็นส่วนที่ให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ ความสามารถของตนจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ ตามสภาพจริงจากการปฏิบัติกิจกรรม

วิธีการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

ในการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ มีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของเวลา ความสอดคล้องของจุดประสงค์ในการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนกับสาระการเรียนรู้ การวัดประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนกับชุดกิจกรรม ตลอดจนข้อบกพร่องต่างๆ โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการดังนี้

2.1 ทดลองรายบุคคลกับนักเรียน 100 คน เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรม เวลาที่ใช้ และเพื่อหาข้อบกพร่องของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

2.2 ทดลองกลุ่มเล็กกับนักเรียน 5 คน เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรม เวลาที่ใช้และเพื่อหาข้อบกพร่องของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

2.3 ทดลองภาคสนาม นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการที่ปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียน 30 คน แล้วนำมาปรับปรุงอีกครั้ง

เกณฑ์ที่ใช้ในการปรับปรุงชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ พิจารณาจากการตอบคำถาม ในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ แต่ละชุดและแบบทดสอบท้ายชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ ในเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรก หมายถึงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 80%

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด ที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 80% นำผลการตรวจสอบให้คะแนนชุดกิจกรรมไปคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดโดยใช้สูตร

E_1/ E_2 ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม ดังนี้

1. โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ประสิทธิภาพ 81.87/80.25
2. การการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช ประสิทธิภาพ 81.62/80.5
3. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก ประสิทธิภาพ 82.25/81.75

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบวิชาชีววิทยา

2. ศึกษาผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จากคู่มือครูวิชาชีววิทยา เล่ม 4 และหนังสือเรียนวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อสร้างตารางข้อสอบ โดยมีแบ่งการพฤติกรรมด้านต่างๆ ออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

วิธีหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไปใช้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางวัดผลจำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบความชัดเจนของคำถาม ตัวเลือกความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้การเรียนรู้กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดความถูกต้องด้านภาษาเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

2. คัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.5 หรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไป จำนวน 60 ข้อ

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน

4. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้ว มาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกิน 1 คำตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

4.1 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27% ของจุง เตห์ ฟาน เลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ โดยแบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ได้ดังนี้

พฤติกรรมด้านความรู้ – ความจำ จำนวน 20 ข้อ
พฤติกรรมด้านความเข้าใจ จำนวน 10 ข้อ
พฤติกรรมด้านการนำไปใช้ จำนวน 10 ข้อ

4.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่คัดเลือกไว้ ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72

5. นำแบบทดสอบไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ด้านความรู้ ความจำ

1. รากของต้นข้าวที่มีอายุ 3 เดือน คือรากที่เจริญมาจาก (ด้านความรู้ – ความจำ)

ก. แรดิเคิลของเอมบริโอ
ข. เพริไซเคิลของรากแก้ว
ค. ส่วนใดส่วนหนึ่งของเมล็ด
ง. ขนรากเปลี่ยนมาทำหน้าที่เฉพาะ
จ. ส่วนอื่นๆ ของลำต้นนอกจากเมล็ด

2. ในระหว่างที่เมล็ดถั่วกำลังงอก โครงสร้างใดจะยืดตัวเร็วที่สุด และหลังจากการงอกแล้ว โครงสร้างใดจะลดขนาดลง (ด้านความรู้ – ความจำ)

ก. ไฮโพคอทิลและแรดิเคิล
ข. แรดิเคิลและเอพิคอทิล
ค. เอพิคอทิลและแรดิเคิล
ง. แรดิเคิลและใบเลี้ยง
จ. ไฮโพคอทิลและเอพิคอทิล

3. เซลล์ชนิดใดที่ทำหน้าที่ได้ทั้งการลำเลียงและให้ความแข็งแรงในพืช (ด้านความรู้-ความจำ)

ก. เทรคีดและซีฟทิวบ์เมมเบอร์
ข. ซีฟทิวบ์เมมเบอร์และไฟเบอร์
ค. เทรคีดและเวสเซล
ง. เวสเซลและไฟเบอร์
จ. ไฟเบอร์และเทรคีด

ด้านความเข้าใจ

1. เพราะเหตุใดต้นพืชจึงมีการเจริญเติบโตได้เรื่อยๆ (ด้านความเข้าใจ)

ก. พืชมีเนื้อเยื่อเจริญอยู่ที่ส่วนปลายตลอดชีวิต
ข. เซลล์พืชมีจีนที่กำหนดแบบแผนการเจริญเฉพาะตัว
ค. เซลล์พืชทุกเซลล์สามารถแบ่งตัวและเพิ่มขนาดได้ตลอดเวลา
ง. เนื้อเยื่อถาวรสามารถเปลี่ยนไปเป็นเนื้อเยื่อเจริญได้หากสภาพแวดล้อมเหมาะสม
จ. เซลล์บริเวณปลายสุดเป็นเซลล์ที่มีชีวิตตลอดเวลา

2. โครงสร้างของพืชที่ทำหน้าที่เปรียบเทียบได้กับทางเดินอาหารในสัตว์ คือ (ด้านความเข้าใจ)

ก. ราก
ข. ไซเลม
ค. โฟลเอ็ม
ค. วาสคิวลาร์บันเดิล
จ. ไฟเบอร์

3. ตัวการสำคัญที่ทำให้น้ำหนักแห้งของเมล็ดที่กำลังงอกลดลงเนื่องมาจากสาเหตุใด (ด้านความเข้าใจ)

ก. ไฮโดรไลซิส
ข. การหายใจ
ค. การลำเลียงอาหาร
ง. การคายน้ำ
จ. การลำเลียงน้ำ

ด้านการนำไปใช้

1. ถ้าท่านทดลองควั่นต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและทิ้งไว้นาน ๆ ผลจะเป็นอย่างไร (ด้านการนำไปใช้)

ก. พืชจะตายเพราะรากขาดอาหาร
ข. พืชจะตายเพราะน้ำไม่ถูกลำเลียงไปสังเคราะห์ด้วยแสง
ค. โอกาสรอดและตายมีเท่ากันเพราะท่อลำเลียงบางส่วนถูกทำลาย
ง. พืชจะมีชีวิตอยู่ได้ไม่เกิน 2 สัปดาห์ และจะตายในภายหลัง
จ. พืชจะยังคงมีชีวิตอยู่เพราะท่อลำเลียงกระจายอยู่ทั่วไป

2. การวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีไว้เพื่อสิ่งใด (การนำไปใช้)

ก. เพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้เพาะปลูกในฤดูกาลต่อไป
ข. ใช้ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดก่อนปลูก
ค. เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อการจำหน่าย
ง. เพื่อสงวนเมล็ดพันธุ์หายากไว้ทำการค้า
จ. ข้อ ก ข ค ถูก

3. การวัดการเจริญเติบโต ที่น่าจะดีที่สุดคือวิธีการใด (ด้านการนำไปใช้)

ก. การชั่งน้ำหนักหรือหามวลที่เพิ่มขึ้น
ข. การนับจำนวนเซลล์ที่เพิ่มขึ้น
ค. การวัดส่วนสูงที่เพิ่มขึ้น
ง. การวัดปริมาตรที่เพิ่มขึ้น
จ. การวัดขนาดที่มากขึ้น

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่เกี่ยวกับชีววิทยา ประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 2 ข้อ
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 ข้อ
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 6 ข้อ
4. ทักษะการทดลอง จำนวน 6 ข้อ
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 13 ข้อ

รวมเป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 1 ฉบับ จำนวน 5 ทักษะ จำนวนข้อสอบรวม 30 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ โดยใช้ลักษณะแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ จะกำหนดสถานการณ์โดยแต่ละสถานการณ์ 2 สถานการณ์ และมีกิจกรรม 6 คำถาม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

กิจกรรมที่ 2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

กิจกรรมที่ 3 การออกแบบการทดลอง

กิจกรรมที่ 4 การบันทึกผลการทดลอง

กิจกรรมที่ 5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

กิจกรรมที่ 6 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การประเมินโดยอิงเกณฑ์ รูบริคส์ (Rubries Score) โดยแบ่งระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 4 ระดับ คือ 3, 2 , 1, และ 0 ซึ่งหมายถึง ดีมาก ดี พอใช้ และควรปรับปรุง ตามลำดับ

1.1 หาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ คือ

1.1.1 หาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ (Face Validity) โดยให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบหาความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะและกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.1.2 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร จำนวน

30 คน

3.2 เมื่อนำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27 % แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อโดยใช้ t - test

3.3 การหาคุณภาพของแบบทดสอบดังกล่าว ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้ นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองจำนวน 40 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ ครอนบาค

3.4 เกณฑ์การประเมินที่ใช้ในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.4.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (คาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองได้สอดคล้องกับตัวแปรต้นและตัวแปรตามโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม)

3 คะแนน หมายถึง สามารถตั้งสมมติฐานที่ดีที่สุด ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2 คะแนน หมายถึง สามารถตั้งสมมติฐานภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

1 คะแนน หมายถึง สามารถบอกตั้งสมมติฐานภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงได้ แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถบอกตั้งสมมติฐานภายในขอบเขตและสอดคล้องกับสถานการณ์ได้

3.4.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (การกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ปฏิบัติการทดลองให้สามารถทดสอบหรือวัดได้)

3 คะแนน หมายถึง สามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการในสถานการณ์ได้และสอดคล้องกับสถานการณ์

2 คะแนน หมายถึง สามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการในสถานการณ์ และสอดคล้องกับ สถานการณ์

1 คะแนน หมายถึง สามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เป็นไปได้ของปัญหาใน สถานการณ์ได้ แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เป็นไปได้ของปัญหาในสถานการณ์ได้

3.4.3 ทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร (การบ่งชี้ และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่นๆ)

3 คะแนน หมายถึง สามารถบ่งชี้และกำหนดตัวแปรได้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาและนำไปสู่วิธีการหาคำตอบที่ระบุไว้

2 คะแนน หมายถึง สามารถบ่งชี้และกำหนดตัวแปรได้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาและแต่ไม่นำไปสู่วิธีการหาคำตอบที่ระบุไว้

1 คะแนน หมายถึง สามารถบ่งชี้และกำหนดตัวแปรได้ แต่ไม่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาและไม่นำไปสู่วิธีการหาคำตอบที่ระบุไว้

0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถบ่งชี้และกำหนดตัวแปรเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาและไม่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาและไม่นำไปสู่วิธีการหาคำตอบที่ระบุไว้

3.4.4 ทักษะการทดลอง (การออกแบบการทดลอง อธิบายขั้นตอนการทดลองและเสนอแนะการบันทึกผลการทดลอง)

3 คะแนน หมายถึง สามารถออกแบบการทดลอง อธิบายขั้นตอนการทดลองและเสนอแนะการบันทึกผลการทดลองได้สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้

2 คะแนน หมายถึง สามารถออกแบบการทดลอง อธิบายขั้นตอนการทดลองและเสนอแนะการบันทึกผลการทดลอง แต่ไม่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้

1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถออกแบบการทดลอง อธิบายขั้นตอนการทดลองและเสนอแนะการบันทึกผลการทดลอง กับสาเหตุของปัญหาที่ระบุได้

0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถออกแบบการทดลอง อธิบายขั้นตอนการทดลองและเสนอแนะการบันทึกผลการทดลอง เพื่อแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุได้

3.4.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (การแปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะ และคุณสมบัติของข้อมูล พร้อมทั้งสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษา)

3 คะแนน หมายถึง สามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษา เพื่อให้สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้

2 คะแนน หมายถึง สามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาที่ระบุไว้ แต่ไม่สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้

1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษา เพื่อแก้ปัญหาที่ระบุได้

0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษา แก้ปัญหาให้สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุได้

ชาญวิทย์ จรัสสุทธิอิศร (2545: 82) ได้เสนอผลการวิเคราะห์การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะดังแสดงใน ตาราง 1

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมที่บ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะ	พฤติกรรมที่บ่งชี้
การตั้งสมมติฐาน	คาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองได้สอดคล้องกับตัวแปรต้นและตัวแปรตามโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ปฏิบัติการทดลองให้สามารถทดสอบหรือวัดได้
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	การบ่งชี้และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่นๆ ในปรากฏการณ์หนึ่งๆ ที่ต้องการศึกษา
การทดลอง	การออกแบบการทดลอง ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง อธิบายขั้นตอนการทดลอง และเสนอแนะการบันทึกผลการทดลอง
การตีความหมายและลงข้อสรุป	การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลพร้อมทั้งสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษา

วิธีการดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจับฉลากจากจำนวนนักเรียน 2 ห้องมา 1 ห้องเรียน ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมด 40 คน

2. ก่อนการจัดการเรียนรู้ทดสอบกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และแบบสอบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแล้วนำผลของการสอบมาตรวจให้คะแนน

3. ชี้แจงกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ เพื่อที่นักเรียนจะได้ปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง

4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการที่ส่งเสริมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ใช้เวลาสอน จำนวน 18 คาบ

5. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามขั้นตอนที่ระบุในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการที่ส่งเสริมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแล้วทำการทดสอบหลังการเรียนกับนักเรียน

กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

6. ตรวจผลการสอบแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ข้อ 1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

ปัญหาการทดลอง

ปัจจัยที่ส่งผลต่อกลไกการเคลื่อนตัวของน้ำสู่ลำต้นที่ระดับแตกต่างกัน

กิจกรรมที่ 1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

จากปัญหาของการทดลอง นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร ?

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ในการทดลองนี้

2.1 จะต้องจัดอะไรให้ต่างกัน (ระบุตัวแปรต้น) ?

.....

.....

.....

.....

2.2 จะจัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง (ระบุตัวแปรที่ควบคุม) ?

.....

.....

.....

.....

2.3 การทดลองนี้สิ่งที่นักเรียนจะต้องติดตามดูคืออะไร (ระบุตัวแปรตาม) ?

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3 การออกแบบการทดลอง

ให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองให้เหมาะสม จากรายการที่กำหนดให้ แล้วบันทึกลงในข้อ 3.1 – 3.2

3.1 การทดลองนี้ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.2 มีขั้นตอนการทดลองอย่างไรบ้าง ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 4 การบันทึกผลการทดลอง

ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ ให้ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง และบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลองนั้น

ตารางบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ผลที่สังเกตได้จากการทดลองเป็น ดังนี้

5.1 มีอะไรเกิดขึ้น เมื่อตั้งชุดการทดลองที่แตกต่างกัน

.....

.....

.....

5.2 การทดลองแบบต่อหลอดคาปิลลารีกับกิ่งไม้เป็นอย่างไร ?

.....

.....

5.3 การทดลองแบบที่ไม่ต่อกับกิ่งไม้เป็นอย่างไร ?

.....

.....

.....

5.4 หากทดลองเปลี่ยนกิ่งไม้ใหม่ โดยใช้กิ่งที่มีปริมาณจำนวนใบมากขึ้น จะเป็นอย่างไร ?

.....

.....

.....

.....

5.5 หากทดลองเปลี่ยนกิ่งไม้ใหม่ โดยใช้กิ่งที่มีจำนวนใบน้อยลงกว่าเดิม จะเป็นอย่างไร ?

.....

.....

5.6 การทดลองนี้จะสรุปผลว่าอย่างไร ?

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 6 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

แรงดันอากาศ หมายความว่าอย่างไร ?

.....

.....

แรงดึงเนื่องจากการคายน้ำ หมายความว่าอย่างไร ?

.....

.....

.....

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ โดยวิธีการทางสถิติ t-test for Dependent

2. ศึกษาคะแนนการคิดวิเคราะห์ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการบวนการทางวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียน ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ โดยวิธีการทางสถิติ t-test for Dependent Sample

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพ

1.1 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) คะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 137)

จากสูตร $\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

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

S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.3 หาค่าความแปรปรวน (Variance) จากสูตร (ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 79)

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

เมื่อ S^2 แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1 การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538: 117) จากสูตร

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

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% กลุ่มสูง - กลุ่มต่ำ และตารางสำเร็จรูปของจุง เตห์ ฟาน (ศิรสา พฒันกุล. 2548: 34)

2.3 คำนวณหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการวิทยาศาสตร์บูรณาการโดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ของ เคแกน ที่ส่งเสริมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ โดยใช้สูตร E_1/E_2 (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528: 295)

สูตรที่ 1 $$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{n}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและหรือการประกอบกิจกรรมระหว่างการเรียนของนักเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดและหรือการประกอบกิจกรรมระหว่างการเรียนของนักเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและหรือกิจกรรมการเรียน

สูตรที่ 2 $$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{n}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังจากการเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้) คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน และหรือประกอบกิจกรรมหลังเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนและหรือการประกอบกิจกรรมหลังเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียนและหรือกิจกรรมหลังเรียน

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 20 คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (รุ่งนภา เบญมาตย์. 2551: 51)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_1^{\,2}}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

N แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

P แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ หรือ $\frac{\text{จำนวนคนที่ตอบถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่งๆ คือ 1 – P

S_1^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538: 125 – 126)

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left[1-\frac{\sum S_1^2}{S_t^2}\right]$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อ

S_1^2 แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระจากกัน (t - test Dependent Samples) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 166) มีสูตร ดังนี้

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2-\left(\sum D\right)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ t แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

ΣD แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ΣD^2 แทน ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
S.D.	แทน ค่าความเบี่ยงแบนมาตรฐาน
t	แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t–test dependent samples
**	แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปรผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียน

2. ผลการศึกษาความทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียน

1. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาศึกษาเปรียบเทียบผลต่างโดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t–test dependent samples ตามสูตรของ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543: 165 – 167) ได้ผลดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียน

ทดสอบ	n	k	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	40	40	22.52	5.18	
					13.62***
หลังเรียน	40	40	27.65	4.05	

$t_{(.01,df=39)} = 2.423$

จากตาราง 3 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาศึกษาเปรียบเทียบผลต่าง โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t–test Dependent Samples ตามสูตรของ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543: 165 – 167) ได้ผลดังแสดงใน ตาราง 3

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียน

ทดสอบ	n	k	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	40	90	62.03	17.61	
					13.25***
หลังเรียน	40	90	65.90	16.59	

$t_{(.01,df=39)} = 2.423$

จากตาราง 4 แสดงว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ
2. เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ที่เรียนวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 70 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) 1 ห้องเรียน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling unit) เป็นจำนวนนักเรียน 40 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าได้แก่ เนื้อหาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ตามการจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การดำรงชีวิตของพืช

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบ คาบละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง จำนวน 18 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 5 สัปดาห์

4. เมื่อสิ้นสุดตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

5. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 โดยใช้คะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t–test Dependent Samples ตามสูตรของ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543: 165 – 167)

3. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 2 โดยใช้คะแนนจากการทดสอบทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t–test Dependent Samples ตามสูตรของ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543: 165 – 167)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ สรุปผลได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่ามีประเด็นที่น่าสนใจนำมาอภิปรายดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียน จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 จากผลการวิจัยดังกล่าวอภิปรายได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการเป็นนวัตกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ถือว่าชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เนื่องจากกิจกรรมในชุดกิจกรรม มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ และเนื้อหา โดยปรับปรุงขั้นตอน และหลักการสร้างชุดกิจกรรมของบัทส์ (Butt. 1974: 85), เนลสัน (Nelson. 1975: 247) เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้อย่างเหมาะสม และเพื่อพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ในตัวนักเรียนมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ได้แก่ กิจกรรมแบบร่วมมือ กิจกรรมแบบระดมความคิด กิจกรรมแบบจิกซอว์ การจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการครั้งนี้เน้นกระบวนการกลุ่ม ซึ่งกระบวนการกลุ่มเน้นให้นักเรียนมีอิสระในการศึกษาค้นคว้า รู้จักการทำงานร่วมกับคนอื่น การทำงานระบบกลุ่มส่งผลให้นักเรียนรู้จักคุณค่าของตนเองและผู้อื่น มีนิสัยรักการศึกษาค้นคว้าด้วยความมั่นใจ

การปฏิบัติกิจกรรมที่กำหนดให้ในชุดกิจกรรม อย่างรอบคอบ เป็นเหตุเป็นผล ซึ่งครูเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำ และคอยให้ความสะดวกโดยมีขั้นตอนดังนี้ กระบวนการเรียนรู้ในหน่วย หมายถึง การกำหนดงานที่จะให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่ กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ โดยมี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ เป็นการเตรียมความพร้อมก่อนทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ เป็นการสังเกตหรือปฏิบัติตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็นข้อความ รูปภาพ หรือกิจกรรมการทดลอง เพื่อเร้าความสนใจให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและทำการศึกษาค้นคว้าต่อไป ขั้นปฏิบัติกิจกรรมเป็น นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ มีการวางแผน เพื่อกำหนดแนวทางในการปฏิบัติกิจกรรม มีการตั้งสมมุติฐาน การสำรวจตรวจสอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ได้ฝึกการสืบค้นข้อมูล ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้แสดงออกในการทำกิจกรรม มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างเต็มที่ ได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม หรือเป็นรายบุคคลตลอดจนการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ให้เกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ขั้นอธิบายและสรุปเป็น การให้นักเรียนนำเอาประสบการณ์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนแม่นยำ สร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ การให้นักเรียนได้ขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ในองค์ความรู้ที่ได้อย่างกว้างขวางและลึกซึ้ง โดยการยกตัวอย่าง ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอธิบายเชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้อย่างมีระบบ สามารถพิจารณา แยกแยะบนพื้นฐานของเหตุและผล เพื่อตัดสินและนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ หรือในชีวิตประจำวัน ขั้นประเมินเป็น การประเมินว่าตัวเองมีความรู้และความเข้าใจในสิ่งที่เรียนหรือฝึกเพียงใด ทั้งด้านทักษะกระบวนการ และองค์ความรู้ ที่ได้ด้วยการทำแบบฝึกหัดหลังจากที่ปฏิบัติกิจกรรม (กรมวิชาการ. 2546: 219) ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์โดยตรง เป็นผู้สร้างองค์ความรู้ ด้วยการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เน้นบทบาทผู้เรียนเป็นหลัก ครูเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาเท่านั้น จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีมีความคงทนในการเรียนรู้มากกว่ากิจกรรมที่จัดเอื้อต่อการเรียนรู้สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เน้นการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองผู้เรียนสามารถดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีอิสระในการคิด ทุกคนมีโอกาสใช้ความคิดอย่างเต็มที่สอดคล้องกับแนวคิดของบลูม (Bloom. 1976: 72 - 74) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติตามความต้องการ ย่อม

กระทำกิจกรรมนั้นด้วยความกระตือรือร้น ทำให้เกิดความมั่นใจ เกิดการเรียนรู้ได้เร็ว และประสบความสำเร็จสูง สัมพันธ์กับแนวคิดของเพียเจท์ที่เชื่อว่า สติปัญญาและความคิดเริ่มต้นพัฒนาจากการมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง กิจกรรมที่เป็นระบบขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง สามารถเชื่อมโยงจากสถานการณ์หนึ่งไปอีกสถานการณ์หนึ่งได้สอดคล้องกับผลการวิจัย เนื้อทอง นายี่ (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่าความสามารถด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ความการสอนโดยครูเป็นผู้สอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และจากลักษณะของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งมีลักษณะข้อคำถามเป็นแบบปลายเปิด มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.30 ถึง 0.78 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.82 พบว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีคุณภาพทั้งค่าความยากและอำนาจจำแนกในระดับที่ใช้ประเมินผลความสามารถของผู้เข้าสอบได้ เช่นเดียวกับแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ แต่ให้ความโดดเด่นที่สามารถวัดความคิดของผู้เข้าสอบได้ตรงกว่า เพราะไม่ต้องมีตัวเลือกให้ผู้เข้าสอบแบบทดสอบอัตนัยใช้ได้ดีกับการวัดความเข้าใจ ทักษะการคิด ความสามารถในการเขียน การแก้ปัญหา โดยเฉพาะการวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และเหมาะอย่างยิ่งกับคำถามที่เน้นให้นักเรียนใช้ความสามารถในการหาคำตอบเอง และการนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการมาใช้ในการสอนร่วมกับการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น มีความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มเพิ่มมากขึ้น และให้ความร่วมมือกับผู้สอนเป็นอย่างดี การเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการที่เน้นกระบวนการกลุ่ม ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่เกิดจากการผสมผสานระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนจากชุดกิจกรรม เช่น การเรียนแบบจิกซอว์นักเรียนแต่ละคนในแต่ละกลุ่มมีบทบาทแตกต่างกันออกไป แต่ละบทบาทมีความสำคัญเท่ากันมีโอกาสเป็นทั้งผู้เชี่ยวชาญและผู้มารับความรู้ที่เรียกว่ากลุ่มบ้าน ผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนไป ทุกคนในกลุ่มจะเกิดความตระหนักว่า จิกซอว์ความรู้จะสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อทุกคนที่ไปรับจิกซอว์ รับมาอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ เป็นเหตุผลให้นักเรียนเรียนด้วยความรับผิดชอบ มีสมาธิในการรับรู้และมีความภาคภูมิใจเมื่อจิกซอว์ความรู้ ออกมาอย่างสมบูรณ์ ผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยการปฏิบัติการทดลองและแต่ละครั้งได้พบสถานการณ์ใหม่ เร้าให้เกิดความสนใจในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ การจัดกิจกรรมด้วย

การปฏิบัติการทดลอง เน้นกระบวนการกลุ่ม กระบวนการกลุ่มเน้นให้นักเรียนมีอิสระในการศึกษาค้นคว้า รู้จักการทำงานร่วมกับคนอื่น การทำงานระบบกลุ่มส่งผลให้นักเรียนรู้จักคุณค่าของตนเองและผู้อื่น กล้าแสดงความคิดเห็น เรียงลำดับความคิดอย่างถูกต้องเหมาะสม ก่อนนำไปสู่การสรุปที่ถูกต้องและสามารถนำ ความรู้เดิมเชื่อมโยงสู่ความรู้ใหม่ได้อย่างดี มีประสิทธิภาพด้วยการขยายความรู้ นำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันได้ จากลักษณะของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการเน้นกระบวนกลุ่มที่มีกิจกรรมที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ศึกษาค้นคว้าอย่างอิสระ

สรุปจากผลดังกล่าว จึงเป็นหลักฐานแสดงว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีคุณภาพในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายให้พัฒนาขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ มีการกำหนดกิจกรรมเป็นลำดับขั้นตอน ควรมีการเตรียมนักเรียนให้มีความคุ้นเคยกับการจัดกิจกรรมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

1.2 ควรแนะนำให้นักเรียนรู้จักกับการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ จัดกลุ่มที่มีการช่วยเหลือเกื้อกูล กันและกัน เปิดโอกาสให้ทุกคนได้แสดงความสามารถ

1.3 เวลาในการทำกิจกรรม ต้องมีการปรับให้เหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการในเนื้อเรื่องอื่นๆ เช่น เรื่อง ไฟฟ้าในบ้าน

2.2.ควรมีการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมบูรณาการระหว่างสาระ เช่น ภาษาไทยกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ และเพิ่มการทำกิจกรรมให้หลากหลายมากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมล ประทีปธีรนันต์. (2530). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนวตามหลักสัปปุริสธรรมเพื่อพัฒนาคุณธรรมด้านสัปปุริสธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดไร่ขิงจังหวัดนครปฐม.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

กรมวิชาการ. (2546) *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.

----------. (2546). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.* กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

จุพารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชลสีต์ จันทาสี. (2543). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2531). *การผลิตชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การสอน เทคโนโลยีและการสื่อการศึกษา เล่ม 3 หน่วยที่ 11-15.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชาญวิทย์ จรัสสุทธิอิศร. (2545). *การพัฒนากฎเกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชุติมา วัฒนะคีรี. (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2552). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.* พิมพ์ครั้งที่11. นนทบุรี: ไทยเนรมิตกิจอินเตอร์ โปรเกรสซิฟ.

ทิศนา แขมมณี; และคณะ. (2534). *คู่มือครูรูปแบบการฝึกทักษะการทำงานกลุ่มสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี; และคณะ. (2541). *การเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ ตามแนวคิด 5 ทฤษฎี.* กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

----------. (2545). *วิทยาการด้านการคิด.* กรุงเทพฯ: บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

ธำรง บัวศรี. (2542). *ทฤษฎีหลักสูตรการออกแบบและพัฒนา.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.

นพวรรณ ศรีเกตุ. (2550). *การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นุศรา เอี่ยมนวรัตน์. (2542). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

บังอร ภัทรโกมล. (2541). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตหน่วยตัวเรา ด้วยวิธีสอนแบบโครงการ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). *นวัตกรรมการศึกษา.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2543). *การวิจัยเบื้องต้น.* พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์. (2549). *การจัดกระบวนการเรียนรู้บูรณาการแบบองค์รวม.* กรุงเทพฯ: เบ็นภาษาและศิลปะ.

ประวิตร ชูศิลป์. (2534). *หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.

ประหยัด แสงวิชัย. (2544). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาสาสตร์สิ่งแวดล้อมและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนแบบมีครูเป็นผู้ประเมินผลกับนักเรียนเป็นผู้ประเมินผลตนเอง.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ไผท สิทธิสุนทร. (2543, กุมภาพันธ์). การเรียนรู้แบบบูรณาการ. *สานปฏิรูป.* 2(23): 22 – 25.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เพราพรรณ โกมลมาลย์. (2541, พฤศจิกายน). หลักสูตรการเรียนการสอนแบบบูรณาการรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา. *วารสารวิชาการ.* 1(11): 65 – 73.

รุ่งนภา เบญมาตย์. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

มณีรัตน์ เกตุไสว. (2540). *การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2540). *คอนสตรัคติวิซึม (CONSTRVCTIVISM).* กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิเศษ ชิณวงศ์. (2544, พฤษภาคม). การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ. *วารสารวิชาการ.* 4(5): 22 – 29.

ศิรสา พฒันกุล. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2524). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

----------. (2526). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

----------. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

----------. (2544). *หลักสูตรกลุ่มวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา. ถ่ายเอกสาร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2546). *รายงานการวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมหลากหลาย.* กรุงเทพฯ: ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อัจฉรา สุขารมณ์ ; และ อรพินทร์ ชูชม. (2530). *รายงานการวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนต่ำกว่าความสามารถนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปกติ.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1970). *Science: A Process Approach New York : Commentary for Teacher.* AAAS.

Beane, J. (1991, October). The Middle School : The Natural Home of Integrated Curriculum. *Educational Leadership*. 49(2): 9 – 13.

Bloom, Benjarmin S. (1976). *Taxonomy of Educational Objective.* New York: David Mekay.

Butt, David P. (1974). *The Teaching of Science A Serf Directed Planning Guide.* New York : Harrper & Row Publishing.

Cardarelli, Sally M. (1973). *Individualized Instruction Programmed and Material.* New York: David Mac Kay.

Duann, James E. (1973). *Individualized Instructional Programmed and Material.* Englewood Cliffs, New Jersey : Educational, Technology. Publication.

Fan, Chung-The. (1952). *Item Analysis Table*. New Jersey: Educational Testing Service.

Frazee, Bruce M.; & Rudnitski, Rose A. (1995). *Integrated Teaching Methods : Theory, Classroom Applications, and Field-Based Connections.* Albany, New York: Delmar Publishers.

Good, C.V. (1973). *Dictionary of Education.* 3rd ed. New York : McGraw-Hill.

Houston Robert W. and Others. (1972). *Devenloping Instruction Modules a Modular System for Writing Modules.* College of Education Texas :University of Houston.

Jocobson, Willard J.; & Bergman Abby Barry. (1980). *Science for Children. Englewood Cliffs,* New Jersey : Prentice - Hall.

Klopfer, L.E. (1971, Summer). *Evaluation of Learning in Sciences: An Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning.* New York: McGraw-Hill Book.

Lardizabal, S.A. et al. (1970). *Methods and Principles of Teaching.* Quezon City: Alemar -Phoenix.

Nelson, Leslie W.; & George, C. Lorgbeer. (1975). *Science Activities for Elementary Children.* 4th Ed. Lowa : WM.C. Brown Publishers.

Okey, James R.; & Ronald, L. Field. (1973). *Basic Process Skills Program*. Bloomington: Indiana University.

Olarinoye, R.D. (1979). A Comparative Study of the Effectiveness of three Method of Teaching A Secondary school Physics Course in a Niger ion Secondary School. *Pissertation Abstracts International.* 39(8): 4848 - 4.

Smith, E. Brooks ; Goodman, Kenneth S.; & Meredith, Robert. (1976). *Language and Thinking in School.* 2nd ed. New York : Holt, Rinehart and Winston.

Sund, R.B.; & L.W. Trowbridge. (1973). *Teaching Science by Inquiry in the SecondarySchool*. Ohio: Charles and Merrill Publishing.

Terrell. (1979,July). A Study of the Integration of English Skills into the Business – Education Curriculum of Public Post – Secondary Schools. *Dissertation Abstracts International*. 40(1): 74 – A.

UNESCO-UNEP. (1994). *An Environmental Education Curriculum for Secondary Schools*. In the Asian Region Paris: UNESCO.

Vars,Gordon. (1991, October). Integrating Curriculum in Historical Perspective. *Educational Leadership*. 49(2): 14 – 15.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ว่าที่ ร.ต. มโนชย์ จงรักวิทย์	อาจารย์ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ กรุงเทพมหานคร
อาจารย์จินตนา ช่วยด้วง	กลุ่มสาระฯ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ กรุงเทพมหานคร
อาจารย์ดำรงศักดิ์ มีวรรณ์	กลุ่มสาระฯ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ สมุทรปราการ

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ผู้วิจัย

นางสาวปวีณา ชาลีเครือ
สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์)
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ – สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ) ……..…….....
ตำแหน่ง ……วุฒิการศึกษา ……..…….....
สถานที่ทำงาน ……..…….....

ลงชื่อ ……
(……..)
ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช โดยผู้เชี่ยวชาญ

****

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้พร้อมๆ กัน ทั้งชั้นเรียนนักเรียนจะได้ฝึกทักษะการเรียนรู้โดยดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การฝึกทักษะการฟัง การคิด จากกิจกรรมในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ การฝึกทักษะการเรียนรู้ โดยมีองค์ประกอบดังนี้

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นการผสมผสานของเนื้อหา กิจกรรม กระบวนการที่มาจากจุดประสงค์ และทักษะการจำแนก จัดหมวดหมู่ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ สรุปการประยุกต์มาเป็นแนวกำหนด เพื่อให้เกิดกระบวนการคิดอย่างเหมาะสม สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับตนเองได้อย่างสมดุล

1.1 ชื่อชุดกิจกรรม หมายถึง ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

1.2 ชื่อหน่วย หมายถึง หัวข้อเรื่องย่อยที่ประกอบขึ้นเป็นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการในชุดกิจกรรม

1.3 คำชี้แจง สำหรับนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ หมายถึง ส่วนอธิบายรายละเอียดของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ แนวทางปฏิบัติเป็นข้อตกลงเบื้องต้นในการที่นักเรียนจะเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

1.4 จุดประสงค์ของกิจกรรมเป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุผลหลังจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

1.5 เวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด

1.6 สาระการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ และความรู้ที่ต้องการเพิ่มเติม

1.7 กระบวนการเรียนรู้ในหน่วย หมายถึง การกำหนดงานที่จะให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ โดยมี 4 ขั้นตอนคือ

1.7.1 ขั้นนำ หมายถึง การเตรียมความพร้อมก่อนทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ เป็นการสังเกตหรือปฏิบัติตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็นข้อความ รูปภาพ หรือกิจกรรมการทดลอง เพื่อเร้าความสนใจให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น และทำการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1.7.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม หมายถึง นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ มีการวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางในการปฏิบัติกิจกรรม มีการตั้งสมมุติฐาน การสำรวจ ตรวจสอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ได้ฝึกการสืบค้นข้อมูล ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้แสดงออกในการทำกิจกรรม มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างเต็มที่ ได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม หรือเป็นรายบุคคล ตลอดจนการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ให้เกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย

1.7.3 ขั้นสรุป หมายถึง การให้นักเรียนนำเอาประสบการณ์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนแม่นยำ สร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ การให้นักเรียนได้ขยาย หรือเพิ่มเติมความรู้ ในองค์ความรู้ที่ได้อย่างกว้างขวาง และลึกซึ้ง โดยการยกตัวอย่าง ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอธิบาย เชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้อย่างมีระบบ สามารถพิจารณาแยกแยะบนพื้นฐานของเหตุและผล เพื่อตัดสินและนำ ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ หรือในชีวิตประจำวัน

1.7.4 ขั้นประเมิน หมายถึง การประเมินว่าตัวเองมีความรู้และความเข้าใจในสิ่งที่เรียนหรือฝึกเพียงใด ทั้งด้านทักษะกระบวนการและองค์ความรู้ที่ได้ ด้วยการทำแบบฝึกหัดหลังจากที่ปฏิบัติกิจกรรม (กรมวิชาการ. 2546: 219)

1.8 สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุสื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม ได้แก่ ใบกิจกรรม อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ สารเคมี

1.9 แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุคำถามหลังจากการทำกิจกรรม

1.10 คำเฉลยแบบฝึกหัด เป็นส่วนที่ระบุคำตอบของแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

ในการวิจัยครั้งนี้ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการที่สร้างขึ้น ตามเนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสาระวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ประกอบการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

คำชี้แจง : โปรดประเมิน และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมรวมทั้งข้อวิจารณ์ สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นตามแนวความคิดของท่าน โดยกำหนดไว้ดังนี้

+1 หมายถึง สอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

- 1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
1. ด้านเนื้อหา 1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์				
1.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด				
1.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน				
2. การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ 2.1 การนำใช้งาน 2.1.1 เกิดประโยชน์กับผู้เรียนเป็นอย่างดี				
2.1.2 สามารถศึกษาด้วยตนเองได้ง่าย				
2.2 กิจกรรม				
2.2.1 มีความยาก-ง่ายพอเหมาะกับผู้เรียน				
2.2.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้				
2.2.3 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสมกับเนื้อหา				
2.2.4 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยหัวใจนักปราชญ์				
2.2.5 ส่งเสริมทักษะในด้านการบูรณาการ				

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
2.3 คำถามในกิจกรรม 2.3.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์				
2.3.2 คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม				
2.3.3 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม				
3. ด้านการใช้ภาษาและตัวอักษร 3.1 ภาษามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน				
3.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรกับระดับชั้น				
3.3 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษรกับระดับชั้น				
4. ภาพประกอบ 4.1 ภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหา				
4.2 ภาพประกอบสอดคล้องกับความสนใจผู้เรียน				
4.3 ภาพประกอบมีจำนวนเหมาะสม				
5. โดยภาพรวมความเหมาะสมของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการกับระดับชั้น ผู้เรียน และด้านเนื้อหา				

ข้อแนะนำและข้อวิจารณ์

……

……

……

……

……

ลงชื่อ……ผู้ประเมิน

(……)

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ผู้วิจัย

นางสาวปวีณา ชาลีเครือ
วิชาเอก การมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์)
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ – สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ) ……..……..
ตำแหน่ง …….. วุฒิการศึกษา ……..…….....
สถานที่ทำงาน ……..……

ลงชื่อ …….
(……...)
ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัย ประเภทเขียนตอบมีข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ ตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ดังนี้

พฤติกรรมที่ต้องการวัด

ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ และแปลผลความรู้ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไปหรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ผู้วิจัยทำการศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตและมีผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ดังนี้

1. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายกระบวนการที่สารผ่านเซลล์ และการรักษาดุลยภาพของเซลล์

2. สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับกลไกการรักษาดุลยภาพของน้ำ อุณหภูมิกรด-เบส และแร่ธาตุต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต

3. นำความรู้เรื่องการรักษาดุลยภาพไปใช้ในการดูแลสุขภาพของตนเองและสิ่งมีชีวิตอื่น

บันทึกการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ข้อที่	ความชัดเจนของคำถาม			ความเหมาะสมของตัวเลือก			ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้			ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด		
	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												

ข้อที่	ความชัดเจนของคำถาม			ความเหมาะสมของตัวเลือก			ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้			ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด		
	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												

ข้อแนะนำและข้อวิจารณ์

……..

……..

……..

……..

……..

……..

……..

ลงชื่อ……ผู้ประเมิน

(……)

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ผู้วิจัย

นางสาวปวีณา ชาลีเครือ
วิชาเอก การมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์)
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ – สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ) ……..……..
ตำแหน่ง …….. วุฒิการศึกษา ……..…….....
สถานที่ทำงาน ……..……

ลงชื่อ …….
(……...)
ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) หมายถึง ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการสร้างสมมติฐานการทดลองได้สอดคล้องกับปัญหา เขียนเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามของสถานการณ์ต่างๆ

2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling) หมายถึง ความสามารถในการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของสถานการณ์ต่างๆ

3. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง ความสามารถ ในด้านการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัตถุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

4. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายของข้อมูล และสรุปผลสอดคล้องกับปัญหาการทดลอง

5. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง ความสามารถในการให้ความหมาย และขอบเขตของคำต่างๆ บอกลักษณะทั่วไป จากการปฏิบัติการทดลอง

เกณฑ์การประเมินที่ใช้ในการวัด

ประเมินโดยอิงเกณฑ์ รูบริคส์ (Rubries Score) โดยแบ่งระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 4 ระดับ คือ 3, 2, 1 และ 0 ซึ่ง หมายถึง ดีมาก ดี พอใช้ และควรปรับปรุง ตามลำดับ

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (คาดคะเนคำตอบก่อนการทดลองได้สอดคล้องกับตัวแปรต้นและตัวแปรตามโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม)

3 คะแนน หมายถึง สามารถตั้งสมมติฐานที่ดีที่สุด ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2 คะแนน หมายถึง สามารถตั้งสมมติฐานภายในขอบเขตของข้อเท็จจริง จาก

สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

1 คะแนน หมายถึง สามารถบอกตั้งสมมติฐานภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงได้ แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถบอกตั้งสมมติฐานภายในขอบเขต และสอดคล้องกับสถานการณ์ได้

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ปฏิบัติการทดลองให้สามารถทดสอบหรือวัดได้)

3 คะแนน หมายถึง สามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการในสถานการณ์ได้ และสอดคล้องกับสถานการณ์

2 คะแนน หมายถึง สามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการในสถานการณ์ และสอดคล้องกับสถานการณ์

1 คะแนน หมายถึง สามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เป็นไปได้ของปัญหาในสถานการณ์ได้ แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เป็นไปได้ของปัญหาในสถานการณ์ได้

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (การบ่งชี้และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่นๆ)

3 คะแนน หมายถึง สามารถบ่งชี้และกำหนดตัวแปรได้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาและนำไปสู่วิธีการหาคำตอบที่ระบุไว้

2 คะแนน หมายถึง สามารถบ่งชี้และกำหนดตัวแปรได้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาและแต่ไม่นำไปสู่วิธีการหาคำตอบที่ระบุไว้

1 คะแนน หมายถึง สามารถบ่งชี้และกำหนดตัวแปรได้ แต่ไม่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาและไม่นำไปสู่วิธีการหาคำตอบที่ระบุไว้

0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถบ่งชี้และกำหนดตัวแปรเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาและไม่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาและไม่นำไปสู่วิธีการหาคำตอบที่ระบุไว้

4. ทักษะการทดลอง (การออกแบบการทดลอง อธิบายขั้นตอนการทดลอง และเสนอแนะการบันทึกผลการทดลอง)

3 คะแนน หมายถึง สามารถออกแบบการทดลอง อธิบายขั้นตอนการทดลอง และเสนอแนะการบันทึกผลการทดลองได้สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้

2 คะแนน หมายถึง สามารถออกแบบการทดลอง อธิบายขั้นตอนการทดลอง และเสนอแนะการบันทึกผลการทดลอง แต่ไม่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้

1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถออกแบบการทดลอง อธิบายขั้นตอนการทดลอง และเสนอแนะการบันทึกผลการทดลอง กับสาเหตุของปัญหาที่ระบุได้

0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถออกแบบการทดลอง อธิบายขั้นตอนการทดลอง และเสนอแนะการบันทึกผลการทดลอง เพื่อแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุได้

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลพร้อมทั้งสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษา)

3 คะแนน หมายถึง สามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษา เพื่อให้สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้

2 คะแนน หมายถึง สามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาที่ระบุไว้ แต่ไม่สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้

1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถแปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษา เพื่อแก้ปัญหาที่ระบุได้

0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถแปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษา แก้ปัญหาให้สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุได้

บันทึกการลงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมิน
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สถานการณ์	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
สถานการณ์ที่ 1	1. มีลักษณะการใช้คำที่เหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องของภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน				
สถานการณ์ที่ 2	1. มีลักษณะการใช้คำที่เหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องของภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน				

ข้อแนะนำและข้อวิจารณ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

ภาคผนวก ค

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ตาราง 5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	1	2	3		
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00
1.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
2. การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ					
2.1 การนำใช้งาน	+1	+1	+1	3	1.00
2.1.1 เกิดประโยชน์กับผู้เรียนเป็นอย่างดี	+1	+1	+1	3	1.00
2.1.2 สามารถศึกษาด้วยตนเองได้ง่าย	+1	+1	+1	3	1.00
2.2 กิจกรรม					
2.2.1 มีความยาก-ง่ายพอเหมาะกับผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
2.2.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	0	+1	+1	2	0.67
2.2.3 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00
2.2.4 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยหัวใจนักปราชญ์	+1	+1	+1	3	1.00
2.2.5 ส่งเสริมทักษะในด้านการบูรณาการ	+1	+1	+1	3	1.00
2.3 คำถามในกิจกรรม					
2.3.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
2.3.2 คำถามสอดคล้องกับกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
2.3.3 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
3. ด้านการใช้ภาษาและตัวอักษร					
3.1 ภาษามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
3.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรกับระดับชั้น	+1	+1	+1	3	1.00
3.3 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษรกับระดับชั้น	+1	+1	+1	3	1.00
4. ภาพประกอบ					
4.1 ภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00
4.2 ภาพประกอบสอดคล้องกับความสนใจผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
4.3 ภาพประกอบมีจำนวนเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
5. โดยภาพรวมความเหมาะสมของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการกับระดับชั้น ผู้เรียน และ ด้านเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00

ตาราง 6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1.00	21	+1	+1	+1	3	1.00
2	+1	+1	+1	3	1.00	22	+1	+1	+1	3	1.00
3	+1	+1	+1	3	1.00	23	0	+1	+1	2	0.67
4	+1	+1	+1	3	1.00	24	+1	+1	+1	3	1.00
5	+1	+1	+1	3	1.00	25	+1	+1	+1	3	1.00
6	+1	+1	+1	3	1.00	26	+1	+1	+1	3	1.00
7	0	+1	+1	2	0.67	27	+1	+1	+1	3	1.00
8	+1	+1	+1	3	1.00	28	+1	+1	+1	3	1.00
9	+1	+1	+1	3	1.00	29	+1	+1	+1	3	1.00
10	+1	+1	+1	3	1.00	30	0	+1	+1	2	0.67
11	+1	+1	+1	3	1.00	31	+1	+1	+1	3	1.00
12	+1	+1	+1	3	1.00	32	+1	+1	+1	3	1.00
13	0	+1	+1	2	0.67	33	+1	+1	+1	3	1.00
14	0	+1	+1	2	0.67	34	+1	+1	+1	3	1.00
15	+1	+1	+1	3	1.00	35	+1	+1	+1	3	1.00
16	+1	+1	+1	3	1.00	36	0	+1	+1	2	0.67
17	+1	+1	+1	3	1.00	37	+1	+1	+1	3	1.00
18	+1	+1	+1	3	1.00	38	+1	+1	+1	3	1.00
19	+1	+1	+1	3	1.00	39	+1	+1	+1	3	1.00
20	+1	+1	+1	3	1.00	40	+1	+1	+1	3	1.00

ตาราง 7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สถานการณ์	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1.00
2	+1	+1	+1	3	1.00

ภาคผนวก ง

- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (t) และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

ตาราง 8 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของ (r_{tt}) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
1	0.29	0.34	21	0.50	0.29
2	0.44	0.38	22	0.41	0.31
3	0.79	0.31	23	0.41	0.23
4	0.73	0.55	24	0.21	0.31
5	0.71	0.34	25	0.28	0.44
6	0.32	0.62	26	0.36	0.47
7	0.41	0.23	27	0.67	0.32
8	0.22	0.47	28	0.25	0.38
9	0.52	0.22	29	0.73	0.32
10	0.32	0.41	30	0.35	0.29
11	0.70	0.38	31	0.73	0.44
12	0.50	0.26	32	0.50	0.47
13	0.33	0.32	33	0.41	0.31
14	0.38	0.36	34	0.38	0.62
15	0.38	0.36	35	0.45	0.28
16	0.31	0.29	36	0.67	0.29
17	0.35	0.36	37	0.45	0.34
18	0.25	0.28	38	0.52	0.47
19	0.27	0.32	39	0.32	0.55
20	0.45	0.32	40	0.31	0.28

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.72

ตาราง 9 แสดงคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

คนที่	สถานการณ์ที่ 1	X^2	สถานการณ์ที่ 2	X^2	รวม
1	43	1849	32	1024	75
2	35	1225	34	1156	69
3	30	900	27	729	57
4	42	1764	31	961	73
5	30	900	20	400	59
6	33	1089	32	1024	65
7	32	1024	35	1225	67
8	28	784	33	1089	61
9	40	1600	28	784	68
10	33	1089	28	784	61
11	32	1024	37	1369	69
12	29	841	33	1089	62
13	33	1089	31	961	64
14	35	1225	26	676	61
15	28	784	32	1024	60
16	41	1681	35	1225	76
17	32	1024	29	841	61
18	34	1156	30	900	64
19	35	1225	31	961	66
20	37	1369	29	841	66
21	30	900	37	1369	67
22	42	1764	33	1089	75
23	32	1024	32	1024	64
24	34	1156	34	1156	68
25	34	1156	39	1521	73

ตาราง 9 (ต่อ)

คนที่	สถานการณ์ที่ 1	X^2	สถานการณ์ที่ 2	X^2	รวม
26	31	961	33	1089	64
27	31	961	30	900	71
28	29	841	32	1024	61
29	30	900	36	1296	66
30	25	625	31	961	56
31	36	1296	25	625	61
32	34	1156	43	1849	77
33	32	1024	30	900	62
34	35	1225	34	1158	69
35	29	841	36	1296	65
36	37	1369	34	1156	71
37	32	1024	39	1521	71
38	35	1225	30	900	65
39	28	784	35	1225	63
40	29	841	33	1089	62
$\sum X$	1327	44715	1289	42211	2635
S.D.	4.21		4.15		
S^2	17.73		17.25		

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ = 0.82

ตาราง 10 ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

คนที่	คะแนนชุดกิจกรรมแต่ละชุด					
	ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3	
	E_1	E_2	E_1	E_2	E_1	E_2
	20 คะแนน	10 คะแนน	20 คะแนน	10 คะแนน	20 คะแนน	10 คะแนน
1	17	9	18	9	17	8
2	18	9	17	10	19	9
3	19	9	17	9	18	8
4	16	8	15	7	15	8
5	18	10	17	9	17	8
6	18	8	17	8	19	7
7	16	8	16	7	17	8
8	17	9	18	10	15	10
9	18	8	15	9	19	8
10	14	9	16	10	17	8
11	16	7	14	9	16	8
12	17	8	16	8	15	7
13	16	10	17	9	17	9
14	15	6	16	7	16	8
15	17	10	17	8	18	9
16	15	8	18	9	14	9
17	18	8	18	8	16	7
18	16	7	15	8	18	8
19	19	9	17	9	14	10
20	16	8	14	7	17	9
21	15	7	16	8	17	8
22	15	8	16	8	15	9
23	17	7	18	7	17	8
24	18	9	17	10	18	9

ตาราง 10 (ต่อ) ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

คนที่	คะแนนชุดกิจกรรมแต่ละชุด					
	ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3	
	E_1	E_2	E_1	E_2	E_1	E_2
	20 คะแนน	10 คะแนน	20 คะแนน	10 คะแนน	20 คะแนน	10 คะแนน
25	17	7	16	9	16	7
26	16	8	16	7	15	7
27	14	6	16	8	17	8
28	15	8	16	7	16	8
29	17	8	16	7	14	7
30	13	6	15	8	17	7
31	15	7	17	7	16	8
32	17	7	16	9	16	8
33	16	8	17	9	16	9
34	15	7	16	8	17	8
35	16	7	14	9	16	8
36	16	8	16	7	17	8
37	18	8	18	8	16	7
38	19	9	17	9	15	10
39	15	9	16	8	16	8
40	15	9	16	9	17	9
รวม	655	321	653	322	658	327
$\overline{X}$	16.38	7.9	16.33	7.8	16.45	8.18
E_1/E_2		81.87/80.25		81.63/80.5		82.25/81.75

ภาคผนวก จ

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ
- คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

ตาราง 11 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

ลำดับที่	ก่อนเรียน	X^2	หลังเรียน	X^2	ผลต่าง (D)	D^2
1	31	961	36	1296	5	25
2	29	841	33	1089	4	16
3	17	289	24	576	7	49
4	28	784	30	900	2	4
5	12	144	20	400	8	64
6	22	484	26	676	4	16
7	20	400	22	484	2	4
8	13	169	19	361	6	36
9	25	625	28	784	3	9
10	24	576	27	729	3	9
11	25	625	29	841	4	16
12	23	529	30	900	7	49
13	19	361	24	576	5	25
14	21	441	25	625	4	16
15	29	841	31	961	2	4
16	32	1024	36	1296	4	16
17	14	196	23	529	9	81
18	19	361	25	625	6	36
19	23	529	29	841	6	36
20	22	484	25	625	3	9
21	17	289	27	729	10	100
22	25	625	30	900	5	25
23	21	441	26	676	5	25
24	27	729	31	961	4	16
25	23	529	27	729	4	16

ตาราง 11 (ต่อ)

ลำดับที่	ก่อนเรียน	X^2	หลังเรียน	X^2	ผลต่าง (D)	D^2
26	22	484	27	729	5	25
27	27	729	31	961	4	16
28	21	441	29	841	8	64
29	23	529	27	729	4	16
30	13	169	23	529	10	100
31	19	361	27	729	8	64
32	32	1024	35	1225	3	9
33	20	400	26	676	6	36
34	25	625	29	841	4	16
35	17	289	23	529	6	36
36	28	784	32	1024	4	16
37	30	900	33	1089	3	9
38	23	529	29	841	6	36
39	21	441	29	841	9	81
40	19	361	23	529	4	16
$\sum X$	901	21343	1106	31222	206	1242
$\overline{X}$	22.52	533.57	27.65	5.15		31.05
S.D.	5.18		4.05			

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{206}{\sqrt{\frac{40(1242) - (206)^2}{40-1}}}$$

$$t = 13.62$$

ตาราง 12 แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

ลำดับที่	ก่อนเรียน	X^2	หลังเรียน	X^2	ผลต่าง (D)	D^2
1	72	5184	81	6561	9	81
2	67	4489	73	5329	6	36
3	56	3136	70	4900	14	196
4	68	4624	80	6400	12	144
5	53	2809	79	6241	26	676
6	61	3721	77	5929	16	256
7	60	3600	82	6724	22	484
8	57	3429	76	5776	19	361
9	60	3600	65	4225	5	25
10	52	2704	73	5329	21	441
11	66	4356	78	6084	12	144
12	59	3481	79	6241	20	400
13	56	3136	80	6400	24	576
14	58	3364	85	7225	27	729
15	59	3481	84	7056	25	625
16	72	5184	80	6400	8	64
17	53	2809	83	6889	30	900
18	59	3481	78	6084	19	361
19	63	3969	80	6400	17	289
20	62	3844	79	6241	17	289
21	58	3364	77	5929	19	361
22	69	4761	71	5041	2	4
23	62	3844	71	5041	9	81
24	67	4489	75	5625	8	64
25	60	3600	66	4356	6	36

ตาราง 12 (ต่อ)

ลำดับที่	ก่อนเรียน	X^2	หลังเรียน	X^2	ผลต่าง (D)	D^2
26	63	3969	73	5329	10	100
27	69	4761	83	6889	14	196
28	60	3600	79	6241	19	361
29	64	4096	72	5184	8	64
30	51	2601	80	6400	29	841
31	58	3364	79	7225	21	441
32	74	5476	77	7056	3	9
33	59	3481	77	5929	18	324
34	67	4489	78	6084	11	121
35	58	3364	70	4900	12	144
36	67	4489	77	5929	10	100
37	66	4356	83	6889	12	144
38	63	3969	81	6561	17	289
39	60	3600	84	7056	24	576
40	58	3364	84	7056	26	676
$\sum X$	2292	143428		222624	627	12009
S.D.	5.18		4.05			

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{N-1}}}$$

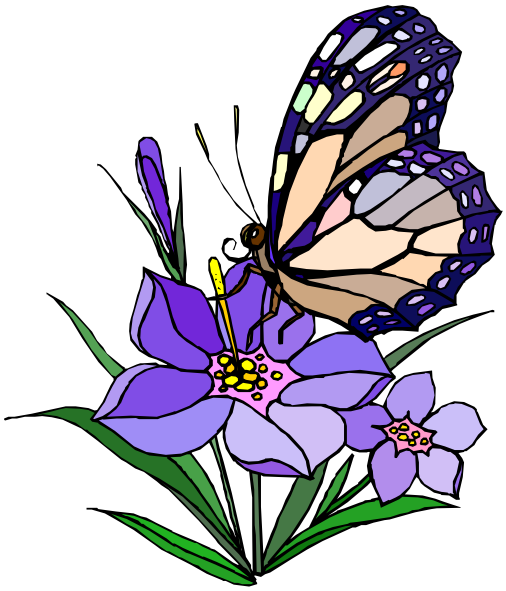
$$t = \frac{627}{\sqrt{\frac{40(12009) - (627)^2}{40-1}}}$$

t = 13.25

ภาคผนวก ฉ

- ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยที่ 4 การดำรงชีวิตของพืช
ชุดที่ 1 โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก



สมาชิกในกลุ่ม

1. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
2. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
3. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
4. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
5. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ สำนักงานเขตจตุจักร

กรุงเทพมหานคร

คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมที่นักเรียนจะศึกษาต่อไปนี้คือ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ เป็นชุดกิจกรรมที่บูรณาการกิจกรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นกระบวนการคิดและได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ บูรณาการนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นกิจกรรมเสริมจากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน และเพิ่มเติม ชีววิทยา 4 เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดนักเรียนควรปฏิบัติตามคำชี้แจงต่อไปนี้ตามลำดับ

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการชุดที่ 1 โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก
2. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน
3. นักเรียนเลือกประธาน กรรมการและเลขานุการ
4. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ของกิจกรรม สาระการเรียนรู้ของกิจกรรม
5. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบบูรณาการตามขั้น ดังต่อไปนี้

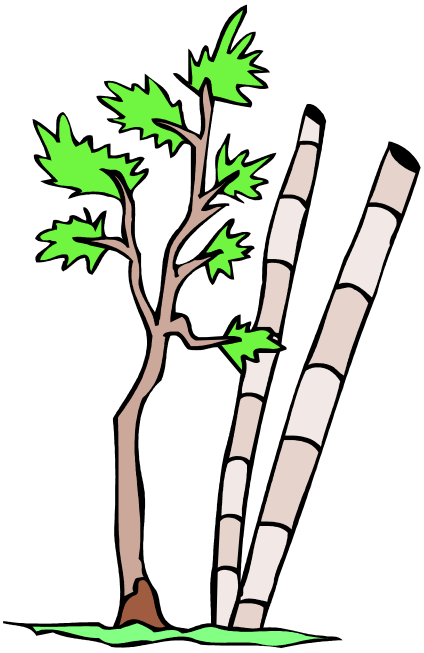
รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ

1. ขั้นนำ
2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม
3. ขั้นสรุป
4. ขั้นประเมินผล

เวลาที่ใช้ในการเรียน 6 คาบเรียน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายลักษณะโครงสร้างและหน้าที่ของราก ลำต้น และใบ
2. สำรวจตรวจสอบ อภิปรายและสรุปลักษณะโครงสร้างของราก ลำต้น ใบ ที่สัมพันธ์กับหน้าที่
3. สำรวจตรวจสอบโครงสร้างภายในตัดตามขวางของราก ลำต้น ใบ
4. สำรวจจำนวนและตรวจสอบตำแหน่งของปากใบของพืชในท้องถิ่น



สาระการเรียนรู้

พืชสามารถเจริญอยู่ได้ในสภาพแวดล้อม 2 สภาพแวดล้อม ที่แตกต่างกัน อย่างสิ้นเชิง พร้อมๆ กัน มีรากเจริญอยู่ในดินทำหน้าที่ในการพยุงลำต้น มีลำต้นเจริญอยู่ในอากาศทำหน้าที่ชูใบขึ้นรับแสงสว่าง เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง พืชมีการปรับโครงสร้างให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตดังกล่าว โดยโครงสร้างภายในมีเนื้อเยื่อ ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร สารอาหารที่พืชสร้างขึ้นจากใบไปยังส่วนต่างๆ

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ กระบวนการลำเลียงและการคายน้ำของพืชดอก	1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่กระบวนการลำเลียงและการคายน้ำของพืชดอก
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับกระบวนการเจริญเติบโต และกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก	2. การสืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับกระบวนการเจริญเติบโต และกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก
3. สืบค้นข้อมูล และอภิปรายเกี่ยวกับการดำรงชีวิตของพืชดอกนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	3. การสืบค้นข้อมูล และอภิปรายเกี่ยวกับการดำรงชีวิตของพืชดอกนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4 - 6	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี ม.5
1. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้	1. ตั้งคำถามโดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์หรือตามประเด็นปัญหาในขณะนั้นที่ระบุตัวแปรต่างๆ และสามารถสำรวจตรวจสอบได้
2. สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบหรือสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	2. ตั้งสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ สร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ
3. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณา ปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ	3. ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลหรือปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้อง สิ่งที่ต้องควบคุมจำนวนครั้งของการทดลองเพื่อให้ได้ผลที่เชื่อถือได้

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่สุด (10 คะแนน)

1. ข้อใดอธิบายการที่พืชเจริญเติบโตได้อย่างไม่จำกัดได้ถูกต้อง

ก. มีเนื้อเยื่อเจริญอยู่ที่ส่วนปลาย

ข. มีระบบรากที่สามารถดูดน้ำและอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ค. สามารถแผ่กิ่งและใบเพื่อรับแสงได้โดยไม่จำกัดอายุขัย

ง. การทำงานของระบบลำเลียงไปอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา

2. โครงสร้างใดของพืชใบเลี้ยงคู่ที่ไม่มีเยื่อแคมเบียม

ก. ใบและราก

ข. รากแขนงและกิ่งก้าน

ค. ใบและกิ่งก้าน

ง. ใบและต้น

3. เซลล์บริเวณใดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด

ก. ยอดอ่อนพืช

ข. ปลายรากพืช

ค. ปลายกิ่ง

ง. ปลายใบ

4. เนื้อเยื่อลำเลียงของใบอยู่ในเซลล์ชั้นใด

ก. พาลิเสดเซลล์

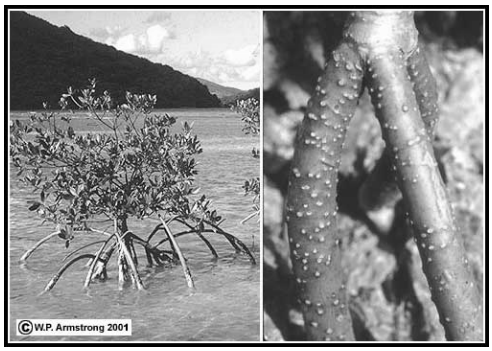
ข. เอพิเดอร์มิส

ค. สปันจีเซลล์

ง. คลอเรงคิมาเซลล์

5. พืชที่อาศัยตามป่าชายเลนดังภาพ ต้องมีการปรับโครงสร้างของรากให้เหมาะสมต่อการ ดำรงชีวิตตามข้อใด ถ้า

1. เก็บสะสมอาหาร
2. โผล่พ้นพื้นเพื่อหายใจ
3. โค้งปักค้ำจุนลำต้น
4. สืบพันธุ์โดยใช้การไหล



ก. 1 และ 2

ข. 2 และ 3

ค. 2 และ 4

ง. 1, 2. 3 และ 4

6. ถ้าเปรียบเทียบเซลล์เป็นห้องต่าง ๆ ภายในบ้านเดียวกัน ท่านคิดว่าห้องไหนคับแคบมากที่สุด

ก. Cork
ข. Fiber
ค. Fracheids
ง. Collenchtma

7. เมื่อดูชิ้นส่วนที่ตัดตามขวางของพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์และพบว่าใจกลางของชิ้นส่วนนั้นเป็นเนื้อเยื่อไซเลม แสดงว่าชิ้นส่วนนั้นเป็นส่วนของ

ก. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่
ข. รากของพืชใบเลี้ยงคู่
ค. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
ง. รากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

8. รากของต้นข้าวที่มีอายุ 3 เดือน คือ รากที่เจริญมาจาก

ก. แรดิเคิลของเอ็มบริโอ
ข. แพริไซเคิลของรากแก้ว
ค. ส่วนใดส่วนหนึ่งของเมล็ด
ง. ส่วนอื่นๆ ของลำต้นนอกจากเมล็ด

9. เมื่อตัดตามขวางลำต้นของข้าวโพดเพื่อศึกษาเนื้อเยื่อต่างๆ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ เซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือเซลล์ใด

ก. พาเรงคิมา
ข. เวสเซล
ค. ซีฟทิวบ์
ง. คอมพาเนียน

10. ด้านบนของใบมะม่วงมีสีเข้มมากกว่าด้างล่างเป็นเพราะเหตุใด

ก. ได้รับแสงมากกว่า
ข. พาลิเสดเซลล์เรียงตัวกันแน่นกว่าสปันจีเซลล์
ค. พาลิเสดเซลล์มีคลอโรพลาสต์มากกว่าสปันจีเซลล์
ง. สปันจีเซลล์มีคลอโรพลาสต์มากกว่าพาลิเสดเซลล์

1. ขั้นนำ

กิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนจับคู่ชนิดของเนื้อเยื่อและข้อความที่มีความสัมพันธ์กัน โดยนำตัวเลขมาเติมในช่องว่างให้ถูกต้อง

โครงสร้างและหน้าที่ของราก (3 คะแนน)

1.	Epidermis	A. เป็นบริเวณที่กว้างมากที่สุดของราก
2.	Eortex	B. มีส่วนที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและอาหาร
3.	Estele	C. เป็นบริเวณที่อยู่นอกสุดของราก

โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น (5 คะแนน)

1.	Epidermis	A. ช่วยในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
2.	Cortex	B. เพิ่มความแข็งแรงให้แก่ลำต้น
3.	Stem	C. เป็นบริเวณที่อยู่นอกสุดของลำต้น
4.	Chlorenchyma	D. เจริญทิศทางตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก
5.	Collenchyma	E. ช่วยสะสมน้ำและอาหารให้แก่พืช

โครงสร้างของใบ (4 คะแนน)

1.	Epidermis	A. ส่วนใหญ่เป็นเซลล์พาเรงคิมา
2.	Mesophyll	B. รูปร่างไม่แน่นอน เรียงตัวหลวมๆ
3.	Palisade Mesophyll	C. เป็นเซลล์ยาวๆ อัดตัวกันแน่น
4.	Spongy Mesophyll	D. เป็นส่วนที่ปกคลุกทั้งด้านบนและล่าง

เมื่อนักเรียนได้ลองฝึกทบทวนโครงสร้าง และหน้าที่ของพืชดอกแล้ว เรามาเริ่มศึกษาลักษณะและโครงสร้างของรากพืช ดังต่อไปนี้

ราก (root)

ราก (Root) เป็นส่วนของพืชที่โดยทั่วไปอยู่ใต้ดิน ทำหน้าที่สำคัญ 4 ประการ

1. ดูดน้ำและแร่ธาตุอาหารจากดิน
2. ลำเลียงน้ำและธาตุอาหารจากดินขึ้นไปสู่ส่วนอื่นๆ ของพืช
3. ค้ำจุนพืชให้ทรงตัวอยู่ได้
4. หน้าที่พิเศษ เช่น สะสมอาหาร หายใจ เป็นต้น

ระบบราก (Root system) แบ่งออกได้เป็น 3 ระบบ คือ

1. ระบบรากแก้ว (Tap root system) เป็นรากอันแรก เจริญจากรากแรกเกิด
2. ระบบรากฝอย (Fibrous root system) เป็นระบบรากที่แตกออก และช่วยค้ำจุน ยึดดินไม่ให้พังทลาย ได้แก่ พืชใบเลี้ยงเดี่ยว
3. ระบบรากพิเศษ (Modified root system) เป็นรากที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะ ได้แก่

Aerial root เป็นรากแขนงของพืชชายเลนบางชนิด ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนอากาศช่วยในการหายใจ

Rop root รากที่เกิดจากโคนต้นเหนือพื้นดิน ทำหน้าที่พยุงหรือค้ำจุนลำต้น และกิ่งก้าน ช่วยหาอาหาร

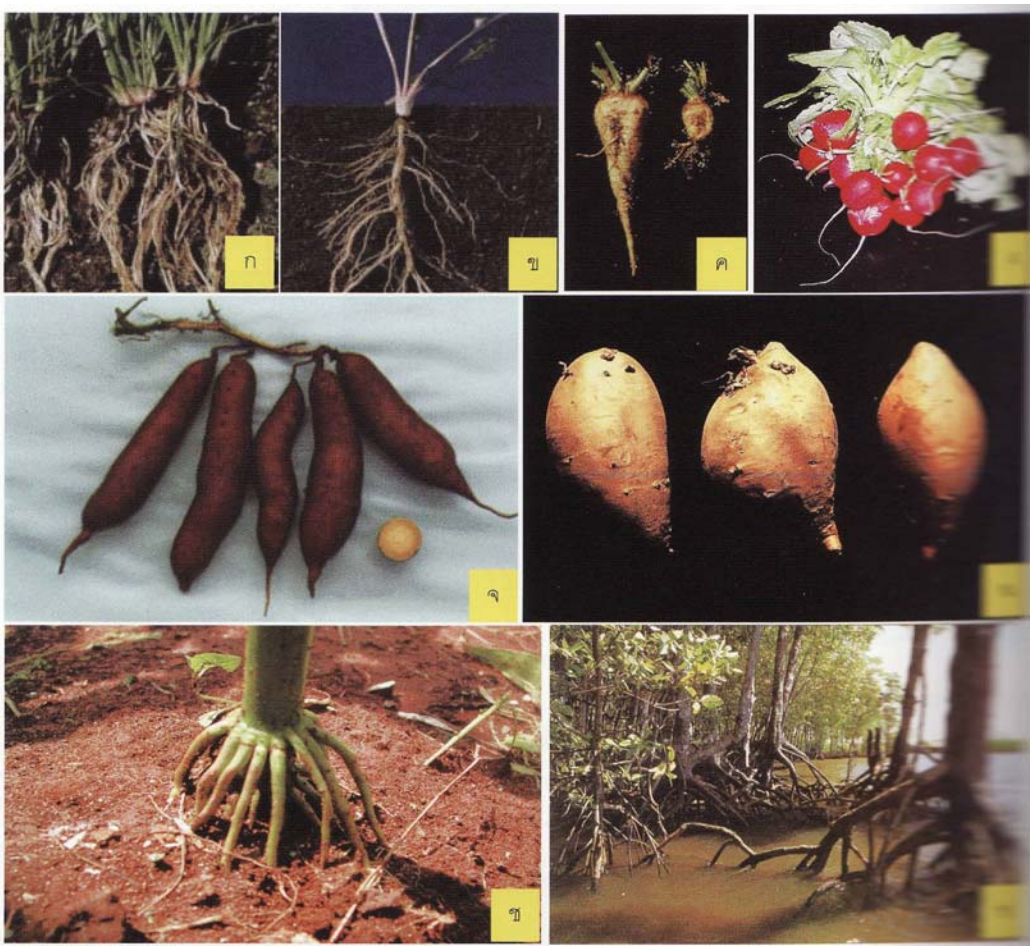
Buttress root เกิดบริเวณโคนต้นใกล้ระดับดิน ช่วยค้ำจุนลำต้นให้มั่นคงแข็งแรงขึ้น

Parasitic root เป็นรากที่เกาะกับพืชชนิดอื่น โดยแทงทะลุเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารและดูดอาหารเอาไปใช้

Storage root เป็นรากที่ขยายตัวออกและมีเนื้อเยื่อเก็บสะสมคาร์โบไฮเดรต

Climbing root รากที่ช่วยยึดลำต้นให้เกาะติดกับวัสดุที่เกาะอยู่

ตัวอย่างของระบบราก ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รากที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่พิเศษ

ก. ระบบรากฝอย
ข. ระบบรากแก้ว
ค. – ฉ รากสะสมอาหาร
ช. รากค้ำจุนของข้าวโพด
ซ. รากค้ำจุนของแสม

ที่มา : โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน. ชีววิทยา 1. 2547: 224

โครงสร้างภายในของราก

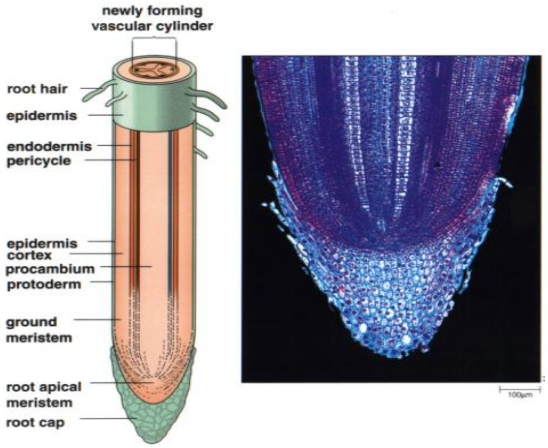
เมื่อตัดตามยาวจะพบว่า ปลายรากจะแบ่งออกได้เป็น 4 บริเวณ คือ

1. บริเวณหมวกราก (Zone of root cap) บริเวณปลายสุด ประกอบด้วยเซลล์ที่ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้กับปลายราก ไม่ให้เสียหายขณะชอนไชไปในดิน

2. บริเวณแบ่งเซลล์ (Zone of cell division) บริเวณเล็กๆ ถัดจากหมวกราก จะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสตลอดเวลา เพื่อให้เกิดเซลล์ใหม่จำนวนมาก

3. บริเวณยืดตัวของราก (Zone of elongation) อยู่ถัดจากบริเวณที่แบ่งตัว ดันเซลล์ที่อยู่บริเวณปลายให้ยาวออกไปเรื่อยๆ

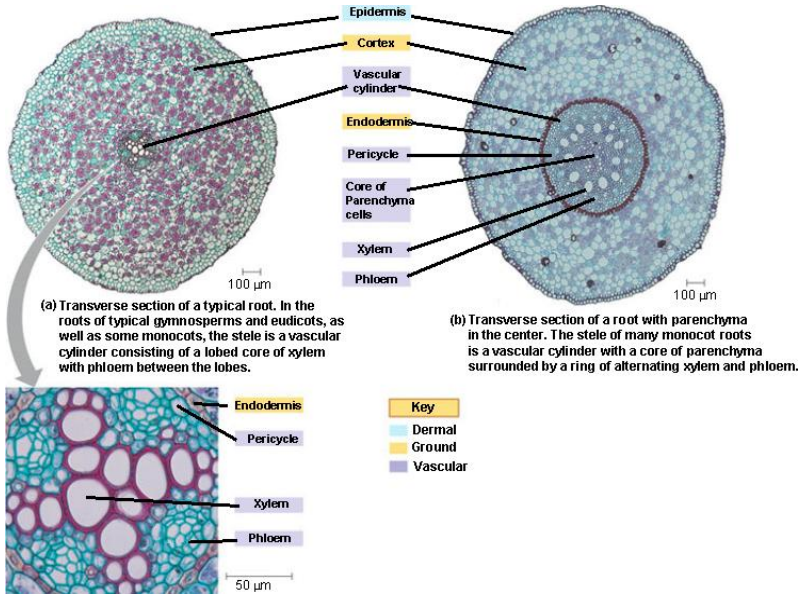
4. บริเวณเซลล์ที่เซลล์เจริญเต็มที่ (Zone of maturation) อยู่ถัดจากบริเวณยืดตัว มีการเปลี่ยนรูปร่างและองค์ประกอบไปทำหน้าที่เฉพาะ



ภาพที่ 2 การตัดตามยาว แสดงโครงสร้างภายในของราก

ที่มา : More, Clark and,Botany,1995,p.338

โครงสร้างของรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เมื่อตัดตามขวางตรงบริเวณที่เจริญเติบโตเต็มที่จะพบบริเวณต่าง ๆ ของเนื้อเยื่อเรียงจากด้านนอกเข้าด้านในเป็นชั้น ๆ ดังนี้



ภาพที่ 3 ภาคตัดขวางของรากพืชใบเลี้ยงคู่ (ซ้าย) รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ขวา)

ที่มา : Campbell and Reece, Biology,7th ed.,2005 p.772

2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

กิจกรรมที่ 2 โครงสร้างภายในราก

อุปกรณ์

1. รากของเมล็ดพืชใบเลี้ยงคู่ และรากของเมล็ดพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
2. ใบมีดโกน
3. สีซาฟรานีน
4. พู่กัน
6. สไลด์ และกระจกปิดสไลด์
7. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการทดลอง

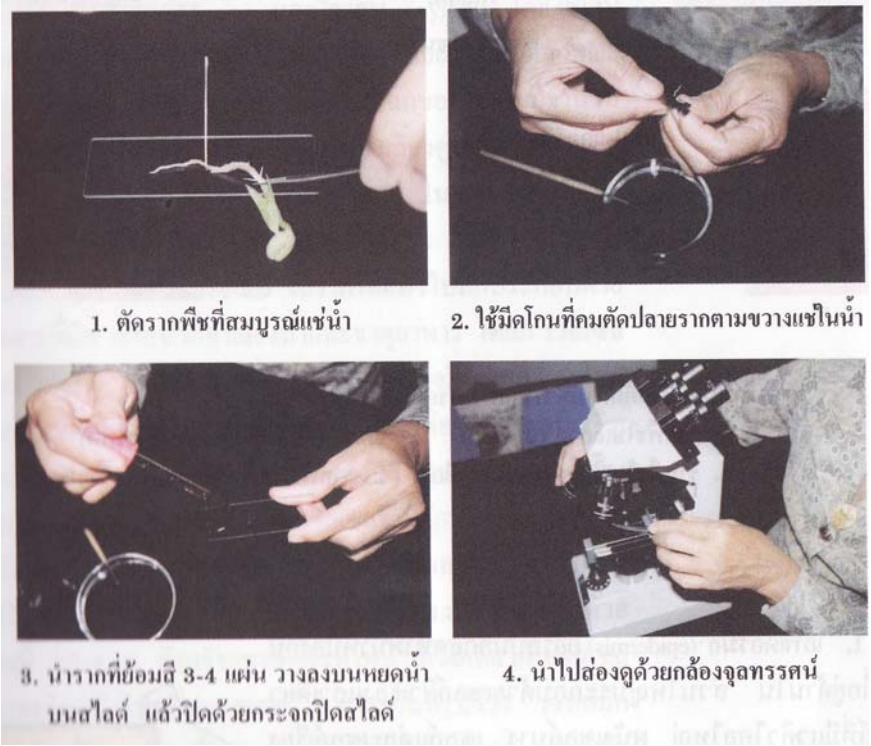
1. นำเมล็ดพืชใบเลี้ยงคู่ และเมล็ดพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มาเพาะในกระบะเพาะชำไว้นาน 2 สัปดาห์

2. ขุดต้นพืชที่เพาะไว้ไม่ให้รากขาด ตัดปลายรากพืชที่สมบูรณ์มาแช่น้ำประมาณ 2 มิลลิเมตร อย่างละ 2 – 3 ราก

3. ใช้ใบมีดโกนที่คมตัดแบ่งรากบริเวณค่อนไปทางปลายรากให้เป็นท่อนสั้นๆ ประมาณ 3 เซนติเมตร นำไปตัดตามขวาง โดยจับรากให้ตั้งฉากกับนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ให้หน้าตัดที่ต้องการตัดอยู่ในแนวระนาบและสูงกว่านิ้วมือเล็กน้อย จับใบมีดโกนที่จุ่มน้ำให้เปียกด้วยหัวแม่มือ และนิ้วชี้ของมืออีกข้างหนึ่งให้คมมีดอยู่ในแนวระนาบเสมอ จรดใบมีดกับหน้าตัดท่อนราก ดึงให้มีดเข้าหาตัว ดังภาพที่ 4 พยายามดึงใบมีดด้วยนิ้วทั้งสองเข้าหาตัวครั้งเดียวเพื่อให้ได้ส่วนของพืชเป็นแผ่นบางๆ ตัดให้ได้หลายๆ แผ่น ห้ามดึงใบมีดหลายๆ ครั้งแบบเลื่อยไม้ ใช้พู่กันแตะชิ้นส่วนของรากที่เฉือนออกมาแล้วแช่น้ำสีที่ใส่จานเพาะเชื้อ หรือภาชนะอื่น แยกเป็นจานละชนิด

4. ใช้พู่กันเลือกชิ้นส่วนที่บางและสมบูรณ์ซึ่งย้อมสีแล้วจำนวน 3 – 4 แผ่น วางลงบนหยดน้ำบนสไลด์แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ อย่าให้ด้านบนกระจกปิดสไลด์เปียกน้ำ

5. นำสไลด์ไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ เริ่มจากกำลังขยายต่ำก่อน เพื่อศึกษาชิ้นเนื้อเยื่อที่บางและสมบูรณ์ที่สุด แล้วจึงเปลี่ยนเป็นกำลังขยายสูงขึ้น เพื่อศึกษารายละเอียดของโครงสร้างภายในของรากให้ได้มากขึ้น



ภาพที่ 4 การศึกษาโครงสร้างภายในราก

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.หนังสือเรียนชีววิทยา4 .2547: 9

สมมุติฐานของการศึกษานี้ คือ .....

.....

ตัวแปรของการศึกษา

ตัวแปรต้น คือ .....

ตัวแปรตาม คือ .....

ตัวแปรควบคุม คือ .....

บันทึกผลการทดลอง

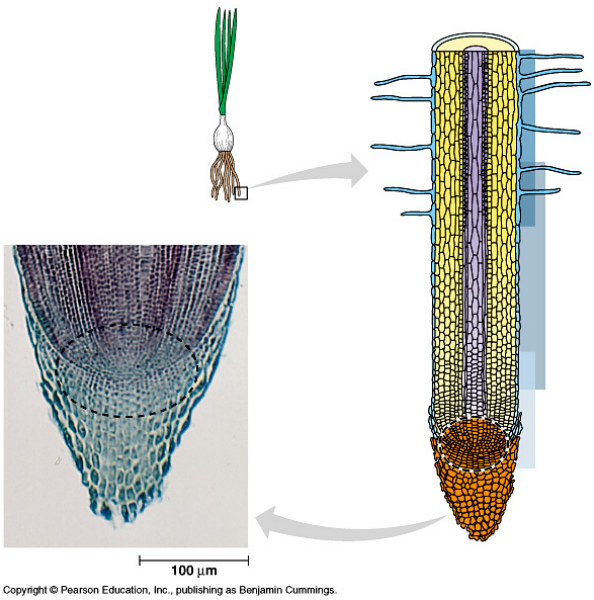
ชนิดของรากพืช	ลักษณะที่สังเกตได้ภายใต้กล้อง
รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ต้น ..... กำลังขยาย .....×.....	
รากพืชใบเลี้ยงคู่ ต้น ..... กำลังขยาย .....×.....	

สรุปผลการทดลอง

ข้อแตกต่างระหว่างรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่

รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	รากพืชใบเลี้ยงคู่
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

คำถามท้ายการทดลอง



1. การงอกและการเจริญเติบโตของหัวหอม และถั่วเขียวความแตกต่าง หรือความคล้ายคลึงกันหรือไม่อย่างไร (2 คะแนน)

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

2. บริเวณปลายราก ที่เรียกว่า หมวกราก (root cap) มีหน้าที่_____
ประกอบด้วย เซลล์ที่เรียกว่า _____ (2คะแนน)

3. เอพิเดอร์มิส (epidermis) เป็นชั้นของเนื้อเยื่อที่อยู่นอกสุด บริเวณปลายรากส่วนที่เรียกว่า _____มีหน้าที่_____ (2คะแนน)

4. เนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ที่พบในรากพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวแตกต่างกันอย่างไร
_____
_____ (2 คะแนน)

ลำต้น (stem)

1. ลักษณะทั่วไปของลำต้น

ลำต้น (stem) เป็นอวัยวะของพืชซึ่งส่วนใหญ่จะเจริญขึ้นมาเหนือดินแต่ก็มีพืชบางชนิดที่ลำต้นอยู่ใต้ดิน ลักษณะของลำต้นจำแนกได้ดังนี้

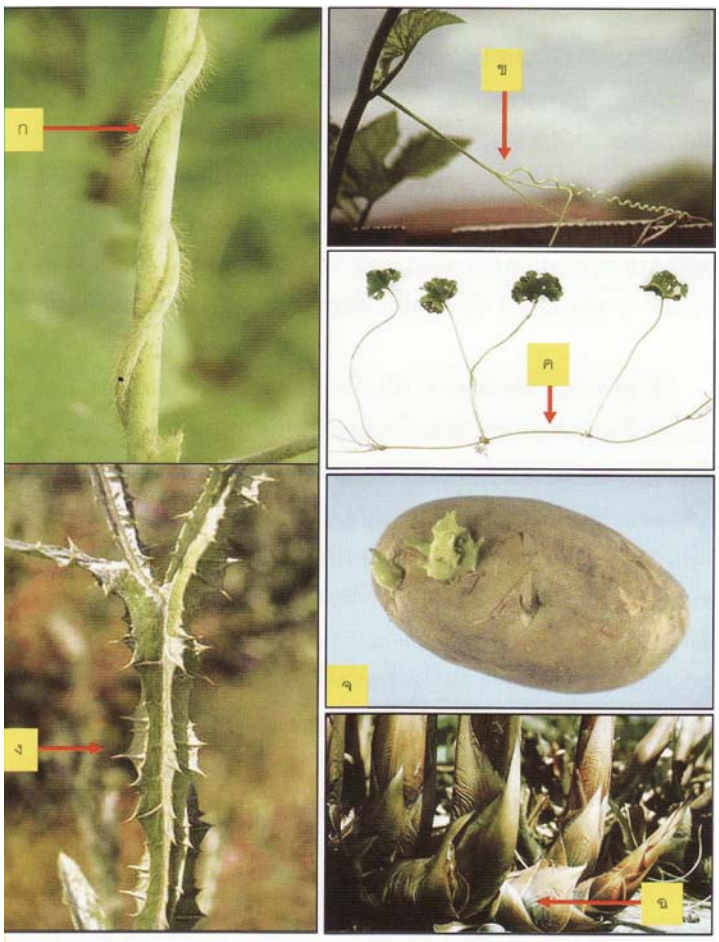
1. ไม้ยืนต้น (tree) ลำต้นเดี่ยวๆ ขนาดใหญ่ แตกกิ่งก้านมาก ปกติแล้วลำต้นมักสูงประมาณ 15 ฟุตขึ้นไป

2. ไม้พุ่ม (shrub) ลำต้นมีเนื้อไม้แข็งเช่นเดียวกับไม้ยืนต้น แต่ขนาดเล็กกว่าและสูงน้อยกว่า 15 ฟุต แตกกิ่งก้านริเวณใกล้ผิวดิน อายุยืนเหมือนไม้ยืนต้น

3. ไม้ล้มลุก (herb) ลำต้นไม่มีเนื้อไม้แข็ง อายุสั้น เมื่อออกผลและดอกจะตาย

4. ไม้เถา (climber) ลำต้นอาจเป็นไม้เนื้ออ่อน ลำต้นเลื้อยพันไปตามต้นไม้หรือวัตถุ

5. ไม้รอเลื้อย (scandent) ลำต้นเลื้อยได้แบไม้เถาถ้ามีหลักให้เลื้อยหรือตั้งตรงได้



ลำต้นที่เปลี่ยนแปลงไป

(Modified stem)

- ลำต้นอยู่บนดิน
- ไหล
- ลำต้นเลื้อย
- หนาม
- ลำต้นคล้ายใบ
- สเต็ม เทนดริล
- ลำต้นใต้ดิน

ลำต้นใต้ดินมีรูปร่างแตกต่างจากลำต้นเหนือดิน โดยอาจรูปร่างกลม หรือเป็นหัว

- เหง้า (rhizome)
- ทูเบอร์ (tuber)
- คอร์ม (corm)
- บัลบ์ (bulb)
- รูทสต๊อก (root tock

ภาพที่ 5 ลำต้นเปลี่ยนไปทำหน้าที่พิเศษ

ที่มา : โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน. ชีววิทยา 1. 2547: 199

โครงสร้างภายในลำต้น

ลำต้นประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

1. ข้อ (node) เป็นส่วนของลำต้นที่มีตา (bud) ซึ่งจะเจริญไปเป็นกิ่ง ดอก หรือใบ ปล้อง (Internode) เป็นส่วนของลำต้นที่อยู่ระหว่างข้อ

2. โครงสร้างภายในของลำต้น โครงสร้างภายในของปลายยอดพืช บริเวณปลายยอดพืชสามารถแบ่งออกเป็นบริเวณ(region/zone) ได้ทั้งหมด 3 บริเวณด้วยกัน คือ

บริเวณเซลล์แบ่งตัว(region of cell division)

บริเวณเซลล์ยืดตัว(region of cell elongation)

บริเวณเซลล์เจริญเต็มที่ (region of maturation)

โครงสร้างภายในของลำต้นที่ตัดตามขวาง

Epidermis

เป็นบริเวณที่อยู่นอกสุดของลำต้น

Cortex

- **Parenchyma**

  เป็นเนื้อเยื่อส่วนใหญ่ที่พบภายในลำต้น

- **Chlorenchyma**

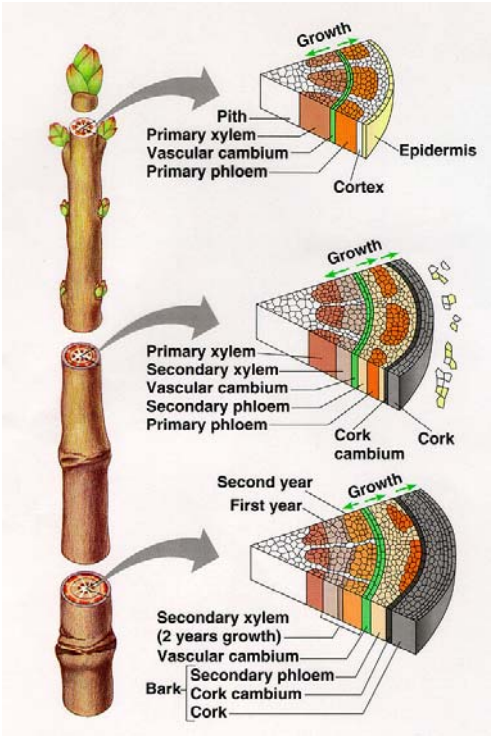
  ทำหน้าที่ช่วยในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

- **Collenchyma**

  เพิ่มความแข็งแรงให้แก่ลำต้น

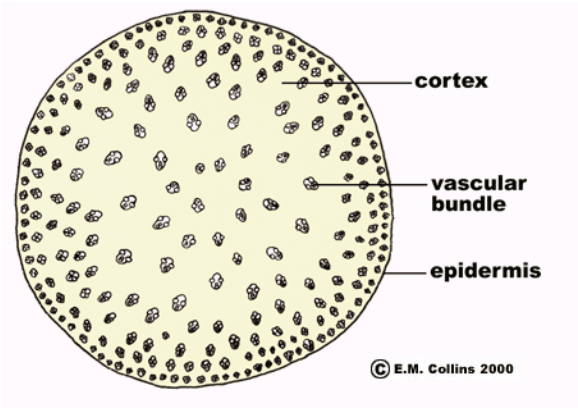
- **Sclerenchyma (fiber)**

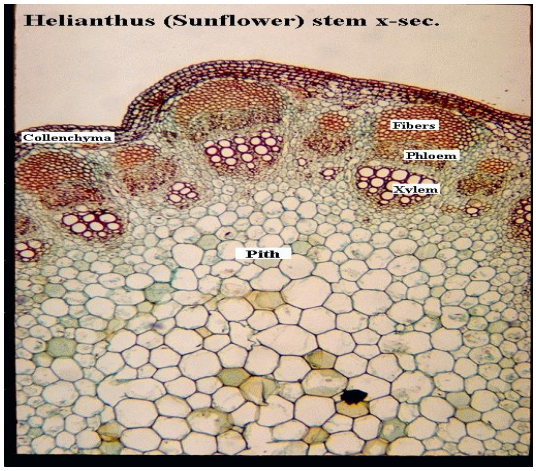
  ให้ความแข็งแรงแก่ลำต้น



ภาพที่ 6 โครงสร้างภายในลำต้น

ที่มา : www.student.nu.ac.th

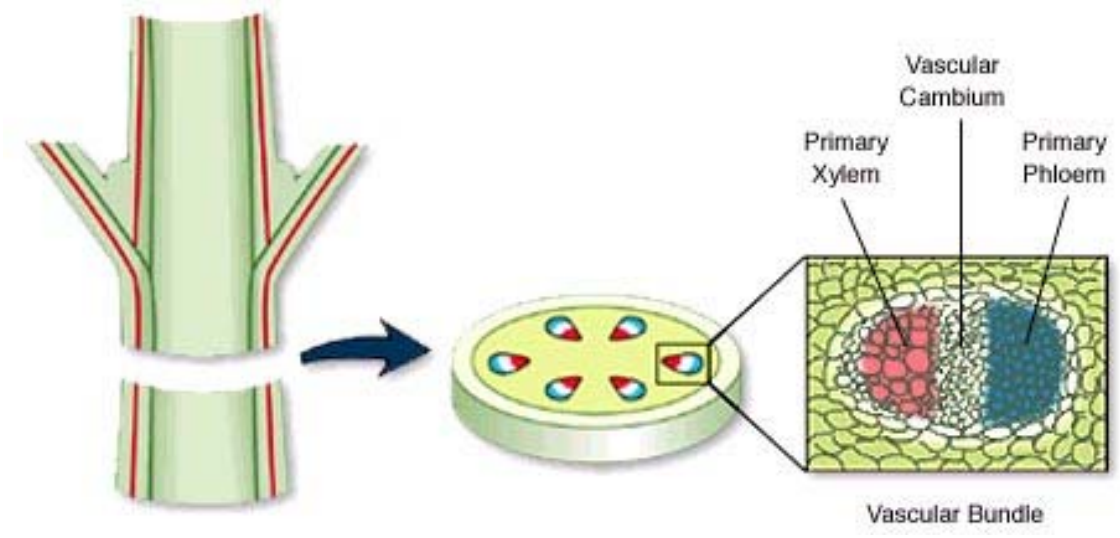




ภาพที่ 7 ลำต้นใบเลี้ยงคู่ ที่มา : www.student.nu.ac.th u46410288/PLANT.HTM

Stele

- **vascular bundle** หมายถึง กลุ่มของเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียง กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหาร (phloem) เรียงตัวอยู่ทางด้านนอกและกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ (xylem) เรียงตัวอยู่ทางด้านในหรือด้านที่ติดกับ pith ระหว่าง xylem กับ phloem
- **pith** เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ส่วนกลางของลำต้น



ภาพที่ 8 ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่

ที่มา : www.ipst.ac.th/biology

กิจกรรมที่ 3 โครงสร้างภายในของลำต้นพืช

อุปกรณ์

1. ลำต้นพืชในเลี้ยงคู่ชนิดต่างๆ เช่น ถั่ว จามจุรี หมอน้อย (หญ้าละออง) และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าว ข้าวโพด หญ้าขน เป็นต้น
2. ใบมีดโกน
3. สีซาฟรานีน หรือสีผสมอาหารสีแดงความเข้มข้น 1%
4. พู่กัน เข็มเขี่ย จานเพาะเชื้อ และหลอดหยด
5. สไลด์ และกระจกปิดสไลด์
6. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการทดลอง

1. นำลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ถั่วเขียว หมอน้อย และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่เพาะไว้ คือ ข้าวโพด ข้าว มาตัดตามขวางและทำตามขั้นตอน เช่นเดียวกับการศึกษาโดยโครงสร้างภายในราก จากกิจกรรมที่ 2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบกัน

1. ศึกษาโครงสร้างภายในที่มีการเจริญเติบโตขั้นแรกจากบริเวณใกล้ยอดหรือบริเวณเหนือแนวโค้งเมื่อโน้มปลายยอดให้โค้งลง และการเจริญเติบโตขั้นที่สอง จากบริเวณที่อยู่ใต้แนวโค้งหรือบริเวรใกล้โคนต้น

สมมติฐานของการศึกษานี้ คือ

อ.....

.....

....

ตัวแปรของการศึกษา

ตัวแปรต้น คือ .....

ตัวแปรตาม คือ .....

ตัวแปรควบคุม คือ .....

บันทึกการทดลอง

ชนิดของรากพืช	ลักษณะที่สังเกตได้ภายใต้กล้อง
รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ต้น ..... กำลังขยาย .....×.....	
รากพืชใบเลี้ยงคู่ ต้น..... กำลังขยาย .....×.....	

สรุปผลการทดลอง

ข้อแตกต่างระหว่างลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่

ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่
....	....

คำถามท้ายการทดลอง

1. เนื้อเยื่อชั้นต่างๆ และการจัดเรียงตัวของมัดท่อลำเลียงในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ และใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

2. เปรียบเทียบเนื้อเยื่อชั้นต่างๆ ของราก และลำต้นว่า เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

3. ทราบได้อย่างไรว่า โครงสร้างตัดตามขวางที่เห็นในกล้องจุลทรรศน์ เป็นส่วนของลำต้นใกล้ยอดหรือใกล้โคนลำต้น (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

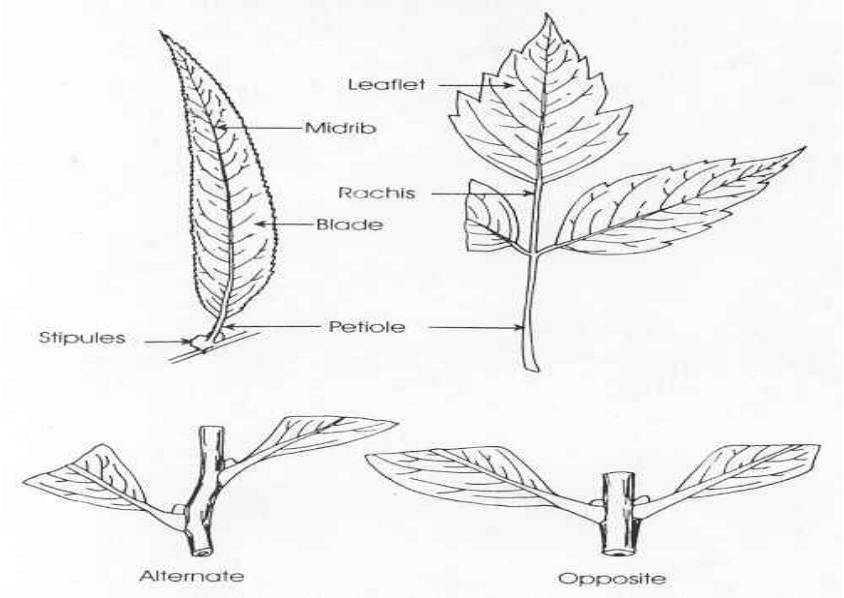
ใบ (Leaves)

ใบเป็นโครงสร้างสำคัญของพืชมีหน้าที่หลักในการสังเคราะห์ด้วยแสงและการคายน้ำ ใบประกอบด้วย แผ่นใบ ก้านใบ และหูใบ

แผ่นใบ (Blade) มีลักษณะเป็นแผ่นแบนบาง เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการรับแสง

ก้านใบ (Petiole) ติดกับแผ่นใบตรงโคนใบ ยกเว้นพืชบางชนิดก้านใบติดลึกเข้ามาจากโคนใบ เช่น ใบบัว บางชนิดแผ่กาบใบหุ้มลำต้น เช่น กาบใบ

หูใบ (Stipule) เป็นรยางค์ 1 คู่ ที่โคนก้านใบ พืชบางชนิดไม่มีหูใบ หรือมีการเปลี่ยนเป็นหนามก็ได้



ภาพที่ 9 ส่วนประกอบของใบ

ที่มา : Paul Weatherwax, Botany,3rd ed.,1956,p.79

ชนิดของใบ

1. ใบเดี่ยว (Simple leaf) ซึ่งเป็นใบแผ่นใบเดียวติดอยู่กับก้าน

2. ใบประกอบ (Compound leaf) แผ่นใบมากกว่า 1 ใบ ติดบนหนึ่งก้านใบ เรียกแต่ละใบที่ติดนี้ว่า ใบย่อย (Leaflets) อาจประกอบด้วยแบบขนนก และนิ้วมือ

เส้นใบ (vein)

เป็นตำแหน่งที่อยู่ของมัดท่อลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร ตลอดจนถึงมัดท่อลำเลียงอาหาร มีเส้นกลางใบ และแตกย่อยออกไปเป็นเส้นใบ

1. เส้นใบขนาน พบมากในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

2. เส้นใบร่างแห พบมากในพืชใบเลี้ยงคู่ แตกคล้ายตาข่าย

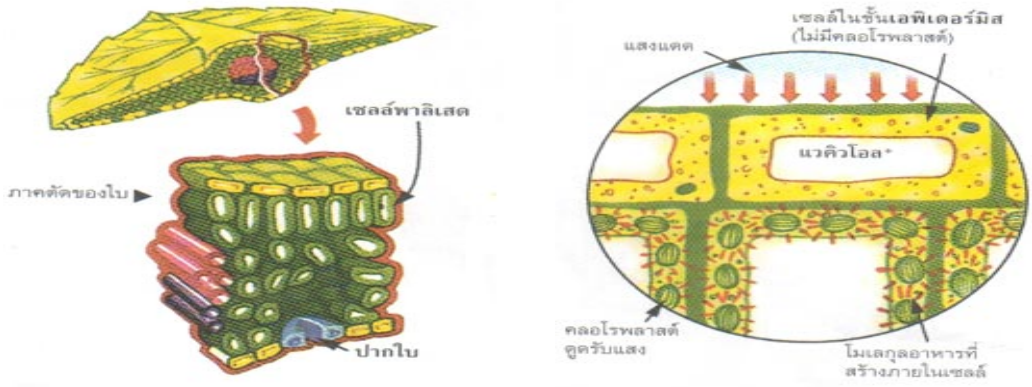
โครงสร้างภายในของใบ

1. เอพิเดอร์มิส (Epidermis) เป็นเนื้อเยื่อที่เรียงกันเป็นชั้นเดียว มีอยู่ทั้งด้านบน และด้านล่างของใบ บางเซลล์ในชั้นเอพิเดอร์มิสนี้จะเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่ควบคุมการแลกเปลี่ยนก๊าซ เรียกว่า เซลล์คุม (guard cell) ตรงกลางของเซลล์คุมนี้จะมีปากใบ (stoma) ทำหน้าที่คายน้ำ และแลกเปลี่ยนก๊าซ ออกซิเจน กับ คาร์บอนไดออกไซด์

2. มีโซฟีลล์ (mesophyll) คือ ส่วนกลางของใบ แบ่งเป็น 2 บริเวณ คือ

2.1 พาลิเซด มีโซฟีลล์ (Palisade Mesophyll) เซลล์มีรูปร่างยาวเรียว เรียงตัวกันหนาแน่น 1 – 2 ชั้น ถัดจาก เอพิเดอร์มีสด้านบน ในเซลล์จะมีคลอโรพลาสต์อยู่เต็ม เป็นชั้นที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงได้มากที่สุด

2.2 สปันจี มีโซฟีลล์ (Spongy Mesophyll) อยู่ถัดจากชั้นพาลิเสดลงมา เซลล์รูปร่างไม่แน่นนอน อยู่กันอย่างหลวมๆ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนกาซระหว่างใบกับสิ่งแวดล้อมได้ดี ภายในเซลล์มีคลอโรพลาสต์อยู่บ้าง



ภาพที่ 10 โครงสร้างของใบพืช

ที่มา : www.yimsiam.com

กิจกรรมที่ 4

โครงสร้างภายนอกและภายในของใบ

วัสดุอุปกรณ์

1. ใบไม้ชนิดต่างๆ เช่น ใบถั่ว ใบกุหลาบ ใบพู่ระหง ใบกล้วย ใบว่านกาบหอย
2. ใบมีดโกน
3. พู่กัน เข็มเขี่ย จานเพาะเชื้อ และหลอดหยด
4. สไลด์และกระจกปิดสไลด์
5. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 สังเกตรูปร่างของใบ โครงสร้างภายนอกของใบไม้ชนิดต่างๆ และจำนวนใบบนก้านใบ บันทึกผลการสังเกต

บันทึกผลการสังเกต .....

.....

.....

คำถามจากการสังเกต

1. ลักษณะของใบไม้ แต่ละชนิดเหมือนหรือต่างกันอย่างไร (2 คะแนน)

.....

2. รูปร่างของใบมีส่วนสัมพันธ์กับการสร้างอาหาร และแหล่งที่อยู่ของพืชอย่างไร (2 คะแนน)

.....

3. ใบพืชชนิดใดเป็นใบประกอบบ้าง (2 คะแนน)

.....

ตอนที่ 2

ศึกษาโครงสร้างภายในของใบพืชตัวอย่าง โดยปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

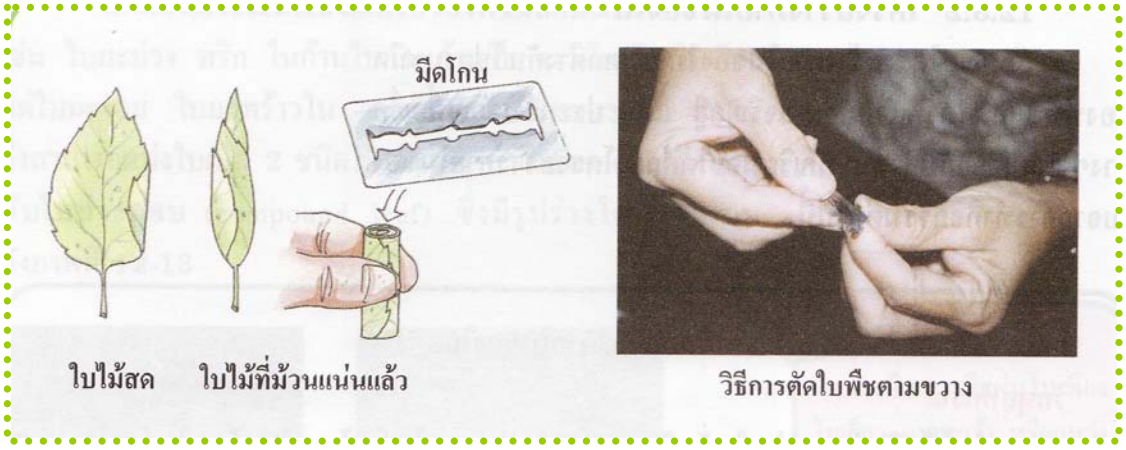
1. ถ้าเป็นใบที่บาง ม้วนใบไม้ตามความยาวให้แน่นเป็นท่อนกลม ตัดปลายข้างหนึ่งทิ้งไปประมาณ 1/3 ของความยาวทั้งหมดของใบ

2. ถ้าเป็นใบที่หนาและแข็ง เช่น ใบว่านกาบหอย ให้ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ พอจับถือได้ถนัดมือ

3. ใช้ใบมีดโกนคมๆ ตัดม้วนใบหรือชิ้นของใบตามขวางให้ได้แผ่นที่บางที่สุดเท่าที่จะบางได้จำนวนหลายๆ ชิ้น

4. นำส่วนของใบที่ตัดได้หลายๆ ชิ้นใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่มีน้ำ เลือกชิ้นที่บางที่สุด 2 – 3 ชิ้น วางบนหยดน้ำบนสไลด์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ

5. นำสไลด์ที่เตรียมได้ไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้กำลังขยายต่างๆ



ภาพที่ 11 การศึกษาโครงสร้างภายในของใบพืช

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.หนังสือเรียนชีววิทยา 4. 2547: 26

ไซเลมและโฟลเอมในเส้นใบมีการเรียงตัวแตกต่างจากรากและลำต้นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โครงสร้างและการเรียงตัวของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ สัมพันธ์กับหน้าที่ของใบอย่างไร

.....

.....

.....

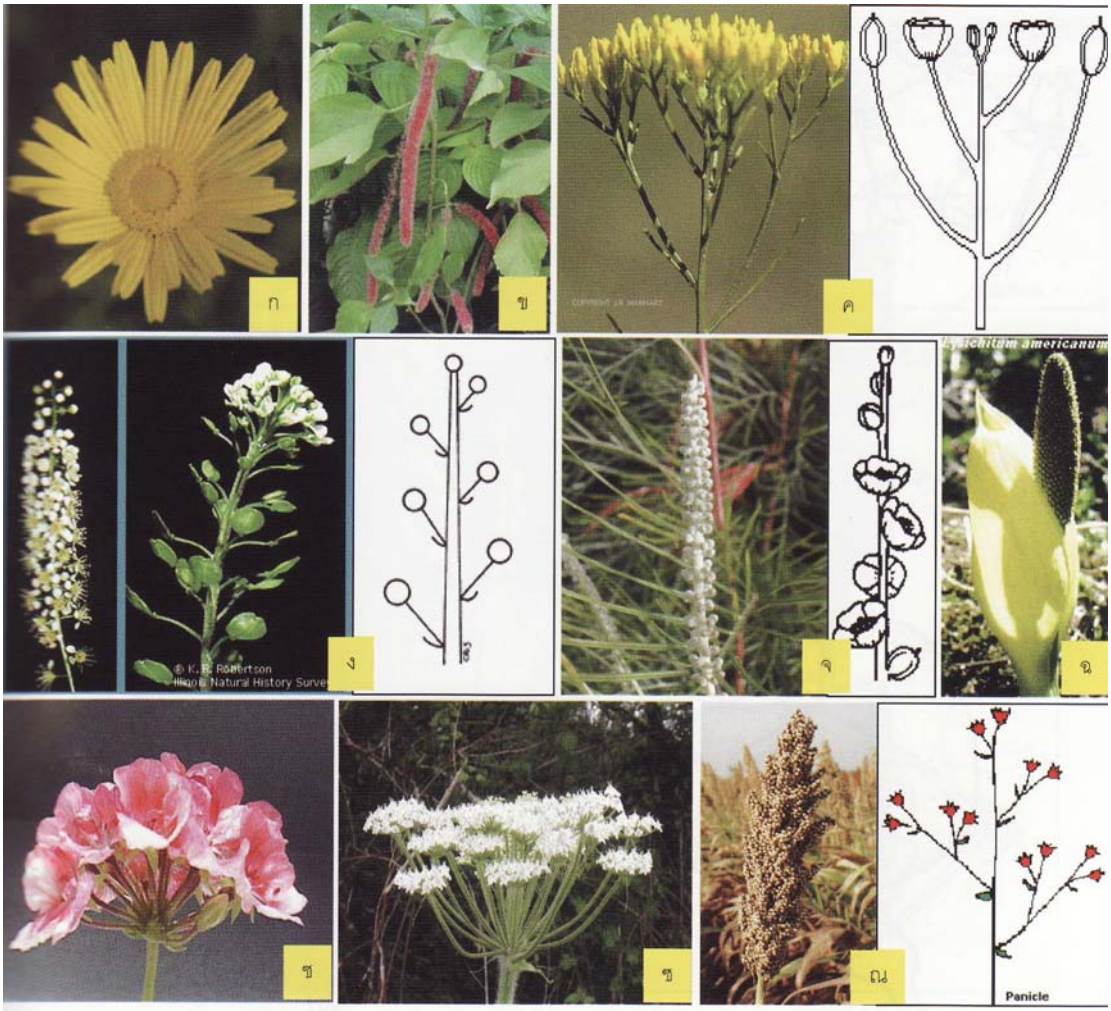
.....

.....

ดอก (Flower)

ดอกไม้ เป็นส่วนที่เปลี่ยนแปลงมาจากกิ่งเพื่อการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน คือ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย ตั้งอยู่บนฐานรองดอก ที่ติดกับก้านดอก และอาจมีริ้วประดับ

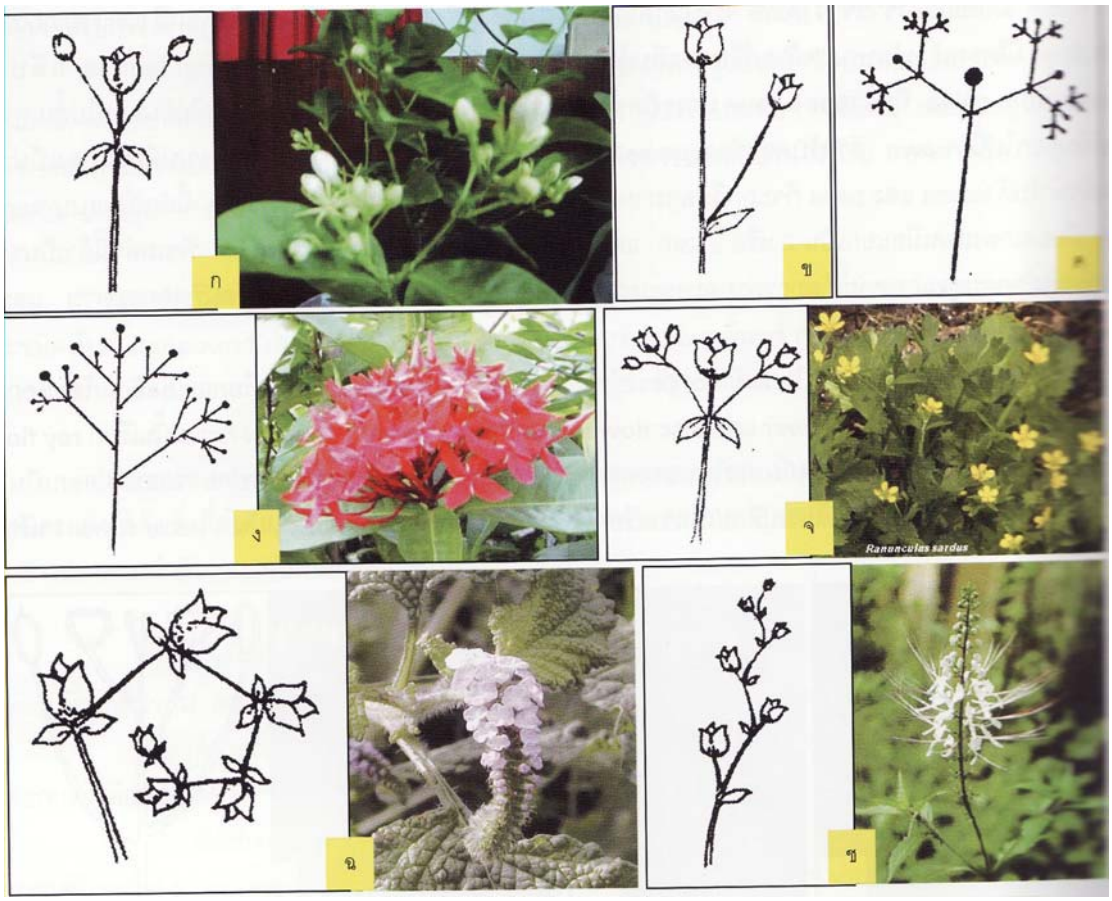
ลักษณะของดอก



ภาพที่ 12 ช่อดอกแบบต่างๆ

ก. Haed	ข. Catkin	ค. Corymb	ง. Raceme	จ. Spike
ฉ. Umbel	ช. Compound umbel		ซ. Spadix	ฌ. Panicle

ที่มา : ที่มา : โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน.ชีววิทยา 1. 2547: 265



ภาพที่ 13 แสดงช่อดอกแบบต่างๆ

ก. Cyme ข. Monochasium ค. Polychasium ง. Compound cyme
จ. Dichasium ฉ. Helicoid cyme ช. Scorpioid cyme

ที่มา : ที่มา : โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน. ชีววิทยา 1. 2547: 266

ผล (Fruit)

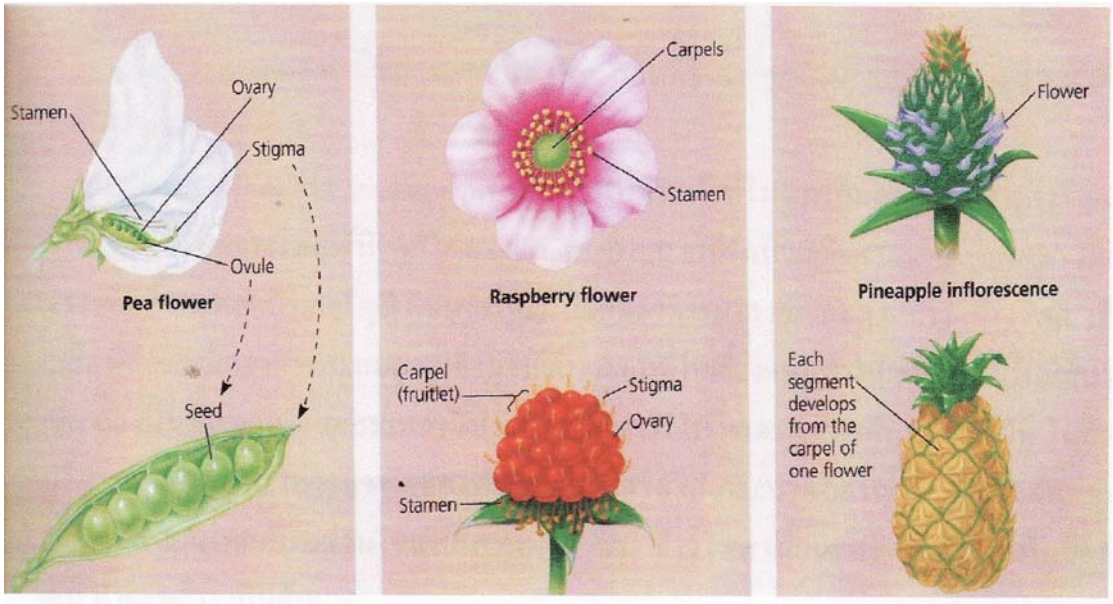
ผล คือ รังไข่ที่เจริญเติบโตขึ้นภายหลังจากเกิดกระบวนการปฏิสนธิ ทำให้โครงสร้างของดอกมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นส่วนต่างๆ ของผล เช่น ออวุล เจริญเติบโตเป็นเมล็ด ผนังรังไข่เติบโตเป็นผนังหรือเนื้อองผลเรียกว่า ผนังผล (Pericarp) แบ่งออกเป็น 3 ชั้น

1. นังผลชั้นนอก (Exocarp)
2. ผนังผลชั้นกลาง (Mesocarp)
3. ผนังผลชั้นใน (Endocarp)

ชนิดของผล

1. ผลเดี่ยว (simple fruit) รังไข่ 1 รังไข่ภายในดอกเดียว ซึ่งเป็นดอกเดี่ยวหรอดอกช่อก็ได้
2. ผลกลุ่ม (Aggregate fruit) กลุ่มของรังไข่ในดอกเดียวกันของดอกเดี่ยว กลายเป็นผลย่อย 1 ผล แต่เนื่องจากอัดกันแน่จึงดูคล้ายกับผลเดี่ยว
3. ผลรวม (Multiple fruit) คือ เกิดจากรังไข่ของดอกแต่ละดอกช่อ ซึ่งเชื่อมรวมอัดกันแน่น รังไข่เหล่านั้นกลายเป็นผลย่อยๆ เชื่อมรวมกันแน่นจนคล้ายผลเดี่ยว

ก. ข. ค.



ภาพที่ 14 แสดงดอกที่เจริญเป็นผล

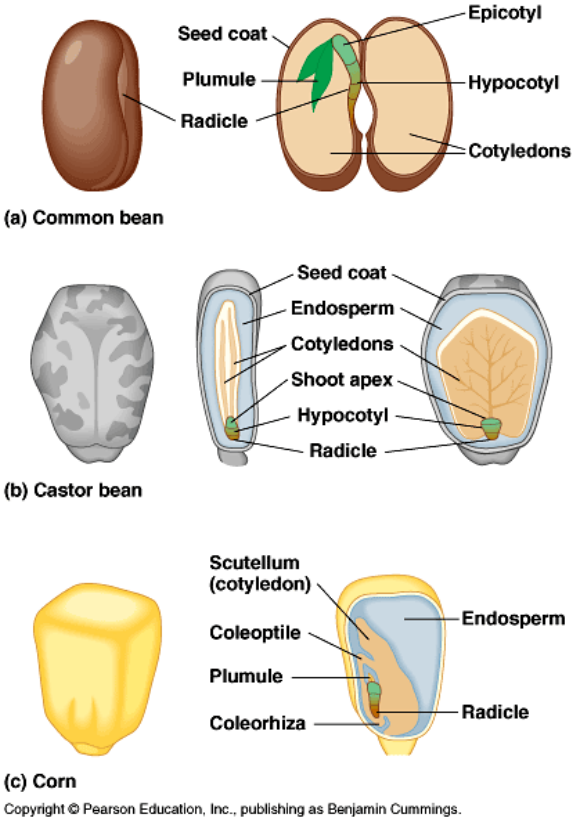
ก. ผลเดี่ยว ข. ผลกลุ่ม ค. ผลรวม

ที่มา : Campbell and Reece, Biology, 7th ed.,2005, p.779

เมล็ด (Seed)

เมล็ด คือ ออวุล (Ovule) ที่เจริญเติบโตขึ้นภายหลังจากการปฏิสนธิ เมล็ดของพืชดอกจะอยู่ภายในผลที่เจริญเติบจากรังไข่หรือส่วนประกอบอื่นๆ แต่เมล็ดของพืชพวก สน ปรง แป๊ะก๊วย เป็นเมล็ดที่ไม่มีสิ่งห่อหุ้ม เพราะไม่มีรังไข่ เรียกว่า เมล็ดเปลือย เมล็ดประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) เปลี่ยนแปลงมาจากผนัง ออวุล
2. เอ็มบริโอ (Embryo) คือ ต้นอ่อนของพืชประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 4 ส่วน คือ
   A. Radicle เป็นส่วนที่จะเจริญเติบโตเป็นราก
   B. Epicotyl เป็นส่วนของต้นอ่อนที่อยู่เหนือใบเลี้ยง
   C. Hypocotyl เป็นส่วนของต้นอ่อนที่อยู่ใต้ใบเลี้ยง
   D. Cotyledon เป็นส่วนของใบเลี้ยง ถ้าพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมี 1 ใบ ถ้าพืชใบเลี้ยงคู่ จะมี 2 ใบ
3. เอนโดสเปิร์ม (Endosperm) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเก็บสะสมอาหาร เจริญมาจากการปฏิสนธิระหว่างโพลาร์นิวคลีไอ (Polar nuclei) และสเปิร์มนิวเคลียส (Sperm nucleus)



ภาพที่ 15 แสดงส่วนประกอบของเมล็ด

ที่มา : Peason Educatin,Inc.,publishing as Benjamin Commings.

สนใจใฝ่รู้ ....สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน....แหล่งเรียนรู้บูรณาการ

สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เป็นแหล่งเรียนรู้ในโรงเรียนที่มีการดำเนินงานอิงรูปแบบของ “สวนพฤกษศาสตร์” นั่นคือ มีการรวบรวมพันธุ์ไม้ มีแหล่งข้อมูลพรรณไม้ มีการศึกษาต่อเนื่อง มีการเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง พรรณไม้ดอง มีการศึกษาพันธุ์ไม้ในท้องถิ่นที่นำเข้ามาปลูกในโรงเรียน มีการศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับพรรณไม้ มีมุมสำหรับศึกษาค้นคว้า และมีการนำพรรณไม้สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนไปใช้ในการเรียนการสอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนการสอนแบบบูรณาการ

การดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เป็นแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนสำหรับทุกวิชาทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มองพรรณไม้ในมุมมองต่างๆ สร้างองค์ความรู้จากการศึกษาพรรณไม้นั้นด้วยตนเอง

บริเวณทุกบริเวณภายในสวนพฤกษศาสตร์มีต้นไม้ที่จะต้องปักป้ายชื่อพันธุ์ไม้เพื่อบอกข้อมูลเบื้องต้นของต้นไม้นั้น เช่น ชื่อพื้นเมือง ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ชื่อสามัญ ถิ่นกำเนิด และประโยชน์ เมื่อนักเรียนได้อ่านป้ายพันธุ์ไม้ ได้สังเกตลักษณะต่างๆ ของพรรณไม้นั้นอย่างใกล้ชิดในมุมมองต่างๆ จะทำให้เกิดความผูกพัน เข้าใจธรรมชาติของพืชมากขึ้น ตระหนักในคุณค่าและร่วมกันดูแลรักษาอนุรักษ์ให้คงอยู่ตลอดไป

การศึกษาพรรณไม้ เป็นกิจกรรมที่สร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช โดยโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่มุ่งหวังให้เยาวชนเห็นคุณค่า ช่วยกันดูแลรักษาให้ต้นไม้เจริญเติบโตและเป็นแหล่งที่ทำประโยชน์ในด้านต่างๆ ให้มนุษย์ต่อไปตราบนานเท่านาน

ภาพที่ 16 การสำรวจสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

ที่มา : www.gotoknow.org/blog/tnitsu

กิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันศึกษาพรรณไม้ โดยเลือกพรรณไม้มา 1 ชนิด จากบริเวณสวนพฤกษศาสตร์หรือบริเวณของโรงเรียนและบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกให้สมบูรณ์มากที่สุด

การศึกษาพรรณไม้ในสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

ชื่อพรรณไม้ .....

บริเวณที่สำรวจ .....

วันที่สำรวจ ...../...../.....

ผู้สำรวจ

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ...../.....

โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์

สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

ภาพถ่ายพรรณไม้

ชื่อสามัญ .....

ชื่อพื้นเมือง .....

ถิ่นกำเนิด .....

การใช้ประโยชน์ .....

.....

.....

การให้โทษ (พิษ และอันตราย) .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อมูลพรรณไม้

ลักษณะวิสัย

☐ ไม้ต้น ☐ ไม้พุ่ม ☐ ไม้เลื้อย

ถิ่นอาศัย

☐ พืชบก ☐พืชน้ำ
☐กลางแจ้ง ☐ลอยน้ำ
☐ที่ร่ม ☐จมน้ำ
☐บางส่วนอยู่ในน้ำ

ความสูงของต้นไม้ ..... เมตร

ความกว้างของทรงพุ่ม ..... เมตร

รูปร่างทรงพุ่ม

☐ทรงกลม ☐รูปไข่ ☐รูปโดมสามเหลี่ยม
☐รูปโคนสามเหลี่ยม ☐ทรงกระบอก ☐รูปร่ม ☐อื่นๆ

ลำต้น

☐ชนิดของลำต้น
☐ลำต้นใต้ดิน ☐ลำต้นเหนือดิน
☐แง่ง เหง้า ☐ตั้งตรงได้เอง
☐หัว ☐ตั้งตรงเองไม่ได้
☐ ใช้ลำต้นเกี่ยวพัน
☐ใช้รากยึดเกาะ
☐ใช้ตะขอหรือหนามเกี่ยว
☐แผ่หรือทอดนอนตามพื้น

ผิวลำต้น

☐เรียบ ☐หยาบ ขรุขระ ☐มีหนาม ☐แตกเป็นสะเก็ด
☐แตกเป็นเส้น ☐อื่น ๆ .....

ข้อปล้อง ☐เห็นข้อปล้องชัดเจน ☐เห็นข้อปล้องไม่ชัดเจน

สีของลำต้น ต้นอ่อนสี ..... ต้นแก่สี .....

ยาง ☐ มีน้ำยาง ☐ ไม่มีน้ำยาง

ใบ

ชนิดของใบ

ใบเดี่ยว

มีห้าใบย่อย

ใบประกอบแบบนิ้วมือ

มีสามใบย่อย

มีสองใบย่อย

ใบประกอบแบบขนนก

มีสามใบย่อย

แบบขนนกปลายคี่

แบบขนนกปลายคู่

แบบขนนกสองชั้น

แบบขนนกสามชั้น

สีของใบ สี ..... ใบมีลักษณะ .....

การเรียงตัวของใบ

เรียงสลับ

เรียงสลับระนาบเดียว

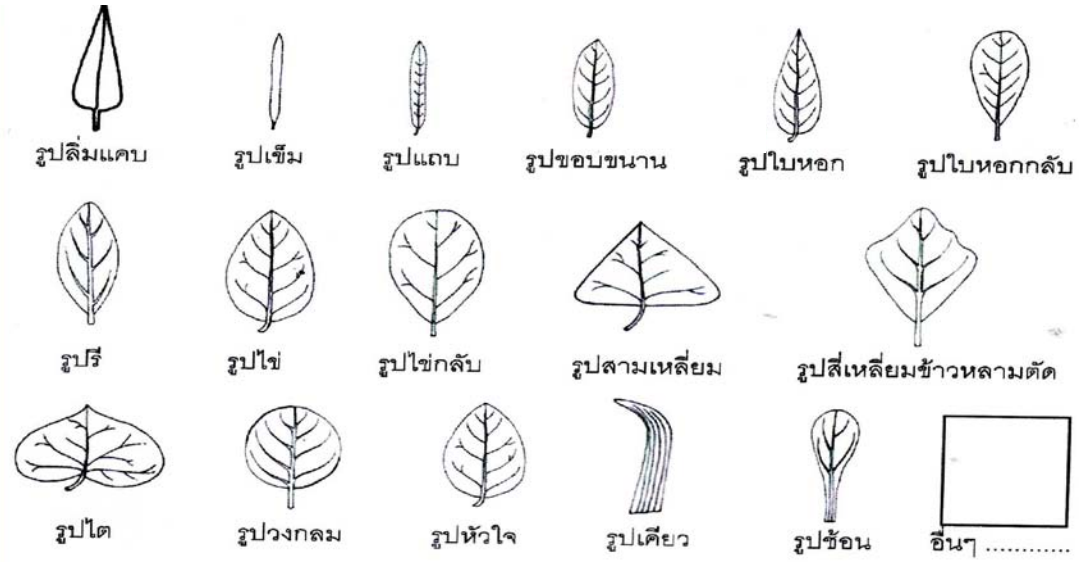
เรียงตรงข้าม

เรียงตรงข้ามสลับตั้งฉาก

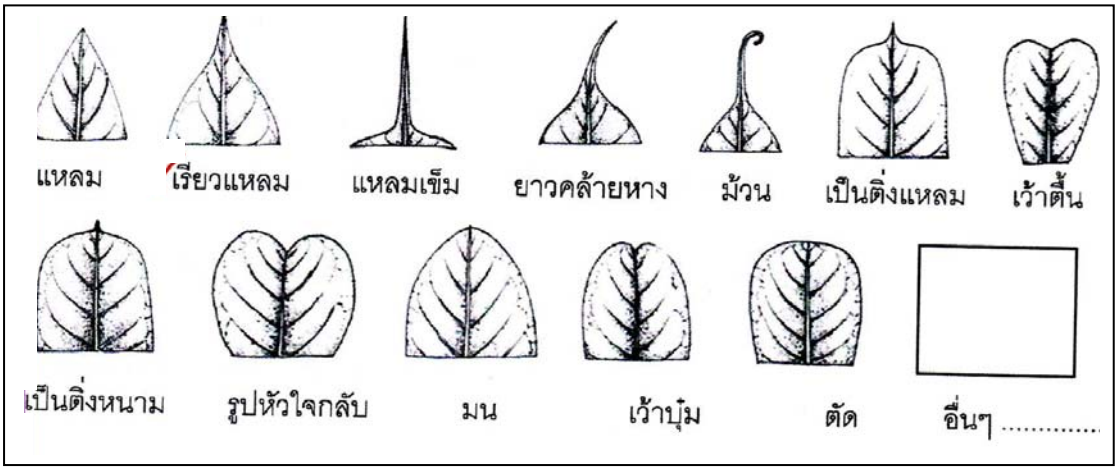
เรียงเป็นกระจุก

เรียงวงรอบ

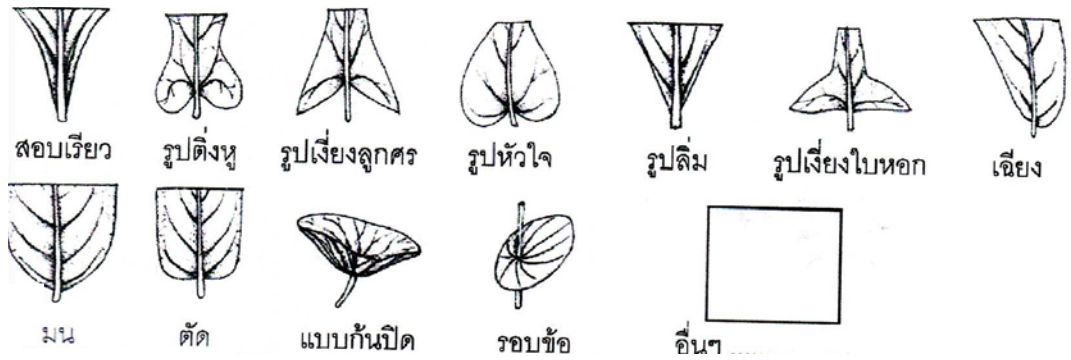
รูร่างของแผ่นใบ



ปลายใบ



รูปร่างโคนใบ



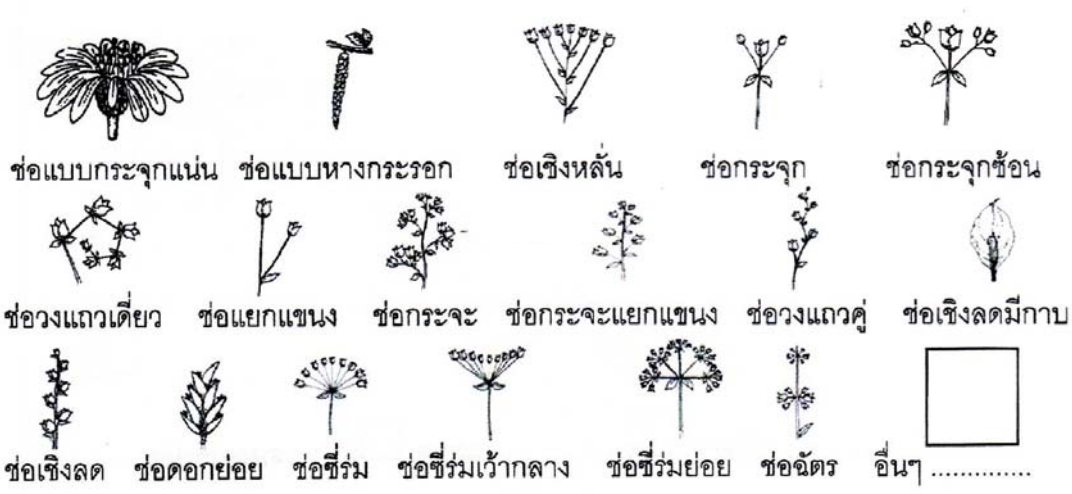
รูปร่างขอบใบ

ดอก

ชนิดของช่อดอก

☐ดอกเดี่ยว

☐ ดอกช่อ



ตำแหน่งที่ออกดอก ☐ปลายยอด ☐ซอกใบ ☐ตามลำต้นหรือกิ่ง

สีของดอก สี .....

กลิ่น ☐ ไม่มีกลิ่น ☐มีกลิ่น

☐มีกลิ่นหอม

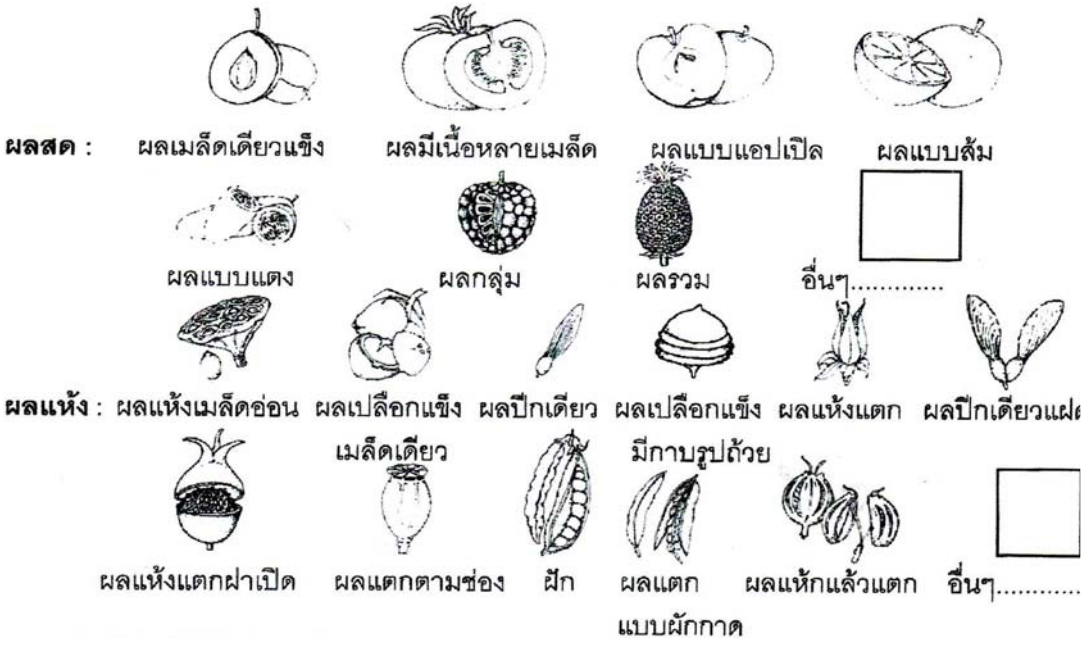
☐กลิ่นฉุน

รูปร่างของดอก

.....

.....

ผล



สีของผล สี

.....

เมล็ด

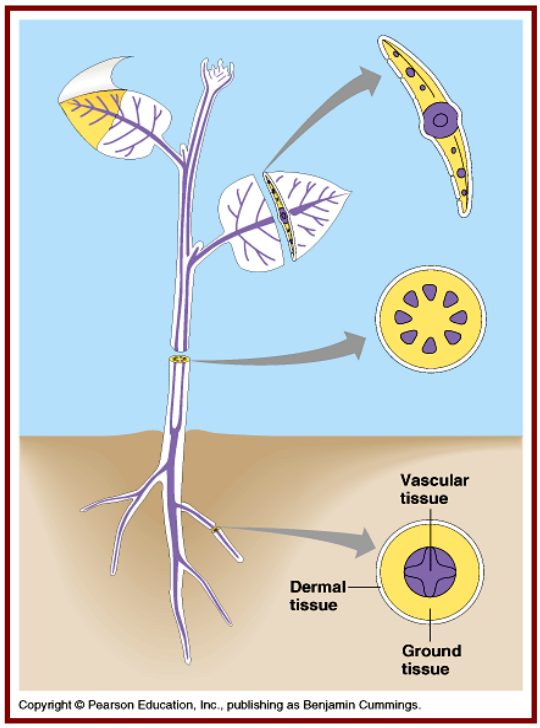
จำนวนเมล็ด/ผล : .....

รูปร่างของเมล็ด ☐กลม ☐รี ☐แบน ☐ อื่นๆ .....

ให้นักเรียนติดภาพ หรือวาดภาพต้นไม้ที่นักเรียนสำรวจ เช่น ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล เมล็ด และส่วนอื่นๆ

3. ขั้นสรุป

ตอนที่ 1 สังเกตภาพและเปรียบเทียบโครงสร้างต่อไปนี้ (4 คะแนน)



1. เนื้อเยื่อรากและลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่

ข้อเปรียบเทียบ	เนื้อเยื่อรากพืชใบเลี้ยงคู่	เนื้อเยื่อลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่
1. เอพิเดอร์มิส	มีชั้นเดียวอยู่ชั้นนอกสุดของเซลล์ บางเซลล์เปลี่ยนแปลงไปเป็นขนราก	....
2. คอร์เทกซ์	....	มีชั้นคอร์เทกซ์ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ถัดจากเอพิเดอร์มิสเข้ามาประกอบด้วยเซลล์หลายชั้นมีเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา พาเรงคิมา
3. เอนโดเดอร์มิส	มีเอนโดเดอร์มิส เป็นกลุ่มเซลล์เรียงตัวชั้นเดียวอยู่ถัดจากเนื้อเยื่อคอร์เทกซ์เข้าไป	....

ข้อเปรียบเทียบ	เนื้อเยื่อรากพืชใบเลี้ยงคู่	เนื้อเยื่อลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่
4. สตีล	มีชั้นสตีล แต่ในรากจะแคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ และแบ่งแยกจากชั้นคอร์เทกซ์เห็นได้ชัดเจน	…… …… ……
5. วาสคิวลาร์บันเดิล	…… …… …… …… ……	มีวาสคิวลาร์บันเดิน โดยทั่วไปประกอบด้วยไซเลมอยู่ด้านในและโฟลเอ็มอยู่ด้านนอกเรียงตัวในแนวรัศมีเดียวกัน โดยมีวาสคิวล์แคมเบียมคั่นระหว่างกลาง
6. พิธ	ไม่มีพิธ เนื่องจากรากพืชใบเลี้ยงคู่ตรงกลางมักเป็นไซเลมที่เรียงออกมาเป็นแฉกๆ	…… …… ……

2. ไซเลมกับโฟลเอ็ม

ไซเลม	โฟลเอม
1. ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 4 ชนิด คือ เทรคีด เวสเซล พาเรงคิมา และไฟเบอร์	1…… …… …… ……
2. ไซเลมเรียงตัวอยู่ด้านในของมัดท่อลำเลียง	2. …….. …… ……
3. เนื้อเยื่อไซเลมเมื่อเจริญต่อไป คือ ส่วนของเนื้อไม้	3. …… …… ……
4. ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ และธาตุอาหารจากดินไปสู่ส่วนต่างๆ ของพืช	4. ……... …… ……

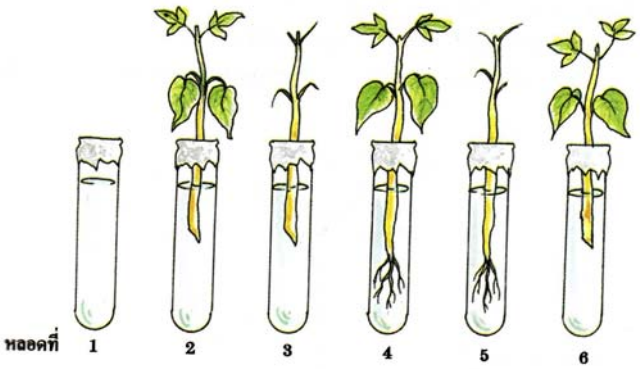
3. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวกับรากพืชใบเลี้ยงคู่

รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	รากพืชใบเลี้ยงคู่
1. มีขนราก …… ……	1. ……
2. …… ……	2. มีไซเลมเรียงเป็นแฉก 3 – 4 แฉก
3. ไมมีเนื้อเยื่อวาสคิวลาร์แคมเบียมอยู่ระหว่างไซเลมกับโฟลเอ็ม จึงไม่มีการเจริญเติบโตขั้นที่สอง	3. ……... …… ……
4. …….. …… ……	5. เอนโดเดอร์มิเรียงชั้นเดียว มีผนังค่อนข้างหนา และมีเม็ดแป้งมากส่วนใหญ่มักเห็นเอนโดเดอร์มิสไม่ชัดหรือไม่มีเลย

4. เอนโดเดอร์มิส และเอพิเดอร์มิส

เอพิเดอร์มิส	เอนโดเดอร์มิส
1. เป็นกลุ่มเซลล์อยู่ผิวนอกสุดในส่วนต่างๆ ของพืช ส่วนใหญ่เซลล์เรียงเป็นชั้นเดียว	1…… ……..
2. …… …… ……	2. เซลล์ส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นเหลี่ยมเรียงเป็นวง อาจมีแถบแคสพาเรียนสตริพ

ตอนที่ 2 ศึกษาการทดลองข้างล่างนี้แล้วตอบคำถาม (5 คะแนน)



สถานการณ์ มีผู้ทำการทดลองดังภาพ โดยเคลือบเยลลีที่รอยตัดที่อยู่เหนือน้ำ แต่พืชในหลอดที่ 6 เคลือบรอยตัดที่อยู่เหนือน้ำและรอยตัดของลำต้นที่ อยู่ใต้น้ำด้วย

1. จุดประสงค์ของการทดลองนี้ คือ

.....

.....

.....

2. การทดลองนี้นักเรียนคิดว่าผลการทดลองจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะเก็บผลการทดลองนี้อย่างไร

.....

.....

.....

4. ถ้าจะปรับปรุงการทดลองนี้ให้น่าเชื่อถือนักเรียนจะปรับปรุงการทดลองอย่างไร

.....

.....

.....

5. ถ้านักเรียนจะใช้การทดลองในลักษณะนี้ตรวจสอบว่าความเข้มของแสงมีผลต่อการทดลองหรือไม่ นักเรียนจะดัดแปลงการทดลองอย่างไร

.....

.....

.....

เฉลยแบบสรุปกิจกรรม

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบโครงสร้าง

1. เนื้อเยื่อรากและลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่

ข้อเปรียบเทียบ	เนื้อเยื่อรากพืชใบเลี้ยงคู่	เนื้อเยื่อลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่
1. เอพิเดอร์มิส	มีชั้นเดียวอยู่ชั้นนอกสุดของเซลล์ บางเซลล์เปลี่ยนแปลงไปเป็นขนราก	มีชั้นเดียวเรียงอยู่ชั้นนอกสุดของเซลล์ เอพิเดอร์มิสบางเซลล์เปลี่ยนแปลงไปเป็นขน หนามหรือเป็นเซลล์คุม
2. คอร์เทกซ์	มีชั้นคอร์เทกซ์อยู่ถัดชั้นเอพิเดอร์มิสเข้ามา ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมา	มีชั้นคอร์เทกซ์ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ถัดจากเอพิเดอร์มิสเข้ามา ประกอบด้วยเซลล์หลายชั้นมีเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา พาเรงคิมา
3. เอนโดเดอร์มิส	มีเอนโดเดอร์มิส เป็นกลุ่มเซลล์เรียงตัวชั้นเดียวอยู่ถัดจากเนื้อเยื่อคอร์เทกซ์เข้าไป	ส่วนใหญ่ไม่มี
4. สตีล	มีชั้นสตีล แต่ในรากจะแคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ และแบ่งแยกจากชั้นคอร์เทกซ์เห็นได้ชัดเจน	มีชั้นสตีล แต่ในลำต้นจะกว้างกว่าในรากและแบ่งแยกจากชั้นของคอร์เทกซ์เห็นได้ไม่ชัดเจน
5. วาสคิวลาร์บันเดิล	มีวาสคิวลาร์บันเดิล เป็นกลุ่มเซลล์พวกสตีลประกอบด้วยไซเลมอยู่ตรงกลางเรียงเป็นแฉกและมีเนื้อเยื่อวาสคิวลาร์แคมเบียมคั่นระหว่างไซเลมกับโฟลเอ็ม	มีวาสคิวลาร์บันเดิน โดยทั่วไปประกอบด้วยไซเลมอยู่ด้านในและโฟลเอ็มอยู่ด้านนอกเรียงตัวในแนวรัศมีเดียวกัน โดยมีวาสคิวล์แคมเบียมคั่นระหว่างกลาง
6. พิธ	ไม่มีพิธ เนื่องจากรากพืชใบเลี้ยงคู่ตรงกลางมักเป็นไซเลมที่เรียงออกมาเป็นแฉกๆ	มีพิธ ส่วนใหญ่เป็นไส้ในของลำต้น

2. ไซเลมกับโฟลเอ็ม

ไซเลม	โฟลเอม
1. ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 4 ชนิด คือ เทรคีด เวสเซล พาเรงคิมา และไฟเบอร์	1. ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 4 ชนิด คือ ซีฟทิวบ์ เซลล์คอมพาเนียน พาเรงคิมา และไฟเบอร์
2. ไซเลมเรียงตัวอยู่ด้านในของมัดท่อลำเลียง	2. โฟลเอ็มเรียงตัวอยู่ด้านนอกของมัดท่อลำเลียง
3. เนื้อเยื่อไซเลมเมื่อเจริญต่อไป คือ ส่วนของเนื้อไม้	3. เนื้อเยื่อโฟลเอ็มเจริญต่อไปส่วนนี้ คือ ส่วนเปลือกไม้
4. ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ และธาตุอาหารจากดิน ไปสู่ส่วนต่างๆ ของพืช	4. ทำหน้าที่ลำเลียงสารอาหารที่พืชสร้างจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไปยังส่วนต่างๆ ของพืช

3. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวกับรากพืชใบเลี้ยงคู่

รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	รากพืชใบเลี้ยงคู่
1. มีขนราก	1. มีขนรากในช่วงที่เมล็ดงอกใหม่ เมื่อเจริญเติบโตแล้ว ไม่มีขนราก
2. มีไซเลมเรียงเป็นแฉกมากกว่า 6 แฉก	2. มีไซเลมเรียงเป็นแฉก 3 – 4 แฉก
3. ไมมีเนื้อเยื่อวาสคิวลาร์แคมเบียมอยู่ระหว่างไซเลมกับโฟลเอ็ม จึงไม่มีการเจริญเติบโตขั้นที่สอง	3. มีเนื้อเยื่อวาสคิวลาร์แคมเบียมอยู่ระหว่างไซเลมกับโฟลเอ็ม เพื่อให้กำเนิดเนื้อเยื่อที่เจริญเติบโตขั้นที่สอง
4. ไม่มีคอร์ก และคอร์แคมเบียม	5. เอนโดเดอร์มิเรียงชั้นเดียว มีผนังค่อนข้างหนาและมีเม็ดแป้งมากส่วนใหญ่มักเห็นเอนโดเดอร์มิสไม่ชัดหรือไม่มีเลย

4. เอนโดเดอร์มิส และเอพิเดอร์มิส

เอพิเดอร์มิส	เอนโดเดอร์มิส
1. เป็นกลุ่มเซลล์อยู่ผิวนอกสุดในส่วนต่างๆ ของพืช ส่วนใหญ่เซลล์เรียงเป็นชั้นเดียว	1. เป็นกลุ่มเซลล์ที่อยู่ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ เซลล์เรียงเป็นชั้นเดียว
2. รูปร่างเซลล์มีได้หลายแบบอาจเป็นเหลี่ยม หรือรูปเซลล์หยักไปมา บางเซลล์เปลี่ยนเป็นเซลล์คุม ขน หนาม หรือต่อม	2. เซลล์ส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นเหลี่ยมเรียงเป็นวง อาจมีแถบแคสพาเรียนสตริพ

ตอนที่ 2 การศึกษาการทดลอง

1. จุดประสงค์ของการทดลองนี้คือ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการดูดน้ำ และการคายน้ำของพืช

2. การทดลองนี้นักเรียนคิดว่าผลการทดลองจะเป็นอย่างไร

หลอดที่ 1, 3, 5 และ 6 ปริมาณน้ำในหลอดไม่ลดลง เพราะไม่มีการคายน้ำออกสู่บรรยากาศ เนื่องจากหลอดที่ 1 ปากหลอดปิด ส่วนหลอดที่ 3 และ 5 ลำต้นที่มีรอยตัดถูกเคลือบด้วยเยลลี่ ส่วนหลอดที่ 6 ลำต้นมีรอยตัดอยู่ใต้น้ำถูกเคลือบด้วยเยลลี่เช่นกัน ดังนั้น จึงไม่มีการคายน้ำ แต่ในหลอดที่ 2 และ 4 มีการคายน้ำที่ใบ ดังนั้นปริมาณน้ำในหลอดจึงลดลง

3. นักเรียนจะเก็บผลการทดลองนี้อย่างไร ถ้าจะปรับปรุงการทดลองนี้ให้น่าเชื่อถือ นักเรียนจะปรับปรุงการทดลองอย่างไร

เพิ่มหลอดทดลองที่ 7 เหมือนกับหลอดที่ 3 แต่ใช้เยลลี่ทาที่รอยตัดด้านล่างด้วย

4. ถ้านักเรียนจะใช้การทดลองในลักษณะนี้ตรวจสอบว่าความเข้มของแสงมีผลต่อการทดลองหรือไม่ นักเรียนจะดัดแปลงการทดลองอย่างไร

ทำการทดลองเช่นเดียวกัน 2 ชุด

ชุดที่ 1 ให้ความเข้มของแสงมาก

ชุดที่ 2 ให้ความเข้มของแสงน้อย โดยให้แสงส่องผ่านน้ำเพื่อควบคุมอุณหภูมิทั้ง 2 ชุด

4. ขั้นประเมิน

แบบทดสอบหลังเรียน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่สุด (10 คะแนน)

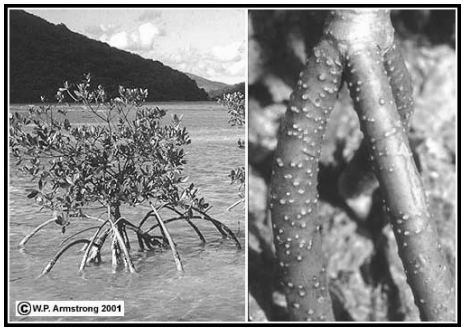
1. ข้อใดอธิบายการที่พืชเจริญเติบโตได้อย่างไม่จำกัดได้ถูกต้อง
   - ก. มีเนื้อเยื่อเจริญอยู่ที่ส่วนปลาย
   - ข. มีระบบรากที่สามารถดูดน้ำและอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ
   - ค. สามารถแผ่กิ่งและใบเพื่อรับแสงได้โดยไม่จำกัดอายุขัย
   - ง. การทำงานของระบบลำเลียงไปอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา

2. โครงสร้างใดของพืชใบเลี้ยงคู่ที่ไม่มีเยื่อแคมเบียม
   - ก. ใบและราก
   - ข. รากแขนงและกิ่งก้าน
   - ค. ใบและกิ่งก้าน
   - ง. ใบและต้น

3. เซลล์บริเวณใดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด
   - ก. ยอดอ่อนพืช
   - ข. ปลายรากพืช
   - ค. ปลายกิ่ง
   - ง. ปลายใบ

4. เนื้อเยื่อลำเลียงของใบอยู่ในเซลล์ชั้นใด
   - ก. พาลิเสดเซลล์
   - ข. เอพิเดอร์มิส
   - ค. สปันจีเซลล์
   - ง. คลอเรงคิมาเซลล์

5. พืชที่อาศัยตามป่าชายเลนต้องมีการปรับโครงสร้างของรากให้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตตามข้อใด ถ้า
   1. เก็บสะสมอาหาร
   2. โผล่พ้นพื้นเพื่อหายใจ
   3. โค้งปักค้ำจุนลำต้น
   4. สืบพันธุ์โดยใช้การไหล



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

6. ถ้าเปรียบเทียบเซลล์เป็นห้องต่างๆ ภายในบ้านเดียวกัน ท่านคิดว่าห้องไหนคับแคบมากที่สุด

ก. Cork
ข. Fiber
ค. Tracheas
ง. Collenchymas

7. เมื่อดูชิ้นส่วนที่ตัดตามขวางของพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์และพบว่า ใจกลางของชิ้นส่วนนั้นเป็นเนื้อเยื่อไซเลม แสดงว่าชิ้นส่วนนั้นเป็นส่วนของ

ก. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่
ข. รากของพืชใบเลี้ยงคู่
ค. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
ง. รากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

8. รากของต้นข้าวที่มีอายุ 3 เดือน คือรากที่เจริญมาจาก

ก. แรดิเคิลของเอ็มบริโอ
ข. แพริไซเคิลของรากแก้ว
ค. ส่วนใดส่วนหนึ่งของเมล็ด
ง. ส่วนอื่นๆ ของลำต้นนอกจากเมล็ด

9. เมื่อตัดตามขวางลำต้นของข้าวโพดเพื่อศึกษาเนื้อเยื่อต่างๆ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ เซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ เซล์ใด

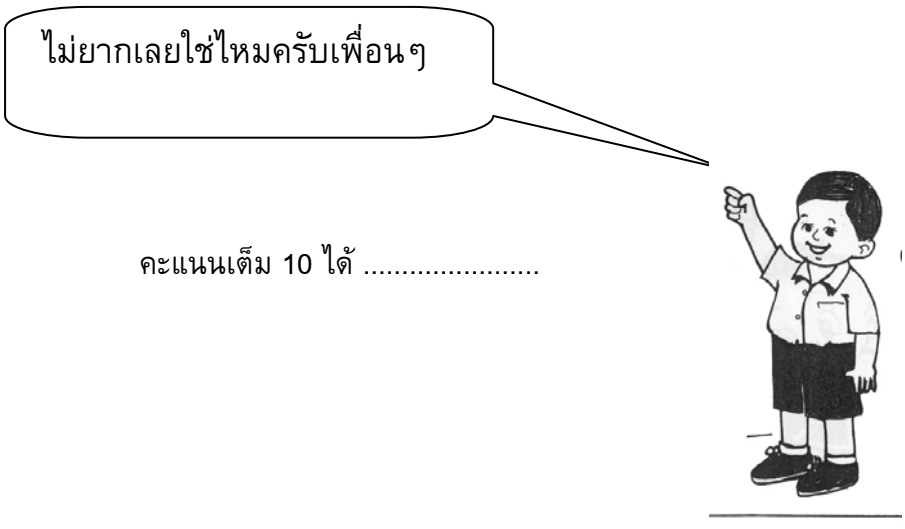
ก. พาเรงคิมา
ข. เวสเซล
ค. ซีฟทิวบ์
ง. คอมพาเนียน

10. ด้านบนของใบมะม่วงมีสีเข้มมากกว่าด้างล่างเป็นเพราะเหตุใด

ก. ได้รับแสงมากกว่า
ข. พาลิเสดเซลล์เรียงตัวกันแน่นกว่าสปันจีเซลล์
ค. พาลิเสดเซลล์มีคลอโรพลาสต์มากกว่าสปันจีเซลล์
ง. สปันจีเซลล์มีคลอโรพลาสต์มากกว่าพาลิเสดเซลล์

เฉลยแบบประเมิน

ข้อที่	คำเฉลย
1	ก
2	ก
3	ง
4	ก
5	ข
6	ค
7	ข
8	ง
9	ข
10	ค



คะแนนเต็ม 10 ได้ .....

บรรณานุกรม

หนังสือประกอบการค้นคว้า

เชาวน์ ชิโนรักษ์ ; และคณะ. (2541). *ชีววิทยา 3*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เทียมใจ คมกฤส ;และคณะ. (2542). *กายวิภาคของพฤกษ์*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพ็ชรรัตน์ ศรีวิลัย. (2549). *ต้นไม้ใบหญ้า 1*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) (หลักสูตรสถานศึกษา).

วงจันทร์ วงศ์แก้ว. (2535). *หลักสรีรวิทยาของพืช*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2547). *ชีววิทยา เล่ม 4*. คุรุสภา.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. (2544). *สรีรวิทยาของพืช*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อักษร ศรีเปล่ง ; และคณะ. (2547). *ชีววิทยา 2*. กรุงเทพฯ: โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิสอวน. ด่านสุทธาการพิมพ์.

Bernstein, R. ;& Bernstein, S. (1996). *Biology*. United State of America: Times Mirror Higher Education Group,Inc.

Cambell, N.A. ; & Reece, J.B. (2006). *Biology*. 7th ed. San Francisco: Benjamin Cummings Publishing Company, Inc.

Moore, R. ; Clark, D.W. ; Stern, K.R. & Brown, W.C. (1988). *Botany*. United State of American: Communication, Inc.

เว็ปไซต์

www. student.nu.ac.th

www.yimsiam.com

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552

คำชี้แจง :

1. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ

2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิด 5 ตัวเลือกจำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

3. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายหรือเขียนสิ่งใดๆ ลงในแบบทดสอบ

1. เพราะเหตุใดต้นพืชจึงมีการเจริญเติบโตได้เรื่อยๆ
   1. พืชมีเนื้อเยื่อเจริญอยู่ที่ส่วนปลายตลอดชีวิต
   2. เซลล์พืชมีจีนที่กำหนดแบบแผนการเจริญเฉพาะตัว
   3. เซลล์พืชทุกเซลล์สามารถแบ่งตัวและเพิ่มขนาดได้ตลอดเวลา
   4. เนื้อเยื่อถาวรสามารถเปลี่ยนไปเป็นเนื้อเยื่อเจริญได้หากสภาพแวดล้อมเหมาะสม
   5. เซลล์บริเวณปลายสุดเป็นเซลล์ที่มีชีวิตตลอดเวลา

2. รากของต้นข้าวที่มีอายุ 3 เดือน คือรากที่เจริญมาจาก
   1. แรดิเคิลของเอมบริโอ
   2. เพริไซเคิลของรากแก้ว
   3. ส่วนใดส่วนหนึ่งของเมล็ด
   4. ขนรากเปลี่ยนมาทำหน้าที่เฉพาะ
   5. ส่วนอื่นๆ ของลำต้นนอกจากเมล็ด

3. ในระหว่างที่เมล็ดถั่วกำลังงอก โครงสร้างใดจะยืดตัวเร็วที่สุด และหลังจากการงอกแล้ว โครงสร้างใดจะลดขนาดลง
   1. ไฮโพคอทิลและแรดิเคิล
   2. แรดิเคิลและเอพิคอทิล
   3. เอพิคอทิลและแรดิเคิล
   4. แรดิเคิลและใบเลี้ยง
   5. ไฮโพคอทิลและเอพิคอทิล

4. พืชสีเขียวชั้นสูงที่เจริญบนบก แสดงการปรับตัวเองให้เหมาะสมเป็นพิเศษกับหน้าที่ของมันในแง่การผลิตอาหารให้แก่กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มันเจริญอยู่ คือ

1. มีใบแบนบางสีเขียวดักรับแสง
2. มีผลและเมล็ดที่สะสมอาหาร
3. มีระบบรากที่สามารถแผ่ไปได้ไกล
4. มีลำต้นที่แข็งแรงและอายุยืน
5. ลำต้นขนาดใหญ่และสูงกว่าปกติ

5. เหตุใดต้นกล้าของถั่วที่มีอายุ เพียง 4 – 5 วัน จึงมีลำต้นตั้งตรง

1. มีเนื้อเยื่อลำเลียงเกิดขึ้น
2. มีการเต่งตัวของเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์
3. มีไฟเบอร์ในชั้นคอร์เทกซ์
4. มีการเต่งตัวของเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา
5. มีการยืดตัวของเซลล์รอบนอกลำต้น

6. การขยายขนาดของพืชยืนต้นอาศัยเนื้อเยื่อชนิดใด

ก. แคมเบียม ข. เนื้อเยื่อเจริญที่ปลายยอด ค. พาเรงคิมา

1. ก เท่านั้น
2. ข เท่านั้น
3. ก และ ข
4. ก และ ค
5 ก ข ค ถูกทั้งหมด

7. โครงสร้างของพืชที่ทำหน้าที่เปรียบเทียบได้กับทางเดินอาหารในสัตว์ คือ

1. ราก
2. ไซเลม
3. โฟลเอ็ม
4. วาสคิวลาร์บันเดิล
5. ไฟเบอร์

8. โครงสร้างใดของพืชใบเลี้ยงคู่ที่ไม่มีเยื่อแคมเบียม
    1. ใบและขนราก
    2. รากแขนงและกิ่งก้าน
    3. ใบและกิ่งก้าน
    4. ใบและราก
    5. ลำต้นและใบ

9. ถ้าพบว่า ลำต้นของพืชมีเซลล์ไซเลมใหญ่แถบกว้างและสีจางแสดงว่า
    1. วาสคิวลาร์แคมเบียมมีผนังหนา
    2. วาสคิวลาร์แคมเบียมขนาดใหญ่
    3. วาสคิวลาร์แคมเบียมเจริญในฤดูน้ำมาก
    4. เนื้อเยื่อเจริญในฤดูน้ำน้อย
    5. เนื่อเยื่อเจริญมีไซโทพลาสซึมกว้างพิเศษ

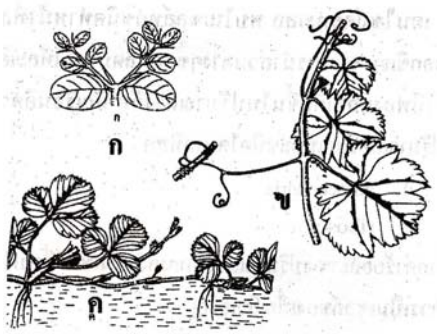
10. เซลล์ชนิดใดที่ทำหน้าที่ได้ทั้งการลำเลียงและให้ความแข็งแรงในพืช
    1. เทรคีดและซีฟทิวบ์เมมเบอร์
    2. ซีฟทิวบ์เมมเบอร์และไฟเบอร์
    3. เทรคีดและเวสเซล
    4. เวสเซลและไฟเบอร์
    5. ไฟเบอร์และเทรคีด

11. รากสะสมอาหารที่เปลี่ยนแปลงมาจากรากแก้วคือข้อใด
    1. หัวผักกาด กระชาย
    2. หัวผักกาด หัวแครอท
    3. รากถั่ว มันสำปะหลัง
    4. รักเร่ มันเทศ
    5. มันแกว กระชาย

12. ข้อใดเป็นตัวอย่างของพืชที่ถูกต้อง

ตัวเลือก	รากสะสมอาหาร	ลำต้นสะสมอาหาร	ใบหน้าที่สะสมอาหาร
1	เผือก	กระชาย	มะลิ
2	มันเทศ	หัวไชเท้า	หัวหอม
3	แครอท	ขิง	หางจรเข้
4	มันแกว	ข่า	ตะบองเพชร
5	แห้ว	มันเทศ	กล้วย

13. ลำต้นในรูปใดมีการเปลี่ยนแปลงเป็นไหล



1. ก เพราะมีใบขนาดเล็กแตกที่ยอด
2. ข เพราะเปลี่ยนแปลงลำต้นเป็นมือจับ
3. ค เพราะใช้ขยายพันธุ์ได้
4. ก และ ข เพราะไม่มีรากลงถึงพื้น
5. ข และ ค เพราะเปลี่ยนรูปไปจากเดิมมาก

14. มันฝรั่งจัดเป็นลำต้นใต้ดินชนิดใด

1. ไรโซม
2. บัลบ์
3. คอร์ม
4. บัลบิล
5. ทูเบอร์

15. เนื้อเยื่อไซเลมประกอบด้วยเซลล์ชนิดต่าง ๆ คือ

1. คอมพาเนียนเซลล์กับเทรคีด
2. เทรคีดกับเวสเซลเมมเบอร์
3. เวสเซลเมมเบอร์กับซีฟทิวบ์เมมเบอร์
4. ซีฟทิวบ์เมมเบอร์กับคอมพาเนียนเซลล์
5. คอมพาเนียนเซลล์กับเวสเซลเมมเบอร์

16. น้ำยางจากต้นยางพาราที่เรากรีดได้ ส่วนใหญ่จะได้จากเซลล์ที่พบในเนื้อเยื่อพวก

1. คอร์เทกซ์
2. โฟลเอม
3. ไซเลม
4. เอพิเดอร์มิส
5. เอนโดเดอร์มิส

17. พืชกลุ่มใดจัดเป็นพวกไม้ดอก

1. สนทะเล หน้าวัว บอน
2. สาหร่ายหางกระรอก ตะไคร้ พลู
3. เผือก ว่านนางกวัก ช้องนางคลี่ หญ้าถอดปล้อง
4. สาหร่ายข้าวเหนียว ผักกูด จอก
5. หางสิงห์ หญ้าปล้อง ขิง

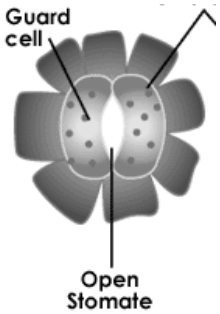
18. โดยปกติองุ่นจะมีเมล็ด แต่ในปัจจุบันมีการผลิตองุ่นที่ไม่มีเมล็ด ซึ่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ซึ่งเป็นผลมาจาก

1. การคัดเลือกโดยธรรมชาติ
2. การผสมพันธุ์ในพวกเดียวกันเอง
3. การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม
4. การเปลี่ยนแปลงของจีน
5. สายพันธุ์เก่าไม่ทนต่อสภาพอากาศปัจจุบัน

19. ปัจจัยสำคัญในข้อใดที่ทำให้เข้าใจว่า ต้นเฟื่องฟ้าที่มีทรงพุ่มขนาดเล็กที่ปลูกอยู่ในกระถาง มักออกดอกเต็มต้น แต่ที่ปลูกในดินจะไม่ค่อยมีดอก

1. การเจริญเติบโตของรากเฟื่องฟ้า
2. ปริมาณน้ำในดิน
3. สายพันธุ์ของเฟื่องฟ้า
4. อุณหภูมิของดิน
5. ปริมาณของแร่ธาตุในดิน

20. ข้อใดเป็นปัจจัยที่ทำให้ปากใบเปิดกว้าง



1. มีลมแรงและอากาศร้อนจัด
2. เซลล์คุมมีแรงดันออสโมติกสูงกว่าเซลล์ข้างเคียง
3. มีการแพร่ของน้ำออกจากเซล์คุมไปสู่เซลล์ข้างเคียง
4. แรงดันภายในรากสูงมาก
5. ความเข้มของแสงในขณะนั้น

21. ส่วนของรากที่เป็นอุปสรรคมากที่สุดต่อการลำเลียงน้ำ คือ
    1. เอพิเดอร์มิส
    2. คอร์เทกซ์
    3. เอนโดเดอร์มิส
    4. เพริไซเคิล
    5. สตีล

22. รากของพืชชนิดหนึ่งเจริญเต็มที่แล้วมีขนราก (Root hair) มากมายทำหน้าที่ในการดูดซึมสารจากสิ่งแวดล้อม อยากทราบว่าอีก 3 เดือน ต่อมาโครงสร้างของขนรากที่กล่าวถึงนี้จะเป็นอย่างไร
    1. ยาวขึ้น
    2. ตายและหลุดไป
    3. เหมือนเดิมแต่ไม่ทำงาน
    4. มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นตามอายุของราก
    5. มีขนาดและจำนวนคงที่จนตลอดอายุ

23. เพราะเหตุใดเวลาย้ายต้นไม้ไปปลูกจึงนิยมตัดใบออกเสียบ้าง
    1. สะดวกในการเคลื่อนย้าย
    2. ลดการคายน้ำของพืช
    3. สะดวกในการบังแดด
    4. ลดน้ำหนักพืชส่วนที่เหนือดิน
    5. ทำให้แตกยอดอ่อนได้เร็วขึ้น

24 การดูดน้ำของพืชจะเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วงเวลาใดของแต่ละวัน
    1. ในตอนกลางคืน เพราะว่าอากาศเย็นในดินมีน้ำมาก
    2. ในตอนบ่าย เพราะว่าแดดจัดอากาศร้อนพืชคายน้ำมาก
    3. ในตอนเช้าเพราะว่าพืชเริ่มได้รับแสงแดด มาสังเคราะห์ด้วยแสง
    4. พืชจะดูดน้ำด้วยอัตราที่เท่ากันตลอดเวลา
    5. ในตอนเย็น เพราะอุณหภูมิเหมาะสม

25. ถ้าท่านทดลองควั่นต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและทิ้งไว้นานๆ ผลจะเป็นอย่างไร
    1. พืชจะตายเพราะรากขาดอาหาร
    2. พืชจะตายเพราะน้ำไม่ถูกลำเลียงไปสังเคราะห์ด้วยแสง
    3. โอกาสรอดและตายมีเท่ากัน เพราะท่อลำเลียงบางส่วนถูกทำลาย
    4. พืชจะมีชีวิตอยู่ได้ไม่เกิน 2 สัปดาห์ และจะตายในภายหลัง
    5. พืชจะยังคงมีชีวิตอยู่ เพราะท่อลำเลียงกระจายอยู่ทั่วไป

ข้อมูลจากการสำรวจดอกไม้สวนพฤกษศาสตร์ โรงเรียนนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 26

ชนิดของดอก	กลีบดอก	ริ้วประดับ	เกสรเพศผู้	กลีบเลี้ยง	เกสรตัวเมีย
ก	มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี
ข	มี	ไม่มี	มี	มี	มี
ค	มี	มี	มี	ไม่มี	ไม่มี
ง	ไม่มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี

26. ดอกมะลิ สัญลักษณ์ของวันแม่และเป็นดอกไม้ที่นำมาร้อยมาลัยมากที่สุด ควรจัดอยู่กลุ่มเดียวกับดอกชนิดใด

1. ชนิด ก
2. ชนิด ข
3. ชนิด ค
4. ชนิด ง
5. ไม่มีข้อใดถูก

27. ในถุงเอ็มบริโอของพืช เซลล์ที่จะเกี่ยวข้องกับการปฏิสนธิ คือ

1. เซลล์ไข่
2. เซลล์ที่มีโพลาร์นิวเคลียส
3. ทั้งเซลล์ไข่และเซลล์ที่มีโพลาร์นิวเคลียส
4. เซลล์ที่อยู่ตรงข้ามกับไมโครไพล์
5. เซลล์ทั้งสามกลุ่ม

28. การปฏิสนธิในพืชได้แก่การที่

1. ละอองเรณูเข้าผสมกับออวุล
2. ละอองเรณูเข้าผสมกับเซลล์ไข่
3. สเปิร์มนิวเคลียสตัวที่ 1 เข้าผสมกับไข่
4. สเปิร์มตัวที่สองเข้าผสมกับโพลาร์นิวเคลียส
5. สเปิร์มทั้งสองตัวเข้าผสมกับไข่

29. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. Synergid ประกอบด้วย 3 นิวเคลียสอยู่ตรงข้ามไมโครไพล์
2. Antipodal ประกอบด้วย 2 นิวเคลียสอยู่ติดกับไข่
3. Polar nuclei ประกอบด้วย 2 นิวเคลียสอยู่กลางเซลล์
4. Embryo sac มี 7 นิวเคลียส
5. Synergid ประกอบด้วย 2 นิวเคลียสอยู่กลางเซลล์

30. ข้อใดที่มีการงอกแตกต่างจากพืชชนิดอื่น

1. ถั่ว
2. บัว
3. มะขาม
4. ข้าวโพด
5. มะม่วง

31. พืชบางชนิดต้องมีการปรับสภาพภายในก่อนการงอก คือ พืชชนิดใด

1. แอปเปิล เชอรี่
2. มะม่วง มะขาม
3. มะเขือเทศ มะละกอ
4. มะละกอ ขนุน
5. ส้ม สับปะรด

32. ข้อใดเป็นผลกลุ่มเช่นเดียวกับหม่อน

1. ตำลึง
2. ยอ
3. ขนุน
4. น้อยหน่า
5. องุ่น

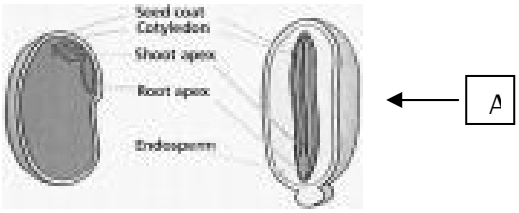
33. ส่วนประกอบของเอ็มบริโอของพืชชนิดใดจะฝ่อหายไปภายหลังจากที่เจริญไปเป็นต้นกล้าแล้วประมาณ 2 สัปดาห์

1. เอพิคอทิลของถั่วเขียว
2. ไฮโพคอทิลของถั่วดำ
3. Cotyledon ของละหุ่ง
4. แรดิเคิลของข้าวโพด
5. เอนโดสเปิร์มของข้าว

34. ในระหว่างที่เมล็ดกำลังงอก โครงสร้างใดจะยืดตัวได้เร็วที่สุด และหลังจากการงอกแล้ว โครงสร้างใดจะลดขนาดลง

1. ไฮโพคอทิลและแรดิเคิล
2. แรดิเคิลและเอพิคอทิล
3. เอพิคอทิลและแรดิเคิล
4. แรดิเคิลและใบเลี้ยง
5. ไฮโพคอทิลและใบเลี้ยง

35. จากภาพแสดงส่วนประกอบของเมล็ดข้าวโพด ส่วนประกอบ A เทียบได้กับส่วนใดของพืชอื่นๆ



1. เปลือกหุ้มเมล็ดขนุน
2. เปลือกลำไย
3. เนื้อของผลเงาะ
4. เปลือกขนุน
5. เปลือกมะพร้าว

36. สภาวะใดที่ไม่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพืชส่วนใหญ่

1. มีออกซิเจนเพียงพอสำหรับหายใจ
2. มีน้ำเพียงพอสำหรับปฏิกิริยาเอนไซม์
3. มีอุณหภูมิเหมาะสมสำหรับปฏิกิริยาเอนไซม์
4. มีแสงเพียงพอสำหรับใบเลี้ยง
5. มีความชื้นมากพอต่อการงอก

37. ปัจจัยสำคัญในข้อใดที่ทำให้เข้าใจว่า ต้นเฟื่องฟ้าที่มีทรงพุ่มขนาดเล็กที่ปลูกอยู่ในกระถางมักออกดอกเต็มต้นแต่ที่ปลูกในดินจะไม่ค่อยมีดอก

1. อุณหภูมิของดิน
2. ปริมาณน้ำในดิน
3. สายพันธุ์ของเฟื่องฟ้า
4. ปริมาณดินและปุ๋ยไม่เหมาะสม
5. การเจริญเติบโตของรากเฟื่องฟ้า

38. ตัวการสำคัญที่ทำให้น้ำหนักแห้งของเมล็ดที่กำลังงอกลดลงเนื่องมาจากสาเหตุใด
    1. ไฮโดรไลซิส
    2. การหายใจ
    3. การลำเลียงอาหาร
    4. การคายน้ำ
    5. การลำเลียงน้ำ

39. การวัดการเจริญเติบโต ที่น่าจะดีที่สุดคือวิธีการใด
    1. การชั่งน้ำหนักหรือหามวลที่เพิ่มขึ้น
    2. การนับจำนวนเซลล์ที่เพิ่มขึ้น
    3. การวัดส่วนสูงที่เพิ่มขึ้น
    4. การวัดปริมาตรที่เพิ่มขึ้น
    5. การวัดขนาดที่มากขึ้น

40. การวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีไว้เพื่อสิ่งใด
    1. เพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้เพาะปลูกในฤดูกาลต่อไป
    2. ใช้ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดก่อนปลูก
    3. เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อการจำหน่าย
    4. เพื่อสงวนเมล็ดพันธุ์หายากไว้ทำการค้า
    5. ข้อ 1, 2, 3 ถูก

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบการปฏิบัติวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีคะแนนเต็ม 90 คะแนน ใช้เวลาในการปฏิบัติ 60 นาที โดยแบ่งเป็น 2 สถานการณ์ ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 อัตราการคายน้ำของพืช 45 คะแนนใช้เวลา 30 นาที

สถานการณ์ที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด 45 คะแนน ใช้เวลา 30 นาที

2. ให้นักเรียนศึกษารายละเอียดและศึกษาคำสั่งของแต่ละกิจกรรมให้เข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติโดยเขียนคำตอบลงในช่องว่าง ตามกิจกรรมที่กำหนด ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

กิจกรรมที่ 2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

กิจกรรมที่ 3 การออกแบบการทดลอง

กิจกรรมที่ 4 การบันทึกผลการทดลอง

กิจกรรมที่ 5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

กิจกรรมที่ 6 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

3. เวลาปฏิบัติควรดูอุปกรณ์ที่กำหนดให้ของแต่ละสถานการณ์ให้เรียบร้อย

4. ห้ามทำข้อสอบก่อน จนกว่าจะได้รับสัญญาณให้ลงมือทำ

5. เมื่อนักเรียนได้รับสัญญาณเตือนหมดเวลาในการทำแบบทดสอบ ให้นักเรียนหยุดการทำข้อสอบในทันที

ชื่อ ..... นามสกุล ..... ชั้น .....เลขที่ .....

สถานการณ์ที่ 1 อัตราการคายน้ำของพืช

****

1. รายการวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้มี ดังนี้

1. หลอดคะปิลลารีหรือปิเปต
2. ท่อพลาสติก
3. กิ่งไม้
4. วาสลิน
5. อ่างน้ำและกล่องพลาสติก
6. โคมไฟ
7. ไม้บรรทัด
8. ชุดขาตั้ง

2. ปัญหาการทดลอง

ปัจจัยที่ส่งผลต่อกลไกการเคลื่อนตัวของน้ำสู่ลำต้นที่ระดับแตกต่างกัน

กิจกรรมที่ 1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

1. จากปัญหาของการทดลอง นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ในการทดลองนี้

2. จะต้องจัดอะไรให้ต่างกัน (ระบุตัวแปรต้น) ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

3. จะจัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง (ระบุตัวแปรที่ควบคุม) ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

4. การทดลองนี้สิ่งที่นักเรียนจะต้องติดตามดูคืออะไร (ระบุตัวแปรตาม) ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3 การออกแบบการทดลอง

ให้นักเรียน เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองให้เหมาะสม จากรายการที่กำหนดให้ แล้ว บันทึกลงในข้อ 3.1 – 3.2

5. การทดลองนี้ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

6. มีขั้นตอนการทดลองอย่างไรบ้าง ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 4 การบันทึกผลการทดลอง

ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ ให้ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง และบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลองนั้น

7. ตารางบันทึกผลการทดลอง (3 คะแนน)

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ผลที่สังเกตได้จากการทดลองเป็น ดังนี้

8. มีอะไรเกิดขึ้น เมื่อตั้งชุดการทดลองที่แตกต่างกัน (3 คะแนน)

.....

.....

.....

9. การทดลองแบบต่อหลอดคาปิลลารีกับกิ่งไม้เป็นอย่างไร ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

10. การทดลองแบบที่ไม่ต่อกับกิ่งไม้เป็นอย่างไร ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

11. หากทดลองเปลี่ยนกิ่งไม้ใหม่ โดยใช้กิ่งที่มีปริมาณจำนวนใบมากขึ้น จะเป็นอย่างไร ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

12. หากทดลองเปลี่ยนกิ่งไม้ใหม่ โดยใช้กิ่งที่มีจำนวนใบน้อยลงกว่าเดิม จะเป็นอย่างไร ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

13. การทดลองนี้จะสรุปผลว่าอย่างไร ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 6 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

14. แรงดันอากาศ หมายความว่า อย่างไร ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

15. แรงดึงเนื่องจากการคายน้ำ หมายความว่าอย่างไร ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด

****

1. รายการวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้มี ดังนี้

    1.1 กระป๋อง ขนาดเท่าๆ กัน จำนวน 4 ใบ

    1.2 กระดาษเยื่อ

    1.3 เมล็ดถั่วเขียว

    1.4 ฝอยเหล็ก

    1.5 น้ำ

2. สถานที่

    2.1 กลางแจ้ง

    2.2 ตู้เย็น

3. ชุดการทดลอง

    ชุดที่ 1 เพาะไว้กลางแจ้งไม่รดน้ำ

    ชุดที่ 2 น้ำไปแช่ตู้เย็น และรดน้ำ

    ชุดที่ 3 เพาะไว้กลางแจ้ง และรดน้ำ

    ชุดที่ 4 เพาะไว้กลางแจ้ง รดน้ำ และใส่ฝอยเหล็ก

4. ปัญหาการทดลอง

    ปัจจัยที่ส่งผลต่อการงอกของเมล็ดพืช

    กิจกรรมที่ 1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

    1. จากปัญหาของการทดลอง นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

    กิจกรรมที่ 2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ในการทดลองนี้

    2. จะต้องจัดอะไรให้ต่างกัน (ระบุตัวแปรต้น) ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

    3. จะจัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง (ระบุตัวแปรที่ควบคุม) ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

4. การทดลองนี้สิ่งที่นักเรียนจะต้องติดตามดูคืออะไร (ระบุตัวแปรตาม) ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3 การออกแบบการทดลอง

ให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลอง ให้เหมาะสม จากรายการที่กำหนดให้ แล้วบันทึกลงในข้อ 3.1 – 3.2

5. การทดลองนี้ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

6. มีขั้นตอนการทดลองอย่างไรบ้าง ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 4 การบันทึกผลการทดลอง

ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ตามขั้นตอนที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ ให้ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง และบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลองนั้น

7. ตารางบันทึกผลการทดลอง (3 คะแนน)

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ผลที่สังเกตได้จากการทดลองเป็น ดังนี้

8. การทดลองชุดใดที่เมล็ดถั่วจะเจริญเติบโตได้มากที่สุด เพราะเหตุใด (3 คะแนน)

.....

.....

.....

9. การทดลองชุดใดบ้างที่เมล็ดถั่วจะเจริญเติบโตได้น้อย เพราะเหตุใด (3 คะแนน)

.....

.....

.....

10. การทดลองชุดใดจัดเป็นชุดควบคุม เพราะเหตุใด (3 คะแนน)

.....

.....

.....

11. การทดลองชุดใดที่จัดเป็นชุดทดลอง เพราะเหตุใด (3 คะแนน)

.....

.....

.....

12. การใส่ฝอยเหล็กสัมพันธ์กับการทดลองนี้อย่างไร (3 คะแนน)

.....

.....

.....

13. การทดลองนี้จะสรุปผลว่าอย่างไร ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 6 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

14. การงอกของเมล็ด หมายความว่าอย่างไร (3 คะแนน)

.....

.....

.....

15. ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด หมายความว่าอย่างไร และมีอะไรบ้าง ? (3 คะแนน)

.....

.....

.....

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวปวีณา ชาลีเครือ
วันเดือนปีเกิด	9 ธันวาคม 2527
สถานที่เกิด	อำเภอบำเหน็จณรงค์ จังหวัดชัยภูมิ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	1/222 หมู่บ้านรัชธานี 7 ซอยสายไหม 23/2 เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร 10220
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ ถนนเทศบาลนิมิตเหนือ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2539	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนศรีเทพบาล จังหวัดชัยภูมิ
พ.ศ.2542	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จาก โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัยชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ
พ.ศ.2545	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดชัยนครราชสีมา
พ.ศ.2550	กศ.บ. วิชาเอกวิทยาศาสตร์ - ชีวิทยา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ.2553	กศ.ม สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ