

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

ผการัตน์ โรจน์ดวง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์
ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

**A STUDY ON SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT
OF MATTHAYOMSUKSA 4 STUDENTS
AT SRITHAMMARATSUKSA SCHOOL WITH LEARNING
ACTIVITY THROUGH 5E MODEL LEARNING**

PHAKARAT ROTDUANG

**Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master
of Education Degree in Science
Nakhon Si Thammarat Rajabhat University
Academic Year 2013**


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SE

ผู้วิจัย นางสาวผการัตน์ โรจน์ดวง


สาขาวิชา วิทยาศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์



..... ประธาน
(ดร.จิต นวนแก้ว)



..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์)

คณะกรรมการสอบ



..... ประธาน
(ดร.สุมาลี เลี่ยมทอง)


..... กรรมการ
(ดร.จิต นวนแก้ว)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูนสุข อุดม)

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์


(รองศาสตราจารย์ ดร.ไมตรี จันทรา)

หัวหน้างานบัณฑิตศึกษา

วันที่ 28 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2556

บทคัดย่อ

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
ผู้วิจัย	ผการัตน์ โรจน์ดวง
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	ดร.จิต นวนแก้ว
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย ลิทธิรักษ์

การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E เป็นการจัดการเรียนการสอนที่สามารถใช้พัฒนาความสามารถทางการเรียนและการแก้ปัญหาของผู้เรียนให้มีระบบและมีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดวัตถุประสงค์การวิจัยไว้ 3 ข้อ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 5E 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 3) เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 55 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E จำนวน 8 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 – 0.57 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.76 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานใช้ t-test (Dependent Samples)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.12/80.50

3. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรม และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6870 แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนเพิ่มจากก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 68.70

โดยสรุป แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี สามารถนำไปใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

ABSTRACT

The Title	A Study on Science Learning Achievement of Matthayomsuksa 4 Students at Srithammaratsuksa School with Learning Activity Through 5E Model Learning
The Author	Miss Phakarat Rotduang
Program	Science
Thesis Chairman	Dr. Jit Naunkaew
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Hassachai Sittirak

The 5E learning cycle model plan encourages the students to develop their learning ability and solve the problems of students academically in a systematic way and enhance the students insights effectively. The purposes of this study are to: 1) Compare the Science learning achievement about genetics and its inheritance before and after using the 5E model learning. 2) Find the performance effectiveness of 5E model learning plans about genetics and its inheritance. 3) Find the effectiveness index of the 5E model learning plans about genetics and its inheritance. Samples used in this study consisted of students who study in Srithammaratsuksa school at class 4/1. 55 students were selected by cluster random sampling in each classroom unit. Tools used in this study, includes eight 5E model lesson plans and achievement test of multiple choice type with 40 items. There were discriminative from 0.21 to 0.57, reliability of both was 0.76. Average standard deviation was used for data analysis and the hypothesis was tested using t-test (Dependent Samples).

The results of this study showed that:

1. students who use the 5E model learning received high scores compared with their pretest scores of which the statistical data were significant at .05 level.
2. The academic activities using the 5E model learning plan about genetics and its inheritance were effective at 80.12/80.50.
3. The Effectiveness Index of 5E model learning plans about genetics and its inheritance matthayomsuksa 4 is equal to 0.6870 suggesting that the posttest scores are 68.70 percent.

Therefore, teaching the students of Matthayomsuksa 4 students with the used of 5E model learning improved the learning achievement effectively.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้ ต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความอนุเคราะห์ของ ดร.จิต นวนแก้ว ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์ กรรมการที่ปรึกษา ที่คอยดูแลเอาใจใส่ให้คำปรึกษา และแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องทุกขั้นตอนเป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร.สุมาลี เกี่ยมทอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูนสุข อุคม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.สุภาวดี रामสูตร ดร.สิริกุล เพชรหวล และอาจารย์กัลยาณี ท้าวนิล ผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไข ปรับปรุง และให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ในการสร้างเครื่องมือวิจัย

ขอขอบพระคุณนายสุรพงศ์ มิตรกุล ผู้จัดการ-ผู้อำนวยการ โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกท่าน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ที่ให้ความสะดวกในการดำเนินการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการดำเนินการทดลอง

ขอขอบคุณฝ่ายประสานงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่กรุณาอำนวยความสะดวก ขอขอบคุณเพื่อนๆ ในสาขาวิทยาศาสตร์ รุ่น 1/2554 ทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือตลอดมา รวมทั้งขอบคุณ คุณพ่อคุณแม่ และสมาชิกครอบครัวของข้าพเจ้า ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่คอยส่งเสริม สนับสนุน และให้กำลังใจ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ผการัตน์ โรจน์ดวง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
ประโยชน์ของการวิจัย	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
การจัดการเรียนรู้แบบ 5E.....	10
การหาประสิทธิภาพนวัตกรรม.....	21
การหาดัชนีประสิทธิผลของนวัตกรรม.....	25
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	31
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	35
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	35
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	35

บทที่	หน้า
วิธีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	36
แบบแผนการทดลอง.....	46
วิธีดำเนินการทดลอง.....	46
การวิเคราะห์ข้อมูล	48
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	49
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	52
ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	53
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	65
สรุปผลการวิจัย.....	65
อภิปรายผลการวิจัย.....	66
ข้อเสนอแนะ	70
บรรณานุกรม	72
ภาคผนวก.....	76
ภาคผนวก ก หนังสือขอความร่วมมือ	77
ภาคผนวก ข รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	83
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	85
ภาคผนวก ง คะแนนประเมินพฤติกรรมประกอบแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE.....	115
ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	144
ภาคผนวก ฉ ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	154
ภาคผนวก ชการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	183
ภาคผนวก ซแบบประเมินและผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE.....	193
ประวัติผู้วิจัย	199

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	บทบาทของครูและบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบ 5E16
2	วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน39
3	ค่า IOC ค่า p ค่า r ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 80 ข้อ42
4	เวลาการทดลองการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม47
5	การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 453
6	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนระหว่างเรียน และทดสอบหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง พันธุกรรมและ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม54
7	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร้อยละของแบบทดสอบย่อยท้ายแผน และแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้60
8	ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 462
9	ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พันธุกรรม และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 463
10	คะแนนทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน64
11	รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 491
12	ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์179
13	ค่าค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์184
14	ค่า p และ q ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน188
15	การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์190

ตารางที่

หน้า

- 16 คะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องลักษณะทางพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4197



สารบัญญภาพ

ภาพที่

หน้า

- 1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้.....19
- 2 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ที่เกิดจากการประยุกต์ใช้19
- 3 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....28
- 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....28
- 5 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน38
- 6 แบบแผนการทดลอง46

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาพปัจจุบันการให้การศึกษาถือว่าเป็นการให้สิ่งสำคัญที่สุดเพราะเป็นการหล่อหลอมวางรูปแบบให้แก่อนุชน ทั้งทางด้านความรู้ ความสามารถ และจิตวิญญาณ ปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับกันว่าเรื่องสำคัญที่สุดในแวดวงการศึกษาของไทยก็คือการปฏิรูปการศึกษา เช่นเดียวกับคำแถลงนโยบายของคณะรัฐมนตรีที่มุ่งเน้นให้มีการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561) รัฐบาลจะมุ่งเน้นให้คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ โดยมีเป้าหมายหลัก 3 ประการคือ พัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาและเรียนรู้ของคนไทย เพิ่มโอกาสทางการศึกษาและเรียนรู้อย่างทั่วถึงและมีคุณภาพ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนของสังคมในการบริหารและจัดการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552, 5) ซึ่งสอดคล้องกับแผนการพัฒนการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 11 (2555-2559) ได้กำหนดวิสัยทัศน์ของการศึกษาไทยที่พึงประสงค์ในอนาคตคือ คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ เป็นคนดี มีความสุข มีภูมิคุ้มกัน รู้เท่าทันในเวทีโลก และได้กำหนดเป้าหมายคือ ผู้เรียนได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพ มาตรฐาน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น คนไทยทุกกลุ่มทุกวัยมีโอกาสได้รับการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างทั่วถึงและเป็นธรรม และผู้เรียนและกำลังแรงงานได้รับการเตรียมความพร้อมเชื่อมโยงสู่สังคมและประชาคมอาเซียน ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้มีการกำหนดให้สถานศึกษาจัดการเรียนรู้อบรมทั้ง 8 กลุ่มสาระในทุกช่วงชั้น วิทยาศาสตร์เป็นสาระหนึ่งที่สถานศึกษาต้องจัดการเรียนการสอนที่ตอบสนองต่อหลักสูตรใหม่ เพราะวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552, 92)

จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2553 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 30.90 และปีการศึกษา 2554 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 27.90 ลดลงร้อยละ 3 จะเห็นว่าโดยภาพรวมทั้งประเทศคุณภาพการศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีแนวโน้มโดยเฉลี่ยต่ำลง (สถาบันทดสอบ

ทางการศึกษาแห่งชาติ, 2556) ซึ่งสอดคล้องกับระดับผลการเรียนระดับสถานศึกษาในกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน ปีการศึกษา 2553 มีระดับ ผลการเรียนเฉลี่ย 2.25 (โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา, 2554, 134) และในปีการศึกษา 2554 มีระดับผล การเรียนเฉลี่ย 1.72 (โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา, 2555, 135) จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มโดยเฉลี่ยต่ำลง ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการจัดหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันยังไม่มีการพัฒนาที่ดีขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีระดับผลการเรียนเฉลี่ยต่ำลง อีกทั้งพบว่าความผิดพลาดของการสอนวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบัน ได้แก่ การสอนที่ไม่น่าสนใจ นักเรียนขาดความตั้งใจขณะเรียน การเรียนการสอนที่มี เนื้อหามาก นักเรียนจำไม่ได้ และนักเรียนสนใจเรียนเฉพาะบางหัวข้อที่สนใจ (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551, 2)

จากแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 10 ได้กำหนดนโยบายเพื่อปฏิรูประบบการเรียน การสอน โดยมุ่งปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอน ให้เอื้อต่อการพัฒนาขีดความสามารถของ ผู้เรียนให้เต็มสมรรถนะให้มีพื้นฐานความรู้ความสามารถ ทักษะพื้นฐานที่ดี และเข้มแข็งพอที่จะ ประกอบอาชีพหรือศึกษาต่อในระดับสูงขึ้น ตลอดจนวางแนวทางให้ผู้สอนปรับวิธีการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและมีเหตุผล มุ่งให้ผู้เรียนรักการเรียนรู้ รู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์แสวงหาความรู้และรู้จักการแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมทั้งรู้จักทำงาน ร่วมกันเป็นหมู่คณะ และเน้นให้ผู้สอนจัดวิธีการเรียนการสอนให้มีความหลากหลาย เชื่อมโยง วิธีการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชากับสภาพปัญหาและประสบการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้นำการจัดการเรียนรู้แบบ 5E มาใช้และ เผยแพร่ให้ครูทั่วไปไปพร้อมกับเสนอแนะแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

การจัดการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการ ทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Theory of Cognitive Development) ซึ่งอธิบายว่า พัฒนาการทาง เซาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับ โครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือ ประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือ โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมหากไม่สามารถสัมพันธ์ กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับ โครงสร้างทางปัญญา (ทิสนา แคมณี, 2545, 90 – 91) โดยในการจัดการเรียนรู้แบบ 5E จะมุ่งให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยวิธีการและกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยตนเอง จนเกิดทักษะกระบวนการ

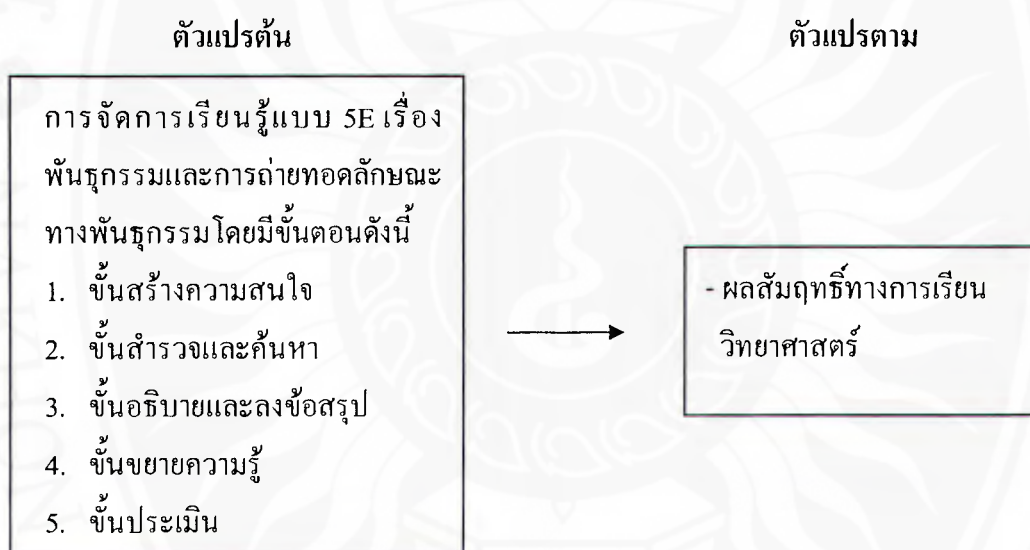
ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญ 5 ขั้นตอน (SE) คือ ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไป จึงช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา และหลักการทฤษฎีตลอดจนการลงมือปฏิบัติ อีกทั้งเป็นกระบวนการสำหรับการค้นหาคำตอบผ่านการสำรวจตรวจสอบ ส่งผลให้นักเรียนจะต้องเป็นผู้ที่ตื่นตัวอยู่เสมอในการเรียน นักเรียนจะมีบทบาทในการตั้งคำถาม สำรวจตรวจสอบในเรื่องที่ศึกษาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบเหล่านั้น เผชิญหน้ากับสิ่งที่ต้องการค้นหา ซึ่งต้องใช้สมมติฐานในการพิสูจน์ สร้างความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงในสิ่งที่ได้จากการค้นหากับเพื่อนร่วมชั้น ตลอดจนการนำเสนอข้อมูลที่ผสมผสานระหว่างการใช้กระบวนการคิดและทักษะต่างๆ เพื่อที่จะแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, 220)

จากการสัมภาษณ์และสังเกตครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา พบว่าการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีเนื้อหาเยอะ ผู้เรียนจะได้รับความรู้จากการอธิบายของผู้สอน และต้องท่องจำเนื้อหาทำให้นักเรียนบางคนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่ตั้งใจเรียน จึงทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกันมาก จากเหตุผลและสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความตระหนักถึงสภาพปัญหาและความจำเป็นในการส่งเสริมความรู้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ให้กับตัวนักเรียน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษาและเพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพื่อให้เกิดการพัฒนาทั้งครูผู้สอนและพัฒนา นักเรียน อีกทั้งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น พร้อมทั้งช่วยส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิด การตัดสินใจ การปฏิบัติอย่างมีระบบ ขั้นตอนนำไปสู่ความก้าวหน้าและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา
3. เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมุติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสูงกว่าก่อนการเรียนรู้
2. การจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

3. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษามีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 8 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 440 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling จำนวนนักเรียน 55 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว 31101) หน่วยการเรียนรู้พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จำนวน 7 เรื่อง ได้แก่

1. ลักษณะทางพันธุกรรม
2. โครโมโซมและสารพันธุกรรม
3. การแบ่งเซลล์
4. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
5. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์
6. ความผิดปกติที่เกิดจากการแปรผันทางพันธุกรรมและโรคทางพันธุกรรม
7. การเปลี่ยนแปลงและการแปรผันทางพันธุกรรม

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โดยใช้เวลา 12 คาบ ระยะเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเป็นผู้แสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อฝึกคิด ปฏิบัติและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองจนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบ 5E ตามรูปแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและต้องการเรียนรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนในการวางแผนและกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมุติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสารสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ผู้เรียนสนใจสร้างเป็นองค์ความรู้

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำเอาข้อมูลสารสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์แปลผล และจัดทำเป็นองค์ความรู้ใหม่และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ

1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม แล้วนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ เพื่อทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

1.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินองค์ความรู้ใหม่ของผู้เรียน ว่านักเรียนได้มีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

2. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) หมายถึง คุณภาพด้านกระบวนการและผลลัพธ์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 8 แผน

E_1 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคน ที่ได้จากการประเมินพฤติกรรม และการทำแบบทดสอบย่อยท้ายแผน

E_2 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคน จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน บุญชม ศรีสะอาด และคณะ (2549, 98 - 102)

3. **ดัชนีประสิทธิผลของนวัตกรรม** หมายถึง ค่าที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างคะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียน เผลิณ กิจระการ (2544, 44-45)

4. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้อวิทยาศาสตร์ที่ได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดพฤติกรรม 4 ด้าน ดังนี้

4.1 **ด้านความรู้** – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้อมาแล้วเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4.2 **ด้านความเข้าใจ** หมายถึง ความสามารถในการจำแนก จัดประเภท แบ่งกลุ่มความรู้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

4.3 **ด้านการนำความรู้ไปใช้** หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้อมาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.4 **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจและความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง ได้เลือกทักษะที่สามารถวัดได้จากจัดการเรียนรู้อเรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มี 6 ทักษะต่อไปนี้ (วิไลรัตน์ กลิ่นจันทร์, 2552)

4.4.1 ทักษะการสังเกต

4.4.2 ทักษะการจำแนกประเภท

4.4.3 ทักษะการลงความเห็นข้อมูล

4.4.4 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4.4.5 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

4.4.6 ทักษะการทดลอง

5. **แบบประเมินพฤติกรรม** หมายถึง แบบประเมินคุณลักษณะหรือพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างจัดการเรียนรู้อว่ามีคุณภาพดีระดับใดโดยอาศัยเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งในการเปรียบเทียบ

ประโยชน์ของการวิจัย

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE
2. ได้ทราบถึงกระบวนการวิจัยโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE ในการจัดการเรียนการสอน
3. ได้แนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE มาใช้ในการเรียนการสอน รวมทั้งมีข้อมูลในการยืนยันประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบ SE
4. สามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่สร้างขึ้น ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไปได้
5. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และนำผลของการวิจัยมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการพิจารณาในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไปในอนาคต
6. เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาอื่นต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแยกตามหัวข้อดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบ 5E
 - 1.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
 - 1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
 - 1.3 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
 - 1.4 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
 - 1.5 การจัดการเรียนรู้แบบ 5E สำหรับครูในชั้นเรียน
 - 1.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
2. การหาประสิทธิภาพนวัตกรรม
 - 2.1 แนวทางการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม
 - 2.2 เกณฑ์ประสิทธิภาพ
3. การหาดัชนีประสิทธิผลของนวัตกรรม (Effectiveness Index)
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์
 - 4.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.3 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.4 พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การจัดการเรียนรู้แบบ 5E

ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

คาร์พัส (Lawson, 1995, 134 – 139; citing Karpus, 1967) ซึ่งนำเสนอรูปแบบวงจรการเรียนรู้เพื่อใช้ปรับปรุงหลักสูตรในการจัดการเรียนการสอนในสหรัฐอเมริกา (Science Curriculum improvement study program : SCIS) มีกิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (Exploration)
2. ขั้นสร้าง (Invention)
3. ขั้นค้นพบ (Discovery)

วงจรการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้ง 3 ขั้นตอนมี 2 ขั้นตอนเท่านั้นที่มีชื่อแตกต่างกัน แต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน ในแต่ละขั้นตอนมีสาระสำคัญ ดังนี้ (Lawson, 1995, 134 – 139)

1. ขั้นสำรวจ (Exploration phase) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกต ตั้งคำถามและคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จดบันทึก โดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง

2. ขั้นแนะนำคำสำคัญ/ขั้นสร้างมโนทัศน์/ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Term introduction/concept formation/concept acquisition) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสูงโดยตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจ โดยครูแนะนำและอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้นๆ เพื่อให้นักเรียนจัดเรียงเรียงความคิดใหม่ ขั้นนี้ครูและนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อค้นหา มโนทัศน์จากข้อมูลและการสังเกตในขั้นสำรวจ

3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept application phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบ หรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่อันจะทำให้ นักเรียนขยายความเข้าใจมโนทัศน์นั้นๆ มากยิ่งขึ้น

เบอร์แมน (Abruscato, 1996, 37; citing Barman, 1989) ได้ดัดแปลงและพัฒนางจรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสำรวจ (Exploration phase)
2. ขั้นแนะนำมโนทัศน์ (Concept introduction phase)
3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept application phase)
4. ขั้นประเมินผลและอภิปราย (evaluation and discussion phase)

มาติน และคณะ (Martin, 1994, 193) ได้ปรับปรุงวงจรการเรียนรู้ของบาร์แมน ได้แก่

1. ขั้นสำรวจ (Exploration phase)

2. **ขั้นอธิบาย (Explanation phase)**
3. **ขั้นขยายมโนทัศน์ (Expansion phase)**
4. **ขั้นประเมินผล (Evaluation phase)**

ต่อมาบายบีและคณะ (Bybee, 1990; citing Lawson, 1995, 164 – 164) นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เสนอรูปแบบของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา
2. **ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)** เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบปัญหา ดำเนินการสำรวจ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การวัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูล
3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ และจัดกระทำ ข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง
4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นขั้นตอนในการประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยามคำอธิบาย และทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่
5. **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

จากนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, 44 – 45) ได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน โดยใช้พัฒนากระบวนการเรียนรู้มาตามลำดับ ในระยะแรกเน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แต่กำหนดแนวการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก ให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิดตาม ระยะต่อมาพัฒนาให้มีปัญหาปลายเปิด ให้นักเรียนได้คิดวางแผนออกแบบการทดลอง และลงมือปฏิบัติ ฝึกค้นคว้าตรวจสอบด้วยความคิดของตนเองมากขึ้น การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระยะต่อมาก็คือ กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นกิจกรรมขั้นสุดยอดที่นักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหาหรือคำถาม ตามความสนใจของตนเองหรือของกลุ่ม แล้ววางแผนวิธีการที่จะแก้ปัญหา ด้วยการสร้างทางเลือกที่หลากหลาย โดยใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้มา มีการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติและประเมินผลการแก้ปัญหา สรุปเป็นความรู้ใหม่ และได้พัฒนาต่อมาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (5E) คือ

1. การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากเรื่องที่สงสัย จากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปราย

ภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจารย์ทั้งการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่อง หรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วให้มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในขั้นต่อไป

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้อง กับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากแสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วย เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด จากนั้นจึงนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ การนำความรู้และแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการ

สืบเสาะหาความรู้ จึงช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการ และทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เป็นรูปแบบการเรียนการสอนหนึ่งให้ผู้เรียนได้สัมผัสและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เพื่อนำประสบการณ์ใหม่ ปรับให้เข้ากับประสบการณ์เดิม หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยมีครูคอยช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวก ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้ การสร้างความสนใจ การสำรวจและค้นหา การอธิบายและลงข้อสรุป การขยายความรู้ และการประเมินผล

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

การเรียนการสอนแบบ 5E เป็นการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ (Piaget's Theory of Cognitive Development) ซึ่งอธิบายว่า พัฒนาการทางชีวปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในสถานะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์ เชื่อว่าคนทุกคนจะมีพัฒนาชีวปัญญาเป็นลำดับขั้นจากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะ และคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม ภูมิภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น (ทิสนา แซมณี, 2545, 90 – 91)

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุล ซึ่งเป็นภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามรวบรวมข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ (พิมพ์พันธ์ เคชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข, 2548, 24) ที่กล่าวว่า แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการพัฒนาสติปัญญาที่ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ของตนเอง โดยพยายามค้นพบความรู้จากการตรวจสอบข้อมูลที่ขัดแย้งกับความรู้เดิม กระบวนการสร้างความรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง ทั้งการดูดซึมและการปรับขยายข้อมูลกลายเป็นความรู้ใหม่ที่มีความซับซ้อนขึ้น

การสร้างความรู้เป็นกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับโครงสร้างความรู้เดิม ซึ่ง อัทกินสัน และ ชิฟฟิน (Mintzes; et al, 1977, 421; citing Atkinson Shiffrin, 1968) เสนอขั้นตอนของการสร้างความรู้ไว้ดังนี้

1. เริ่มจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การสัมผัส การได้ยิน การมองเห็น การดมกลิ่น และการชิมรส ข้อมูลต่างๆ ที่ผู้เรียนใส่ใจจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่ความจำระยะสั้น มี 2 อย่าง คือ การรู้จัก และการใส่ใจ

2. การเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในความจำระยะยาว การจัดเก็บความรู้เกี่ยวข้องกับ การกระตุ้นมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับความจำระยะยาวและมโนทัศน์ที่ถูกกระตุ้นนี้จะลดความยาวของเครือข่ายมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องลงมโนทัศน์ที่ถูกกระตุ้นก็จะถูกเรียกเข้าสู่ความจำระยะสั้น

3. การเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้จากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสกับข้อมูลที่เป็นความรู้เดิม ในการเชื่อมโยงข้อมูลนั้นเป็นการอธิบาย การแปลความหมาย การประเมิน การเปรียบเทียบ และการโต้แย้งข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมทำให้เกิดการดูซึมและการปรับโครงสร้างทางความคิด

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E นั้น มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดยมีผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ๆ จะเกิดการซึมซับเข้าสู่โครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่ แต่ถ้าโครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์หรือข้อมูลนั้นๆ จะทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล จากนั้นผู้เรียนจะค่อยๆ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางความคิดเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง

การเรียนการสอนแบบ 5E เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ จึงเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการสืบสอบ ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนตามลำดับ ซึ่งนักการศึกษาและองค์กรทางการศึกษาได้อธิบายขั้นตอนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน 5E ไว้ดังนี้

ลอร์สัน (Bybee, 1999; citing Lawson, 1995, 164 – 165) นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study : BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้อธิบายขั้นตอนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน 5E ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ไว้ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบปัญหาคำเนนการสำรวจตรวจสอบสืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การวัด ทดลอง และการรวบรวมข้อมูล

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ และจัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

4. การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนในการประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยามคำอธิบาย และทักษะ ไปสู่สถานการณ์ใหม่

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545, 37) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ไว้ว่าเป็นวิธีสอนที่เน้นความสำคัญที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีการสอนนี้เป็นการให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยผู้เรียนค้นคว้าใช้ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้เป็นคนช่างสังเกต ช่างสงสัย และพยายามหาข้อสรุปจนในที่สุดจะเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องที่ศึกษานั้น การจัดการเรียนรู้แบบ 5E นี้ ครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน

ชาติรี เกิดธรรม (2545, 36) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล ทำให้ค้นพบความรู้ หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิด หาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง สามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545, 57) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ว่าหมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

สรุป การจัดการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการจัดกิจกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนพยายามสร้างความรู้ใหม่ โดยอาศัยฐานความรู้เดิมเป็นการฝึกให้นักเรียนเรียนรู้ โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วย

ตนเองเพราะการที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง จะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและเข้าใจความรู้นั้นดียิ่งขึ้นมากกว่าที่ครูจะเป็นเพียงผู้บอกและบรรยาย เพราะผู้เรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติเอง

บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

การนำรูปแบบการเรียนการสอน 5 E ไปใช้ครูควรจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูควรมีความรู้เกี่ยวกับบทบาทครูและบทบาทนักเรียน เพื่อช่วยให้กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E สรุปได้ดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บทบาทของครูและบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	<ol style="list-style-type: none"> 1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียน คิด 4. ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุม สิ่งที่นักเรียนหรือความคิดรวบ ยอดหรือเนื้อหาสาระ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ถามคำถาม เช่น ทำไมสิ่งนั้น จึงเกิดขึ้น ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้าง เกี่ยวกับสิ่งนี้ 2. แสดงความสนใจ
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน ในการสำรวจคำตอบ 2. สังเกตและฟังคำตอบตอบกัน ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน 3. ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจ ของนักเรียน 4. ให้ความเวลานักเรียนในการคิดข้อ สงสัยตลอดจนปัญหาต่างๆ 5. ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ใน ขอบเขต 2. ทดสอบการคาดคะเนและ สมมติฐาน 3. พยายามหาทางเลือกในการ แก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือก 4. บันทึกรายการสังเกตและให้ ข้อคิดเห็น 5. ลงข้อสรุป

ตารางที่ 1 (ต่อ)

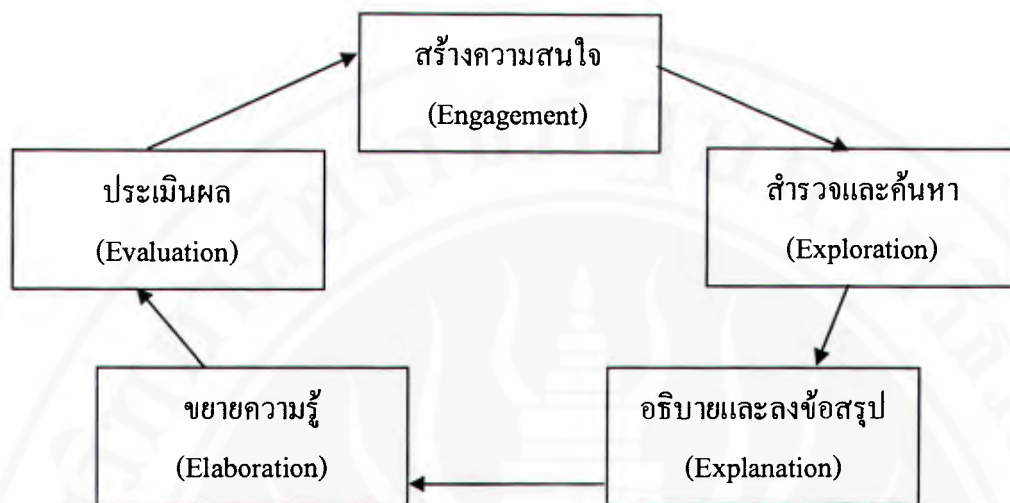
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3. ชั้นอธิบายและลง ข้อสรุป (Explanation)	<ol style="list-style-type: none"> ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและชี้บอกรายละเอียดประกอบต่างๆ ที่ได้จากข้อมูลหรือหลักฐาน 	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว
4. ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)	<ol style="list-style-type: none"> คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกรายละเอียดประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและการอธิบายสิ่งที่เรารู้มาแล้ว ส่งเสริมสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ให้นักเรียนอธิบายอย่างหลากหลาย ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร (ที่จะนำกลวิธีจากการสำรวจตรวจสอบครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้) 	<ol style="list-style-type: none"> ชี้บอกรายละเอียดประกอบต่างๆ ที่ได้จากข้อมูลหรือหลักฐาน คำจำกัดความ คำอธิบายและทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหา ตัดสินใจและออกแบบการทดลอง ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

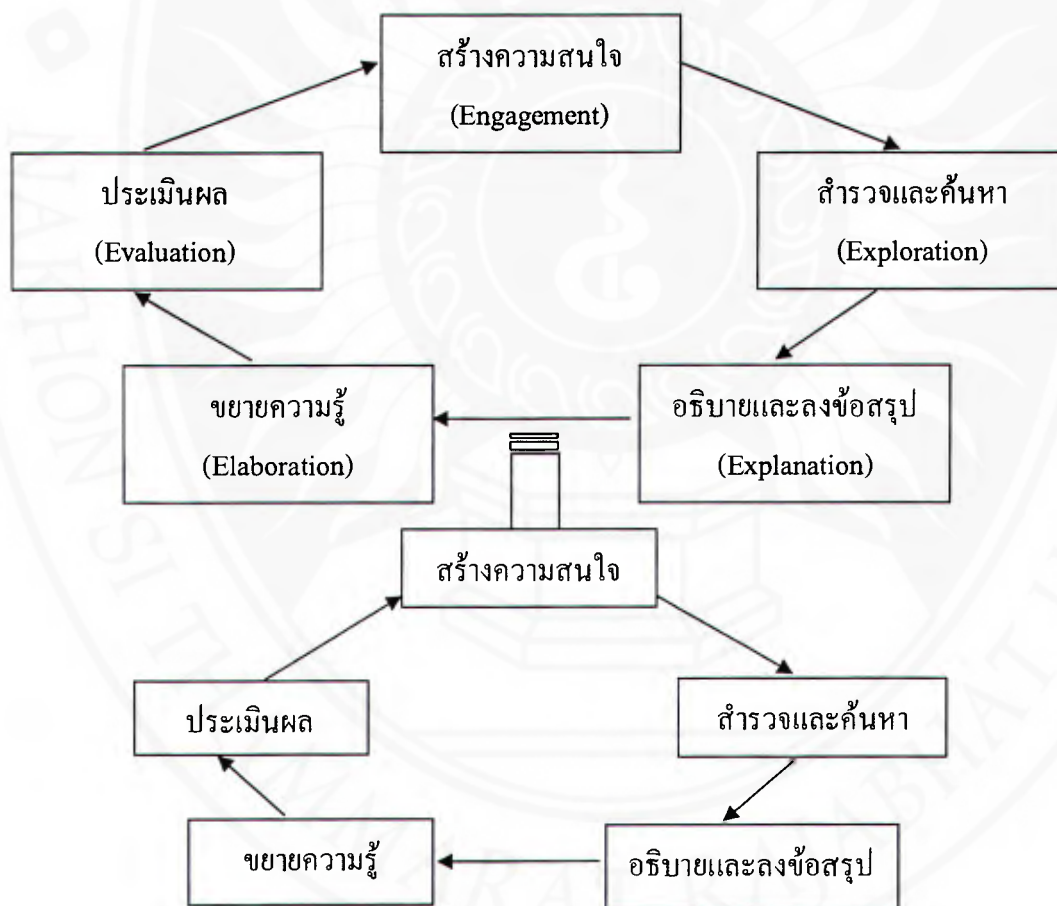
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) (ต่อ)	<ol style="list-style-type: none"> 1. สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ 2. ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน 3. หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม 4. ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม 5. ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายกับสิ่งนั้นอย่างไร 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตอบคำถามโดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว 2. แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ 3. ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง 4. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ที่มา : Montgomery County Public Schools, 2001: Online; citing Bybee; et al, 1990.

อย่างไรก็ตามการที่เรียกการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E หรือวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E เป็นภาษาอังกฤษว่า Inquiry Cycle หรือวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ นั้นสืบเนื่องมาจากในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เมื่อสิ้นสุดการประเมินแล้วครูและนักเรียนก็สามารถเข้าสู่วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ได้ต่อไป เหตุผลเพราะในชีวิตจริงมีเรื่องราวหรือสิ่งที่ชวนสงสัย นำศึกษาต่อเนื่องตลอดเวลาไม่มีที่สิ้นสุด หากทั้งครูและนักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนตลอดเวลา การจัดการเรียนรู้แบบ 5E จึงเป็นวัฏจักรต่อเนื่องไป



ภาพที่ 1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้
ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ (2545, 90)



ภาพที่ 2 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ที่เกิดจากการประยุกต์ใช้
ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ (2545, 90)

การจัดการเรียนรู้แบบ 5E สำหรับครูในชั้นเรียน

ในการสอนแบบนี้ครูคือผู้แนะแนวทาง คอยช่วยเหลือนักเรียน และสร้างสถานการณ์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ฉะนั้นครูควรมีบทบาท 3 ประการ คือ (ชาติรี เกิดธรรม, 2545, 36)

1. ป้อนคำถามให้นักเรียนเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องรู้จักป้อนคำถาม จะต้องรู้ว่าถามอย่างไรนักเรียนจึงจะเกิดความคิด
2. เมื่อได้ปัญหาแล้วให้นักเรียน ทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง
3. ถ้าปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป

นอกจากนี้ กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ (2545, 38) กล่าวว่าบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้

1. การวางแผนเตรียมการล่วงหน้า เพื่อความสนใจในบทเรียน และกิจกรรมที่จะปฏิบัติ
2. ในการจัดกิจกรรมต้องกระตุ้น ให้ผู้เรียนคิด มีส่วนร่วมในกิจกรรม มีการสร้างแรงจูงใจ และเสริมแรงอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ
3. ควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่าย พอเหมาะกับความสามารถของนักเรียนไม่ควรบอกคำตอบทันที ควรแนะนำให้ผู้เรียนหาคำตอบได้เอง
4. ควรนำวิธีการสอนอื่นๆ เช่น การสาธิต การใช้คำอธิบายมาใช้เพิ่มเติมในกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้

ลักษณะคำถามที่ดีของการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E

วิลสัน (2005) (อ้างถึงใน สากิยา แก้วนิมิต, 2548, 65) กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. คำถามควรจะมีลักษณะเปิดเพื่อการค้นคว้า อยู่ในขอบเขตเนื้อเรื่องที่ศึกษา
2. จะสามารถตอบคำถามได้เมื่อมีการค้นคว้า
3. คำถามสามารถตอบได้หลายทางเลือก
4. คำถามมีความชัดเจน มีเหตุผล
5. พยายามหลีกเลี่ยงคำบางคำที่มีความหมายเฉพาะที่อยู่ในคำถาม
6. ควรให้คำจำกัดความในคำบางคำที่มีความหมายเฉพาะที่อยู่ในคำถาม
7. คำถามที่สามารถถามเพียงครั้งเดียวก็สามารถทำให้รู้ถึงข้อมูลที่ไปศึกษาค้นคว้ามา

ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

พันธ์ ทองชุมนุม (2544, 57) กล่าวถึง ข้อดี ข้อจำกัด ดังนี้

ข้อดี

1. นักเรียนสามารถพัฒนาความคิด ได้อย่างเต็มที่ รู้จักใช้เหตุผลมาวิเคราะห์ห้บทเรียน
2. นักเรียนสามารถคิดเรื่องอย่างเป็นระบบมีขั้นตอนในการคิด อันจะส่งผลต่อนักเรียนในการพัฒนาตัวเองเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่นๆ
3. การเรียนการสอนให้ความสำคัญกับนักเรียนหรือผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

ข้อจำกัด

1. ในการสอนแต่ละครั้งใช้เวลาค่อนข้างจะมาก
2. หากสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้น ไม่เข้าใจผู้เรียน อาจจะทำให้ผู้เรียนให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนการสอนน้อยลง มีผลทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนไม่เข้าใจเท่าที่ควร ดังนั้นผู้สอนต้องเตรียมยกสถานการณ์ที่สามารถทำให้ผู้เรียนอยากมีส่วนร่วมมากที่สุด

3. สำหรับเนื้อหาวิชาที่มีความซับซ้อน และค่อนข้างยาก จะทำให้นักเรียนที่สติปัญญาต่ำอาจมีปัญหาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. นักเรียนที่มีวุฒิภาวะที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ อาจไม่มีแรงจูงใจเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ครบตามกระบวนการ ส่งผลให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่วางไว้

ในการสอนวิธีนี้ ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง ถ้าครูสร้างสถานการณ์ไม่น่าพอใจ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย นักเรียนที่มีสติปัญญาดำ เนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก ผู้เรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง นอกจากจากนี้ถ้าใช้วิธีสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของผู้เรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง (กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2545, 38)

การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม

โดยทั่วไปเมื่อมีการพัฒนานวัตกรรมขึ้นมาใหม่ ควรมีการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมนั้นๆ ด้วย ดังนั้นครูผู้สอนที่ทำวิจัยในชั้นเรียน หากมีการพัฒนานวัตกรรมขึ้นมาใช้แล้ว ครูผู้สอนก็ควรหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมนั้นๆ เพราะประสิทธิภาพของนวัตกรรมเป็นตัวบ่งชี้สภาพความสำเร็จของการใช้นวัตกรรม โดยที่นวัตกรรมส่วนใหญ่ที่ประสิทธิภาพของนวัตกรรมอยู่ที่คุณภาพของกระบวนการที่กำหนด โดยนวัตกรรมนั้นทำให้ผู้ปฏิบัติหรือผู้ใช้สามารถประสบความสำเร็จตรงตามวัตถุประสงค์ของนวัตกรรม

แนวทางการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม

แนวทางการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม อาจกระทำได้หลายทางดังนี้

1. ให้ผู้เชี่ยวชาญหรือครูที่ชำนาญการเป็นที่ยอมรับ ตรวจสอบด้านเนื้อหา ความเหมาะสม กับปัญหาของกลุ่มนักเรียนหรือกลุ่มอื่นๆ

2. การบรรยายคุณภาพหรือการเปรียบเทียบคุณภาพก่อนและหลังการใช้นวัตกรรม ซึ่งทำได้โดยการทดลองใช้นวัตกรรมกับกลุ่มเล็กๆ เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความชัดเจนของภาษา การลำดับเนื้อหาและอื่นๆ

3. การคำนวณค่าร้อยละของนักเรียนที่สอบผ่านแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่กำหนดจุดผ่านไว้ วิธีวิธีนี้เหมาะกับการนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มใหญ่

4. การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนรู้ ประเภททฤษฎีสำเร็จรูป ชุดการสอน แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ฯลฯ โดยใช้สูตร E_1/E_2 วิธีนี้เหมาะสำหรับนักเรียนกลุ่มค่อนข้างใหญ่

การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม ด้วยวิธีการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สูตร E_1/E_2 จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบฝึกหัดหรือการฝึกปฏิบัติก่อนการเรียน กับร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบหลังเรียน ถ้าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกปฏิบัติต่ำ ก็อาจจะปรับปรุงการจัดกิจกรรมหรือปรับนวัตกรรมที่เป็น ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ให้ตรงกับจุดประสงค์ของนวัตกรรมให้มากขึ้น หรือสอบถามนักเรียนถึงสิ่งที่ทำให้นักเรียนยังไม่เข้าใจ หรือคิดว่าควรปรับปรุงแก้ไขรวมทั้งปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและนำข้อมูลทั้งหมดมาปรับปรุงนวัตกรรมให้มีประสิทธิภาพตรงตามที่ต้องการมากขึ้น เพื่อที่จะได้แก้ปัญหา หรือพัฒนาคุณภาพของนักเรียนในห้องเรียนต่อไป

เผชิญ กิจระการ (2544, 44-45) ได้กล่าวว่าสื่อเทคโนโลยีการศึกษาได้รับการผลิตขึ้นมาแล้วต้องมีการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีศึกษานั้นก่อนนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน ถ้าหากใช้สื่อการสอนใดๆ ที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบหาประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งหมายถึง คุณภาพของสื่อหรือเทคโนโลยีการศึกษาที่ยืนยันได้ในเชิงปริมาณหรือตัวเลขแล้วยัง อาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงอันเกิดแก่นักเรียนในด้านคุณธรรมและจริยธรรมที่ไม่พึงประสงค์ของสังคมอีกด้วย นอกจากนั้นเผชิญ กิจระการ (2544, 44) ยังได้กล่าวอีกว่าครูผู้สอนจำนวนมากที่ใช้สื่อและเทคโนโลยีการเรียนการสอนโดยไม่มีหลักการหรือทฤษฎีที่ถูกต้องทำให้การใช้สื่อการสอนเหล่านั้นมีค่าเท่ากับนำเอาเครื่องมือมาประกอบการสอนเท่านั้น โดยไม่ทราบว่าสื่อเข้าไปมีบทบาทมากน้อยเพียงใด จากคำกล่าวแสดงให้เห็นว่าสื่อและเทคโนโลยีที่ได้รับการผลิตขึ้นเพื่อที่จะนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพของสื่อเสียก่อน

เกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของการสอนที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพทำได้โดยการประเมินผลนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่องและพฤติกรรมขั้นสุดท้าย โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ E_2 คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ซึ่งคิดเป็นร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนที่ได้กล่าวโดยสรุป E_1/E_2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำจะนิยมตั้งเป็นตัวเลข 3 ลักษณะ คือ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้างสื่อ นั้น ถ้าเป็นวิชาที่ค่อนข้างยากก็อาจตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80 หรือ 85/85 สำหรับวิชาที่มีเนื้อหาว่าง่ายอาจตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 95/95 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะมักจะตั้งต่ำกว่านี้ เช่น 75/75

1. การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E_1/E_2)

บุญชม ศรีสะอาด และคณะ (2549, 98 - 102) ในการวิจัยบางครั้งนักวิจัยจะใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมทางการศึกษา เช่น แผนการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ ชุดสื่อผสม เป็นต้น เป็นเครื่องมือในการวิจัยด้วย ดังนั้นต้องมีวิธีหาคุณภาพของสื่อดังกล่าวด้วย ซึ่งมีขั้นตอนคล้ายกับการหาคุณภาพของแบบทดสอบหรือเครื่องมือชนิดอื่นๆ การหาประสิทธิภาพของสื่อ (E_1/E_2) เป็นขั้นตอนทำการทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้แล้ว สรุปดังนี้

1) ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้ นั้นสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือภายใต้สถานการณ์และกิจกรรมที่กำหนดให้ โดยจะมีการเก็บข้อมูลของผลการเรียนรู้อันเนื่องมาจากแผนการเรียนรู้เป็นระยะๆ ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการและความงอกงามของผู้เรียนได้ โดยทั่วไปมักจะคำนวณจากคะแนนที่ได้จาก การทำแบบทดสอบย่อย แบบฝึกทักษะการใช้ชุดการเรียนรู้ หรือคะแนนพฤติกรรมนักเรียน ในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนทุกคนทำได้

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน คะแนนเต็มของทั้งหมด

2) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้ นั้นสามารถส่งผลให้ผู้เรียน เกิดสัมฤทธิ์ผลได้หรือไม่ บรรลุวัตถุประสงค์ หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด ซึ่งคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทดสอบหลังเรียน) ของผู้เรียนทุกคน ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ที่ผู้เรียนทุกคนทำได้

N แทน จำนวนผู้เรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach)

เผชิญ กิจระการ (2544, 44 - 51) วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) บทเรียนโปรแกรมชุดการสอน แผนการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ เป็นต้น ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ ประสิทธิภาพที่วัด ส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด หรือกระบวนการเรียนระหว่างเรียน หรือ แบบทดสอบย่อย โดยแสดงค่าเป็นตัวเลข 2 ตัวเช่น $E_1/E_2 = 80/80$, $E_1/E_2 = 88/85$, $E_1/E_2 = 90/90$ เป็นต้น เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ ในที่นี้จะยกตัวอย่าง = 80/80 ดังนี้

1) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือนักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

2) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือนักเรียนทั้งหมดร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคนส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้น ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

3) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน โดยเทียบกับคะแนนที่ได้ก่อนการเรียน

4) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่าข้อไม่มีประสิทธิภาพและชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีข้อบกพร่อง) กล่าวโดยสรุป เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนจะนิยมตั้งเป็นตัวเลข 3 ลักษณะ คือ 80/80, 85/85, 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหา ที่นำมาสร้างสื่อ นั้น ถ้าเป็นวิชาที่ค่อนข้างยากก็อาจตั้งเกณฑ์ 80/80 หรือ 85/85 สำหรับเนื้อหาวิชาง่าย ก็อาจตั้งไว้ที่ 90/90 เป็นต้น เมื่อคำนวณแล้วค่าที่เชื่อถือได้คือ 87.50/87.50 หรือ 87.50/90.00 ประสิทธิภาพของสื่อและเทคโนโลยี การสอน จะมาจากผลลัพธ์ของการคำนวณ E_1/E_2 เป็นตัวแรกและตัวหลังตามลำดับ ถ้าตัวเลขเข้าใกล้ 100 มากเท่าไร ยิ่งถือว่ามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เป็นเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาการรับรองประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้สูตร E_1/E_2 ในการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E โดย E_1 คือร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคน ที่ได้จากการประเมินพฤติกรรม และการทำแบบทดสอบย่อยท้ายแผน E_2 คือร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคน จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

การหาดัชนีประสิทธิผลของนวัตกรรม (Effectiveness Index)

เพชฌุ กิจระการ (2544, 44-45) ได้กล่าวถึงดัชนีประสิทธิผลว่า ดัชนีประสิทธิผลคือ ค่าความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนหรือเป็นการทดสอบความแตกต่างของการทดสอบก่อนการทดลองและการทดสอบหลังการทดลองด้วยคะแนนพื้นฐาน (คะแนนทดสอบก่อนเรียน) และคะแนนที่สามารถทำได้สูงสุด ดัชนีประสิทธิผลจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงขอบเขตประสิทธิภาพสูงสุดของสื่อหรือการสอน

บุญชม ศรีสะอาด และคณะ (2549, 102 - 103) การวิจัยนอกจากจะคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษาแล้ว ควรจะหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) ของสื่อหรือนวัตกรรมทางการศึกษาด้วยจะเป็นค่าที่แสดงอัตราการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนจากสื่อหรือนวัตกรรม หรือแผนการจัดการเรียนรู้นั้นๆ ซึ่งคำนวณได้หลายสูตร แต่นิยมใช้เป็นวิธีการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) ด้วยวิธีการของกู๊ดแมน (Goodman) เฟลตเชอร์ (Fletchers) และชไนเดอร์ (Schneider) มีสูตรดังนี้

ดัชนีประสิทธิผล =
$$\frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนของทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}$$

หรือ
$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{100 - P_1}$$

จำนวนเศษของ E.I. จะเป็นเศษที่ได้จากการวัดระหว่างการทดสอบก่อนเรียน (P_1) และคะแนนทดสอบหลังเรียน (P_2) ซึ่งคะแนนทั้งสองชนิดนี้ จะแสดงถึงค่าร้อยละของคะแนนรวมสูงสุดที่ทำได้ (100%) ตัวหารของดัชนี คือ ความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียน (P_1) และคะแนนสูงสุดที่นักเรียนสามารถทำได้

จากการคำนวณพบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 หากค่าทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนเป็น 0 ปรากฏว่านักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือได้คะแนน 0 เท่าเดิม แต่ถ้าคะแนนทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 0 และคะแนนทดสอบหลังเรียนนักเรียนทำได้สูงสุด คือ เต็ม 100 ค่า E.I. จะเท่ากับ 1.00 และในทางตรงข้ามถ้าคะแนนทดสอบหลังเรียนน้อยกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน ค่าที่ได้ออกมาจะมีค่าเป็นลบ เช่น คะแนนทดสอบก่อนเรียน = 73% คะแนนทดสอบหลังเรียน = 45% E.I. = -0.38

ในสภาพของการเรียนเพื่อรอบรู้ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะต้องเรียนให้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดัชนีประสิทธิผลสามารถนำมาคิดแปลงเพื่ออ้างอิงเกณฑ์ด้วยค่าของเกณฑ์สูงสุดที่สามารถเป็นไปได้ ซึ่งในกรณีค่าดัชนีประสิทธิผลอาจจะมีค่าได้ถึง 1.00

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มาจากภาษาอังกฤษที่ว่า “Science” นั้นมีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า “Sciences” ซึ่งหมายถึง “ความรู้” ฉะนั้นในสมัยก่อนๆ คำว่าวิทยาศาสตร์จึงมีความหมายถึงความรู้เพียงอย่างเดียว กระบวนการเรียนการสอนที่จัดขึ้นในสมัยก่อน ๆ จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เฉพาะเนื้อหาวิชาให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ วิธีการถ่ายทอดเนื้อหาของผู้สอนที่ง่ายและสะดวกรวดเร็ว คือ การบรรยาย ผู้เรียนมีหน้าที่ฟัง จดจำ ความหมายของวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนี้ได้มีการกล่าวถึงส่วนที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (body of knowledge) และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (process of scientific inquiry) กล่าวคือ

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525, 5) ได้ให้นิยามความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวกับการค้นคว้าหาความจริงของธรรมชาติโดยการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ซึ่งความหมายของวิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่หมายถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเดียว แต่ยังประกอบด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งทำให้ได้ความรู้อื่นๆ อีกด้วย

ดังนั้น วิทยาศาสตร์ในความหมายปัจจุบันจึงหมายถึง ตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถตรวจสอบได้อย่างเป็นระบบจนเชื่อถือได้ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของบุคคลที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่างๆ จากการได้รับมวลประสบการณ์ซึ่งเป็นผลจากการเรียนการสอน มีผู้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้แตกต่างกันดังนี้

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525, 1 – 5) กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ ให้เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียน โดยยึดจุดประสงค์ ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2546)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม
6. เพื่อสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิต

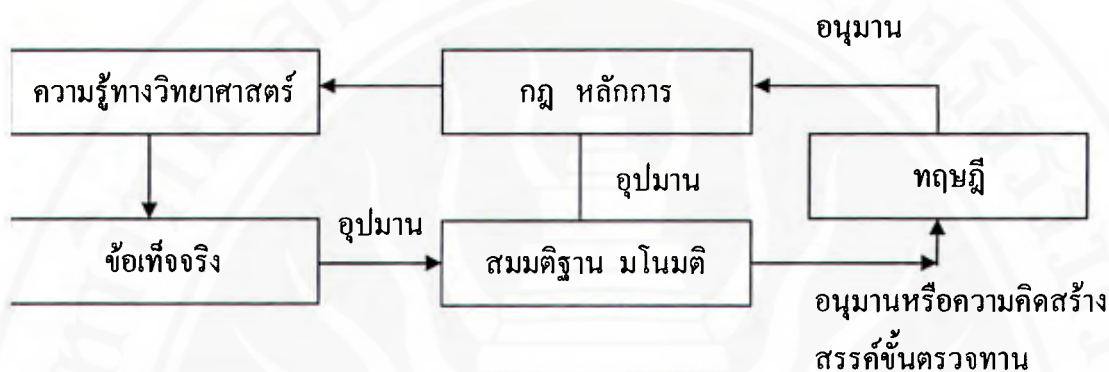
จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการนำมาวลประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนการสอน และการทำกิจกรรมต่างๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมทั้งในส่วนของเนื้อหาความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ เป็นปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

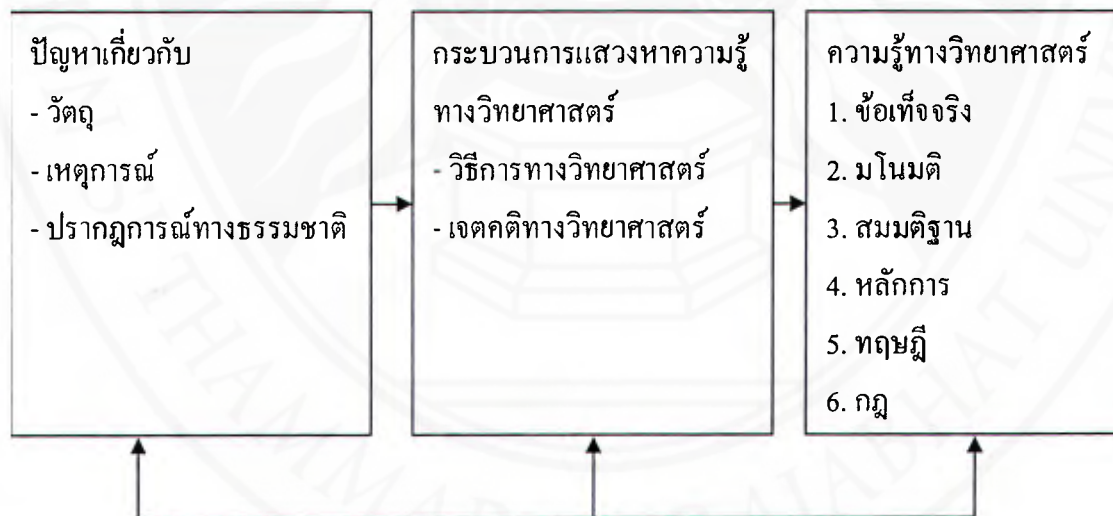
สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535, 101) ได้เสนอไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

1. ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง (fact) มโนคติ (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) และ สมมติฐาน Hypothesis) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ที่มา : สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535, 103)

2. ส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (Process of Scientific Inquiry) เป็นกระบวนการคิดและการทำงานอย่างมีระบบการค้นหาคำรู้ ข้อเท็จจริงต่างๆ จากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตั้งปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต ทดลอง และขั้นสรุปผลและ การนำไปใช้ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ที่มา : สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535, 103)

พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ประวิตร ชูศิลป์ (2524, 21 – 31) กล่าวว่าไว้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องวัดทั้งสองส่วน ดังนั้นในการประเมินสามารถจำแนกพฤติกรรมในการวัด เป็น 4 พฤติกรรมดังนี้

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึก นำสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ ตีความและการแปลความหมายโดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความชำนาญสามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

สมบูรณ์ ชิตพงษ์ และคนอื่นๆ (2540, 6 – 7) กล่าวว่าไว้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 3 ด้าน คือ

1. ด้านความคิด (Cognitive Domain) เป็นความสามารถทางสมอง ด้านการคิด (Thinking) เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แยกย่อยเป็น 6 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำ (Memory) เป็นความสามารถในการทรงไว้ รักษาไว้ซึ่งมวลประสบการณ์ต่างๆ ที่ในชีวิตได้รับรู้มา

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการแปลความตีความและขยายความในเรื่องราวและเหตุต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิต

1.3 การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำประสบการณ์ที่ได้รับมาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ในชีวิต

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญ และการหาความสัมพันธ์ และหลักการของสิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เรื่องราวต่างๆ ขึ้นมาใหม่ โดยใช้สิ่งเดิมมาดัดแปลงและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินประเมินค่าและสรุปในเรื่องราวต่างๆ

2. ด้านความรู้สึกรู้สึก (Affective Domain) สามารถแยกเป็นคุณลักษณะที่เข้าใจได้ง่ายๆ ได้แก่ ความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติค่านิยม และการปรับตัวเป็นท่าทีที่มีต่อสิ่งต่างๆ โดยแบ่งเป็น 5 ชั้น คือ

2.1 การรับรู้ (Receiving) เป็นความรู้สึกลับใจในการที่จะรับรู้ต่อสิ่งเร้าต่างๆ

2.2 การตอบสนอง (Responding) เป็นปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้า ด้วยความรู้สึกรู้สึกที่ยินยอมเต็มใจและพอใจ

2.3 การสร้างคุณค่า (Valuing) เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้สึกรู้สึกมีส่วนร่วมต่อสิ่งต่างๆ ตั้งแต่การยอมรับ นิยมชมชอบ และเชื่อถือในสิ่งนั้น

2.4 การจัดระบบ (Organization) เป็นการสร้างความคิดรวบรวมของคุณค่าให้เป็นระบบโดยอาศัยความสัมพันธ์ของคุณค่าในสิ่งที่ยึดถือ

2.5 การสร้างลักษณะนิสัย (Characterization) เป็นการจัดคุณค่าที่มีอยู่แล้วให้เป็นระบบแล้วยึดถือเป็นลักษณะนิสัยประจำตัวบุคคล

3. ด้านทักษะ (Psychomotor Domain) เป็นทักษะในการปฏิบัติมี 3 ชั้น คือ

3.1 การเลียนแบบ (Imitation) เป็นการเลือกหาตัวแบบที่สนใจ

3.2 การทำตามแบบ (Manipulation) เป็นการลงมือทำตามแบบที่สนใจ

3.3 การหาความถูกต้อง (Precision) เป็นการตัดสินใจเลือกทำสิ่งที่เห็นว่าถูกต้อง

3.4 การทำอย่างต่อเนื่อง (Articulation) เป็นการกระทำสิ่งที่ถูกต้องอย่างจริงจัง

3.5 การทำโดยธรรมชาติ (Naturalization) เป็นการปฏิบัติจนเกิดทักษะสามารถปฏิบัติได้โดยอัตโนมัติและเป็นธรรมชาติ

จากเอกสารที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะด้านความรู้ความสามารถ มวลประสบการณ์ของบุคคลที่ได้รับจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม หรือการทำกิจกรรมต่างๆ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ครอบคลุมทั้งในส่วนของเนื้อหาความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

เกษณี สิมสิตา (2550, บทความย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและสารอาหาร โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่องอาหารและสารอาหาร มีประสิทธิภาพ 83.77/85.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75 / 75 ที่ตั้งไว้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่องอาหารและสารอาหาร มีค่าเท่ากับ 0.7608 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 76.08 และ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ออกกำลังกายด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและสารอาหาร โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น อยู่ในระดับมากที่สุด

ชไมพร อินทร์แก้ว (2550, บทความย่อ) ได้ศึกษาผลของบทเรียนบนเครือข่ายแบบสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ และรูปแบบสืบเสาะหาความรู้แบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายแบบสืบเสาะหาความรู้แบบปกติ โดยมีค่าสถิติทดสอบ $[F_{1,57} = 27.909, (P = .000)]$ ซึ่งให้ผลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ภัทรธีรนนท์ รัตนพงษ์ศักดิ์ (2550, บทความย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 82.79/82.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ดังนั้นประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.85 นั่นคือนักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 85.00 และนักเรียนที่เรียนโดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ไปแล้ว 2 สัปดาห์สามารถคงทน ความรู้หลังเรียนได้ร้อยละ 99.31 ซึ่งไม่แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

ณฐกรณ์ คำชะอม (2553) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E และวิธีการทางประวัติศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประวัติศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประวัติศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประวัติศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการทางประวัติศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 0.01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประวัติศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในกลุ่มทดลองที่ 1 กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการทางประวัติศาสตร์ ในกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการทางประวัติศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 0.01 และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในกลุ่มทดลองที่ 1 กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการทางประวัติศาสตร์ ในกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยต่างประเทศ

บิลลิงส์ (Billings, 2002, 840) ได้ศึกษาการประเมินการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และการสืบเสาะในวิชาฟิสิกส์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 28 คน เป็นระยะเวลา 5 ปี ผลจากการเขียนตอบพบว่านักเรียนร้อยละ 75 มีความสนุกสนานกับการเรียนวัฏจักรการเรียนรู้ นักเรียนร้อยละ 10 เชื่อว่าตนเองได้เรียนรู้อย่างเพียงพอ นักเรียนร้อยละ 32 เชื่อว่าตนเองได้เรียนรู้จากแบบสำรวจพบว่านักเรียนร้อยละ 66 ชอบการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้และจากการทดสอบนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเทียบได้ร้อยละ 85 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

อิบราฮิม (Ebrahim, 2004, 1232-A) ได้ศึกษา ผลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการสอนดั้งเดิมและการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับอุดมศึกษาและระดับประถมศึกษาในประเทศคูเวต จุดมุ่งหมายสำคัญก็คือ เพื่อต้องการนำเสนอรูปแบบโครงสร้างของการสอนวิทยาศาสตร์ 2 รูปแบบ ที่ประสบผลสำเร็จในการนำไปใช้กับนักศึกษาระดับอุดมศึกษาและขยายผลไปสู่การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาในประเทศคูเวต

ได้แก่ การสอนวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม และการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ 4E จากการทดลองกับนักเรียน 111 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน และกลุ่มควบคุม 55 คน กลุ่มทดลองใช้การสอนแบบวงจรการเรียนรู้ 4E ส่วนกลุ่มควบคุมจะใช้การสอนแบบดั้งเดิม ใช้เวลาในการศึกษาวิจัย 4 สัปดาห์ ครูที่สอนเป็นผู้หญิงใช้การทดลองทั้ง 2 รูปแบบ สำหรับกลุ่มนักเรียนชาย และครูอีกหนึ่งคนสอนกลุ่มนักเรียนหญิงใช้การสอนทั้ง 2 รูปแบบเช่นกัน ผลการศึกษาพบว่า การสอนแบบวงจรการเรียนรู้ 4E ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาในการเรียนรู้ทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์และเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ผลดีกว่าการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อันจะนำไปสู่การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ วงจรการเรียนรู้ 4E ในโรงเรียนประถมศึกษาต่อไป

ล็อตเตอร์ (Lotter, 2005, 2159-A) ได้ศึกษา โปรแกรมการพัฒนาครูมัธยมศึกษาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ดำเนินการวิจัยครูวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา จำนวน 9 คน เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะเวลา 1 ปี คณะผู้เชี่ยวชาญได้ร่วมกันศึกษาค้นคว้า เพื่อการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้จนได้รูปแบบที่เหมาะสม และได้นำมาทดลองใช้กับครูวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะมีการบันทึกภาพและเสียงในรูปแบบวีดิทัศน์ไว้ทุกครั้ง ผลจากการบันทึกนี้ คณะผู้เชี่ยวชาญก็จะนำมาวิเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนว่าประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด ทั้งผลที่เกิดกับผู้เรียนและครูผู้สอน จนกระทั่งครูผู้สอนเกิดความมั่นใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อันจะนำไปสู่การพัฒนาให้เป็นผู้เชี่ยวชาญต่อไป อย่างไรก็ตามผลจากการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ผู้เชี่ยวชาญและครูได้ทราบว่าการสอนที่จะสัมฤทธิ์ผลนั้นไม่ว่าจะในเชิงปริมาณหรือคุณภาพครูผู้สอนไม่เพียงแต่ต้องมีความรู้ความเข้าใจในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เท่านั้น แต่ต้องรู้จักการใช้สื่อ – นวัตกรรม เทคนิคการสอนที่ทันสมัยเข้ามาช่วย และก่อนการสอน ในระหว่างการสอน และหลังการสอน ต้องมีการประเมินผลการสอนตลอดเวลา และที่สำคัญครูผู้สอนจะต้องประสานความร่วมมือและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำงานเป็นทีม จึงจะทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เกิดประสิทธิภาพอย่างแท้จริง

แจ๊คสัน (Jackson, 2006, 2820-A) ได้ศึกษาการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับประถมศึกษา จากการศึกษา จากกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ที่ให้ครูวิทยาศาสตร์มีส่วนร่วมในกระบวนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างสืบเสาะหาความรู้ก่อนสอน ในระหว่างการสอนและหลังการสอน จะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสานความร่วมมือกันทั้ง 3 กลุ่ม เพื่อให้เกิดรูปแบบและแนวทางการสอนร่วมกัน รูปแบบ TSI

(Teaching Science Inventory) จะช่วยชี้แนะ โครงการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะความรู้รูปแบบ SLP (Science Lesson Planning) จะช่วยชี้แนะ โครงการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะความรู้และการประยุกต์ความรู้ มีบทสรุป 2 ประเด็นหลักคือ 1) ผู้ศึกษาจะได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะความรู้ 2) การสอนที่ใช้แผนผังความคิด (Concept Mapping) นั้นได้ผลดีกว่า การสอนแบบเดิมคือแบบบรรยาย ซึ่งจะช่วยพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จากงานวิจัยสรุปได้ว่า การสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในการจัดการเรียนการสอนได้ จะช่วยให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ ด้านความรู้ ด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์และทำงานร่วมกับผู้อื่นดีขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดที่จะศึกษาการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้คือ ประชากรและกลุ่ม ตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ แบบแผนการวิจัย วิธีดำเนินการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 8 ห้องเรียน รวมนักเรียน ทั้งหมด 440 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา อำเภอเมือง จังหวัด นครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) จำนวนนักเรียน 55 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ชนิด ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผนการเรียนรู้
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ใช้แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
3. แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

วิธีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้รายปี ขอบข่ายของเนื้อหา และเวลา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา พุทธศักราช 2551

2. ศึกษาและวิเคราะห์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. ศึกษาหน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน รหัส ว 31101 ของหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ตลอดปีการศึกษา 2556 ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพันธุกรรม และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มาสร้างเป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนี้

4. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ จากหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

5. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE จากตำรา เอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ โดยในแต่ละแผน ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE ย่อยรายชั่วโมง

ในแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE ทุกแผนมีโครงสร้างของแผนการจัดกิจกรรมดังนี้

1. สาระสำคัญ
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. เนื้อหาสาระ
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้
 - 4.1 ขั้นสร้างความสนใจ
 - 4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา
 - 4.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป
 - 4.4 ขั้นขยายความรู้
 - 4.5 ขั้นประเมินผล
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

6. บันทึกหลังการสอน

7. ข้อเสนอแนะ

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนอแนะกรรมการควบคุม วิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความชัดเจนและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในแต่ละครั้ง ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

9. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ดร.สุภาวดี รามสูตร ดร.สิริกุล เพชรหวล และอาจารย์กัลยาณี ท้าวนิล เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรง ความเหมาะสม ความชัดเจนและความถูกต้อง ของจุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และ เวลาที่ใช้ในแต่ละครั้ง ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

10. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่ตรวจสอบและปรับแก้ไขแล้วมาจัดทำแผนการ จัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างดังนี้

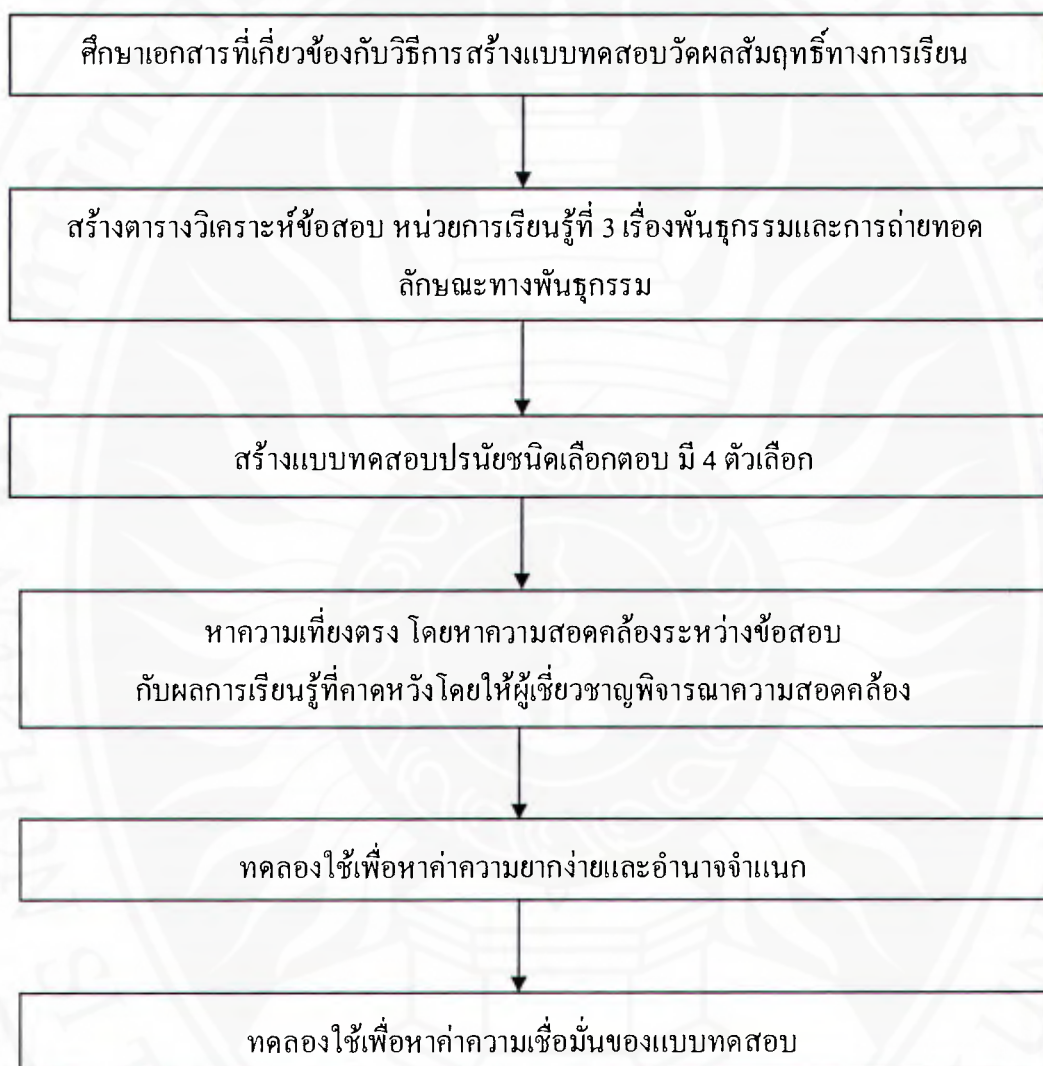
10.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2555 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 3 คน คือ นักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อดูความ เหมาะสมของภาษา เวลาที่ใช้ กับกิจกรรมการเรียนรู้และสภาพทั่วไปผลการทดลองพบข้อบกพร่อง คือ ในบางแผนการจัดการเรียนรู้ ภาษาที่ใช้ยังไม่เหมาะสม และกิจกรรมบางกิจกรรมใช้เวลามาก เกินไปจึงได้ปรับปรุงแก้ไข โดยการปรับภาษาที่ใช้และปรับเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมบางกิจกรรม

10.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนกลุ่มย่อย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2555 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา อำเภอเมือง จังหวัด นครศรีธรรมราชโดยเลือกนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 3 คน แล้วดำเนินการทดลองตามลำดับ ชั้น ผลการทดลองพบข้อบกพร่องบ้างเล็กน้อยเกี่ยวกับเรื่องเวลาไม่พอในบางแผนการจัดการเรียนรู้ จึงปรับปรุงแก้ไข โดยการปรับกิจกรรมบางกิจกรรมและเนื้อหาเพื่อความเหมาะสม

11. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขเป็นฉบับ สมบูรณ์เพื่อนำไปทดลองสอนจริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 55 คน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555)

2. สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว 31101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสาระการเรียนรู้ที่นำมาจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบฉบับสร้าง (80 ข้อ)					ข้อสอบฉบับจริง (40 ข้อ)				
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้	รวม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้	รวม
1. อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อๆ ไปในครอบครัวได้	2	3	-	1	6	1	1	-	1	3
2. อธิบายรูปร่างลักษณะของโครโมโซมได้	3	2	-	1	6	1	1	-	1	3
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซมยีนและสารพันธุกรรมได้	2	3	-	1	6	2	1	-	-	3
4. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสขณะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและแบบไมโอซิสได้	1	2	2	-	5	1	2	-	-	3
5. บอกความสำคัญของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้	-	2	1	-	3	-	1	-	-	1

ตารางที่ 2 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบฉบับสร้าง (80 ข้อ)					ข้อสอบฉบับจริง (40 ข้อ)				
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้	รวม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้	รวม
6. อธิบายโครงสร้างพื้นฐานของดีเอ็นเอและบทบาทสำคัญของดีเอ็นเอในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้	1	3	1	1	6	1	1	1	-	3
7. อธิบายหลักการถ่ายทอดพันธุกรรมของเมนเดลได้	1	3	2	2	8	-	1	2	1	4
8. อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่นอกเหนือกฎของเมนเดลได้	1	4	3	2	10	1	2	1	1	5
9. อธิบายสัญลักษณ์และการเขียนเพดดีกรี ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้	-	2	2	-	4	-	1	1	-	2
10. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดโดยยีนที่อยู่บนออโตโซมและโครโมโซมเพศได้	3	5	5	1	14	2	2	2	1	7
11. ระบุปัญหาและวิธีการป้องกันการเกิดโรคทางพันธุกรรมได้	2	2	1	1	6	2	-	-	1	3
12. อธิบายความหมายและสาเหตุของการเกิดการกลายรวมทั้งประโยชน์และโทษของการกลาย ได้	1	3	2	-	6	1	1	1	-	3
รวม	17	34	19	10	80	12	14	8	6	40

3. สร้างแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่นำมาจัดการเรียนการสอน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดหมายถึงลักษณะทางพันธุกรรม

- ก. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ควบคุมโดยยีน
- ข. ลักษณะซึ่งถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นต่อไป
- ค. ลักษณะสืบเนื่องกันไปโดยอาศัยเซลล์สืบพันธุ์เป็นสื่อกลาง
- ง. ถูกทุกข้อ

เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบ คือตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ข้อให้ 0 คะแนน

4. หาความเที่ยงตรงโดยหาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง พฤติกรรมที่ต้องการวัดและความถูกต้องด้านภาษา เลือกข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามผลการเรียนรู้ที่ระบุไว้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ระบุไว้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ระบุไว้

พบว่าได้ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความสอดคล้องดังกล่าวจำนวน 75 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 – 1.00

5. หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก โดยนำแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2555 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 55 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมาแล้ว นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พิจารณาค่าความยากง่ายที่อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-1.00 พบว่าได้ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ 55 ข้อ ซึ่งมีความยากง่ายตั้งแต่ 0.25-0.61 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.57 จึงคัดเลือกไว้จริง 40 ข้อ ดังตารางที่ 3

6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ ที่คัดเลือกไว้แล้ว 40 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2555 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 55 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมาแล้ว มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของ กูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Rechardson) ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.76 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้

7. จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เป็นแบบทดสอบฉบับจริง จำนวน 40 ข้อ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 3 ค่า IOC ค่า p ค่า r ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 80 ข้อ

ข้อสอบ	IOC	p	r	ข้อสอบจริง
1	1	0.43	0.29	1
2	0.67	0.25	0.07	
3	0.67	0.43	0.29	
4	1	0.25	0.50	
5	1	0.61	0.21	2
6	1	0.50	0.57	3
7	1	0.18	0.36	
8	1	0.25	0.50	4
9	1	0.25	0.07	
10	1	0.82	0.21	5
11	0.33	-	-	
12	0.67	0.61	0.36	6
13	0.67	0.50	0.57	7
14	1	0.54	0.21	8
15	0.67	0.25	0.50	9
16	0.33	-	-	
17	0.33	-	-	
18	0.33	-	-	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	ข้อสอบจริง
19	1	0.43	0.29	10
20	1	0.28	0.36	11
21	1	0.61	0.21	12
22	1	0.43	0.14	
23	1	0.43	0.00	
24	1	0.29	0.14	
25	1	0.50	0.57	13
26	1	0.21	0.14	14
27	1	0.54	0.21	15
28	0.67	0.29	0.43	
29	1	0.29	0.00	
30	1	0.29	0.43	16
31	1	0.29	0.29	
32	1	0.29	0.29	
33	1	0.32	0.36	
34	0.67	0.36	0.29	
35	1	0.14	0.14	17
36	1	0.32	0.36	18
37	1	0.50	0.29	19
38	1	0.54	0.21	20
39	1	0.25	0.50	
40	0.67	0.21	0.14	21
41	1	0.50	0.29	22
42	1	0.50	0.29	
43	0.67	0.14	0.14	23
44	1	0.39	0.21	
45	1	0.14	0.29	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	ข้อสอบจริง
46	1	0.32	0.07	24
47	1	0.50	0.29	
48	1	0.21	0.14	
49	1	0.14	0.29	25
50	1	0.54	0.21	26
51	1	0.39	0.21	
52	1	0.25	0.50	27
53	1	0.54	0.21	
54	1	0.36	0.14	
55	0.33	-	-	
56	0.67	0.46	0.50	28
57	1	0.25	0.21	29
58	1	0.07	0.14	
59	1	0.57	0.29	30
60	1	0.50	0.29	31
61	1	0.43	0.14	
62	1	0.11	0.07	
63	1	0.36	0.43	32
64	1	0.29	0.00	
65	1	0.57	0.43	33
66	1	0.29	0.29	
67	1	0.25	0.21	
68	1	0.32	0.21	34
69	1	0.54	0.36	35
70	1	0.43	0.29	36
71	1	0.25	0.36	
72	0.67	0.36	0.14	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	ข้อสอบจริง
73	1	0.29	0.14	
74	1	0.46	0.21	37
75	0.67	0.61	0.21	38
76	1	0.21	0.00	
77	1	0.39	0.36	39
78	1	0.39	0.36	
79	1	0.14	0.29	
80	1	0.50	0.29	40

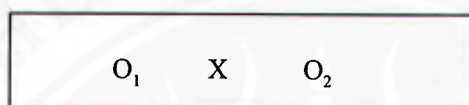
แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน
2. ศึกษารูปแบบวิธีการสร้างแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนและกำหนดรูปแบบ
3. สร้างแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนซึ่งประกอบด้วยข้อประเมิน 4 ด้าน คือ ความกระตือรือร้น ความสนใจในการเรียน ความเชื่อมั่นและกล้าแสดงออกและความสนุกสนาน ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การประเมิน
4. นำแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านคุณธรรม เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความเหมาะสม ข้อความของภาษาที่ใช้ ตรวจสอบแล้วปรับปรุงส่วนรายละเอียดของรายการประเมิน
5. ปรับปรุงแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

แบบแผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One group pretest-posttest design) (มลิวัลย์ สมศักดิ์, 2550) ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 6 แบบแผนการทดลอง

สัญลักษณ์ที่ใช้

O_1 แทน การทดสอบก่อนการทดลอง

O_2 แทน การทดสอบหลังการทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

วิธีดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการวิจัยดังนี้

1. ขั้นก่อนการทดลอง ผู้วิจัยชี้จุดประสงค์ในการทำวิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองทราบ รวมทั้งขอความร่วมมือในการทดลอง หลังจากนั้นให้กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลา 30 นาที และเก็บคะแนนไว้เป็นคะแนนก่อนการทดลอง (Pretest) ในวันที่ 25 กรกฎาคม 2556 ในการดำเนินการทดสอบผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการสอบให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย

2. ขั้นดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่สร้างขึ้น โดยเรียน 4 สัปดาห์ๆ ละ 3 คาบ จำนวน 12 คาบๆ ละ 50 นาที ในการทดลองได้จัดการเรียนรู้ตามตารางเรียน ระหว่างวันที่ 25 กรกฎาคม 2555 ถึงวันที่ 20 สิงหาคม 2556 ดังปรากฏในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เวลาการทดลองการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ครั้งที่	วัน/เดือน/ปี	การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผน การจัดการเรียนรู้แบบ 5E	เวลา (คาบ)
1	25 กรกฎาคม 2556	10.20 – 11.10 น.	1
2	30 กรกฎาคม 2556	12.50 – 14.30 น.	2
3	1 สิงหาคม 2556	10.20 – 11.10 น.	1
4	6 สิงหาคม 2556	12.50 – 14.30 น.	2
5	8 สิงหาคม 2556	10.20 – 11.10 น.	1
6	13 สิงหาคม 2556	12.50 – 14.30 น.	2
7	15 สิงหาคม 2556	10.20 – 11.10 น.	1
8	20 สิงหาคม 2556	12.50 – 14.30 น.	2

โดยในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ทุกแผนการจัดการเรียนรู้จะแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและต้องการเรียนรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนในการวางแผนและกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมุติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสารสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ผู้เรียนสนใจสร้างเป็นองค์ความรู้

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำเอาข้อมูลสารสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์แปลผล และจัดทำเป็นองค์ความรู้ใหม่และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม แล้วนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ เพื่อทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินองค์ความรู้ใหม่ของผู้เรียน ว่านักเรียนได้มีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

3. ขั้นหลังการทดลอง ผู้วิจัยให้กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทาง

พันธุกรรม โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนการทดลอง ใช้เวลา 30 นาที และเก็บคะแนนไว้เป็นคะแนนหลังการทดลอง (Posttest) ในวันที่ 20 สิงหาคม 2556 ในการดำเนินการทดสอบผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการทดสอบให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง (ใช้โปรแกรม SPSS)

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หาประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตร E_1/E_2 ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2549, 49)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละชุด

E_2 แทน ประสิทธิภาพผลลัพธ์จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ

$\sum x$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละชุดและจากการประเมินพฤติกรรม

$\sum y$ แทน คะแนนรวมของการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละชุด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

3. วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรม และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตร E.I. (บุญชม ศรีสะอาด, 2549, 159)

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล(E.I.)} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนของทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}$$

4. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้ t-test แบบ dependent samples (ใช้โปรแกรม SPSS)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) คำนวณโดยใช้สูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, 105)

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

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนค่าเฉลี่ย
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนข้อมูล

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) คำนวณโดยใช้สูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, 105)

$$S. D. = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 x แทน คะแนนแต่ละตัว
 \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
 n แทน จำนวนข้อมูล
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum x)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกตัวยกกำลังสอง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

2.1 การตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence หรือ IOC) ระหว่างข้อคำถามกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยใช้สูตร (มลิวัลย์ สมศักดิ์, 2550)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ โดยการวิเคราะห์แบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยแบ่งเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนกลุ่มละ 27 % โดยใช้สูตร (มลิวัลย์ สมศักดิ์, 2550)



เมื่อ p แทน ความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

R_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N_H แทน จำนวนผู้เข้าสอบในกลุ่มเก่ง

N_L แทน จำนวนผู้เข้าสอบในกลุ่มอ่อน

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตร (มลิวัลย์ สมศักดิ์, 2550)



เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ

R_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder- Recharadson) โดยใช้สูตร (มลิวัลย์ สมศักดิ์, 2550)

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

- เมื่อ r_n แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 S^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งหมด
 n แทน จำนวนข้อสอบ
 p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
 q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในแต่ละข้อหรือ $q=1-p$

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้ t-test แบบ dependent samples โดยใช้สูตร (มลิวัลย์ สมศักดิ์, 2550)

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

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

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจะนำเสนอข้อมูลตามลำดับขั้นตอนดังนี้ คือ

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ดังนี้

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย (mean)

S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ t-test

* แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอนดังนี้
ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

ตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา

ตอนที่ 3 การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา โดยใช้สูตร E.I.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 15.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.28 และค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 32.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.96 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การจัดการเรียนรู้แบบ 5E	จำนวน (n)	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	t	P
ก่อนการจัดการเรียนรู้	55	15.07	3.28	34.68	.000*
หลังการจัดการเรียนรู้	55	32.20	1.96		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับที่ .05

จากตารางที่ 5 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E มีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปรากฏผลดังตารางที่ 6-7

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนระหว่างเรียน และทดสอบหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE								รวม	ทดสอบหลังเรียน
	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8			
1	ทดสอบท้ายแผนท.2 10	ทดสอบท้ายแผนท.2 3	ทดสอบท้ายแผนท.2 10	ประเมินพฤติกรรม 3	ประเมินพฤติกรรม 10	ประเมินพฤติกรรม 3	ทดสอบท้ายแผนท.2 10	ประเมินพฤติกรรม 3	ประเมินพฤติกรรม 3	34
2	ประเมินพฤติกรรม 3	ประเมินพฤติกรรม 7	ประเมินพฤติกรรม 2.25	ประเมินพฤติกรรม 8	ประเมินพฤติกรรม 2.25	ประเมินพฤติกรรม 7	ประเมินพฤติกรรม 2.38	ประเมินพฤติกรรม 2.38	ประเมินพฤติกรรม 2.38	70.51
3	ประเมินพฤติกรรม 7	ประเมินพฤติกรรม 7	ประเมินพฤติกรรม 2.38	ประเมินพฤติกรรม 8	ประเมินพฤติกรรม 2.25	ประเมินพฤติกรรม 6	ประเมินพฤติกรรม 2.38	ประเมินพฤติกรรม 2.38	ประเมินพฤติกรรม 2.38	65.78
4	ประเมินพฤติกรรม 7	ประเมินพฤติกรรม 8	ประเมินพฤติกรรม 2.63	ประเมินพฤติกรรม 6	ประเมินพฤติกรรม 2.63	ประเมินพฤติกรรม 10	ประเมินพฤติกรรม 2.63	ประเมินพฤติกรรม 2.63	ประเมินพฤติกรรม 2.63	75.02
5	ประเมินพฤติกรรม 8	ประเมินพฤติกรรม 9	ประเมินพฤติกรรม 2.25	ประเมินพฤติกรรม 9	ประเมินพฤติกรรม 2.63	ประเมินพฤติกรรม 10	ประเมินพฤติกรรม 2.63	ประเมินพฤติกรรม 2.25	ประเมินพฤติกรรม 2.38	79.77
6	ประเมินพฤติกรรม 9	ประเมินพฤติกรรม 7	ประเมินพฤติกรรม 2.75	ประเมินพฤติกรรม 6	ประเมินพฤติกรรม 2.75	ประเมินพฤติกรรม 8	ประเมินพฤติกรรม 2.63	ประเมินพฤติกรรม 2.63	ประเมินพฤติกรรม 2.63	75.36
7	ประเมินพฤติกรรม 7	ประเมินพฤติกรรม 9	ประเมินพฤติกรรม 2.75	ประเมินพฤติกรรม 9	ประเมินพฤติกรรม 2.75	ประเมินพฤติกรรม 8	ประเมินพฤติกรรม 2.75	ประเมินพฤติกรรม 2.75	ประเมินพฤติกรรม 2.75	67.92
8	ประเมินพฤติกรรม 7	ประเมินพฤติกรรม 10	ประเมินพฤติกรรม 2.38	ประเมินพฤติกรรม 8	ประเมินพฤติกรรม 2.25	ประเมินพฤติกรรม 8	ประเมินพฤติกรรม 2.25	ประเมินพฤติกรรม 2.25	ประเมินพฤติกรรม 2.25	75.75
	8	8	2.25	10	2.38	9	2.38	7	2.38	68.62

แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E																
เลขที่	แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		รวม	ทดสอบหลังเรียน
	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินผู้เรียน	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินผู้เรียน	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินผู้เรียน	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินผู้เรียน	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินผู้เรียน	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินผู้เรียน	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินผู้เรียน		
9	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	91	40
10	8	2.63	9	2.50	8	2.88	9	2.13	8	2.50	8	2.50	9	2.50	76.64	32
11	5	2.88	8	2.88	9	2.50	9	2.88	8	2.50	4	2.88	7	2.88	69.78	33
12	7	2.25	9	2.50	3	2.50	8	2.50	8	2.88	9	2.50	7	2.50	70.61	31
13	8	2.25	7	2.13	10	2.13	7	2.50	10	2.13	7	2.13	7	2.13	68.62	30
14	7	2.63	9	2.38	8	2.13	9	2.13	10	2.13	9	2.13	8	2.13	71.28	33
15	8	2.88	8	2.13	8	2.38	7	2.38	8	2.75	8	2.38	9	2.38	75.16	34
16	9	2.38	10	2.75	7	2.50	8	2.75	10	2.38	9	2.50	7	2.75	73.16	30
17	8	2.63	8	2.50	8	2.75	8	2.50	8	2.50	5	2.63	8	2.50	78.76	33
18	7	2.13	7	2.50	7	2.63	9	2.63	8	2.63	9	2.50	7	2.63	70.37	35
19	8	2.25	9	2.63	8	2.63	8	2.63	10	2.63	5	2.63	4	2.63	71.91	33

แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE																							
เลขที่	แผนที่ 2			แผนที่ 3			แผนที่ 4			แผนที่ 5			แผนที่ 6			แผนที่ 7			แผนที่ 8			รวม	ทดสอบหลังเรียน
	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินกิจกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินชุดกิจกรรม	ประเมินชุดกิจกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินชุดกิจกรรม	ประเมินชุดกิจกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินชุดกิจกรรม	ประเมินชุดกิจกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินชุดกิจกรรม	ประเมินชุดกิจกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินชุดกิจกรรม	ประเมินชุดกิจกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินชุดกิจกรรม	ประเมินชุดกิจกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2		
19	7	2.50	9	2.63	3	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	91	40
20	9	2.63	8	2.63	3	8	2.38	9	2.38	8	2.38	8	2.38	10	2.50	9	2.75	7	2.50	7	2.50	70.41	30
21	8	2.75	9	2.38	3	8	2.63	8	2.63	8	2.63	8	2.63	8	2.63	9	2.38	8	2.38	8	2.63	76.03	30
22	7	2.38	9	2.13	3	9	2.63	7	2.13	10	2.13	8	2.13	10	2.13	8	2.38	9	2.38	9	2.13	74.91	34
23	8	2.25	9	2.63	3	8	2.13	8	2.63	8	2.63	8	2.63	8	2.63	8	2.75	8	2.75	8	2.63	74.65	30
24	7	2.00	8	2.50	3	8	2.50	9	2.50	8	2.50	8	2.50	8	2.50	7	2.63	5	2.63	5	2.50	70.13	31
25	8	2.63	7	2.25	3	7	2.50	8	2.25	10	2.25	9	2.25	10	2.25	9	2.63	5	2.63	5	2.25	70.76	34
26	8	3.00	8	2.50	3	8	2.25	7	2.50	7	2.50	7	2.50	10	2.50	9	2.75	5	2.75	5	2.50	73.00	31
27	7	2.75	10	2.50	3	9	2.50	8	2.63	8	2.50	8	2.50	10	2.50	8	2.25	4	2.25	4	2.50	73.63	30
28	8	2.38	8	2.50	3	10	2.63	6	2.50	8	2.63	9	2.63	8	2.63	9	2.38	9	2.38	9	2.63	75.65	33

ตารางที่ 6 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE																
เลขที่	แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		รวม	ทดสอบหลังเรียน
	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินพฤติกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินพฤติกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินพฤติกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินพฤติกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินพฤติกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินพฤติกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินพฤติกรรม		
29	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	91	40
30	6	2.63	8	2.25	8	2.25	9	2.50	8	2.50	6	2.50	7	2.50	69.54	33
31	9	2.25	9	2.50	8	2.25	8	2.25	6	2.25	8	2.88	5	2.25	70.63	29
32	7	2.38	7	2.38	5	2.37	8	2.50	10	2.50	7	2.50	7	2.25	73.03	37
33	8	2.63	9	2.25	10	2.25	9	2.63	10	2.63	5	2.13	5	2.38	76.03	32
34	7	2.75	7	2.38	7	2.38	7	2.50	8	2.50	8	2.13	8	2.63	74.91	33
35	8	2.63	9	2.25	8	2.25	5	2.25	8	2.25	6	2.38	6	2.75	74.65	32
36	9	2.75	8	2.63	7	2.63	9	2.38	8	2.38	7	2.75	7	2.63	70.13	30
37	7	2.25	8	2.88	6	2.25	7	2.25	10	2.25	8	2.50	8	2.75	70.76	31
38	8	2.38	8	2.25	8	2.38	8	2.38	10	2.38	7	2.63	7	2.25	73.00	31
38	7	2.50	9	2.25	7	2.5	8	2.25	10	2.25	8	2.63	8	2.38	73.63	36

แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

เลขที่	แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		รวม	ทดสอบหลังเรียน
	ทดสอบท้ายแผนท. 2	ประเมินผู้เรียน	ทดสอบท้ายแผนท. 2	ประเมินผู้เรียน	ทดสอบท้ายแผนท. 2	ประเมินผู้เรียน	ทดสอบท้ายแผนท. 2	ประเมินผู้เรียน	ทดสอบท้ายแผนท. 2	ประเมินผู้เรียน	ทดสอบท้ายแผนท. 2	ประเมินผู้เรียน	ทดสอบท้ายแผนท. 2	ประเมินผู้เรียน		
39	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	91	40
40	8	2.88	8	2.88	9	2.63	10	2.63	10	2.63	9	2.50	0	2.50	79.65	29
41	7	2.50	10	2.88	7	2.88	8	2.88	8	2.88	8	2.38	9	2.88	73.90	30
42	7	2.13	9	2.38	9	2.38	6	2.25	10	2.25	8	2.63	8	2.50	72.27	30
43	8	2.13	8	2.63	6	2.63	8	2.25	10	2.25	7	2.13	4	2.13	66.65	32
44	8	2.38	9	2.13	8	2.38	9	2.63	10	2.63	8	2.63	7	2.13	75.91	33
45	9	2.75	7	2.25	9	2.75	10	2.88	8	2.88	7	2.50	9	2.38	77.39	33
46	8	2.50	7	2.50	7	2.50	5	2.38	8	2.38	9	2.25	7	2.75	68.26	31
47	8	2.63	9	2.63	8	2.63	8	2.63	6	2.63	8	2.50	5	2.50	70.15	30
48	7	2.63	9	2.75	4	2.63	9	2.13	10	2.13	7	2.50	8	2.63	71.40	31
49	8	2.50	8	2.38	6	2.50	7	2.25	8	2.25	8	2.63	9	2.63	71.14	36

ตารางที่ 6 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E																
เลขที่	แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5		แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		รวม	ทดสอบ หลังเรียน
	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินพฤติกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินพฤติกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินพฤติกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินพฤติกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินพฤติกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินพฤติกรรม	ทดสอบท้ายแผนที่ 2	ประเมินพฤติกรรม		
49	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	10	3	91	40
49	9	2.38	8	2.25	9	2.38	8	2.50	8	2.50	6	2.50	7	2.50	72.01	32
50	9	2.63	8	2.00	9	2.63	8	2.63	10	2.63	7	2.25	8	2.38	76.15	32
51	8	2.13	9	2.63	10	2.13	10	2.75	10	2.75	8	2.38	9	2.25	81.02	32
52	7	2.60	8	3.00	8	2.63	9	2.38	5	2.38	8	2.25	8	2.38	70.62	31
53	8	2.5	9	2.75	9	2.5	9	2.25	10	2.25	8	2.38	8	2.63	78.26	35
54	9	2.25	10	2.38	7	2.25	8	2.00	8	2.13	7	2.25	9	2.75	74.01	36
55	7	2.5	9	2.63	8	2.5	7	2.63	10	2.63	8	2.63	8	2.63	75.15	32
รวมคะแนน	425	136.49	463	136.52	428	135.51	439	135.64	483	135.77	411	136.27	408	137.02	4010.22	1771
ค่าเฉลี่ย	7.73	2.48	8.42	2.48	7.78	2.46	7.98	2.47	8.78	2.47	7.47	2.48	7.42	2.49	72.91	32.20
S.D.	0.85	0.23	0.92	0.23	1.41	0.20	1.11	0.21	1.30	0.21	1.27	0.20	1.46	0.20	9.8	1.96

จากตารางที่ 6 นำคะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายแผนและแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพ

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร้อยละของแบบทดสอบย่อยท้ายแผนและแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนทดสอบย่อย และประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้					
	N	คะแนนเต็ม	$\sum x$	\bar{x}	S.D.	ร้อยละของค่าเฉลี่ย (ประสิทธิภาพ)
แผนที่ 1 (ปฐมนิเทศ)	-	-	-	-	-	-
แผนที่ 2	55	13	561.49	10.21	1.08	78.54
แผนที่ 3	55	13	599.52	10.90	1.15	83.85
แผนที่ 4	55	13	563.51	10.25	1.61	78.85
แผนที่ 5	55	13	574.64	10.45	1.32	80.38
แผนที่ 6	55	13	618.77	11.25	1.51	86.54
แผนที่ 7	55	13	547.27	9.95	1.47	76.54
แผนที่ 8	55	13	545.02	9.91	1.66	76.23
รวมคะแนนทั้งหมด						4010.22
คะแนนเฉลี่ย						72.91
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)						9.80
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย						80.12
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)						80.12

จากตารางที่ 7 พบว่าคะแนนทั้งหมดของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบย่อยท้ายแผนและประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 7 แผนการเรียนรู้ เท่ากับ 4010.22 จากคะแนนเต็ม 91 คะแนนนำมาแทนค่าในสูตรดังนี้

จากสูตร

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

$$= \frac{\frac{4010.22}{55}}{91} \times 100$$

$$= 80.12$$

จากการคำนวณพบว่าประสิทธิภาพทั้ง 7 แผน หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 80.12

2. ประสิทธิภาพผลลัพธ์จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากตารางที่ 6 นำคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนมาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพ (E_2) ดังนี้

จากสูตร

$$E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100$$

$$= \frac{\frac{1771}{55}}{40} \times 100$$

$$= 80.50$$

จากการคำนวณพบว่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน E_2 มีค่าเท่ากับ 80.5

ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ (ประสิทธิภาพ)
แบบทดสอบย่อยท้ายแผน และแบบประเมิน พฤติกรรม 7 แผน	91	72.91	9.80	80.12
แบบทดสอบหลังเรียน	40	32.2	1.95	80.50

จากตารางที่ 8 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.12/80.50

ตอนที่ 3 การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา โดยใช้สูตร E.I.

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งได้ผลคะแนนก่อนและหลังเรียนดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องพันธุกรรมและ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลขที่	คะแนนการทดสอบ		เลขที่	คะแนนการทดสอบ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	20	34	26	14	31
2	19	33	27	11	30
3	23	34	28	11	33
4	13	31	29	17	33
5	19	36	30	15	29
6	17	30	31	20	37
7	18	33	32	20	32
8	17	32	33	14	33
9	9	32	34	13	32
10	15	33	35	12	30
11	17	31	36	9	31
12	15	30	37	11	31
13	22	33	38	17	36
14	14	34	39	15	29
15	14	30	40	15	30
16	18	33	41	15	30
17	11	35	42	12	32
18	11	33	43	18	33
19	10	30	44	15	33
20	16	32	45	17	31
21	15	30	46	18	30
22	11	34	47	15	31
23	19	30	48	13	36
24	17	31	49	19	32
25	11	34	50	18	32

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนการทดสอบ		เลขที่	คะแนนการทดสอบ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน
51	10	32	54	13	36
52	17	31	55	13	32
53	16	35			
	รวม			834	1771
	\bar{X}			15.07	32.20
	S.D.			3.28	1.96

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำคะแนนที่ได้ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 คะแนนทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลคะแนนทางการเรียน	n	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
ทดสอบก่อนเรียน	55	40	834	15.07	3.28	37.67
ทดสอบหลังเรียน	55	40	1771	32.2	1.96	80.5

นำข้อมูลจากตารางที่ 10 มาแทนในสูตร

$$\begin{aligned}
 \text{ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)} &= \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}} \\
 &= \frac{1771 - 829}{(55 \times 40) - 829} \\
 &= \frac{942}{2200 - 829} \\
 &= 0.6870
 \end{aligned}$$

จากการคำนวณพบว่า ดัชนีประสิทธิผลแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรม และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6870 แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนเพิ่มจากก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 68.70

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา 3) เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) จำนวนนักเรียน 55 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชนิด ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ใช้แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ดำเนินการทดลอง 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผลการวิเคราะห์ข้อมูล การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) การหาดัชนีประสิทธิผลโดยใช้สูตร E.I. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ใช้สถิติ t-test แบบ dependent samples

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.12/80.5 โดยประสิทธิภาพของกระบวนการของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เท่ากับ 80.12 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 80.5

3. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา เท่ากับ 0.6870

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E อภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลจากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E นั้นเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แสดงความสามารถอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าจากประสบการณ์ตรง ได้แสดงความคิดเห็นของตน มีการร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ช่วยกันคิด และแก้ปัญหาต่างๆ ร่วมกัน โดยในชั้นอธิบายและขยายความรู้ ยังได้เสริมกิจกรรมทดลองเพิ่มเติม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สามารถนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์อื่นได้อย่างเป็นระบบ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น การจัดการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Theory of Cognitive Development) ซึ่งอธิบายว่า พัฒนาการทางชีวปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมหากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในสถานะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์ เชื่อว่าคนทุกคนจะมีพัฒนาการชีวปัญญาเป็นลำดับขั้นจากการมีปฏิสัมพันธ์และ

ประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิกภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น (ทิสนา เขมณี, 2545, 90 – 91) ดังที่ พิมพันธ์ เชชะคุปต์และเพยาว์ ยินดีสุข (2548, 24) ได้เสนอแนวคิดว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุล ซึ่งเป็นภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามรวบรวมข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ สอดคล้องกับแนวคิดการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ของ สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ที่กล่าวว่าไว้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูจึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมใน การเรียนรู้ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา หรือกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้อย่างมีหลักการและเหตุผล ขยายความคิดของตนเองได้อย่างกว้างขวาง

ดังนั้นกล่าวได้ว่า เมื่อนำการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ไปใช้กับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยกับผลการวิจัยของของชไมพร อินทร์แก้ว (2550, 61) พบว่าผลการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายแบบสืบเสาะหาความรู้แบบปกติ ให้ผลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ซึ่งตรงกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการสนับสนุนว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เป็นวิธีสอนที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อม จัดลำดับเนื้อหา แนะนำ หรือช่วยให้นักเรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเอง ส่วนนักเรียนสามารถเรียนรู้ ศึกษา ค้นคว้า สร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการทดลองอย่างเต็มที่

2. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.12/80.50 หมายความว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียน

ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 8 แผน คิดเป็นร้อยละ 80.12 และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 80.50 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ตามที่ตั้งสมมติฐานไว้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของภัทร์สินทร์รัตนพงศ์ภัก (2550, 78) พบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ 82.79/82.38 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของบัวไข รักหินลาด (2549, 95) พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบต่างๆ ในร่างกาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ 88.17/84.70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนนำไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง ได้ผ่านกระบวนการและขั้นตอนในการจัดทำอย่างเป็นระบบตามแนวทางและวิธีการจัดการเรียนรู้ เริ่มจากศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบ SE หลักการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ SE นอกจากนี้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังได้ผ่านการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผ่านการประเมินความถูกต้องและความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ เมื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอนตามรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบ SE ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนสามารถบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ทำให้ผลการทดสอบย่อยท้ายแผนทั้ง 7 แผน และผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ซึ่งทำให้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์สมมติฐานที่ตั้งไว้

2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ส่งเสริมการมีส่วนร่วม การวิเคราะห์ การแสวงหาความรู้และการลงข้อสรุปด้วยตนเอง เป็นการสอนที่ทำให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจ ไม่ใช่การเรียนแบบท่องจำ โดยที่ครูเป็นผู้สร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนการสอน นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้คิดเองจนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งตอบสนองการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตัวอย่างเช่น การสอนเรื่องลักษณะทางพันธุกรรม ในการจัดการเรียนรู้แบบ SE ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรม และแจกเอกสารแก่ผู้เรียน ให้ผู้เรียนกลับไปสำรวจลักษณะทางพันธุกรรมของบุคคลในครอบครัวทุกคน และสังเกตว่าตนเองมีลักษณะทางพันธุกรรมแต่ละแบบเป็นแบบ

ลักษณะเด่นหรือค้อย และเหมือนบุคคลใดในครอบครัว จากนั้นให้นักเรียนทุกคนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนทุกคนรู้สึกตื่นเต้นและมีความกระตือรือร้นที่จะออกมานำเสนอ และผู้วิจัยก็จะช่วยอธิบายเพิ่มเติม สูดท้ายผู้วิจัยและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งการเรียนลักษณะนี้ทำให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องลักษณะทางพันธุกรรมมากขึ้น และสามารถแยกลักษณะทางพันธุกรรมแบบเด่นและแบบค้อยออกจากกันได้ ต่างจากการเรียนโดยทั่วไปซึ่งครูเพียงแต่อธิบายยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมให้นักเรียนฟัง และให้จำว่าแบบไหนเป็นลักษณะเด่นแบบไหนเป็นลักษณะค้อย ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกเบื่อและไม่ค่อยสนใจในการเรียน และการเรียนเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของกรู๊ปเลือด ผู้วิจัยจะสอนและให้นักเรียนทุกคนเขียนแผนผังแสดงกรู๊ปเลือดของพ่อแม่และของตนเอง ซึ่งนักเรียนทุกคนมีความกระตือรือร้นในการเขียนแผนผัง เพราะอยากรู้ว่าทำไมพวกเขาจึงมีกรู๊ปเลือดนั้น ซึ่งบางคนกรู๊ปเลือดไม่เหมือนกับพ่อแม่เลย แต่การเขียนแผนผังจะช่วยอธิบายให้พวกเขาเข้าใจได้มากขึ้น

3) ผลจากการทำกิจกรรมตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ SE นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดอย่างเป็นระบบมีขั้นตอน ครูผู้สอนต้องเตรียมกิจกรรม สื่อการเรียนการสอนและคำถามที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียน ทำให้นักเรียนที่เรียนได้เกิดกระบวนการเรียนรู้อย่างมีระบบขั้นตอน สามารถส่งเสริมและพัฒนาการสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองได้ ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม กล้าทำ และกล้าแสดงออกตลอดทั้งการได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปในขณะที่ทำ การทดลองด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นการสอนที่มีการทดลอง นักเรียนสามารถอธิบายและแสดงความคิดเห็นพิจารณาและบอกเหตุผลในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ นอกจากนี้ในการที่นักเรียนกล้าอภิปรายในข้อปัญหาหรือคำถามนั้นๆ ยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคนอื่นสนใจติดตามตอบคำถามหรือปัญหานั้นๆ ด้วย ดังนั้นการสอนทุกครั้งควรสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้เป็นกันเองและควรมีการชมเชยให้กำลังใจ สนใจในการตอบคำถามของนักเรียนทุกคน ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติ ดีการกล (2547, 81-82) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนที่จัดการเรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้และมีการกำหนดหมุนเวียนหน้าที่สมาชิกมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยรวมและเป็นรายด้าน 1-7 ด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากเหตุผลดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ SE อย่างมีขั้นตอน นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม แสวงหาคำตอบด้วยตนเอง ย่อมส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ จึงทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สามารถนำไปจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

3. ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน เท่ากับ 0.6870 หมายความว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา มีความก้าวหน้าร้อยละ 68.70 ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของภัทรธินันท์ รัตนพงศ์ศักดิ์ (2550, 78) ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีค่าเท่ากับ 0.85 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นหลังเรียนด้วยแผนการจัดการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ร้อยละ 85.00 และสอดคล้องกับแนวความคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, 215) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องเน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล ด้วยวิธีการต่างๆ จากแหล่งเรียนรู้ ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล สืบค้นข้อมูล ที่นำไปสู่การค้นหาคำตอบ ส่งเสริมให้มีส่วนร่วมในกิจกรรม นักเรียนจะได้รับการพัฒนาสูงขึ้น

จากดัชนีประสิทธิผล จะเห็นว่าการจัดการเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้นักเรียนมีความก้าวหน้าและพัฒนาการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบ 5E ควรออกแบบให้มีการทำกิจกรรมที่หลากหลายและสร้างบรรยากาศที่ดีต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้นักเรียนสนใจและสามารถโต้ตอบกับนักเรียนได้

1.2 ต้องมีการศึกษาและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนทุกคนอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องในทุกกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อจะใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนา ส่งเสริม หรือแก้ไขและช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหา

1.3 ควรสรุปและประเมินผลตามเครื่องมือที่กำหนดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแจ้งให้นักเรียนได้ทราบ เพื่อนักเรียนจะได้นำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการศึกษาค้นคว้าหรือทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ในเนื้อหาอื่นของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หรือในระดับชั้นอื่น

2.2 ควรมีการบูรณาการการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 5E ไปประยุกต์ใช้กับวิธีการสอนแบบอื่นๆ เพื่อให้การศึกษาค้นคว้ามีข้อมูลทางเลือกที่หลากหลาย



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุ.
- เกษณี สิมสีดา. (2550). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องอาหาร และสารอาหารโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ชไมพร อินทร์แก้ว. (2550). ผลของบทเรียนบนเครือข่ายแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ถ่ายเอกสาร.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2545). เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ณัฐกรณ์ คำชะอม. (2553). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E และวิธีการทางประวัติศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประวัติศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). ชุดส่งเสริมสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: คณะกรรมการพัฒนาการสอนและอุปกรณ์.
- ทิสนา แจมมณีและคณะ. (2545). การคิดและการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.
- บุญชม ศรีสะอาดและคณะ. (2549). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประสานการพิมพ์.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- เผชิญ กิจระการ. (2544). ดัชนีประสิทธิผล Effectiveness Index. ปทุมธานี: ม.ป.พ.

- พันธ์ ทองชุม. (2544). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. ปัตตานี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์และเพยาว์ ยินดีสุข. (2548). ทักษะ 5C เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- มลิวัดย์ สมศักดิ์. (2552). เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการวิจัยทางการศึกษา. นครศรีธรรมราช: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา. (2554). รายงานประเมินตนเองของสถานศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2553.
- _____. (2555). รายงานประเมินตนเองของสถานศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2554.
- วิไลรัตน์ กลิ่นจันทร์. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์. ปรินญาณีพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์ศึกษา. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2556, พฤษภาคม 9). คะแนน O-NET. [Online]. Available: <http://www.onetresult.niets.or.th/IndividualWeb/Notice/FrEnquireStudentGraphScore.aspx>. [2556, พฤษภาคม 9].
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: องค์การค่าครูสภา.
- _____. (2550, สิงหาคม 2). รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง. [Online]. Available: <http://biology.ipst.ac.th/index.php/article-year-2545/121-2009-12-21-10-23-38.html>. [2550, สิงหาคม 2].
- _____. (2551). การอบรมครูด้วยระบบทางไกลสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพมหานคร: องค์การค่าครูสภา.
- _____. (2555). การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2535). ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- สมบัติ ดีการกล. (2547). ผลการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. การศึกษาค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิต
มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมบูรณ์ ชิตพงษ์; และคนอื่นๆ. (2540). เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง การวัดผลสัมฤทธิ์.
กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สาเกีย แก้วนิมิต. (2548). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องประวัติศาสตร์สุโขทัยของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบบรรยาย. วิทยานิพนธ์
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. นครปฐม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
อืดสำเนา.
- สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สุวิมล เขียวแก้ว. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ปัตตานี: ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2552, 18 กันยายน). แผนพัฒนา
เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554). [Online]. Available: [http://
www.1dd.go.th](http://www.1dd.go.th). [2552, 18 กันยายน].
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). แผนการศึกษาแห่งชาติ 2545 - 2559.
กรุงเทพมหานคร: พรินทวานกราฟิกจำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2552). ข้อเสนอการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2
(พ.ศ. 2552-2561). กรุงเทพมหานคร: บริษัท พรินทวานกราฟิก จำกัด.
- สุวิทย์ มูลคำ; และอรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- Barman, C.R.; & Koter, M. (1989, April). *The Learning Cycle. Science and Children*. 26(7): 30 – 32.
- Billings, Russell Lauren. (2002, August). “Assessment of Learning Cycle and Inquiry-based
Learning in High School Physics Education,” *Masters Abstracts International*.
40(4) : 840.

- Ebrahim, Ali. (2004 ,October). **“The Effects of Traditional Learning and a Learning Cycle Inquiry Learning Strategy on Students’ Science Achievement and Attitudes Toward Elementary Science,”** Dissertation Abstracts International. 65(4) : 1232-A.
- Jackson, Diann Carol. (2006 ,February). **“The Effect of Concept Mapping on Preservice Elementary Teachers’ Knowledge of Science Inquiry Teaching,”** Dissertation Abstracts International. 66(8) : 2820-A.
- Lawson, A.E. (1995). **Science Teaching and Development of Thinking.** California: Allyn and Bacon.
- Lotter, Christine. (2005, December). **“The Influence of an Inquiry Professional Development Program on Secondary Science teachers’ Conceptions and use of Inquiry Teaching,”** Dissertation Abstracts International. 66(6) : 2159-A.
- Martin; & et al. (1994). **Teaching Science for All Children.** Boston: Allyn and Bacon.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
หนังสือขอความร่วมมือ



ที่ ศธ พิเศษ 080/2556

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ตำบลท่าจิว อำเภอเมือง
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

8 กรกฎาคม 2556

เรื่อง ขอความร่วมมือทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จำนวน 55 ชุด

ด้วยนางสาวผการัตน์ โรจน์ดวง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กำลังดำเนินการวิจัย เพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วย ดร.จิต นวนแก้ว เป็นประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์ เป็นกรรมการที่ปรึกษา

ในการนี้ นักศึกษามีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยการนำเครื่องมือการวิจัยมาทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนโรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา เพื่อนำไปหาค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยนักศึกษาจะไปประสานด้วยตนเอง

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาอนุญาตให้นางสาวผการัตน์ โรจน์ดวง ได้เก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.สุจินต์ หนูแก้ว)

รักษาราชการแทนรองอธิการบดี ปฏิบัติราชการแทน

รักษาราชการแทนอธิการบดี

สำนักงานเลขานุการ

โทรศัพท์. 0-7537-7438

โทรสาร. 0-7537-7438



ที่ ศธ พิเศษ 091/2556

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ตำบลท่าจิว อำเภอเมือง
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

17 กรกฎาคม 2556

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 55 ชุด

ด้วยนางสาวผการัตน์ โรจน์ดวง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กำลังดำเนินการวิจัย เพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วย ดร.จิต นวนแก้ว เป็นประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์ เป็นกรรมการที่ปรึกษา

ในการนี้ นักศึกษามีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยการแจกแบบสอบถาม วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนโรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา จังหวัดนครศรีธรรมราช ดังนั้น จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาอนุญาตให้นางสาวผการัตน์ โรจน์ดวง ได้เก็บรวบรวมข้อมูล จากหน่วยงานและนักเรียนดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาต และขอขอบคุณยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.สุจินต์ หนูแก้ว)

รักษาราชการแทนรองอธิการบดี ปฏิบัติราชการแทน
รักษาราชการแทนอธิการบดี

สำนักงานเลขานุการ

โทรศัพท์. 0-7537-7438

โทรสาร. 0-7537-7438



ที่ ศธ พิเศษ ว 078/2556

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ตำบลท่าจิว อำเภอเมือง
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

2 กรกฎาคม 2556

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.สุภาวดี รามสูตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการวิจัย

จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวผการัตน์ โรจน์ดวง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กำลังดำเนินการวิจัย เพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วย ดร.จิต นวนแก้ว เป็นประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์ เป็นกรรมการที่ปรึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีความรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการตรวจสอบเนื้อหาโครงสร้างการใช้ภาษาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในประเด็นคำถาม พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแบบสอบถามให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อนึ่ง นักศึกษา จะขอนำเครื่องมืองานวิจัยไปประสานงานกับท่านด้วยตนเอง ตามวันและเวลาที่ท่านกรุณานัดหมายให้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ ขอขอบคุณยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.สุจินต์ หนูแก้ว)

รักษาราชการแทนรองอธิการบดี ปฏิบัติราชการแทน
รักษาราชการแทนอธิการบดี

สำนักงานเลขานุการ

โทรศัพท์. 0-7537-7438

โทรสาร. 0-7537-7438



ที่ ศธ พิเศษ ว 078/2556

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ตำบลท่าจิว อำเภอเมือง
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

2 กรกฎาคม 2556

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.สิริกุล เพชรทวล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการวิจัย

จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวผการัตน์ โรจน์ดวง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กำลังดำเนินการวิจัย เพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วย ดร.จิต นวนแก้ว เป็นประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์ เป็นกรรมการที่ปรึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีความรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการตรวจสอบเนื้อหาโครงสร้างการใช้ภาษาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในประเด็นคำถาม พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแบบสอบถามให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อนึ่ง นักศึกษา จะขอนำเครื่องมืองานวิจัยไปประสานงานกับท่านด้วยตนเอง ตามวันและเวลาที่ท่านกรุณานัดหมายให้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ ขอขอบคุณยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.สุจินต์ หนูแก้ว)

รักษาราชการแทนรองอธิการบดี ปฏิบัติราชการแทน
รักษาราชการแทนอธิการบดี

สำนักงานเลขานุการ

โทรศัพท์. 0-7537-7438

โทรสาร. 0-7537-7438



ที่ ศธ พิเศษ ว 078/2556

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ตำบลท่าจั่ว อำเภอเมือง
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

2 กรกฎาคม 2556

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์กัลยาณี ท้าวนิล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการวิจัย

จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวผการัตน์ โรจน์ดวง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กำลังดำเนินการวิจัย เพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วย ดร.จิต นวนแก้ว เป็นประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์ เป็นกรรมการที่ปรึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีความรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการตรวจสอบเนื้อหาโครงสร้างการใช้ภาษาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในประเด็นคำถาม พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแบบสอบถามให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อนึ่ง นักศึกษา จะขอ นำเครื่องมืองานวิจัยไปประสานงานกับท่านด้วยตนเอง ตามวันและเวลาที่ท่านกรุณานัดหมายให้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ ขอขอบคุณยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.สุจินต์ หนูแก้ว)

รักษาราชการแทนรองอธิการบดี ปฏิบัติราชการแทน

รักษาราชการแทนอธิการบดี

สำนักงานเลขานุการ

โทรศัพท์. 0-7537-7438

โทรสาร. 0-7537-7438



ภาคผนวก ข
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ
แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

1. ดร.สุภาวดี รามสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
อาจารย์ประจำหลักสูตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
2. ดร.ศิริกุล เพชรหวล
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) ชีวเคมี มหาวิทยาลัยมหิดล
อาจารย์ประจำหลักสูตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
3. นางสาวกัลยาณี ท้าวนิล
หลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) ชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำอธิบายรายวิชา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน รหัส ว 31101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 60 คาบ/ภาคเรียน

จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ทดลอง การรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เคลื่อนที่ผ่านเข้าและออกจากเซลล์ตลอดเวลา เซลล์จึงต้องมีการรักษาคุณภาพ เพื่อให้ร่างกายของสิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตได้ตามปกติ เซลล์มีการลำเลียงสารผ่านเซลล์โดยวิธีการแพร่ การออสโมซิส การลำเลียงแบบฟาซิลิตेट การลำเลียงแบบใช้พลังงาน และการลำเลียงสารขนาดใหญ่ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีการลำเลียงสารเกิดขึ้น ภายในเซลล์เพียงหนึ่งเซลล์ แต่สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ต้องอาศัยการทำงานประสานกันของเซลล์จำนวนมาก กลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืชมีกลไกในการรักษาคุณภาพของน้ำ โดยมีการควบคุมสมดุลระหว่างการคายน้ำผ่านปากใบ และการดูดน้ำที่ราก การเปิดปิดของปากใบเป็นการควบคุมอัตราการคายน้ำของน้ำ ซึ่งช่วยในการรักษาคุณภาพของน้ำภายในพืชให้มีความชุ่มชื้นในระดับที่พอเหมาะ

อธิบาย การรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เคลื่อนที่ผ่านเข้าและออกจากเซลล์ตลอดเวลา เซลล์จึงต้องมีการรักษาคุณภาพ เพื่อให้ร่างกายของสิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตได้ตามปกติ เซลล์มีการลำเลียงสารผ่านเซลล์โดยวิธีการแพร่ การออสโมซิส การลำเลียงแบบฟาซิลิตेट การลำเลียงแบบใช้พลังงาน และการลำเลียงสารขนาดใหญ่ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีการลำเลียงสารเกิดขึ้น ภายในเซลล์เพียงหนึ่งเซลล์ แต่สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ต้องอาศัยการทำงานประสานกันของเซลล์จำนวนมาก กลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืชมีกลไกในการรักษาคุณภาพของน้ำ โดยมีการควบคุมสมดุลระหว่างการคายน้ำผ่านปากใบ และการดูดน้ำที่ราก การเปิดปิดของปากใบเป็นการควบคุมอัตราการคายน้ำของพืช ซึ่งช่วยในการรักษาคุณภาพของน้ำภายในพืชให้มีความชุ่มชื้นในระดับที่พอเหมาะ กลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุและอุณหภูมิของมนุษย์ละสัตว์อื่นๆ ไตเป็นอวัยวะสำคัญในการรักษาคุณภาพของน้ำและสารต่างๆ ในร่างกาย ซึ่งมีโครงสร้างและการทำงานร่วมกับอวัยวะอื่นภายในไตมีหน่วยไต ของเหลวที่ผ่านเข้าสู่หน่วยไต ส่วนหนึ่งจะถูกดูดซึมกลับสู่หลอดเลือด ส่วนที่ไม่ถูกดูดซึมกลับจะผ่านไปยังท่อปัสสาวะ ยูเรียน โซเดียม ไอออน และคลอไรด์ไอออน เป็นของเสียจากกระบวนการเมแทบอลิซึม จะถูกขับออกจากไตไปพร้อมกับปัสสาวะ อะมีบาและพารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีโครงสร้างภายในเซลล์ที่เรียกว่า คอนแทร็กไทล์แวคิวโอล ในการกำจัดน้ำและของเสียออกจากเซลล์ ปลาน้ำจืดมีเซลล์บริเวณเหงือกที่น้ำเข้าสู่ร่างกายได้โดย

การออกซิโมซิส ส่วนปลาน้ำเค็มป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายโดยมีผิวหนังและเกล็ดที่ป้องกันไม่ให้แร่ธาตุจากน้ำซึมเข้าสู่ร่างกาย และที่บริเวณเหงือกมีกลุ่มเซลล์ซึ่งขับแร่ธาตุส่วนเกินออกโดยวิธีการลำเลียงแบบใช้พลังงาน มนุษย์มีกลไกในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม โดยศูนย์ควบคุมอุณหภูมิจะอยู่ที่สมองส่วนไฮโปทาลามัส สัตว์เลือดอุ่นสามารถรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้เกือบคงที่ได้ในสภาวะแวดล้อมต่างๆ ส่วนสัตว์เลือดเย็น อุณหภูมิร่างกายจะแปรผันตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายมนุษย์มีภูมิคุ้มกันซึ่งเป็นกลไกในการป้องกันเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย ผิวหนัง เซลล์เม็ดเลือดขาวและระบบน้ำเหลืองเป็นส่วนสำคัญของร่างกายที่ทำหน้าที่ป้องกันและทำลายเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกันมีความสำคัญยิ่งต่อร่างกายมนุษย์การรับประทานอาหารที่ถูกสุขลักษณะ การออกกำลังกาย การดูแลสุขภาพอนามัย ตลอดจนการหลีกเลี่ยงสารเสพติด และพฤติกรรมที่เสี่ยงทางเพศ และการได้รับวัคซีนในการป้องกันโรคต่างๆ ครอบคลุมกำหนด จะช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันและรักษาภูมิคุ้มกันของร่างกายได้ กระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ สิ่งมีชีวิตมีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จากพ่อแม่มาสู่รุ่นลูกหลานได้ ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะที่ปรากฏ ดีเอ็นเอเป็นนิวคลีโอไทด์สายยาวสองสายพันกันเป็นเกลียวคู่วนขวา แต่ละสายประกอบด้วย นิวคลีโอไทด์นับล้านหน่วย ซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วย น้ำตาลเพนโทส ไนโตรเจนเบส ดีเอ็นเอและหมู่ฟอสเฟต โดยที่ลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์จะมีข้อมูลทางพันธุกรรมบันทึกอยู่ มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในระดับยีนหรือโครโมโซม ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับดีเอ็นเอ โดยมิวเทชันที่เกิดในเซลล์สืบพันธุ์สามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกและหลานได้ การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นใหม่มีลักษณะที่แตกต่างกันหลากหลายชนิดก่อให้เกิดเป็นความหลากหลายทางชีวภาพ กระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติและผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์จะมีความหลากหลายที่แตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตในสปีชีส์เดียวกันจะผสมพันธุ์และสืบลูกหลานต่อไปได้ การคัดเลือกตามธรรมชาติจะส่งผลทำให้ลักษณะพันธุกรรมของประชากรในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มแตกต่างกันไปจนกลายเป็นสปีชีส์ใหม่ทำให้เกิดเป็นความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต คุณภาพของระบบนิเวศในธรรมชาติจะมีความสมดุลได้ก็ต่อเมื่อมีสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ จนทำให้เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศบนโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตระบบนิเวศในโลกที่มีความหลากหลาย มีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากมนุษย์เป็นผู้กระทำ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจส่งผลทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุลได้ เมื่อระบบนิเวศเสียสมดุลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศนั้น การเปลี่ยนแปลงสภาพทาง

ธรรมชาติของระบบนิเวศย่อมส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นด้วย ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีความสำคัญต่อระบบนิเวศ ถ้าสิ่งมีชีวิตชนิดใดถูกทำลายหรือสูญหายไป ก็จะมีผลกระทบต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในระบบนิเวศ ความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศหนึ่งยังอาจเกี่ยวเนื่องกับระบบนิเวศอื่นๆ ได้ด้วยความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญต่อมนุษย์ มนุษย์ใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพมากมาย การใช้ที่ขาดความระมัดระวังอาจส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพได้ ซึ่งทุกคนควรมีส่วนร่วมในการดูแลและรักษา

สืบค้นข้อมูล กลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของมนุษย์และสัตว์อื่นๆ ไตเป็นอวัยวะสำคัญในการรักษาคุณภาพของน้ำและสารต่างๆ ในร่างกาย ซึ่งมีโครงสร้างและการทำงานร่วมกับอวัยวะอื่น ภายในไตมีหน่วยไต ของเหลวที่ผ่านเข้าสู่หน่วยไตส่วนหนึ่งจะถูกดูดซึมกลับสู่หลอดเลือด ส่วนที่ไม่ถูกดูดซึมกลับจะผ่านไปยังท่อปัสสาวะ ยูเรีย โซเดียม ไอออน และกลูโคส ไตไอออนเป็นของเสียจากกระบวนการเมแทบอลิซึม จะถูกขับออกจากไต ไปพร้อมกับปัสสาวะ อะมิโนและพาราอะมิโนเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีโครงสร้างภายในเซลล์ที่เรียกว่า คอนแทร็คไทล์ แคลิโวล ในการกำจัดน้ำและของเสียออกจากเซลล์ ปลาน้ำจืดมีเซลล์บริเวณเหงือกที่น้ำเข้าสู่ร่างกายได้โดยการออสโมซิส ส่วนปลาน้ำเค็มป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายโดยมีผิวหนังและเกล็ดที่ป้องกันไม่ให้แร่ธาตุจากน้ำทะเลซึมเข้าสู่ร่างกาย และที่บริเวณเหงือกมีกลุ่มเซลล์ซึ่งขับแร่ธาตุส่วนเกินออกโดยวิธีการลำเลียงแบบใช้พลังงาน มนุษย์มีกลไกในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม โดยศูนย์ควบคุมอุณหภูมิจะอยู่ที่สมองส่วนไฮโปทาลามัส สัตว์เลือดอุ่นสามารถรักษาอุณหภูมิของร่างกาย ให้เกือบคงที่ได้ในสภาวะแวดล้อมต่างๆ ส่วนสัตว์เลือดเย็นอุณหภูมิร่างกายจะแปรผันตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม ผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและมนุษย์นำความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพด้านพันธุวิศวกรรม การโคลนและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ในการพัฒนาให้เกิดความก้าวหน้าในด้านต่างๆ มากขึ้นและแพร่หลาย การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่สร้างสิ่งมีชีวิตใหม่เกิดขึ้นหรือสิ่งมีชีวิตที่มีการดัดแปรพันธุกรรมส่งผลกระทบต่อทั้งทางด้านที่เป็นประโยชน์และโทษต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม ผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โลกมีความหลากหลายของระบบนิเวศซึ่งมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มากมายหลายสปีชีส์ สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันก็ยังมีหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพส่งผลทำให้มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ได้ใช้ประโยชน์ในแง่ของการเป็นอาหาร ที่อยู่อาศัย แหล่งสืบพันธุ์และขยายพันธุ์ ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตสามารถดำรงพันธุ์อยู่ได้ สิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายทางชีวภาพมีความต้องการปัจจัยต่างๆ ในการดำรงชีวิตแตกต่างกันซึ่งจะช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศบนโลกได้

อภิปราย ผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและมนุษย์นำความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพด้านพันธุวิศวกรรม การโคลนและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ในการพัฒนาให้เกิดความก้าวหน้าในด้านต่างๆ มากขึ้นและแพร่หลาย การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่สร้างสิ่งมีชีวิตใหม่ เกิดขึ้นหรือสิ่งมีชีวิตที่มีการดัดแปรพันธุกรรมส่งผลกระทบต่อทั้งทางด้านที่เป็นประโยชน์และโทษต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม ผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โลกมีความหลากหลายของระบบนิเวศซึ่งมี สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มากมายหลายสปีชีส์ สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันก็ยังมี ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพส่งผลทำให้มนุษย์ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ได้ใช้ประโยชน์ในแง่ของการเป็นอาหาร ที่อยู่อาศัย แหล่งสืบพันธุ์และขยายพันธุ์ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงพันธุ์อยู่ได้ สิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ มีความต้องการปัจจัยต่างๆ ในการดำรงชีวิตแตกต่างกันซึ่งจะช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศบนโลกได้ แนวทางในการป้องกันแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ ที่มีอยู่อย่างจำกัด จำเป็นต้องใช้ด้วยความระมัดระวังและไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมที่อยู่ในสภาพเสื่อมโทรมหรือเกิดเป็นมลพิษที่เป็นผลเนื่องมาจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติต้องหาแนวทางในการป้องกันแก้ไข ฟื้นฟูให้กลับมีสภาพที่สามารถใช้การได้

วิเคราะห์ สภาพปัญหาสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมหรือระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตด้วยกันมีความสัมพันธ์กันหลายระดับ ตั้งแต่ระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก การเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มขึ้น ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติลดจำนวนลง และเกิดปัญหามลพิษทางด้านต่างๆ ตามมา ปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นมีด้วยกันหลายสาเหตุ บางปัญหามีผลกระทบเกิดขึ้นในระดับท้องถิ่น บางปัญหาส่งผลกระทบต่อระดับประเทศ และบางปัญหามีความรุนแรงจนเป็นระดับโลก

วางแผนและดำเนินการ เฝ้าระวัง อนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ควรต้องมีการเฝ้าระวัง อนุรักษ์ และพัฒนา ซึ่งทุกคนควรร่วมกันปฏิบัติเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

โดยใช้กระบวนการตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบหรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์

ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล จัดกระทำข้อมูล โยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจ ตรวจสอบ นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความคิดเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบ อย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่ จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของ โครงการหรือชิ้นงาน ให้ผู้อื่นเข้าใจ

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.4/1, ว 1.1 ม.4/2, ว 1.1 ม.4/3, ว 1.1 ม.4/4

ว 1.2 ม.4/1, ว 1.2 ม.4/2, ว 1.2 ม.4/3, ว 1.2 ม.4/4

ว 2.1 ม.4/1, ว 2.1 ม.4/2, ว 2.1 ม.4/3, ว 2.2 ม.4/1, ว 2.2 ม.4/2, ว 2.2 ม.4/3

ว 8.1 ม.4/1, ว 8.1 ม.4/2, ว 8.1 ม.4/3, ว 8.1 ม.4/4, ว 8.1 ม.4/5, ว 8.1 ม.4/6, ว 8.1 ม.4/7,

ว 8.1 ม.4/8, ว 8.1 ม.4/9, ว 8.1 ม.4/10, ว 8.1 ม.4/11, ว 8.1 ม.4/12

รวม 26 ตัวชี้วัด

ตารางที่ 11 รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
1	ปฐมนิเทศ	<ol style="list-style-type: none"> 1. บอกสาระการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2. บอกวิธีการใช้เอกสารประกอบการสอนหน่วยการเรียนรู้พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 3. บอกผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหน่วยการเรียนรู้พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 4. บอกแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SE และเสนอแนะกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนต้องการได้ 5. บอกวิธีการวัดผลและประเมินผลหน่วยการเรียนรู้พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 	1
2	ลักษณะทางพันธุกรรม	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อๆ ไปในครอบครัวได้ 	1
3	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายรูปร่างลักษณะของโครโมโซมได้ 2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ยีน และสารพันธุกรรมได้ 	2

ตารางที่ 11 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
4	การแบ่งเซลล์	1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียส ขณะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและ แบบไมโอซิสได้ 2. บอกความสำคัญของการแบ่งเซลล์ แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบ ไมโอซิสได้	2
5	การถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม	1. อธิบายโครงสร้างพื้นฐานของดีเอ็นเอ และบทบาทสำคัญของดีเอ็นเอในการ ถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมได้ 2. อธิบายทฤษฎีการถ่ายทอดพันธุกรรม ของเมนเดลได้ 3. อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่ นอกเหนือกฎของเมนเดลได้	2
6	การถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมในมนุษย์	1. อธิบายสัญลักษณ์และการเขียนเพด ดิกรีถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ได้	1
7	ความผิดปกติที่เกิดจาก การแปรผันทาง พันธุกรรมและโรคทาง พันธุกรรม	1. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมที่ถ่ายทอดโดยยีนที่อยู่บนออ โตโซมและโครโมโซมเพศได้ 2. ระบุปัญหาและวิธีการป้องกันการ เกิดโรคทางพันธุกรรมได้	2
8	การเปลี่ยนแปลงและการ แปรผันทางพันธุกรรม	1. อธิบายความหมายและสาเหตุของ การเกิดการกลาย รวมทั้งประโยชน์ และโทษของการกลายได้	1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ว 31101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม

ผู้สอน ผศ.รัตน์ ไรจน์ดวง จำนวน 1 คาบ

สาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตล้วนมีลักษณะแตกต่างกัน อันเนื่องมาจากลักษณะที่ได้รับการถ่ายทอดมาจาก รุ่นพ่อแม่ ที่เรียกว่า ลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ทำให้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้สามารถดำรง เผ่าพันธุ์ไว้ได้ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ไปยังรุ่นต่อๆ ไปนั้น ควบคุมโดย หน่วยทางพันธุกรรมที่เรียกว่า ยีน ถ้ายีนและโครโมโซมมีการเปลี่ยนแปลงไป ทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะ ที่เปลี่ยนไป เรียกว่า การกลายพันธุ์ ปัจจุบันมีการนำความรู้ทางพันธุกรรมไปใช้ประโยชน์ทางด้าน ปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ที่เรียกว่า พันธุวิศวกรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อ ๆ ไปในครอบครัวได้

เนื้อหาสาระ

ลักษณะทางพันธุกรรมของคนที่สังเกตเห็นได้ ได้แก่ ลักษณะหน้าตา ลักษณะแนวผม ที่หน้าผาก ตีงหู สันจมูก ลักขม การห่อลิ้น การบิดลิ้น ความยาวของนิ้วหัวแม่เท้า และความเร็วของ นิ้วมือ การสำรวจลักษณะทางกายภาพของคนเราต้องศึกษาจากคน ในเครือญาติที่ใกล้ชิดอย่างน้อย 3 รุ่น เช่น ปู่ ย่า ตา ยาย พ่อ แม่ พี่ น้อง และตัวเราเอง จึงสามารถสรุปลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอด จากบรรพบุรุษมาสู่ลูกหลานได้

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูตั้งประเด็นคำถาม จากนั้นสุ่มนักเรียน 2-3 คน ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1.1.1 ครอบครัวของนักเรียนมีทั้งหมดกี่คน

1.1.2 นักเรียนคิดว่านักเรียนมีหน้าตาเหมือนใครในครอบครัวมากที่สุด

1.1.3 ถ้าให้เปรียบเทียบของค์ประกอบของหน้า เช่น ตา จมูก สีผม ฯลฯ นักเรียน

คิดว่าองค์ประกอบแต่ละส่วนของนักเรียนมีลักษณะเหมือนใครในครอบครัวมากที่สุด

1.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ให้นักเรียนศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมจากใบความรู้ที่ 1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรมหรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าลักษณะที่พบในคนทั่วไป เช่น ความสูง-ต่ำ ดำ-ขาว ผมหิก-ผมหงอก ฯลฯ เป็นลักษณะที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกหลานได้

2.2 แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน ปฏิบัติกิจกรรม สำรวจลักษณะทางพันธุกรรมที่สังเกตเห็นได้ตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ครูชี้แจงรายละเอียดและแจกใบงานที่ 1 เรื่องการสำรวจลักษณะทางพันธุกรรมให้นักเรียนทำเป็นการบ้าน โดยสำรวจเครือญาติที่บ้านและสำรวจเพื่อนในห้องเรียน และให้นำมาในคาบที่เรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2) โดยใช้ทักษะการสังเกตดังนี้

2.2.1 ศึกษาและเปรียบเทียบลักษณะต่างๆ ที่สังเกตได้ของนักเรียนเองกับคนในเครือญาติที่ใกล้ชิดกับนักเรียน ซึ่งมีความสัมพันธ์กันทางสายเลือดอย่างน้อย 3 รุ่น เช่น ปู่ย่า ตายาย พ่อแม่ พี่น้อง ว่ามีลักษณะใดที่เหมือนกันบ้าง

2.2.2 บันทึกผลโดยระบุว่าลักษณะที่เหมือนกันนั้นปรากฏในสมาชิกคนใดของครอบครัว

หมายเหตุ: คนในเครือญาติ หมายถึง คนที่มีความสัมพันธ์ทางสายเลือด ซึ่งรวมไปถึงพี่น้องคนละพ่อหรือคนละแม่ สำหรับพ่อเลี้ยง แม่เลี้ยง หรือพ่อบุญธรรม แม่บุญธรรมไม่ใช่คนในเครือญาติ

2.3 นักเรียนและครুর่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมในใบงานที่ 1 ตอนที่ 1 หน้าชั้นเรียน

3.2 นักเรียนและครুর่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้

3.2.1 ลักษณะทางพันธุกรรมลักษณะใดบ้างของนักเรียนที่เหมือนพ่อและแม่ (พิจารณาจากคำตอบนักเรียน)

3.2.2 นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรม (ทราบได้จากการสำรวจลักษณะในแต่ละรุ่น ถ้าพบว่าการถ่ายทอดลักษณะจากรุ่นพ่อแม่ไปยังรุ่นลูกหลาน หรือแสดงออกในบางรุ่น ก็จัดว่าลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะทางพันธุกรรม)

3.2.3 นักเรียนทราบหรือไม่ว่าลักษณะทางพันธุกรรมแบบใดที่แปรผันต่อเนื่อง และแบบใดที่แปรผันไม่ต่อเนื่อง (ลักษณะที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่องเป็นลักษณะทางพันธุกรรม

ที่สามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน เกิดจากอิทธิพลทางพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว แต่ลักษณะที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่องเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้เด่นชัด เช่น ความกว้างของฝ่ามือ ความยาวของเท้า โดยใช้ผลจากการทำใบงานที่ 1 ตอนที่ 2 มาอธิบายประกอบ)

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้อธิบายว่า ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมจะปรากฏในสมาชิกครอบครัวเดียวกันหรือคนในเครือญาติมากกว่าคนอื่น ลักษณะบางลักษณะไม่แสดงออกในรุ่นลูก แต่อาจแสดงออกในรุ่นหลานหรือรุ่นต่อๆ ไปได้

4. ขยายความรู้

4.1 ครูถามว่า จงเสนอแนวคิดในการนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสำรวจลักษณะทางพันธุกรรมไปใช้ประโยชน์

4.2 ครูตั้งคำถามเพิ่มเติมให้นักเรียนคิดว่า นักเรียนมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนใครมากที่สุด ครอบครัว

5. ประเมินผล

5.1 นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้

5.1.1 วันนี้นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง

5.1.2 นักเรียนมีข้อสงสัยอะไรบ้าง

5.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.4 ครูให้คะแนนประเมินพฤติกรรมนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อพาวเวอร์พอยท์

2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม

3. ใบงานที่ 1 เรื่องการสำรวจลักษณะทางพันธุกรรม

4. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ม.4- ม.6

5. ห้องสมุด

6. อินเทอร์เน็ต

บันทึกหลังการสอน

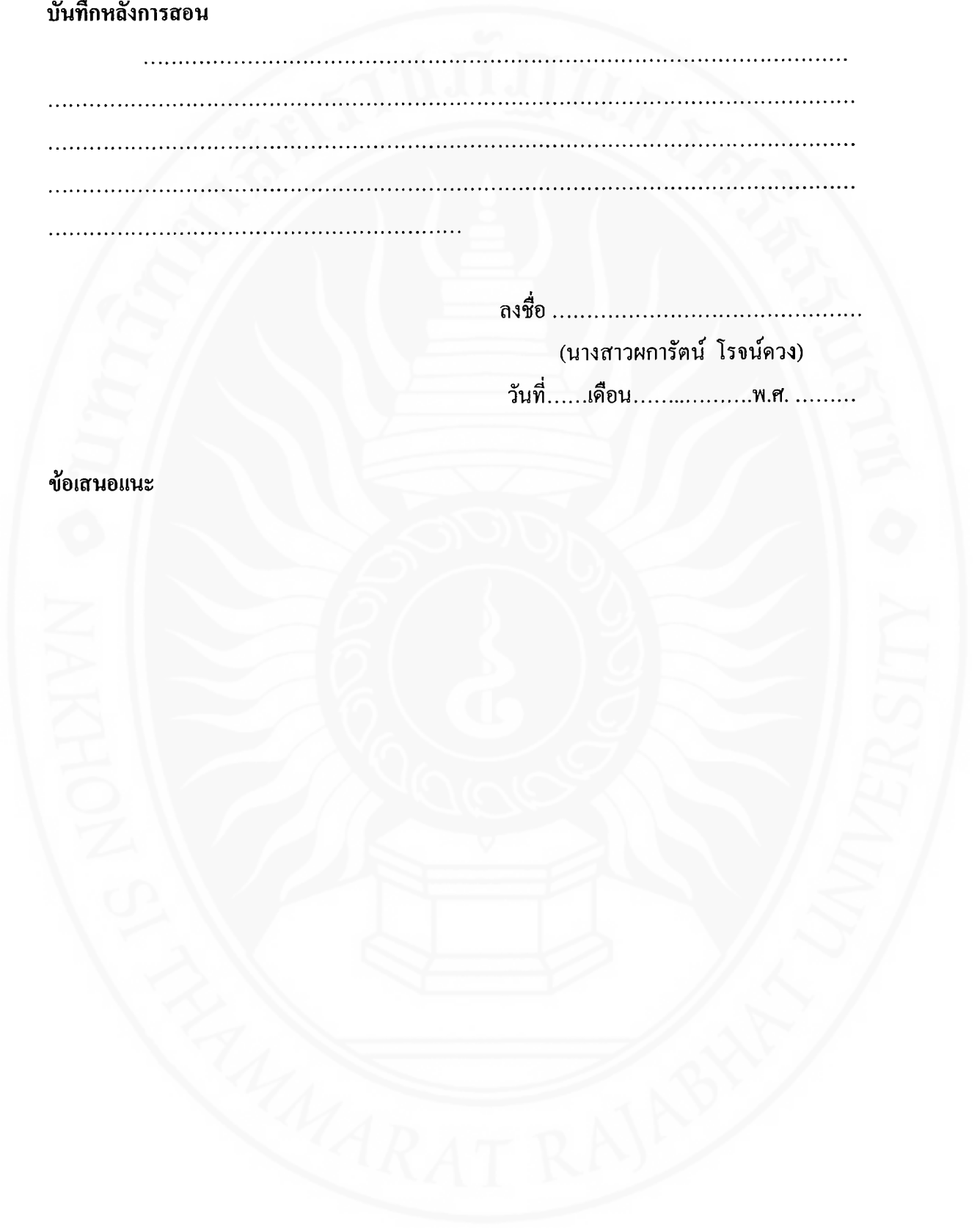
.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ

(นางสาวพกรัตน์ โรจน์ดวง)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ข้อเสนอแนะ



วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ว 31101	ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
-----------------------------------	---	-----------------------

พันธุกรรม (Heredity) หมายถึง การถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นหนึ่ง หรือจากบรรพบุรุษไปสู่ลูกหลาน เช่น ลักษณะสีผิว ลักษณะเส้นผม ลักษณะสีตา เป็นต้น ถ้านักเรียนสังเกตจะเห็นว่าในบางครั้งอาจมีคนทักว่ามีลักษณะเส้นผมเหมือนพ่อ ลักษณะสีตาดูคล้ายกับแม่ ซึ่งลักษณะต่างๆ เหล่านี้จะถูกส่งผ่านจากพ่อแม่ไปยังลูกได้หรือส่งผ่านจากคนรุ่นหนึ่งไปยังคนรุ่นต่อไป เราเรียกลักษณะดังกล่าวว่า ลักษณะทางพันธุกรรม (genetic character) ในการพิจารณาลักษณะต่างๆ ว่าลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรมนั้น จะต้องพิจารณาหลายๆ รุ่นหรือหลายชั่วอายุ เพราะลักษณะทางพันธุกรรมบางอย่างอาจไม่ปรากฏในรุ่นลูก แต่อาจปรากฏในรุ่นหลานได้

ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม

กรรมพันธุ์หรือลักษณะต่างๆ ในสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นต่อไปได้โดยผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ กล่าวคือ เมื่อเกิดการปฏิสนธิระหว่างเซลล์ไข่ของแม่และอสุจิของพ่อลักษณะต่างๆ ของพ่อและแม่จะถ่ายทอดไปยังลูก ตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรม ได้แก่ ผมหยักศก หรือผมตรง



จากที่กล่าวมาแล้วนั้นไม่ได้หมายความว่าลักษณะต่างๆ ทุกอย่างจะเป็นลักษณะทางพันธุกรรม ลักษณะบางอย่างเราไม่ถือว่าเป็นลักษณะทางพันธุกรรม เพราะลักษณะบางอย่างอาจเกิดขึ้นภายหลัง ไม่ได้เกิดขึ้นจากการถ่ายทอดลักษณะจากบรรพบุรุษ เช่น ลักษณะที่เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุ เช่น แผลที่เกิดจากมีดบาด หรือเกิดจากการทำศัลยกรรมตกแต่งเพิ่มเติมทางการแพทย์ เป็นต้น

ความแปรผันทางพันธุกรรม (genetic variable)

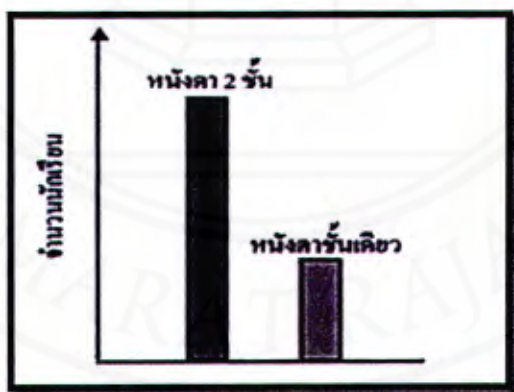
นักวิทยาศาสตร์จำแนกสิ่งมีชีวิตหลายชนิดออกจากกัน โดยดูจากความคล้ายคลึงและแตกต่างของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น ความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตที่ต่างชนิดกัน มักจะมองเห็นได้อย่างชัดเจน เช่น โลมาจะต่างไปจากลิงเป็นอย่างมาก ถึงแม้สัตว์ทั้งสองชนิดนี้จะเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเหมือนกัน นอกจากนี้ยังพบว่าความแตกต่างเกิดขึ้นจากความแปรผันภายในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันได้ แต่จะมีความแตกต่างน้อยกว่าที่เกิดขึ้นระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน เราทั้งหลายถูกจัดอยู่ในกลุ่มของมนุษย์เนื่องจากเรามีลักษณะหลายอย่างเหมือนกันและมนุษย์แต่ละคนมีความแตกต่างกัน แม้แต่ฝ่าเท้าที่เป็นฝ่าเท้าร่วมไข่ ถึงแม้ว่าจะมีหน้าตาใกล้เคียงกันมากที่สุดก็ยังมีลักษณะแตกต่างกัน ความแตกต่างดังกล่าวเรียกว่า “ความแปรผันทางพันธุกรรม” (genetic variable)

ความแปรผันทางพันธุกรรมจำแนกได้ 2 ประเภท คือ

1. ลักษณะที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่อง

ลักษณะที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่อง (discontinuous variation) เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่สามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ลักษณะความแปรผันไม่ต่อเนื่องเกิดจากอิทธิพลทางพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว โดยสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดงลักษณะนั้นๆ น้อยมากหรือไม่มีเลย เช่น

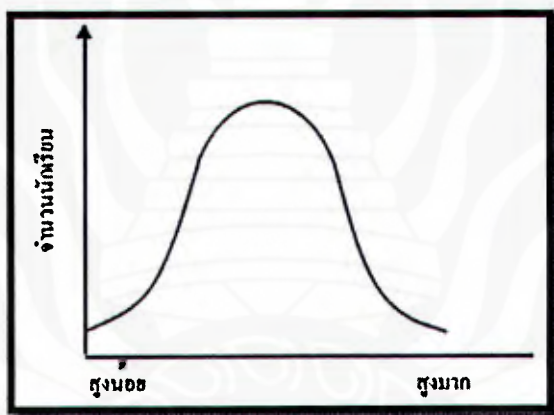
- มีลักยิ้มหรือไม่มีลักยิ้ม
- ดั้งหู มีดั้งหูหรือ ไม่มีดั้งหู
- ห่อลิ้นได้หรือห่อลิ้นไม่ได้
- ลักษณะเชิงผมที่หน้าผาก คือ แนวผมหยักและแนวผมตรง
- หมู่เลือด ABO คือ หมู่ A, B, AB หรือ O
- ถิ่นคชาถนัดซ้าย
- การเวียนขวัญบนศีรษะไปทางขวาหรือไปทางซ้าย



2. ลักษณะที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่อง

ลักษณะที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่อง (continuous variation) เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้เด่นชัด เช่น ความสูง น้ำหนัก โครงร่าง สีผิว ซึ่งเป็นลักษณะที่ได้รับอิทธิพลจากพันธุกรรม และสิ่งแวดล้อมร่วมกัน เช่น

- ลักษณะความสูง มีตั้งแต่สูงมาก สูงปานกลาง สูงลดลงเรื่อยๆ จนถึงเตี้ย
- ลักษณะสีผิวของคนมีตั้งแต่ดำสนิท ดำปานกลาง ดำน้อยลงเรื่อยๆ จนถึงผิวขาว



คำถามท้ายกิจกรรม

1. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีลักษณะทางพันธุกรรมใดเหมือนพ่อและแม่บ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

3. ลักษณะทางพันธุกรรมใดที่ปรากฏมากที่สุด และลักษณะใดปรากฏน้อยที่สุด

.....

.....

.....

.....

.....

4. ผลสรุปของการปฏิบัติกิจกรรมคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจความกว้างของฝ่ามือ และความยาวของเท้า แล้วบันทึกผล

ความกว้างของฝ่ามือ

1. ให้นักเรียนวัดความกว้างของฝ่ามือเพื่อน อย่างน้อย 20 คน (หน่วยมิลลิเมตร) แล้วบันทึกผล

2. นำผลการสำรวจมาจัดกลุ่มขนาดของฝ่ามือโดยให้แต่ละกลุ่มมีช่วงห่างกัน 2 เซนติเมตร (ตัวอย่างเช่น 13.1 – 15 ซม., 15.1 – 17 ซม.)

3. นับจำนวนนักเรียนที่มีความกว้างของฝ่ามืออยู่ในกลุ่มเดียวกัน นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟแท่ง

☞ กราฟแท่ง แสดงความกว้างของฝ่ามือ

ความยาวของเท้า

1. วัดความยาวเท้าของนักเรียนอย่างน้อย 20 คน แล้วบันทึกผล
2. นำผลการสำรวจมาจัดกลุ่มความยาวของเท้า (ตัวอย่างเช่น 3.1 – 5 นิ้ว, 5.1 – 7 นิ้ว)
3. นับจำนวนนักเรียนที่มีความยาวเท้าอยู่ในกลุ่มเดียวกัน นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟแท่ง

➔ กราฟแท่ง แสดงความยาวของเท้า



ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากกราฟแท่ง แสดงความกว้างของฝ่ามือ หรือความยาวของเท้า มาอธิบายว่า ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันแบบต่อเนื่อง คืออะไร

แบบทดสอบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามนักเรียนขีด ขำ ทำเครื่องหมายหรือเขียนสิ่งใดๆ ลงในแบบทดสอบ
4. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 5 นาที

1. พันธุกรรม (Heredity) หมายถึงข้อใด

- ก. สิ่งที่ได้รับการถ่ายทอดจากคนที่รู้จัก
- ข. สิ่งที่ได้รับจากการถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษ หรือจากรุ่นสู่รุ่น
- ค. สิ่งที่ได้รับการถ่ายทอดจากบรรพบุรุษเพียงรุ่นเดียว
- ง. ความผิดปกติของร่างกาย

2. ลักษณะทางพันธุกรรมใดที่ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

- ก. สีผิว
- ข. สติปัญญา
- ค. นำหนักตัว
- ง. ความสามารถในการห่อลิ้น

3. ลักษณะใดต่อไปนี้เป็นความแปรผันต่อเนื่อง

- ก. การมีลักยิ้ม การมีหนังตาชั้นเดียว
- ข. การเวียนของขั้วถั่ว, การมีผิวเผือก
- ค. ความสูงของคน, ปริมาณการให้นมของวัว
- ง. หมู่เลือด, ความสามารถในการห่อลิ้น

4. ลักษณะใดต่อไปนี้เป็นถ่ายทอดทางพันธุกรรม

- ก. ความรู้
- ข. สติปัญญา
- ค. รูปร่างหน้าตา
- ง. ลักยิ้มและลักษณะดั้งหู

5. ฟีน้องที่เกิดจากพ่อแม่เดียวกัน เมื่อไปชั่งน้ำหนักจะมีทั้งน้ำหนักใกล้เคียงและน้ำหนักต่างกันที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากอิทธิพลในข้อใด

A = พันธุกรรม B = สิ่งแวดล้อม

C = การผันแปร D = การเปลี่ยนแปลงยีน

ก. A และ B

ข. B และ C

ค. C และ D

ง. A และ D

6. คำอธิบายเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ข้อใดถูกต้อง

ก. ลักษณะของลูกต้องเหมือนพ่อและแม่เสมอ

ข. ลักษณะของลูกที่ต่างจากพ่อและแม่ต้องเกิดจากมิวเทชัน

ค. ลักษณะบางอย่างของลูกอาจเหมือนน้ำได้ เพราะมีบรรพบุรุษร่วมกัน

ง. ลักษณะต่างๆ ของลูกต้องเหมือนพ่อหรือแม่ เพราะลูกเกิดจากการรวมตัวของไข่ของแม่

และอสุจิของพ่อ

7. ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สิ่งที่ทำหน้าที่นำลักษณะทางพันธุกรรมจากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่งคือข้อใด

ก. เซลล์

ข. เลือด

ค. ฮอว์โมน

ง. เซลล์สืบพันธุ์

8. ข้อใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรม

ก. มีแผลเป็นเหมือนพ่อ

ข. มีนิ้วเท้ายาวเหมือนแม่

ค. มีรสนิยมการแต่งกายเหมือนพี่สาว

ง. ชอบรับประทานอาหารรสจัดเหมือนแม่

9. ลักษณะในข้อใดที่มีแต่ลักษณะที่เกิดจากอิทธิพลของพันธุกรรมอย่างเดียว

ก. ลักษณะสีขนและขนาดตัวของสุนัข

ข. ลักษณะความสูงและขนาดใบของต้นมะม่วง

ค. ลักษณะสีของดอกและการมีหนามของต้นกุหลาบ

ง. ลักษณะการมีดอกเพศผู้ที่ยอด และจำนวนเมล็ดต่อฝักในต้นข้าวโพด

10. เหตุการณ์ใดแสดงถึงอิทธิพลของพันธุกรรมเด่นชัดที่สุด

A = ดอกมะลิและดอกกุหลาบมีกลิ่นหอมที่แตกต่างกัน

B = ปลาหางนกยูงเพศผู้มีหางยาวและมีสีอันสวยงาม แต่เพศเมียมีหางสั้นและสีไม่สวย

C = ในพวงองุ่นหนึ่งพวง มีผลองุ่นขนาดใหญ่และขนาดเล็กปะปนกัน

D = นักเรียนระดับอนุบาลมีฟันน้ำนม นักเรียนระดับมัธยมมีฟันแท้

ก. A และ B

ข. B และ C

ค. C และ D

ง. A และ D

เลข ร.บ.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
53									
54									
55									

เกณฑ์การประเมินระหว่างเรียน/ระดับคุณภาพ

3 คะแนน หมายถึง ระดับ ดีมาก

2 คะแนน หมายถึง ระดับ ดี

1 คะแนน หมายถึง ระดับ พอใช้

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ด้านความรู้

ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	ตอบคำถามได้ถูกต้องชัดเจน	ตอบคำถามได้บ้าง	ไม่มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
2. บันทึกการเรียนรู้	บันทึกข้อมูลตรงตามจุดประสงค์ถูกต้องครบถ้วน ละเอียด	บันทึกข้อมูลตรงตามจุดประสงค์ถูกต้อง	บันทึกข้อมูลตรงตามจุดประสงค์

2. ด้านทักษะ

ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การสังเกต	มีการสังเกตที่ดี	มีการสังเกตบ้าง	ไม่มีการสังเกต
2. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	ลงความคิดเห็นจากข้อมูลได้ดี	ลงความคิดเห็นจากข้อมูลได้บ้าง	ลงความคิดเห็นจากข้อมูลไม่ได้
3. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้ดี	ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้บ้าง	ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปไม่ได้
4. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	จัดทำและสื่อความหมายข้อมูลได้ดี	จัดทำและสื่อความหมายข้อมูลได้บ้าง	จัดทำและสื่อความหมายข้อมูลไม่ได้

3. ด้านคุณธรรม

ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความรับผิดชอบ	มีความรับผิดชอบดีมาก	มีความรับผิดชอบดี	มีความรับผิดชอบแต่ต้องมีการควบคุมดูแล
2. ตรงเวลา	เข้าเรียนตรงเวลา	เข้าเรียนช้า 10-15 นาที	เข้าเรียนช้ากว่า 15 นาที

ภาคผนวก ง

คะแนนประเมินพฤติกรรมประกอบแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลข ที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ		8. ตรงเวลา
	3	3	3	3	3	3	3	3	
1	2	3	2	3	2	3	3	2	20
2	3	3	2	3	3	2	3	2	21
3	3	3	2	2	2	3	3	2	20
4	3	3	2	2	3	2	2	1	18
5	3	2	2	3	2	3	2	2	19
6	2	2	3	2	2	3	2	2	18
7	2	2	3	2	2	3	3	2	19
8	2	2	3	2	2	3	3	1	18
9	3	3	3	3	3	2	2	2	21
10	3	3	3	3	3	2	3	3	23
11	3	2	2	2	3	2	2	2	18
12	2	2	2	2	3	2	3	2	18
13	3	2	3	2	3	2	3	3	21
14	3	2	3	3	3	3	3	3	23
15	3	2	3	3	2	2	2	2	19
16	3	3	1	3	2	3	3	3	21

เลข ที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีกระบวนการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลแต่ละ สิ่งตัวอย่าง	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
17	2	3	2	2	2	3	2	1	17
18	2	3	2	2	2	2	2	3	18
19	2	3	2	3	3	3	2	2	20
20	3	2	2	3	3	2	3	3	21
21	3	2	3	3	3	3	3	2	22
22	2	2	3	3	3	2	2	2	19
23	2	2	2	2	2	2	3	3	18
24	2	2	2	2	2	2	2	2	16
25	3	3	3	2	3	3	1	3	21
26	3	3	3	3	3	3	3	3	24
27	3	3	2	3	3	3	2	3	22
28	2	3	2	3	2	2	3	2	19
29	2	3	2	3	3	3	2	3	21
30	3	1	3	2	2	2	3	2	18
31	2	2	3	2	2	3	2	3	19
32	3	2	3	3	3	2	3	2	21
33	2	2	3	3	3	3	3	3	22
34	3	3	3	3	3	3	2	1	21

เลข ร.น.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	
35	3	3	2	3	3	2	3	3	22
36	2	3	2	2	2	2	3	2	18
37	2	3	2	2	2	3	2	3	19
38	2	3	3	2	2	3	3	2	20
39	2	3	3	3	3	3	3	3	23
40	3	2	2	3	3	2	3	2	20
41	1	2	2	2	3	2	2	3	17
42	2	2	3	2	2	2	3	1	17
43	2	2	3	2	2	3	2	3	19
44	3	3	3	3	2	3	3	2	22
45	3	2	2	3	3	2	2	3	20
46	3	3	2	3	3	3	2	2	21
47	2	3	3	2	3	3	2	3	21
48	2	3	3	2	3	1	3	3	20
49	3	2	2	3	2	3	2	2	19
50	3	2	2	3	3	3	3	2	21
51	3	2	2	2	2	1	3	2	17
52	1	3	2	3	3	3	3	3	21

เลข ร.บ.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
53	2	2	3	3	2	2	3	3	20
54	2	3	3	2	1	2	2	3	18
55	2	3	3	2	2	3	2	3	20

เกณฑ์การประเมินระหว่างเรียน/ระดับคุณภาพ

3 คะแนน หมายถึง ระดับ ดีมาก

2 คะแนน หมายถึง ระดับ ดี

1 คะแนน หมายถึง ระดับ พอใช้

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลข ที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีกระบวนการคิดการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ		8. ตรงเวลา
	3	3	3	3	3	3	3	3	
1	3	1	3	2	2	2	3	2	18
2	2	2	3	2	2	3	2	3	19
3	3	2	3	3	3	2	3	2	21
4	2	2	3	3	3	3	3	3	22
5	3	3	3	3	3	3	2	1	21
6	3	3	2	3	3	2	3	3	22
7	2	3	2	2	2	2	3	2	18
8	2	3	2	2	2	3	2	3	19
9	2	3	3	2	2	3	3	2	20
10	2	3	3	3	3	3	3	3	23
11	3	2	2	3	3	2	3	2	20
12	1	2	2	2	3	2	2	3	17
13	2	2	3	2	2	2	3	1	17
14	2	2	3	2	2	3	2	3	19
15	3	3	3	3	2	3	3	2	22
16	3	2	2	3	3	2	2	3	20

ร.ล. เลข	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	คุณธรรม	
3								3	
17	3	3	2	3	3	3	2	2	21
18	2	3	3	2	3	3	2	3	21
19	2	3	3	2	3	1	3	3	20
20	3	2	2	3	2	3	2	2	19
21	3	2	2	3	3	3	3	2	21
22	3	2	2	2	2	1	3	2	17
23	1	3	2	3	3	3	3	3	21
24	2	2	3	3	2	2	3	3	20
25	2	3	3	2	1	2	2	3	18
26	2	3	3	2	2	3	2	3	20
27	2	3	3	2	3	2	3	2	20
28	2	3	2	3	3	2	3	3	21
29	2	3	3	2	2	2	3	3	20
30	1	2	2	3	2	2	3	3	18
31	2	2	3	2	3	2	2	3	19
32	2	2	3	2	2	3	2	2	18
33	2	3	3	2	2	3	2	2	19
34	1	3	3	2	2	3	2	2	18

เลข ร.ล.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
53	3	2	3	3	3	2	3	3	22
54	2	3	2	2	3	2	3	2	19
55	3	2	3	3	3	2	3	2	21

เกณฑ์การประเมินระหว่างเรียน/ระดับคุณภาพ

3 คะแนน หมายถึง ระดับ ดีมาก

2 คะแนน หมายถึง ระดับ ดี

1 คะแนน หมายถึง ระดับ พอใช้

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง การแบ่งเซลล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิชา ท.๑.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ		8. ตรงเวลา
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
1	2	3	2	2	2	3	1	3	18
2	3	2	3	2	2	3	2	2	19
3	2	3	2	3	3	3	2	3	21
4	3	3	3	3	3	3	2	2	22
5	1	2	3	3	3	3	3	3	21
6	3	3	2	3	3	2	3	3	22
7	2	3	2	2	2	2	3	2	18
8	3	2	3	2	2	2	3	2	19
9	2	3	3	2	2	3	3	2	20
10	3	3	3	3	3	3	3	2	23
11	2	3	2	3	3	2	2	3	20
12	3	2	2	3	2	2	2	1	17
13	1	3	2	2	2	3	2	2	17
14	3	2	3	2	2	3	2	2	19
15	2	3	3	2	3	3	3	3	22
16	3	2	2	3	3	2	2	3	20

เลข ที่	รายการพฤติกรรม							ผลการประเมิน	
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบินที่ทำการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ		
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
17	2	2	3	3	3	2	3	3	21
18	3	2	3	3	2	3	3	2	21
19	3	3	1	3	2	3	3	2	20
20	2	2	3	2	3	2	2	3	19
21	2	3	3	3	3	2	2	3	21
22	2	3	1	2	2	2	2	3	17
23	3	3	3	3	3	2	3	1	21
24	3	3	2	2	3	3	2	2	20
25	3	2	2	1	2	3	3	2	18
26	3	2	3	2	2	3	3	2	20
27	2	3	2	3	2	3	3	2	20
28	3	3	2	3	3	2	3	2	21
29	3	3	2	2	2	3	3	2	20
30	3	3	2	2	3	2	2	1	18
31	2	3	3	2	3	2	3	2	20
32	2	3	2	3	3	2	3	3	21
33	2	3	3	2	2	2	3	3	20
34	1	2	2	3	2	2	3	3	18

เลข ร.ด.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบินทักการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	
35	2	2	3	2	3	2	2	3	19
36	2	2	3	2	2	3	2	2	18
37	2	3	3	2	2	3	2	2	19
38	1	3	3	2	2	3	2	2	18
39	2	2	2	3	3	3	3	3	21
40	3	3	2	3	3	3	3	3	23
41	2	2	2	3	2	2	2	3	18
42	2	3	2	3	2	2	2	2	18
43	3	3	2	3	2	3	2	3	21
44	3	3	3	3	3	3	2	3	23
45	2	2	2	2	3	3	2	3	19
46	3	3	3	2	3	1	3	3	21
47	1	2	3	2	2	2	3	2	17
48	3	2	2	2	2	2	3	2	18
49	2	2	3	3	3	2	3	2	20
50	3	3	2	3	3	2	2	3	21
51	2	3	3	3	3	3	2	3	22
52	2	2	2	3	3	3	2	2	19

ร.ล. เลข	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ตั้งข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	ด้าน คุณธรรม	
	3	3	3	3	3	3	3	24	
53	3	3	2	2	2	2	2	18	
54	2	2	2	2	2	2	2	16	
55	3	1	3	3	2	3	3	21	

เกณฑ์การประเมินระหว่างเรียน/ระดับคุณภาพ

3 คะแนน หมายถึง ระดับ ดีมาก

2 คะแนน หมายถึง ระดับ ดี

1 คะแนน หมายถึง ระดับ พอใช้

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ร.น. เลข	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	
1	2	3	2	2	2	3	1	3	18
2	3	2	3	2	2	3	2	2	19
3	2	3	2	3	3	3	2	3	21
4	3	3	3	3	3	3	2	2	22
5	1	2	3	3	3	3	3	3	21
6	3	3	2	3	3	2	3	3	22
7	2	3	2	2	2	2	3	2	18
8	3	2	3	2	2	2	3	2	19
9	2	3	3	2	2	3	3	2	20
10	3	3	3	3	3	3	3	2	23
11	2	3	2	3	3	2	2	3	20
12	3	2	2	3	2	2	2	1	17
13	1	3	2	2	2	3	2	2	17
14	3	2	3	2	2	3	2	2	19
15	2	3	3	2	3	3	3	3	22
16	3	2	2	3	3	2	2	3	20

ร.ล. เลข	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ		8. ตรงเวลา
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
17	2	2	3	3	3	2	3	3	21
18	3	2	3	3	2	3	3	2	21
19	3	3	1	3	2	3	3	2	20
20	2	2	3	2	3	2	2	3	19
21	2	3	3	3	3	2	2	3	21
22	2	3	1	2	2	2	2	3	17
23	3	3	3	3	3	2	3	1	21
24	3	3	2	2	3	3	2	2	20
25	3	2	2	1	2	3	3	2	18
26	3	2	3	2	2	3	3	2	20
27	2	3	2	3	2	3	3	2	20
28	3	3	2	3	3	2	3	2	21
29	3	3	2	2	2	3	3	2	20
30	3	3	2	2	3	2	2	1	18
31	2	3	3	2	3	2	3	2	20
32	2	3	2	3	3	2	3	3	21
33	2	3	3	2	2	2	3	3	20
34	1	2	2	3	2	2	3	3	18

เลข ร.บ.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบินที่กการเรีนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
35	2	2	3	2	3	2	2	3	19
36	2	2	3	2	2	3	2	2	18
37	2	3	3	2	2	3	2	2	19
38	1	3	3	2	2	3	2	2	18
39	2	2	2	3	3	3	3	3	21
40	3	3	2	3	3	3	3	3	23
41	2	2	2	3	2	2	2	3	18
42	2	3	2	3	2	2	2	2	18
43	3	3	2	3	2	3	2	3	21
44	3	3	3	3	3	3	2	3	23
45	2	2	2	2	3	3	2	3	19
46	3	3	3	2	3	1	3	3	21
47	1	2	3	2	2	2	3	2	17
48	3	2	2	2	2	2	3	2	18
49	2	2	3	3	3	2	3	2	20
50	3	3	2	3	3	2	2	3	21
51	2	3	3	3	3	3	2	3	22
52	2	2	2	3	3	3	2	2	19

เลข ร.๒.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
53	3	3	2	2	2	2	2	2	18
54	2	2	2	2	2	2	2	2	16
55	3	1	3	3	2	3	3	3	21

เกณฑ์การประเมินระหว่างเรียน/ระดับคุณภาพ

3 คะแนน หมายถึง ระดับ ดีมาก

2 คะแนน หมายถึง ระดับ ดี

1 คะแนน หมายถึง ระดับ พอใช้

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลข ร.บ.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีกำรบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ		8. ตรงเวลา
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
1	3	1	3	2	2	2	3	2	18
2	2	2	3	2	2	3	2	3	19
3	3	2	3	3	3	2	3	2	21
4	2	2	3	3	3	3	3	3	22
5	3	3	3	3	3	3	2	1	21
6	3	3	2	3	3	2	3	3	22
7	2	3	2	2	2	2	3	2	18
8	2	3	2	2	2	3	2	3	19
9	2	3	3	2	2	3	3	2	20
10	2	3	3	3	3	3	3	3	23
11	3	2	2	3	3	2	3	2	20
12	1	2	2	2	3	2	2	3	17
13	2	2	3	2	2	2	3	1	17
14	2	2	3	2	2	3	2	3	19
15	3	3	3	3	2	3	3	2	22
16	3	2	2	3	3	2	2	3	20

เลข ท.ล.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	
17	3	3	2	3	3	3	2	2	21
18	2	3	3	2	3	3	2	3	21
19	2	3	3	2	3	1	3	3	20
20	3	2	2	3	2	3	2	2	19
21	3	2	2	3	3	3	3	2	21
22	3	2	2	2	2	1	3	2	17
23	1	3	2	3	3	3	3	3	21
24	2	2	3	3	2	2	3	3	20
25	2	3	3	2	1	2	2	3	18
26	2	3	3	2	2	3	2	3	20
27	2	3	3	2	3	2	3	2	20
28	2	3	2	3	3	2	3	3	21
29	2	3	3	2	2	2	3	3	20
30	1	2	2	3	2	2	3	3	18
31	2	3	3	2	3	2	3	2	20
32	2	3	2	3	3	2	3	3	21
33	2	3	3	2	2	2	3	3	20
34	1	2	2	3	2	2	3	3	18

เลข ร.บ.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
35	2	2	3	2	3	2	2	3	19
36	2	2	3	2	2	3	2	2	18
37	2	3	3	2	2	3	2	2	19
38	1	3	3	2	2	3	2	2	18
39	2	2	2	3	3	3	3	3	21
40	3	3	2	3	3	3	3	3	23
41	2	2	2	3	2	2	2	3	18
42	2	3	2	3	2	2	2	2	18
43	3	3	2	3	2	3	2	3	21
44	3	3	3	3	3	3	2	3	23
45	2	2	2	2	3	3	2	3	19
46	3	3	3	2	3	1	3	3	21
47	1	2	3	2	2	2	3	2	17
48	3	2	2	2	2	2	3	2	18
49	2	2	3	3	3	2	3	2	20
50	3	3	2	3	3	2	2	3	21
51	2	3	3	3	3	3	2	3	22
52	2	2	2	3	3	3	2	2	19

ร.อ. ๖๒	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ		
	3	3	3	3	3	3	3	3	
53	3	3	2	2	2	2	2	2	
54	2	2	2	2	2	2	2	3	17
55	3	1	3	3	2	3	3	3	21

เกณฑ์การประเมินระหว่างเรียน/ระดับคุณภาพ

3 คะแนน หมายถึง ระดับ ดีมาก

2 คะแนน หมายถึง ระดับ ดี

1 คะแนน หมายถึง ระดับ พอใช้

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7
เรื่อง ความผิดปกติที่เกิดจากการแปรผันทางพันธุกรรมและโรคทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลข ร.น.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ		8. ตรงเวลา
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
1	3	1	3	2	2	2	3	2	18
2	2	2	3	2	2	3	2	3	19
3	3	2	3	3	3	2	3	2	21
4	2	2	3	3	3	3	3	3	22
5	3	3	3	3	3	3	2	1	21
6	3	3	2	3	3	2	3	3	22
7	2	3	2	2	2	2	3	2	18
8	2	3	2	2	2	3	2	3	19
9	2	3	3	2	2	3	3	2	20
10	2	3	3	3	3	3	3	3	23
11	3	2	2	3	3	2	3	2	20
12	1	2	2	2	3	2	2	3	17
13	2	2	3	2	2	2	3	1	17
14	2	2	3	2	2	3	2	3	19
15	3	3	3	3	2	3	3	2	22
16	3	2	2	3	3	2	2	3	20

ภ.คย ท.๑.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	
17	3	3	2	3	3	3	2	2	21
18	2	3	3	2	3	3	2	3	21
19	2	3	3	2	3	1	3	3	20
20	3	2	2	3	2	3	2	2	19
21	2	3	2	2	2	3	1	3	18
22	3	2	3	2	2	3	2	2	19
23	2	3	2	3	3	3	2	3	21
24	3	3	3	3	3	3	2	2	22
25	1	2	3	3	3	3	3	3	21
26	3	3	2	3	3	2	3	3	22
27	2	3	2	2	2	2	3	2	18
28	3	2	3	2	2	2	3	2	19
29	2	3	3	2	2	3	3	2	20
30	3	3	3	3	3	3	3	2	23
31	2	3	2	3	3	2	2	3	20
32	3	2	2	3	2	2	2	1	17
33	1	3	2	2	2	3	2	2	17
34	3	2	3	2	2	3	2	2	19

ร.ล. เลข	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	
35	2	3	3	2	3	3	3	3	22
36	3	2	2	3	3	2	2	3	20
37	2	2	3	3	3	2	3	3	21
38	3	2	3	3	2	3	3	2	21
39	3	3	1	3	2	3	3	2	20
40	2	2	3	2	3	2	2	3	19
41	2	3	3	3	3	2	2	3	21
42	2	3	1	2	2	2	2	3	17
43	3	3	3	3	3	2	3	1	21
44	3	3	2	2	3	3	2	2	20
45	3	2	2	1	2	3	3	2	18
46	3	2	3	2	2	3	3	2	20
47	2	3	2	3	2	3	3	2	20
48	3	3	2	3	3	2	3	2	21
49	3	3	2	2	2	3	3	2	20
50	3	3	2	2	3	2	2	1	18
51	3	2	2	3	2	3	2	2	19
52	2	2	3	2	2	3	2	2	18

เลข ที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
53	2	2	3	2	2	3	3	2	19
54	2	2	3	2	2	3	3	1	18
55	3	3	3	3	3	2	2	2	21

เกณฑ์การประเมินระหว่างเรียน/ระดับคุณภาพ

3 คะแนน หมายถึง ระดับ ดีมาก

2 คะแนน หมายถึง ระดับ ดี

1 คะแนน หมายถึง ระดับ พอใช้

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงและการแปรผันทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลข ร.บ.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีกระบวนการการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ		8. ตรงเวลา
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
1	2	3	2	2	2	3	1	3	18
2	3	2	3	2	2	3	2	2	19
3	2	3	2	3	3	3	2	3	21
4	3	3	3	3	3	3	2	2	22
5	1	2	3	3	3	3	3	3	21
6	3	3	2	3	3	2	3	3	22
7	2	3	2	2	2	2	3	2	18
8	3	2	3	2	2	2	3	2	19
9	2	3	3	2	2	3	3	2	20
10	3	3	3	3	3	3	3	2	23
11	2	3	2	3	3	2	2	3	20
12	3	2	2	3	2	2	2	1	17
13	1	3	2	2	2	3	2	2	17
14	3	2	3	2	2	3	2	2	19
15	2	3	3	2	3	3	3	3	22
16	3	2	2	3	3	2	2	3	20

เลข ร.บ.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน คุณธรรม	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	
17	2	2	3	3	3	2	3	3	21
18	3	2	3	3	2	3	3	2	21
19	3	3	1	3	2	3	3	2	20
20	2	2	3	2	3	2	2	3	19
21	2	3	3	3	3	2	2	3	21
22	2	3	1	2	2	2	2	3	17
23	3	3	3	3	3	2	3	1	21
24	3	3	2	2	3	3	2	2	20
25	3	2	2	1	2	3	3	2	18
26	3	2	3	2	2	3	3	2	20
27	2	3	2	3	2	3	3	2	20
28	3	3	2	3	3	2	3	2	21
29	3	3	2	2	2	3	3	2	20
30	3	3	2	2	3	2	2	1	18
31	2	3	2	2	2	3	1	3	18
32	3	2	3	2	2	3	2	2	19
33	2	3	2	3	3	3	2	3	21
34	3	3	3	3	3	3	2	2	22

เลข ร.บ.	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีการบันทึกการเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	คุณธรรม	
								8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
35	1	2	3	3	3	3	3	3	21
36	3	3	2	3	3	2	3	3	22
37	2	3	2	2	2	2	3	2	18
38	3	2	3	2	2	2	3	2	19
39	2	3	3	2	2	3	3	2	20
40	3	3	3	3	3	3	3	2	23
41	2	3	2	3	3	2	2	3	20
42	3	2	2	3	2	2	2	1	17
43	1	3	2	2	2	3	2	2	17
44	3	2	3	2	2	3	2	2	19
45	2	3	3	2	3	3	3	3	22
46	3	2	2	3	3	2	2	3	20
47	2	2	3	3	3	2	3	3	21
48	3	2	3	3	2	3	3	2	21
49	3	3	1	3	2	3	3	2	20
50	2	2	3	2	3	2	2	3	19
51	3	1	3	2	2	2	3	2	18
52	2	2	3	2	2	3	2	3	19

ข้อ ที่	รายการพฤติกรรม								ผลการประเมิน
	ด้านความรู้		ด้านทักษะ					ด้าน	คะแนน รวม
	1. การตอบคำถามในชั้นเรียน	2. มีกำรบันทึกรเรียนรู้	3. การสังเกต	4. การลงความคิเห็นจากข้อมูล	5. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	6. การจัดทำและตีความหมาย ข้อมูล	7. ความรับผิดชอบ	8. ตรงเวลา	
	3	3	3	3	3	3	3	3	
53	3	2	3	3	3	2	3	2	21
54	2	2	3	3	3	3	3	3	22
55	3	3	3	3	3	3	2	1	21

เกณฑ์การประเมินระหว่างเรียน/ระดับคุณภาพ

3 คะแนน หมายถึง ระดับ ดีมาก

2 คะแนน หมายถึง ระดับ ดี

1 คะแนน หมายถึง ระดับ พอใช้

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก จ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามนักเรียนขีดฆ่า ทำเครื่องหมายหรือเขียนสิ่งใดๆ ลงในแบบทดสอบ
4. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

1. ข้อใดหมายถึงลักษณะทางพันธุกรรม (ด้านความรู้ความจำ)

- ก. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ควบคุมโดยยีน
- ข. ลักษณะซึ่งถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นต่อไป
- ค. ลักษณะสืบเนื่องกันไปโดยอาศัยเซลล์สืบพันธุ์เป็นสื่อกลาง
- ง. ถูกทุกข้อ

2. ข้อใดเป็นลักษณะพันธุกรรมแบบแปรผันต่อเนื่อง (Continuous variation) ในมนุษย์

- A = ลักษณะผิวเผือก กับผิวปกติ
 B = ลักษณะความสูง
 C = ระดับสติปัญญา
 D = จำนวนชั้นของหนังตา
 E = สีผิว (ด้านความเข้าใจ)

ก. A, B และ C

ข. B, C และ E

ค. A, B, C และ E

ง. A, B, C, D และ E

3. ข้อใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรม (ด้านการนำไปใช้)

- ก. มีแผลเป็นเหมือนพ่อ
- ข. มีนิ้วเท้ายาวเหมือนแม่
- ค. มีรสนิยมการแต่งกายเหมือนพี่สาว
- ง. ชอบรับประทานอาหารรสจัดเหมือนแม่

16. สมมติว่า DNA มีช่วงเบส T A G T A C ซึ่งจะเป็นแบบในการสังเคราะห์ m RNA ลำดับเบสของ m RNA ดังกล่าวคือข้อใด (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

ก. U A G U A C

ข. A U C A T G

ค. A U C A U G

ง. G C T G C A

17. ถ้าพ่อแม่มีลักษณะลิ้นห้อยได้ ให้กำเนิดทารกคนหนึ่งที่มีลิ้นห้อยได้ด้วย ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าอย่างไร (ด้านความเข้าใจ)

ก. ห้อยลิ้นได้เป็นลักษณะเด่น

ข. ทั้งพ่อและแม่อาจเป็น homozygous หรือ heterozygous สำหรับยีนนี้

ค. อย่างน้อยพ่อหรือแม่ต้องเป็น homozygous

ง. ลูกต้องเป็น heterozygous อย่างแน่นอน

18. สิ่งมีชีวิตที่มีจีโนไทป์ AaBbCcDdee ถ้าสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มียีนต่างกันกี่แบบ (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

ก. 4 แบบ

ข. 8 แบบ

ค. 16 แบบ

ง. 24 แบบ

19. สิ่งมีชีวิตที่มีจีโนไทป์เป็น BSbs จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้หลายแบบ เซลล์สืบพันธุ์แบบใดที่ไม่ควรจะเกิดขึ้น (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

ก. BS

ข. Bs

ค. bs

ง. Ss

20. ถ้าต้องการตรวจสอบฟีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตว่าเป็น Homozygous dominance หรือ terozygous จะต้องใช้ตัวทดสอบ (tester) ที่เป็นอย่างไร (ด้านการนำไปใช้)

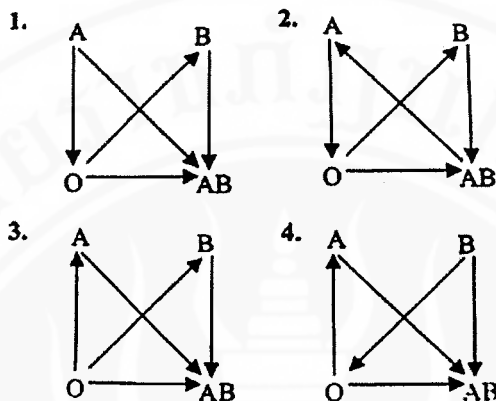
ก. Homozygous recessive

ข. Homozygous dominance

ค. Heterozygous

ง. ถูกทั้งข้อ ก, ข และ ค

21. ข้อใดเป็นแผนภาพการให้เลือดที่ถูกต้องตามหมู่เลือด (ด้านความรู้ความจำ)



ก. รูปที่ 1

ข. รูปที่ 2

ค. รูปที่ 3

ง. รูปที่ 4

22. ในการผสมต้นไม้ดอกสีแดง กับต้นไม้ดอกสีขาวปรากฏว่าได้ลูกเป็นดอกสีชมพูหมดแสดงว่าอย่างไร (ด้านความเข้าใจ)

ก. การผสมนี้เป็น co-dominant

ข. การผสมนี้เป็น complete dominant

ค. การผสมนี้เป็น Incomplete dominant

ง. การผสมนี้เป็น no dominant

23. หมู่เลือดของพ่อแม่คู่ใดที่ลูกทุกคนจะมีหมู่เลือดเดียวกัน (ด้านความเข้าใจ)

ก. A x A

ข. B x B

ค. AB x AB

ง. O x O

24. ลูก 7 คน ของครอบครัวหนึ่งมีหมู่เลือด AB ทุกคน แสดงว่า genotype ของพ่อแม่เป็นอย่างไร (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

ก. $I^A I^A \times I^A I^B$

ข. $I^A I^A \times I^B I^B$

ค. $I^A I^B \times I^A I^B$

ง. $I^A I^B \times I^B I^B$

25. ถ้าแม่มีหมู่เลือด B คลอดลูกแฝดมีหมู่เลือดเป็น O และ A พ่อควรจะมีหมู่เลือดอะไร (ด้านการนำไปใช้)

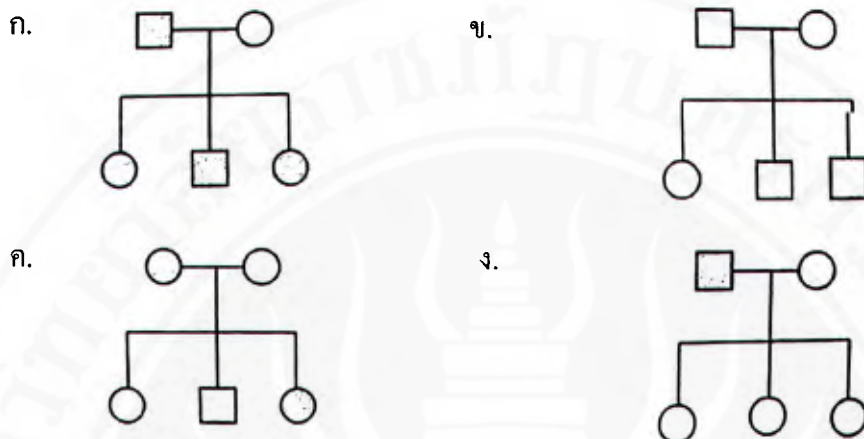
ก. O

ข. B

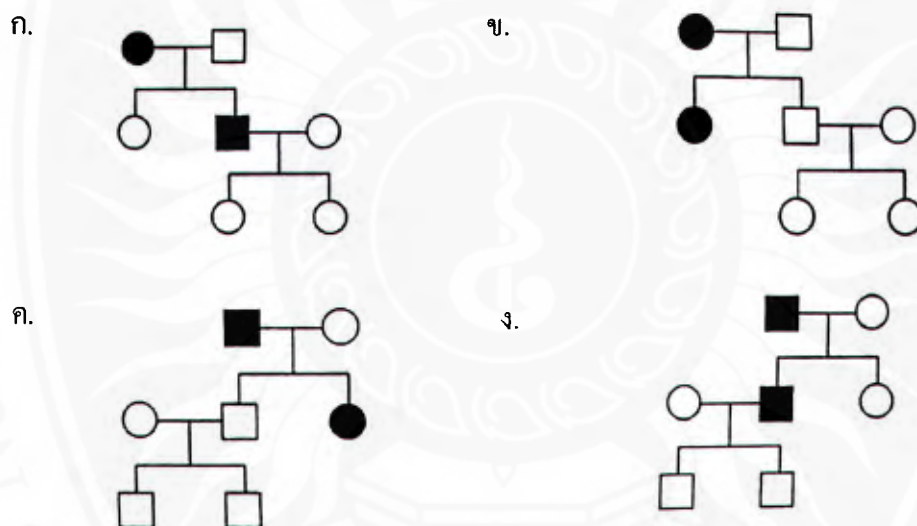
ค. A

ง. A หรือ O

26. ลักษณะพงศาวลีในข้อใดไม่ถูกต้อง (ด้านความรู้ความจำ)



27. ชายคนหนึ่งมีลักษณะนิ้วเกินแต่งงานกับหญิงที่มีนิ้วปกติ มีบุตรชาย 1 คน ที่มีจำนวนนิ้วปกติ และบุตรสาว 1 คน ที่มีลักษณะนิ้วเกิน บุตรชายแต่งงานกับหญิงที่มีจำนวนนิ้วปกติและมีบุตรชาย 2 คน ที่มีจำนวนนิ้วปกติ ข้อใดคือเพดดิกรีของครอบครัวนี้ (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)



28. เด็กชายที่แสดงอาการคาวนที่เกิดจากเซลล์สืบพันธุ์แบบใด (ด้านความรู้ความจำ)

ก. $22X + 22YY$

ข. $22XX + 22Y$

ค. $23 + 23Y$

ง. $23X + 22Y$

29. ลักษณะความผิดปกติชนิดใดที่อยู่บนโครโมโซมเพศหญิงหรือโครโมโซม X (ด้านความรู้ความจำ)

ก. ตาบอดสี

ข. ขนยาวที่ใบหู

ค. นิ้วเท้ามีพังผืด

ง. นิ้วมือเกิน

30. ในประชากรกลุ่มหนึ่งมีผู้ชายเป็นโรคตาบอดสีมากกว่าผู้หญิงประมาณสิบเท่า เพราะเหตุใด (ด้านความเข้าใจ)

- ก. ผู้ชายมีโครโมโซม X โครโมโซมเดียว
- ข. ผู้ชายมีฮอว์มอโนเพศต่างจากผู้หญิง
- ค. ผู้ชายมีโครโมโซม Y
- ง. ประชากรมีเพศชายมากกว่าเพศหญิง

31. ข้อใดที่บ่งบอกว่าลักษณะตาบอดสีเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนที่เกี่ยวข้องกับเพศ (ด้านความเข้าใจ)

- ก. ลักษณะตาบอดสีตรวจพบในครอบครัวที่มีลูกชายมากกว่าลูกสาวเท่านั้น
- ข. ลักษณะตาบอดสีแสดงลักษณะข่มในเพศชายแต่ลักษณะด้อยในเพศหญิง
- ค. ลักษณะตาบอดสีมักพบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง
- ง. ลักษณะตาบอดสีพบเฉพาะในเพศชายเท่านั้น

32. ยีนที่ควบคุมตาบอดสีเป็น recessive sex-linked ถ้าหญิงชายตาปกติมีลูกชายตาบอดสี ผู้มียีนตาบอดสี และถ่ายทอดมายังลูกชายคือใคร (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ก. ปู่หรือย่า
- ข. ตาหรือยาย
- ค. พ่อและแม่
- ง. พ่อ

33. hemophilia เป็นโรคที่ถูกควบคุมโดย recessive allele บน X-chromosome ถ้าผู้หญิงที่เป็นโรคนี้อย่างหนึ่งแต่งงานกับชายปกติผลจะเป็นอย่างไร (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ก. ลูกชายทั้งหมดเป็นโรค
- ข. ลูกสาวทั้งหมดเป็นโรค
- ค. ลูกทุกคนเป็นโรค
- ง. ลูกทุกคนปกติ

34. สามีภรรยาคนหนึ่งมีบุตรตาบอดสีทั้งชายและหญิง จะสรุปได้ว่าอย่างไร (ด้านการนำไปใช้)

- ก. สามีตาปกติ ภรรยาตาบอดสี
- ข. สามีตาบอดสี ภรรยาตาปกติ
- ค. ทั้งสามีและภรรยาตาปกติ แต่ภรรยามียีนเป็นพาหะ
- ง. สามีตาบอดสี ภรรยาตาปกติ

35. ข้อใดเป็นโรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม (ด้านความรู้ความจำ)

- ก. โรคมะเร็ง
- ข. โรคโลหิตไหลไม่หยุด
- ค. โรคเซลล์เม็ดเลือดแดง รูปเคียว
- ง. ข้อ ข และ ค ถูก

36. สารใดเป็นสารก่อมะเร็ง (ด้านความรู้ความจำ)

- | | |
|--------------|--------------|
| ก. เมลานิน | ข. มิวทาเจน |
| ค. แอนโดรเจน | ง. ฮิสโตรเจน |

37. การแต่งงานระหว่างญาติพี่น้องใกล้ชิดกันมักได้ลูกที่ผิดปกติเพราะเหตุใด (ด้านการนำไปใช้)

- ก. ยีนที่เป็นอันตรายมีสมบัติการแสดงออกรุนแรงมากขึ้นในกลุ่มพี่น้อง
 ข. ยีนมิวเทชันมีโอกาสเกิดมากขึ้นในระหว่างพี่กับน้อง
 ค. ยีนด้อยที่เป็นอันตรายมีโอกาสเข้าคู่กันมากขึ้น
 ง. การเปลี่ยนแปลงลำดับเบสของ DNA เหมือนกันระหว่างพี่น้อง

38. ข้อใดต่อไปนี้เป็นมิวเทชัน (ด้านความรู้ความจำ)

- ก. ตาบอดสี
 ข. ลักษณะนิ้วเกิน
 ค. คนผิวขาวในครอบครัวที่มีผิวดำ
 ง. แบคทีเรียหลายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะบางชนิด

39. คำอธิบายเกี่ยวกับมิวเทชันข้อใดถูกต้อง (ด้านความเข้าใจ)

- A = ถ้าเกิดกับแม่แล้วจะต้องถ่ายทอดไปยังลูกเสมอ
 B = ต้องทำการชักนำด้วยสารเคมีหรือรังสีต่างๆ
 C = เป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับยีน ลักษณะที่แสดงออกจะผิดไปจากเดิม
 D = เกิดขึ้นได้ทั้งกับเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์
- | | |
|----------------|----------------|
| ก. ข้อ A และ B | ข. ข้อ B และ C |
| ค. ข้อ C และ D | ง. ข้อ A และ D |

40. แมลงที่ได้รับยาฆ่าแมลงแล้วไม่ตาย สามารถออกลูกหลานได้มากมาย ลูกหลานของแมลงนั้นสามารถทนต่อยาฆ่าแมลง จงกล่าวถึงเหตุผลว่าทำไมถึงเป็นเช่นนี้ (ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ก. ยาฆ่าแมลงทำให้โครโมโซมของแมลงเพิ่มขึ้น
 ข. ยีนเกิดมิวเทชัน มีการสร้างภูมิคุ้มกันขึ้นมา
 ค. แมลงมีการปรับตัวทำให้สามารถต้านทานต่อยาฆ่าแมลง
 ง. แมลงมีชุดของโครโมโซมเปลี่ยนแปลงไป

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ง	21	ค
2	ข	22	ค
3	ข	23	ง
4	ข	24	ข
5	ข	25	ค
6	ค	26	ค
7	ค	27	ค
8	ก	28	ง
9	ก	29	ก
10	ก	30	ก
11	ง	31	ค
12	ข	32	ข
13	ง	33	ก
14	ข	34	ง
15	ข	35	ง
16	ค	36	ข
17	ค	37	ค
18	ข	38	ค
19	ง	39	ค
20	ก	40	ข

ภาคผนวก ฉ

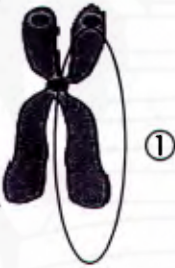
ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556

คำชี้แจง

1. ผู้ประเมิน คือ ผู้เชี่ยวชาญ
2. ผู้ประเมินกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้
 ถ้ากา ✓ ลงในช่อง +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามผลการเรียนรู้ที่ระบุไว้
 ถ้ากา ✓ ลงในช่อง 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ระบุไว้
 ถ้ากา ✓ ลงในช่อง -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ระบุไว้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
1. อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไป ในครอบครัวได้ 1.1 ด้านความรู้ – ความจำ	1. ข้อใดหมายถึงลักษณะทางพันธุกรรม ก. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ควบคุมโดยยีน ข. ลักษณะซึ่งถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นต่อไป ค. ลักษณะสืบเนื่องกันไปโดยอาศัยเซลล์สืบพันธุ์เป็นสื่อกลาง ง. ถูกทุกข้อ 2. ลักษณะทางพันธุกรรมใดที่ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ก. สีผิว ข. สติปัญญา ค. น้ำหนักตัว ง. ความสามารถในการห่อลิ้น			

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
<p>2. อธิบายรูปร่างลักษณะของโครโมโซมได้</p> <p>2.1 ด้านความรู้ – ความจำ</p>	<p>7. นักเรียนจะสามารถพบโครโมโซมได้มากที่สุดบริเวณใดของเซลล์</p> <p>ก. นิวเคลียส ข. เยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>ค. ไซโทพลาสซึม ง. คลอโรพลาสต์</p> <p>8.</p>  <p>จากภาพหมายเลข 1 คือข้อใด</p> <p>ก. เส้นใยโครมาทิน ข. โครมาทิด</p> <p>ค. โครโมโซม ง. เซนโทรเมียร์</p>			
<p>2.2 ด้านความเข้าใจ</p>	<p>9. โครโมโซมมีองค์ประกอบเป็นสารประเภทใด</p> <p>ก. ไขมันและโปรตีน</p> <p>ข. กรดนิวคลีอิกและไขมัน</p> <p>ค. กรดนิวคลีอิกและโปรตีน</p> <p>ง. กรดนิวคลีอิก ไขมัน และโปรตีน</p> <p>10. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับโครโมโซม</p> <p>ก. ออโทโซมทุกคู่จะมีขนาดเท่ากัน</p> <p>ข. ในเซลล์ร่างกายจะมีโครโมโซม 46 แท่ง</p> <p>ค. โครโมโซมแต่ละคู่จะมีจำนวนยีนต่างกัน</p> <p>ง. เซลล์ไข่หรืออสุจิจะมีโครโมโซม 23 แท่ง</p>			

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
2.3 ด้านความเข้าใจ	11. โครโมโซมร่างกายที่มีรูปร่างลักษณะเหมือนกันทุกประการ คือข้อใด ก. เฮเทอโรไซกัสโครโมโซม ข. เฮเทอโรโลกัสโครโมโซม ค. โฮโมไซกัสโครโมโซม ง. โฮโมโลกัสโครโมโซม			
2.4 ด้านการนำไปใช้	12. ถ้านักเรียนเจอโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์ตั้งอยู่ใกล้ปลายสุดของด้านใดด้านหนึ่งมาก จนทำให้แขนข้างหนึ่งสั้นมาก โครโมโซมชนิดนั้นมีชื่อเรียกว่าอะไร ก. เมทาเซนทริก ข. ซับเมทาเซนทริก ค. อะโครเซนทริก ง. เทโลเซนทริก			
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ยีน และสารพันธุกรรมได้ 3.1 ด้านความรู้ – ความจำ	13. ในเซลล์ของคน ออโตโซมหรือโครโมโซมร่างกายหมายถึงโครโมโซมคู่ที่เท่าใด ก. คู่ที่ 1 ข. คู่ที่ 23 ค. คู่ที่ 1-22 ง. คู่ที่ 1-23 14. หน่วยที่ควบคุมและถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมคืออะไร ก. ยีน ข. เซลล์ ค. นิวเคลียส ง. โครโมโซม			
3.2 ด้านความเข้าใจ	15. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เป็นการแสดงออกของยีนคือข้อใด ก. จีโนไทป์ ข. ฟีนไทป์ ค. อัลลีล ง. เซลล์สืบพันธุ์			

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
3.2 ด้านความเข้าใจ	<p>16. คู่ยีนที่มีอิทธิพลต่อลักษณะกรรมพันธุ์เดียวกัน อยู่ตำแหน่งตรงกันในโครโมโซมคู่เหมือนกัน เรียกว่าอะไร</p> <p>ก. แอลลีล ข. จีโนไทป์ ค. ฟีนไทป์ ง. โครโมโซม</p> <p>17. ข้อใดกล่าวถูกต้อง</p> <p>ก. แอลลีลด้อยสามารถแสดงออกได้แม้มีแอลลีลเดียว</p> <p>ข. แอลลีลเด่นสามารถแสดงออกได้แม้มีแอลลีลเดียว</p> <p>ค. แอลลีลเด่นอยู่กับแอลลีลด้อยจะแสดงลักษณะด้อย</p> <p>ง. แอลลีลเด่นอยู่กับแอลลีลด้อยจะแสดงทั้งลักษณะเด่นและลักษณะด้อย</p>			
3.4 ด้านการนำไปใช้	<p>18. ถ้าท่านจะศึกษาโครโมโซมที่มีอยู่ภายในเซลล์ของคนที่มิทั้ง X และ Y ควรจะศึกษาจากเซลล์ใด</p> <p>ก. เม็ดเลือดแดงผู้ชาย</p> <p>ข. อสุจิ</p> <p>ค. เซลล์ร่างกายของผู้ชาย</p> <p>ง. ได้ทั้ง 3 อย่าง</p>			

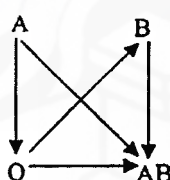
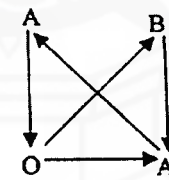
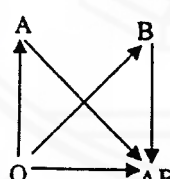
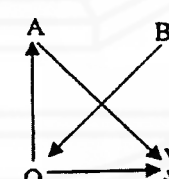
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
<p>4. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสขณะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและแบบไมโอซิสได้</p> <p>4.1 ด้านความรู้-ความจำ</p> <p>4.2 ด้านความเข้าใจ</p>	<p>19. เซลล์ต่อไปนี้ คือ A = อสุจิ B = ไข่ C = เซลล์เม็ดเลือดขาว D = เซลล์ผิวหนัง</p> <p>เซลล์ในข้อใดเกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส</p> <p>ก. A, B ข. A, C ค. B, C ง. C, D</p> <p>20. ข้อใดเป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส</p> <p>ก. แบ่งเซลล์ร่างกาย ข. แบ่งเซลล์จาก 1 เซลล์ เป็น 2 เซลล์ใหม่ ค. จำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่เท่าเดิมคือ 2 ขา ง. ลักษณะสารพันธุกรรมและโครโมโซมในเซลล์ใหม่อาจเปลี่ยนแปลงได้</p> <p>21. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เซลล์ใหม่ที่ได้มีลักษณะเป็นอย่างไร</p> <p>ก. 1 เซลล์ เหมือนเดิมทุกประการ ข. 2 เซลล์ เหมือนเดิมทุกประการ ค. 2 เซลล์ มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม ง. 4 เซลล์ มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม</p>			
<p>4.3 ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>22. แมวตัวหนึ่งมีจำนวนโครโมโซมในนิวเคลียส 38 แท่ง ในเซลล์สืบพันธุ์จะมีโครโมโซมเท่าใด</p> <p>ก. 16 คู่ ข. 16 แท่ง ค. 38 แท่ง ง. 38 คู่</p>			

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
4.3 ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	23. แอลลีลของยีนหนึ่งจะจับคู่กันในช่วงใดของกระบวนการสร้างไข่ ก. Interphase I ข. Prophase I ค. Metaphase I ง. Telophase I			
5. บอกความสำคัญของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ 5.1 ด้านความเข้าใจ	24. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร ก. ทำให้สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโต ข. ทำให้มีเซลล์ใหม่ทดแทนเซลล์ที่ชำรุด ค. ทำให้สิ่งมีชีวิตมีจำนวนโครโมโซมคงที่ในทุกรุ่น ง. ทำให้เกิดการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์ 2 เพศ 25. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส แตกต่างจากไมโอซิสอย่างไร ก. ไมโทซิสใช้เวลานานกว่าไมโอซิส ข. ไมโทซิสเป็นการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ไมโอซิสสร้างเซลล์ร่างกาย ค. ไมโทซิสได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ ไมโอซิสได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ง. ไมโทซิสไม่มีการไซแนปซิส ไคแอสมาและครอสซิงโอเวอร์ แต่ไมโอซิสมี			

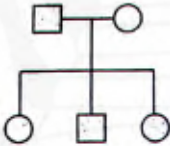
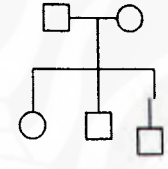
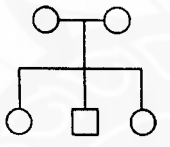
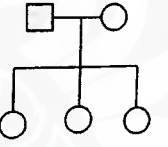
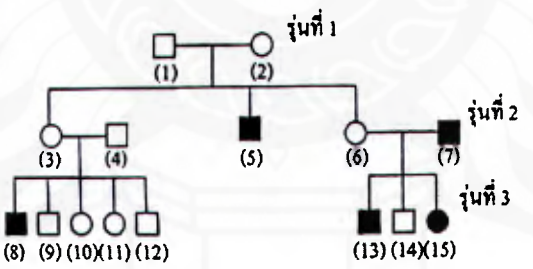
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
5.3 ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	<p>26. เซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งแบบไมโอซิส มีสารพันธุกรรมเหมือนเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด</p> <p>ก. เหมือนแน่นอน เพราะมีการจำลองโครโมโซมขึ้นมาอีก 1 ชุด</p> <p>ข. เหมือนแน่นอน เพราะมีการแบ่งเซลล์ครั้งเดียวเป็นการแบ่งครึ่งโครโมโซม</p> <p>ค. อาจไม่เหมือนเดิม เพราะขณะแบ่งเซลล์อาจเกิดความผิดพลาด มีบางส่วนของโครโมโซมขาดหายไป</p> <p>ง. อาจไม่เหมือน เพราะขณะแบ่งเซลล์มีการแลกเปลี่ยนบางส่วนของโครโมโซมจากการไซแนปซิส ไคแอสมา และครอสซิงโอเวอร์</p>			
<p>6. อธิบายโครงสร้างพื้นฐานของดีเอ็นเอและบทบาทสำคัญของดีเอ็นเอในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้</p> <p>6.1 ด้านความรู้ – ความจำ</p>	<p>27. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสามารถพบได้ที่ใด</p> <p>ก. นิวเคลียส</p> <p>ข. นิวเคลียส และไซโทพลาซึม</p> <p>ค. ไซโทพลาซึม</p> <p>ง. เซลล์สืบพันธุ์</p> <p>28. สารใน DNA ข้อใดที่ไม่มีใน RNA</p> <p>ก. น้ำตาลไรโบส และเบสไธมีน</p> <p>ข. น้ำตาลไรโบส และเบสยูราซิล</p> <p>ค. น้ำตาลดีออกซีไรโบสและเบสไธมีน</p> <p>ง. น้ำตาลดีออกซีไรโบส และเบสยูราซิล</p>			

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
6.2 ด้านความเข้าใจ	<p>29. โมเลกุลของกรดนิวคลีอิกชนิดต่างๆ มีขนาดแตกต่างกันดังข้อใด</p> <p>ก. DNA > t RNA > m RNA ข. DNA > m RNA > t RNA ค. m RNA > DNA > t RNA ง. DNA > m RNA = t RNA</p> <p>30. ถ้ายึดสายโมเลกุล DNA ออก จะได้โครงสร้างเหมือนกับบันได ส่วนที่เปรียบได้กับขั้นบันไดคือส่วนใด</p> <p>ก. น้ำตาล – ฟอสเฟต ข. เบส – น้ำตาล ค. เบส – เบส ง. พันธะคู่ระหว่าง O กับ C</p>			
6.3 ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	<p>31. สมมติว่า DNA มีช่วงเบส T A G T A C ซึ่งจะเป็นแบบในการสังเคราะห์ m RNA ลำดับ เบสของ m RNA ดังกล่าวคือข้อใด</p> <p>ก. U A G U A C ข. A U C A T G ค. A U C A U G ง. G C T G C A</p>			
6.4 ด้านการนำไปใช้	<p>32. เซลล์ที่มีชีวิตสามารถสังเคราะห์โปรตีนเองได้จากคำสั่งของ DNA แต่มนุษย์เรายังต้องรับประทานโปรตีนให้พอเพียงต่อความต้องการของร่างกาย เพราะเหตุ</p> <p>ก. เซลล์สังเคราะห์โปรตีนได้ในปริมาณไม่เพียงพอ กับความต้องการของร่างกาย</p> <p>ข. โปรตีนที่เซลล์สังเคราะห์ขึ้นเอง ไม่เข้าสู่วัฏจักรเครบส์เพื่อสร้างพลังงาน</p>			

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
6.4 ด้านการนำไปใช้	<p>ค. เซลล์ต้องการวัตถุดิบที่จำเป็นบางอย่างจากโปรตีนที่รับประทานเข้าไป เพื่อใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนของตัวเอง</p> <p>ง. เซลล์สังเคราะห์โปรตีนได้ไม่ครบทุกชนิดที่จำเป็นต่อการเจริญของร่างกาย</p>			
<p>7. อธิบายทฤษฎีการถ่ายทอดพันธุกรรมของเมนเดลได้</p> <p>7.1 ด้านความรู้ – ความจำ</p>	<p>33. เมนเดลได้ศึกษาเรื่องราวของพันธุกรรม โดยค้นพบหลักเกณฑ์ในข้อใด</p> <p>ก. สิ่งมีชีวิตถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไปสู่รุ่นหนึ่ง</p> <p>ข. เมื่อมีการปฏิสนธิ ทั้งยีนและโครโมโซมจะถูกถ่ายทอดไปสู่ลูกพร้อมๆ กัน</p> <p>ค. โครโมโซมจะแยกกันอยู่อย่างอิสระ เมื่อมีการปฏิสนธิ จะมีการรวมกันของโครโมโซมอีกครั้งหนึ่ง</p> <p>ง. ยีนที่อยู่เป็นคู่ๆ ในสิ่งมีชีวิตจะแยกออกจากกันอย่างอิสระเมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และจะกลับมารวมกันอีกครั้งเมื่อมีการปฏิสนธิ</p>			
7.2 ด้านความเข้าใจ	<p>34. การที่เมนเดลได้ชื่อว่าเป็นบิดาแห่งวิชาแห่งพันธุศาสตร์ได้ทำการทดลองโดยใช้ถั่วนั้น คุณสมบัติพิเศษของถั่วนี้คือข้อใด</p> <p>ก. มี cross-pollination</p> <p>ข. มี self-pollination</p> <p>ค. เพาะปลูกง่าย</p> <p>ง. หาพันธุ์ได้ง่าย</p>			

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
7.4 ด้านการนำไปใช้	<p>39. ถ้าต้องการตรวจสอบฟีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตว่าเป็น Homozygous dominance หรือ Heterozygous จะต้องใช้ตัวทดสอบ (tester) ที่เป็นอย่างไร</p> <p>ก. Homozygous recessive ข. Homozygous dominance ค. Heterozygous ง. ถูกทั้งข้อ ก, ข และ ค</p> <p>40. เซลล์หนึ่งมีนิวเคลียสที่ประกอบด้วยโครโมโซม AaBb ถ้าเซลล์นี้ผ่านขบวนการไมโอซิสนิวเคลียสที่ได้เป็นผลลัพธ์จะมีกี่ชนิด และเป็นสัดส่วนเท่าใด</p> <p>ก. 2 ชนิด AB และ ab สัดส่วน 1:1 ข. 2 ชนิด Ab และ aB สัดส่วน 1:1 ค. 2 ชนิด Aa และ Bb สัดส่วน 1:1 ง. 4 ชนิด AB , Ab , aB และ ab สัดส่วน 1:1:1:1</p>			
<p>8. อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่นอกเหนือกฎของเมนเดลได้</p> <p>8.1 ด้านความรู้ – ความจำ</p>	<p>41. ข้อใดเป็นแผนภาพการให้เลือดที่ถูกต้องตามหมู่เลือด</p> <p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p> <p>ก. รูปที่ 1 ข. รูปที่ 2 ค. รูปที่ 3 ง. รูปที่ 4</p>			

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
8.2 ด้านความเข้าใจ	<p>42. ในการผสมต้นไม้ดอกสีแดง กับต้นไม้ดอกสีขาว ปรากฏว่าได้ลูกเป็นคอกสีชมพูหมดแสดงว่าอย่างไร</p> <p>ก. การผสมนี้เป็น co-dominant ข. การผสมนี้เป็น complete dominant ค. การผสมนี้เป็น Incomplete dominant ง. การผสมนี้เป็น no dominant</p> <p>43. ถ้าให้ลูกที่ได้ในข้อ 42. ซึ่งเป็นสีชมพูผสมกันเอง จะได้ลูกมี phenotype สีแดง : สีชมพู : สีขาว เป็นเท่าไร</p> <p>ก. 2:1:2 ข. 2:2:1 ค. 1:2:1 ง. 1:1:1</p> <p>44. หมู่เลือดของพ่อแม่คูใดที่ลูกทุกคนจะมีหมู่เลือดเดียวกัน</p> <p>ก. A x A ข. B x B ค. AB x AB ง. O x O</p> <p>45. ในครอบครัวหนึ่งมีลูกเพียง 2 คน และลูกทั้ง 2 คน มีเลือดหมู่โอ จะสรุปว่าพ่อแม่มีเลือดหมู่ใด</p> <p>ก. หมู่โอทั้งคู่ ข. หมู่เอและบี ค. หมู่เอหรือบีหรือโอ ง. หมู่เอหรือบีหรือโอหรือเอบี</p>			

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
8.4 ด้านการนำไปใช้	<p>50. ถ้าแม่มีหมู่เลือด B คลอดลูกแฝดมีหมู่เลือดเป็น O และ A พ่อควรจะมีหมู่เลือดอะไร</p> <p>ก. O ข. B</p> <p>ค. A ง. A หรือ O</p>			
<p>9. อธิบายสัญลักษณ์และการเขียนเพศคิรีถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้</p> <p>9.1 ด้านความรู้-ความจำ</p> <p>9.2 ด้านความเข้าใจ</p>	<p>51. ลักษณะพงศวลีในข้อใดไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p> <p>52. จากพงศวลีของครอบครัวหนึ่ง พบว่ามีคนเป็นโรคโลหิตไหลไม่หยุด ซึ่งถูกควบคุมโดยยีนด้อยที่แฝงอยู่บนโครโมโซม X ใครในรุ่นที่ 2 เป็นพาหะของโรคนี</p> <p></p> <p>○ ผู้หญิงปกติ ; □ ผู้ชายปกติ ; ■ ผู้ที่เป็นโรคโลหิตไหลไม่หยุด</p> <p>ก. หมายเลข 3 ข. หมายเลข 4</p> <p>ค. หมายเลข 5 ง. หมายเลข 6</p>			

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
10.2 ด้านความเข้าใจ	<p>59. ในประชากรกลุ่มหนึ่งมีผู้ชายเป็นโรคตาบอดสีมากกว่าผู้หญิงประมาณสิบเท่า เพราะเหตุใด</p> <p>ก. ผู้ชายมีโครโมโซม X โครโมโซมเดียว</p> <p>ข. ผู้ชายมีฮอว์โมนเพศต่างจากผู้หญิง</p> <p>ค. ผู้ชายมีโครโมโซม Y</p> <p>ง. ประชากรมีเพศชายมากกว่าเพศหญิง</p> <p>60. ข้อใดที่บ่งบอกว่าลักษณะตาบอดสีเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนที่เกี่ยวข้องกับเพศ</p> <p>ก. ลักษณะตาบอดสีตรวจพบในครอบครัวที่มีลูกชายมากกว่าลูกสาวเท่านั้น</p> <p>ข. ลักษณะตาบอดสีแสดงลักษณะข่มในเพศชายแต่ลักษณะด้อยในเพศหญิง</p> <p>ค. ลักษณะตาบอดสีมักพบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง</p> <p>ง. ลักษณะตาบอดสีพบเฉพาะในเพศชายเท่านั้น</p> <p>61. ครอบครัวตระกูลหนึ่งไม่มีประวัติการแต่งงานในหมู่เครือญาติแต่พบผู้ชายส่วนมากเป็นโรคกรรมพันธุ์เกี่ยวกับกล้ามเนื้อลีบผิดปกติ ทั้งในรุ่นลูก, หลาน และเหลน สมมติฐานที่ดีที่สุดเกี่ยวกับแบบแผนการถ่ายทอดยีนนี้ควรเป็นอย่างไร</p> <p>ก. โรคนี้ควบคุมยีนด้อยที่มีอยู่น้อยในประชากร</p> <p>ข. ลักษณะนี้ถ่ายทอดโดยยีนด้อยที่อยู่ในโครโมโซม Y</p> <p>ค. โรคนี้ควบคุมโดยยีนเด่นที่อยู่ในโครโมโซม X</p> <p>ง. ลักษณะนี้ถ่ายทอดโดยยีนด้อยที่เกี่ยวข้องกับเพศ</p>			

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
10.3 ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	<p>65. hemophilia เป็นโรคที่ถูกควบคุมโดย recessive Allele บน X-chromosome ถ้าผู้หญิงที่เป็นโรคนี้อย่างหนึ่งแต่งงานกับชายปกติผลจะเป็นอย่างไร</p> <p>ก. ลูกชายทั้งหมดเป็นโรค ข. ลูกสาวทั้งหมดเป็นโรค ค. ลูกทุกคนเป็นโรค ง. ลูกทุกคนปกติ</p> <p>66. สามีภรรยาคนหนึ่งไม่มีใครเป็นโรค hemophilia ลูกทั้งหญิงและชายก็ไม่มี ต่อมาลูกหญิงไปแต่งงานกับชายคนหนึ่ง ปรากฏว่าหลานชายของสามีภรรยาคนดังกล่าวเป็นโรคคนหนึ่ง ส่วนอีกคนหนึ่งไม่เป็นอยากทราบว่า genotype ของพ่อแม่คู่แรกเป็นอย่างไร (ให้ X^c เป็นโครโมโซมที่มี gene hemophilia X เป็นโครโมโซมปกติ)</p> <p>ก. XX และ X^cY ข. XX^c และ XY ค. X^cX^c และ X^cY ง. XX และ XY</p> <p>67. โรคฮีโมฟีเลีย ควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซม X และเป็นลักษณะด้อย ชายคนหนึ่งบิดาของเขาเป็นโรคนี้นั้นแต่งงานกับครอบครัวของผู้หญิงที่ไม่มีประวัติการเป็นโรคนี้นมาก่อน จะบอกโอกาสที่บุตรของเขาจะเป็นโรคนี้นี้</p> <p>ก. ไม่มีโอกาสเลย ข. มีลูกชายเท่านั้นที่เป็นโรค ค. 25 % ของลูกจะเป็นโรค ง. 50 % ของลูกจะเป็นโรค</p>			

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
11.3 ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	73. ในจำนวน 4 ปัญหาที่กล่าวถึงข้างล่างนี้ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ genetics น้อยที่สุดคือข้อใด ก. การบอกเพศว่าหญิงหรือชาย ข. การคัดเลือกเอาพันธุ์พืชหรือพันธุ์สัตว์ที่เป็นประโยชน์ ค. การเกิดสิ่งมีชีวิตสปีชีส์ต่างๆมากมายในโลก ง. การเกิดมีคนที่ เป็นโรคประสาทมากในปัจจุบัน			
11.4 ด้านการนำไปใช้	74. การแต่งงานระหว่างญาติพี่น้องใกล้ชิดกันมักได้ลูกที่ผิดปกติเพราะเหตุใด ก. ยีนที่เป็นอันตรายมีสมบัติการแสดงออกรุนแรงมากขึ้นในกลุ่มพี่น้อง ข. ยีนมิวเทชันมีโอกาสเกิดมากขึ้นในระหว่างพี่น้อง ค. ยีนด้อยที่เป็นอันตรายมีโอกาสเข้าคู่กันมากขึ้น ง. การเปลี่ยนแปลงลำดับเบสของ DNA เหมือนกันระหว่างพี่น้อง			
12. อธิบายความหมายและสาเหตุของการเกิดการกลายรวมทั้งประโยชน์และโทษของการกลายได้	75. ข้อใดต่อไปนี้เป็นมิวเทชัน ก. ตาบอดสี ข. ลักษณะนิ้วเกิน ค. คนผิวขาวในครอบครัวที่มีผิวดำ ง. แบคทีเรียหลายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะบางชนิด			
12.1 ด้านความรู้-ความจำ				

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
12.2 ด้านความเข้าใจ	<p>76. เพราะเหตุใดการเพิ่มความผันแปรทางพันธุกรรม (genetics variability) ของสิ่งมีชีวิตจึงถือว่าเป็นประโยชน์ต่อการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ</p> <p>ก. ทำให้สิ่งมีชีวิตมีขนาดใหญ่ขึ้น</p> <p>ข. สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมเพื่อการอยู่รอดได้</p> <p>ค. ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่</p> <p>ง. ทำให้จำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิตคงที่</p> <p>77. คำอธิบายเกี่ยวกับมิวเทชันข้อใดถูกต้อง</p> <p>A = ถ้าเกิดกับแม่แล้วจะต้องถ่ายทอดไปยังลูกเสมอ</p> <p>B = ต้องทำการชักนำด้วยสารเคมีหรือรังสีต่างๆ</p> <p>C = เป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับยีน ลักษณะที่แสดงออกจะผิดไปจากเดิม</p> <p>D = เกิดขึ้นได้ทั้งกับเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์</p> <p>ก. ข้อ A และ B ข. ข้อ B และ C</p> <p>ค. ข้อ C และ ง. ข้อ A และ D</p> <p>78. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการเกิดมิวเทชันตามธรรมชาติ</p> <p>ก. เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชนิดของน้ำตาลเพนโทสใน DNA</p> <p>ข. เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์ใน DNA</p> <p>ค. เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนหมู่ฟอสเฟตใน DNA</p> <p>ง. เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนสายนิวคลีโอไทด์ใน DNA</p>			

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
12.3 ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	<p>79. เพราะเหตุใดกล้วยหอมไม่มีเมล็ดอย่างกล้วยป่าและกล้วยตานี</p> <p>ก. สถานที่ปลูกไม่ใช่ป่าจึงปรับตัวตามสภาพแวดล้อมใหม่</p> <p>ข. เกิดยีนมิวเทชันทำให้เป็นหมัน</p> <p>ค. เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมบางแห่ง</p> <p>ง. เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนชุดโครโมโซม</p> <p>80. แมลงที่ได้รับยาฆ่าแมลงแล้วไม่ตาย สามารถออกลูกหลานได้มากมาย ลูกหลานของแมลงนั้นสามารถทนต่อยาฆ่าแมลง จงกล่าวถึงเหตุผลว่าทำไมถึงเป็นเช่นนี้</p> <p>ก. ยาฆ่าแมลงทำให้โครโมโซมของแมลงเพิ่มขึ้น</p> <p>ข. ยีนเกิดมิวเทชัน มีการสร้างภูมิคุ้มกันขึ้นมา</p> <p>ค. แมลงมีการปรับตัวทำให้สามารถต้านทานต่อยาฆ่าแมลง</p> <p>ง. แมลงมีชุดของโครโมโซมเปลี่ยนแปลงไป</p>			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

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

ตารางที่ 12 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลการเรียนรู้ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
	2	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	3	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	4	1	1	1	1	ใช้ได้
	5	1	1	1	1	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	ใช้ได้
2	7	1	1	1	1	ใช้ได้
	8	1	1	1	1	ใช้ได้
	9	1	1	1	1	ใช้ได้
	10	1	1	1	1	ใช้ได้
	11	1	0	0	0.33	ใช้ไม่ได้
3	12	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	13	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	14	1	1	1	1	ใช้ได้
	15	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	16	-1	1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
	17	-1	1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
	18	-1	1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
4	19	1	1	1	1	ใช้ได้
	20	1	1	1	1	ใช้ได้
	21	1	1	1	1	ใช้ได้
	22	1	1	1	1	ใช้ได้
	23	1	1	1	1	ใช้ได้
5	24	1	1	1	1	ใช้ได้
	25	1	1	1	1	ใช้ได้

ตารางที่ 12 (ต่อ)

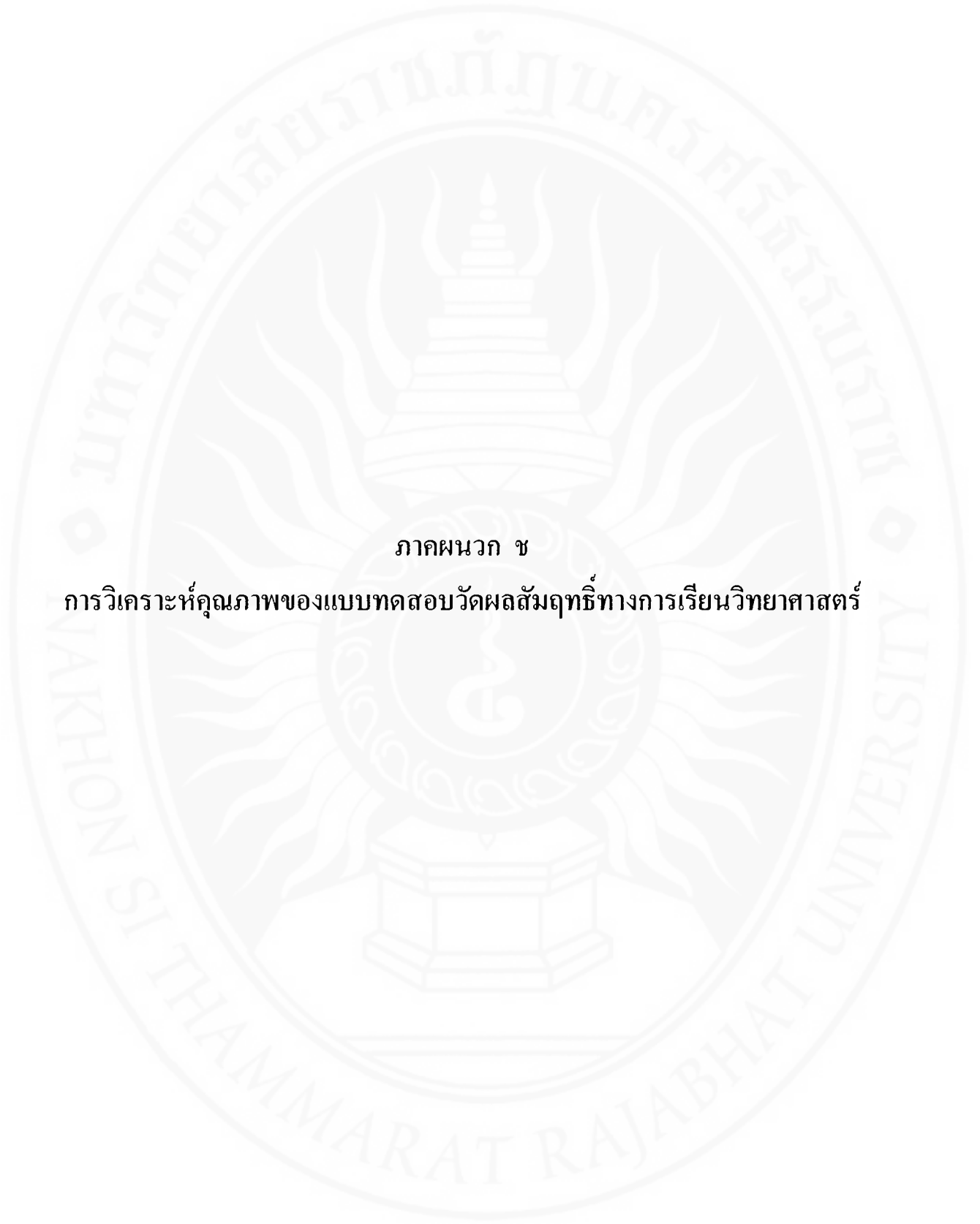
ผลการ เรียนรู้ข้อที่	ข้อสอบข้อ ที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
6	26	1	1	1	1	ใช้ได้
	27	1	1	1	1	ใช้ได้
	28	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	29	1	1	1	1	ใช้ได้
	30	1	1	1	1	ใช้ได้
	31	1	1	1	1	ใช้ได้
7	32	1	1	1	1	ใช้ได้
	33	1	1	1	1	ใช้ได้
	34	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	35	1	1	1	1	ใช้ได้
	36	1	1	1	1	ใช้ได้
	37	1	1	1	1	ใช้ได้
	38	1	1	1	1	ใช้ได้
	39	1	1	1	1	ใช้ได้
	40	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	8	41	1	1	1	1
42		1	1	1	1	ใช้ได้
43		0	1	1	0.67	ใช้ได้
44		1	1	1	1	ใช้ได้
45		1	1	1	1	ใช้ได้
46		1	1	1	1	ใช้ได้
47		1	1	1	1	ใช้ได้
48		1	1	1	1	ใช้ได้
49		1	1	1	1	ใช้ได้
50		1	1	1	1	ใช้ได้
9	51	1	1	1	1	ใช้ได้

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ผลการ เรียนรู้ข้อที่	ข้อสอบข้อ ที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	52	1	1	1	1	ใช้ได้
	53	1	1	1	1	ใช้ได้
	54	1	1	1	1	ใช้ได้
10	55	1	-1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
	56	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	57	1	1	1	1	ใช้ได้
	58	1	1	1	1	ใช้ได้
	59	1	1	1	1	ใช้ได้
	60	1	1	1	1	ใช้ได้
	61	1	1	1	1	ใช้ได้
	62	1	1	1	1	ใช้ได้
	63	1	1	1	1	ใช้ได้
	64	1	1	1	1	ใช้ได้
	65	1	1	1	1	ใช้ได้
	66	1	1	1	1	ใช้ได้
	67	1	1	1	1	ใช้ได้
	68	1	1	1	1	ใช้ได้
11	69	1	1	1	1	ใช้ได้
	70	1	1	1	1	ใช้ได้
	71	1	1	1	1	ใช้ได้
	72	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	73	1	1	1	1	ใช้ได้
	74	1	1	1	1	ใช้ได้
12	75	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	76	1	1	1	1	ใช้ได้
	77	1	1	1	1	ใช้ได้

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ผลการ เรียนรู้ข้อที่	ข้อสอบข้อ ที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	78	1	1	1	1	ใช้ได้
	79	1	1	1	1	ใช้ได้
	80	1	1	1	1	ใช้ได้



ภาคผนวก ช

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 13 ค่าค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์

ข้อ สอบ ข้อที่	IOC	จำนวนคนตอบถูก		ค่าความ ยากง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	สรุปผล	ข้อ สอบ จริง
		กลุ่มสูง (Ru)	กลุ่มต่ำ (Re)				
1	1	8	4	0.43	0.29	ใช้ได้	1
2	0.67	4	3	0.25	0.07	ใช้ไม่ได้	
3	0.67	8	4	0.43	0.29	ใช้ได้	
4	1	7	0	0.25	0.50	ใช้ได้	
5	1	10	7	0.61	0.21	ใช้ได้	2
6	1	5	0	0.50	0.57	ใช้ได้	3
7	1	5	0	0.18	0.36	ใช้ไม่ได้	
8	1	7	0	0.25	0.50	ใช้ได้	4
9	1	4	3	0.25	0.07	ใช้ไม่ได้	
10	1	13	10	0.82	0.21	ใช้ได้	5
11	0.33	-	-	-	-	-	
12	0.67	11	6	0.61	0.36	ใช้ได้	6
13	0.67	11	3	0.50	0.57	ใช้ได้	7
14	1	9	6	0.54	0.21	ใช้ได้	8
15	0.67	7	0	0.25	0.50	ใช้ได้	9
16	0.33	-	-	-	-	-	
17	0.33	-	-	-	-	-	
18	0.33	-	-	-	-	-	
19	1	8	4	0.43	0.29	ใช้ได้	10
20	1	5	0	0.28	0.36	ใช้ได้	11
21	1	10	7	0.61	0.21	ใช้ได้	12
22	1	7	5	0.43	0.14	ใช้ไม่ได้	
23	1	6	6	0.43	0.00	ใช้ไม่ได้	
24	1	5	3	0.29	0.14	ใช้ไม่ได้	

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ สอบ ข้อที่	IOC	จำนวนคนตอบถูก		ค่าความ ยากง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	สรุปลด	ข้อ สอบ จริง
		กลุ่มสูง (Ru)	กลุ่มต่ำ (Re)				
25	1	11	3	0.50	0.57	ใช้ได้	13
26	1	4	2	0.21	0.14	ใช้ไม่ได้	
27	1	9	6	0.54	0.21	ใช้ได้	14
28	0.67	7	1	0.29	0.43	ใช้ได้	15
29	1	4	4	0.29	0.00	ใช้ไม่ได้	
30	1	7	1	0.29	0.43	ใช้ได้	
31	1	6	2	0.29	0.29	ใช้ได้	16
32	1	6	2	0.29	0.29	ใช้ได้	
33	1	7	2	0.32	0.36	ใช้ได้	
34	0.67	7	3	0.36	0.29	ใช้ได้	
35	1	3	1	0.14	0.14	ใช้ไม่ได้	
36	1	7	2	0.32	0.36	ใช้ได้	17
37	1	9	5	0.50	0.29	ใช้ได้	18
38	1	9	6	0.54	0.21	ใช้ได้	19
39	1	7	0	0.25	0.50	ใช้ได้	20
40	0.67	4	2	0.21	0.14	ใช้ไม่ได้	
41	1	9	5	0.50	0.29	ใช้ได้	21
42	1	9	5	0.50	0.29	ใช้ได้	22
43	0.67	3	1	0.14	0.14	ใช้ไม่ได้	
44	1	7	4	0.39	0.21	ใช้ได้	23
45	1	4	0	0.14	0.29	ใช้ไม่ได้	
46	1	5	4	0.32	0.07	ใช้ไม่ได้	
47	1	4	0	0.50	0.29	ใช้ได้	24
48	1	4	2	0.21	0.14	ใช้ไม่ได้	
49	1	4	0	0.14	0.29	ใช้ไม่ได้	

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ สอบ ข้อที่	IOC	จำนวนคนตอบถูก		ค่าความ ยากง่าย (P)	ค่าอำนาจ		ข้อ สอบ จริง
		กลุ่มสูง (Ru)	กลุ่มต่ำ (Re)		จำแนก (r)	สรุปผล	
50	1	9	6	0.54	0.21	ใช้ได้	25
51	1	7	4	0.39	0.21	ใช้ได้	26
52	1	7	0	0.25	0.50	ใช้ได้	
53	1	9	6	0.54	0.21	ใช้ได้	27
54	1	6	4	0.36	0.14	ใช้ไม่ได้	
55	0.33	-	-	-	-	-	
56	0.67	10	3	0.46	0.50	ใช้ได้	28
57	1	5	2	0.25	0.21	ใช้ได้	29
58	1	2	0	0.07	0.14	ใช้ไม่ได้	
59	1	10	6	0.57	0.29	ใช้ได้	30
60	1	9	5	0.50	0.29	ใช้ได้	31
61	1	7	5	0.43	0.14	ใช้ไม่ได้	
62	1	2	1	0.11	0.07	ใช้ไม่ได้	
63	1	8	2	0.36	0.43	ใช้ได้	32
64	1	4	4	0.29	0.00	ใช้ไม่ได้	
65	1	11	5	0.57	0.43	ใช้ได้	33
66	1	6	2	0.29	0.29	ใช้ได้	
67	1	5	2	0.25	0.21	ใช้ได้	
68	1	6	3	0.32	0.21	ใช้ได้	34
69	1	10	5	0.54	0.36	ใช้ได้	35
70	1	8	4	0.43	0.29	ใช้ได้	36
71	1	6	1	0.25	0.36	ใช้ได้	
72	0.67	6	4	0.36	0.14	ใช้ไม่ได้	
73	1	5	3	0.29	0.14	ใช้ไม่ได้	
74	1	8	5	0.46	0.21	ใช้ได้	37

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ สอบ ข้อที่	IOC	จำนวนคนตอบถูก		ค่าความ ยากง่าย (P)	ค่าอำนาจ		ข้อ สอบ จริง
		กลุ่มสูง (Ru)	กลุ่มต่ำ (Re)		จำแนก (r)	สรุปผล	
75	0.67	10	7	0.61	0.21	ใช้ได้	38
76	1	3	3	0.21	0.00	ใช้ไม่ได้	
77	1	8	3	0.39	0.36	ใช้ได้	39
78	1	8	3	0.39	0.36	ใช้ได้	
79	1	4	0	0.14	0.29	ใช้ได้	
80	1	9	5	0.50	0.29	ใช้ได้	40

ตารางที่ 14 ค่า p และ q ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ตอบถูก (คน)	p	q	pq
1	48	0.87	0.13	0.11
2	36	0.65	0.35	0.23
3	37	0.67	0.33	0.22
4	46	0.84	0.16	0.13
5	30	0.55	0.45	0.25
6	36	0.65	0.35	0.23
7	36	0.65	0.35	0.23
8	41	0.75	0.25	0.19
9	26	0.47	0.53	0.25
10	37	0.67	0.33	0.22
11	34	0.62	0.38	0.24
12	33	0.6	0.4	0.24
13	25	0.45	0.55	0.25
14	34	0.62	0.38	0.24
15	37	0.67	0.33	0.22
16	30	0.55	0.45	0.25
17	37	0.67	0.33	0.22
18	24	0.44	0.56	0.25
19	25	0.45	0.55	0.25
20	15	0.27	0.73	0.2
21	35	0.64	0.36	0.23
22	25	0.45	0.55	0.25
23	30	0.55	0.45	0.25
24	36	0.65	0.35	0.23
25	36	0.65	0.35	0.23
26	35	0.64	0.36	0.23

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อที่	ตอบถูก (คน)	p	q	pq
27	34	0.62	0.38	0.24
28	18	0.51	0.49	0.25
29	22	0.4	0.6	0.24
30	20	0.36	0.64	0.23
31	29	0.53	0.47	0.25
32	33	0.6	0.4	0.24
33	32	0.58	0.42	0.24
34	22	0.4	0.6	0.24
35	26	0.47	0.53	0.25
36	25	0.45	0.55	0.25
37	30	0.55	0.45	0.25
38	26	0.47	0.53	0.25
39	20	0.36	0.64	0.23
40	28	0.51	0.49	0.25
$\sum pq$				9.25

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	31	961	26	24	576
2	29	841	27	17	289
3	19	361	28	30	900
4	25	625	29	19	361
5	18	324	30	26	676
6	30	900	31	26	676
7	17	289	32	15	225
8	28	784	33	31	961
9	24	576	34	15	225
10	18	324	35	27	729
11	26	676	36	16	256
12	15	225	37	28	784
13	28	784	38	16	256
14	18	324	39	25	625
15	24	576	40	14	196
16	31	961	41	30	900
17	18	324	42	29	841
18	30	900	43	17	289
19	28	784	44	15	225
20	16	256	45	29	841
21	33	1089	46	17	289
22	16	256	47	26	676
23	17	289	48	19	361
24	28	784	49	30	900
25	16	256	50	18	324

ตารางที่ 15 (ต่อ)

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
51	30	900	54	22	484
52	29	841	55	14	196
53	19	361			
รวม				1256	30632

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สูตร KR-20

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

s_t^2 แทน คะแนนแปรปรวนทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ

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

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum [X])^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนคนที่เข้าสอบทั้งหมด

จาก

$$\begin{aligned}\sum pq &= 9.25 \\ \sum x &= 1256 \\ \sum x^2 &= 30632 \\ N &= 55 \\ n &= 40\end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned}s_t^2 &= \frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{(55)(30632) - (1256)^2}{2970} = 36.10\end{aligned}$$

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned}r_t &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right] \\ &= \frac{40}{40-1} \left[1 - \frac{9.25}{36.10} \right] \\ &= \blacksquare \\ &= \blacksquare = 0.7622\end{aligned}$$

ภาคผนวก ข

แบบประเมินและผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

แบบประเมินผลแผนการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ คือ

เหมาะสมมากที่สุด ให้ 5 คะแนน

เหมาะสมมาก ให้ 4 คะแนน

เหมาะสมปานกลาง ให้ 3 คะแนน

เหมาะสมน้อย ให้ 2 คะแนน

เหมาะสมน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการเรียนรู้
 โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ต้องการ

รายการประเมิน	มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
1. สาระสำคัญ 1.1 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย 1.2 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน 1.3 ความถูกต้อง 1.4 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน					
2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 2.1 ประเมินผลได้ 2.2 ช้อความชัดเจนเข้าใจง่าย 2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน 2.4 สามารถสอนให้บรรลุตามผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง					
3. เนื้อหาสาระ 3.1 มีความชัดเจน ไม่สับสน และ น่าสนใจ 3.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน 3.3 เหมาะสมกับเวลาที่สอน 3.4 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 3.5 คำและภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของ					

รายการประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
4. นักเรียนสื่อ และแหล่งเรียนรู้ 4.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 4.2 สนองจุดประสงค์การเรียนรู้ 4.3 เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน 4.4 ได้รับความสนใจของผู้เรียน 4.5 ประหยัดเวลาในการสอน 4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ					
5. กิจกรรมการเรียนการสอน 5.1 สอดคล้องกับเนื้อหา 5.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 5.3 เหมาะสมกับเวลาที่สอน 5.4 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน 5.5 ได้รับความสนใจของผู้เรียน 5.6 ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน 5.7 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม					
6. การวัดผลและประเมินผล 6.1 สอดคล้องกับเนื้อหา 6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 6.3 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้ 6.4 เครื่องมือที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน 6.5 ส่งเสริมการวัดความรู้ เจตคติและกระบวนการ					

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

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

เกณฑ์การประเมิน

ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
4.51 – 5.00	ความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	ความเหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	ความเหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	ความเหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	ความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตารางที่ 16 คะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องลักษณะทางพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
	1	2	3			
1. สาระสำคัญ						
1.1 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	5	4.33	0.57	เหมาะสมมาก
1.2 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	4	5	4.33	0.57	เหมาะสมมาก
1.3 ความถูกต้อง	4	4	5	4.33	0.57	เหมาะสมมาก
1.4 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	4	4	5	4.33	0.57	เหมาะสมมาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 ประเมินผลได้	4	5	5	4.66	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 ชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.66	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	5	5	4.66	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
2.4 สามารถสอนให้บรรลุตามผล การเรียนรู้ที่คาดหวัง	4	5	5	4.66	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
3. เนื้อหาสาระ						
3.1 มีความชัดเจน ไม่สับสนและ น่าสนใจ	4	5	5	4.66	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับเวลาที่สอบ						
3.4 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	5	4	5	4.66	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
3.5 คำและภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัย ของนักเรียน	4	5	5	4.66	0.57	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
	1	2	3			
4. นักเรียนสื่อ และแหล่งเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4	5	5	4.66	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 สนองจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 เหมาะสมกับระดับชั้นและวัย ของผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
4.4 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4.33	0.57	เหมาะสมมาก
4.5 ประหยัดเวลาในการสอน	4	4	5	4.33	0.57	เหมาะสมมาก
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนการสอน						
5.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.66	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4	5	5	4.66	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	3	5	4.00	1.00	เหมาะสมมาก
5.4 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
5.5 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	5	4.00	1.00	เหมาะสมมาก
5.6 ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน	4	5	5	4.66	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
5.7 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	5	5	4.66	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
6. การวัดผลและประเมินผล						
6.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	3	5	4.33	1.15	เหมาะสมมาก
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	3	5	4.33	1.15	เหมาะสมมาก
6.3 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ ระบุไว้ได้	5	4	5	4.66	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
6.4 เครื่องมือที่ใช้เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
6.5 ส่งเสริมการวัดความรู้ เจตคติ และกระบวนการ	4	5	5	4.66	0.57	เหมาะสมมากที่สุด

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวผการัตน์ โรจน์ดวง
วัน เดือน ปีเกิด	2 เมษายน 2532
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 4/535 หมู่บ้านการเคหะ ถนนพัฒนาการคูขวาง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2543	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทวดทอง อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
พ.ศ. 2549	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
พ.ศ. 2553	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
พ.ศ. 2556	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช