

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา
เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
กรกฎาคม 2559

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา
เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
กรกฎาคม 2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ดวงพร สมจันทร์ตา (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์
ของพืช. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญาณิพนธ์: อาจารย์ ดร.มนตรี มณีภาค, วท.ด.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เรื่องกายวิภาคของพืช
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 3 หัวข้อ ได้แก่ โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและ
สารอาหาร และผลและเมล็ด และใช้แบบแผนการทดลอง one-group pretest-posttest design กับ
กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 43 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา
2558 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพรรณนา
และสถิติที่เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า
นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนในเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบ (7.28 ± 1.08) การ
ลำเลียงน้ำและสารอาหาร (8.11 ± 1.13) และผลและเมล็ด (9.42 ± 1.28) สูงวกาก่อนเรียน ($2.88 \pm$
 0.98 , 3.39 ± 0.99 และ 5.05 ± 1.29) ตามลำดับ ($p < .05$) และมีความก้าวหน้าการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าคะแนนหลังเรียน ($7.30 \pm$
 1.01 , 7.13 ± 0.97 และ 7.56 ± 0.91) สูงวกาก่อนเรียน (3.06 ± 1.12 , 3.25 ± 1.09 และ $3.37 \pm$
 0.98 , ตามลำดับ) ($p < .05$). และมีความก้าวหน้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง

A DEVELOPMENT OF PROBLEM SOLVING ABILITIES IN SCIENCE FOR UPPER SECONDARY
STUDENTS LEARNING THROUGH STEM EDUCATION APPROACH IN PLANT ANATOMY



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Biology
at Srinakharinwirot University
July 2016

Doungporn Somjanta. (2016). *A development of problem solving abilities in science for upper secondary student learning through STEM education approach in plant anatomy.*

Master thesis, M.Ed (Biology). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Thesis Advisor: Montree Maneepark, Ph.D.

The objective of this research was to compare problem solving skills and levels of learning achievement among the participants between pretest and posttest. The participants learned about three topics in plant anatomy (i.e., leaf structure and function, water transport in plants and fruits and seeds) through STEM education. A one-group pretest-posttest design was employed in this research. The participants consisted of forty-three Grade-11 students in the academic year 2015. The data were analyzed with descriptive statistics and *t*-test to compare the pretest and posttest scores. The results indicated that the posttest scores regarding problem solving skills in leaf structure and function (7.28 ± 1.08), water transport in plants (8.11 ± 1.13), and fruits and seeds (9.42 ± 1.28) were higher than the pretest scores (2.88 ± 0.98 , 3.93 ± 0.99 and 5.05 ± 1.29 respectively) ($p < .05$). The posttest scores of the students on learning achievement on the three topics (7.30 ± 1.01 , 7.13 ± 0.97 , and 7.56 ± 0.91) were higher than pretest scores. (3.06 ± 1.12 , 3.25 ± 1.09 and 3.37 ± 0.98 respectively) ($p < .05$).

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

เรื่อง กายวิภาคศาสตร์ของพืช

ของ

ดวงพร สมจันทร์ตา

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปรินทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2559

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา

.....ประธาน

(อาจารย์ ดร.มนตรี มณีภาค)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.มนตรี มณีภาค)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและให้คำปรึกษา
แนวทางการทำปริญญานิพนธ์จาก อาจารย์ ดร. มนต์รี มณีภาค อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบ
ขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยา รั้งษ์รุจิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ อาจารย์ ดร.อินทนนท์ กลศาสตร์เสนี อาจารย์ ดร.ธนิต ศิริบุญ และครู
เพชรรัตน์ ศรีวิลัย ผู้เชี่ยวชาญที่เสียสละเวลาในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้พร้อมกับ
ให้คำแนะนำอย่างดีที่สุดสำหรับการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย และ
รองศาสตราจารย์ ดร.พรณี ลีกิจวัฒนา ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษาและคณะครูโรงเรียนขนาดใหญ่ เขต
วังทองหลาง ที่ได้อนุเคราะห์ให้ผู้วิจัยใช้นักเรียนในการดำเนินงานวิจัยเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ
ในงานวิจัยและดำเนินการทดลอง ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ
เป็นอย่างสูงสำหรับทุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

ส่วนสุดท้ายผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ที่เป็นกำลังใจให้ตลอดมา
ประโยชน์ของงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบให้บิดามารดาและคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์
ประสาทวิชาให้แก่ผู้วิจัย

ดวงพร สมจันทร์ตา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายการวิจัย	2
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตการวิจัย	4
สมมติฐานของการวิจัย	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	8
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช	10
การเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา	16
การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	20
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
3 วิธีดำเนินการวิจัย	31
การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง	31
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	31
การเก็บรวบรวมข้อมูล	37
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	42
4 ผลการศึกษา	45
การพัฒนาการจัดการเรียนรู้และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	45
การตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	46
การตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	51

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 (ต่อ)	
การตรวจสอบความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	54
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	58
ความมุ่งหมายของการวิจัย	58
สมมติฐานงานวิจัย	58
สรุปผลของการวิจัย	58
อภิปรายผลของการวิจัย	59
ข้อเสนอแนะ	63
ผลกระทบ	64
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	70
ภาคผนวก ก	71
ภาคผนวก ข	73
ภาคผนวก ค	84
ภาคผนวก ง	139
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	151

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 วิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา.....	8
2 แบบแผนการทดลอง	38
3 การปรับแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ.....	41
4 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างจาก สถิติที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน	47
5 ความก้าวหน้าทางด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง.....	50
6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียนของ กลุ่มตัวอย่างจากสถิติที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน	51
7 ความก้าวหน้าทางเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง.....	54
8 ค่าความพึงพอใจการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในหัวข้อกายวิภาคศาสตร์ของพืช	54

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ผังมโนทัศน์เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบ	10
2 ประเภทของใบ	11
3 โครงสร้างภายในของใบ	11
4 ผังมโนทัศน์เรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหาร	12
5 การลำเลียงน้ำเข้าสู่รากพืช	13
6 การลำเลียงน้ำจากส่วนรากสู่ส่วนยอด	13
7 การลำเลียงอาหาร	14
8 ผังมโนทัศน์เรื่องผลและเมล็ด	14
9 ประเภทของผล	15
10 ส่วนประกอบของเมล็ด	16
11 ลำดับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	18
12 การวิจัยแบบขดลวด	39
13 คำดัชนีความก้าวหน้าทางด้านการเรียนรู้อัตราความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบ	48
14 คำดัชนีความก้าวหน้าทางด้านการเรียนรู้อัตราความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การลำเลียงน้ำและสารอาหาร	49
15 คำดัชนีความก้าวหน้าทางด้านการเรียนรู้อัตราความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ผลและเมล็ด	50
16 คำดัชนีความก้าวหน้าทางด้านการเรียนรู้อัตราความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบ	52
17 คำดัชนีความก้าวหน้าทางด้านการเรียนรู้อัตราความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การลำเลียงน้ำและสารอาหาร	53
18 คำดัชนีความก้าวหน้าทางด้านการเรียนรู้อัตราความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ผลและเมล็ด	53

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันโลกของเราได้ก้าวเข้าสู่ยุคเทคโนโลยีสารสนเทศในศตวรรษที่ 21 โดยเป็นยุคที่มีการแข่งขันทางด้านต่าง ๆ สูง เช่น ด้านการศึกษา เศรษฐกิจ การประกอบอาชีพ เป็นต้น ดังนั้น บุคคลในศตวรรษที่ 21 ต้องเป็นบุคคลที่มีการสื่อสารอย่างรวดเร็ว ต้องมีทักษะในการดำรงชีวิตที่สังคมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีอยู่ 3 ด้าน คือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะชีวิตและการทำงาน และทักษะทางด้านสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี (สุพรรณิ ซาญประเสริฐ. 2556)

การจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนตามสภาพสังคมในศตวรรษที่ 21 โดยต้องมีการเสริมทักษะให้กับผู้เรียนและควรสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และฉบับที่ 3 พุทธศักราช 2553 ยกตัวอย่างเช่นในหมวด 4 มาตราที่ 24 ที่ว่าการจัดการศึกษาต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสม มีความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและมีการจัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนกัน โดยการประยุกต์ความรู้ที่ได้เพื่อแก้ไขและป้องกันปัญหา ส่วนการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 นั้นเน้นการศึกษาตลอดชีวิตมีวิธีการที่ยืดหยุ่นเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง เน้นทักษะการคิดการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังมีการประเมินตามสภาพจริงและนักเรียนได้มีการประเมินตนเอง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ควรมีการปรับวิธีการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเข้ากับยุคศตวรรษที่ 21 (สุพรรณิ ซาญประเสริฐ. 2557)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงสนใจการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปตามสังคม สามารถนำไปประยุกต์ในการทำงานได้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการศาสตร์ที่ใช้การแก้ปัญหาผ่านสถานการณ์ ซึ่งผู้เรียนต้องทำงานร่วมกันและสื่อสารเพื่อเกิดความเข้าใจ ทำให้ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดความสนใจสืบเสาะหาความรู้จนทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาและสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้ โดยต้องเข้ากับการเรียนรู้ในเนื้อหา ซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหา และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Carnevale; et al. 2011) และจากการใช้การจัดการเรียน

การสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ (Cox; et al. 2016) และมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น (Chung. 2014) ในการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาคือการนำศาสตร์ทั้ง 4 ศาสตร์บูรณาการเข้าด้วยกัน ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์โดยใช้ขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทำโครงการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ จากการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ก่อให้เกิดเทคโนโลยีที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ส่วนวิศวกรรมในทางสะเต็มศึกษาระดับโรงเรียนหมายถึงการสร้างการดัดแปลง การทำต้นแบบรวมถึงการคิดและการออกแบบโดยการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ (สุพรรณิ ชาญ ประเสริฐ. 2556) เนื่องจากในปัจจุบันทางสถาบันส่งเสริมการสอนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ริเริ่มการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษามาระยะหนึ่งแล้ว และได้นำเข้าสู่โรงเรียนและสถาบันการศึกษาในปี พ.ศ. 2557 แต่เนื่องจากการนำมาใช้ในประเทศไทยได้ไม่นาน จึงทำให้มีรายงานการวิจัยกับนักเรียนไทยค่อนข้างน้อย

ในบทเรียนของวิชาชีววิทยาได้มีส่วนประกอบของเนื้อหาเป็นจำนวนมาก และเนื้อหาที่มีความยากในวิชาชีววิทยามีหลายเรื่อง หนึ่งในนั้นคือเรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช โดยเฉพาะการลำเลียงน้ำและสารอาหารเนื่องจากเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้ยาก (Bahar; et al. 1999) ทั้งที่เป็นเรื่องที่ใกล้ตัวและสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้จึงมีความสำคัญในการศึกษาอย่างมาก และจากประสบการณ์จัดการเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของผู้วิจัยได้พบปัญหานักเรียนในชั้นเรียนส่วนใหญ่ยังให้ความสนใจการจัดการเรียนรู้ต่ำ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ตามเกณฑ์คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหากายในชั้นเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ดังที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ใน เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัย ผู้วิจัยกำหนดหัวข้อที่ใช้ในงานวิจัย จำนวน 2 หัวข้อดังนี้

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวิชาชีววิทยา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้การเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

ความสำคัญของการวิจัย

ในปัจจุบันจำเป็นต้องปรับการเรียนการสอนให้เข้ากับยุคในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากบุคคลที่อาศัยอยู่ในยุคศตวรรษที่ 21 เรียนเฉพาะเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางเท่านั้นยังไม่เพียงพอแต่จำเป็นต้องเสริมทักษะทั้ง 3 ด้านให้แก่ผู้เรียนประกอบด้วย ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะชีวิตและการทำงาน และทักษะทางด้านสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี โดยทักษะเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถดำรงชีวิตอยู่ในศตวรรษที่ 21 ได้ แต่ในปัจจุบันผู้เรียนยังคงขาดทักษะที่สำคัญในการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้ โดยการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงสนใจการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยเป็นการบูรณาการศาสตร์ 4 ศาสตร์เข้าด้วยกัน คือวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์โดยใช้การทำโครงการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ จากการบูรณาการความรู้ เนื่องจากช่วยส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ให้กับผู้เรียน แต่เนื่องจากนำมาใช้ในประเทศไทยได้ไม่นานมีงานวิจัยกับนักเรียนค่อนข้างน้อย(สุพรรณิ ชญา ประเสริฐ. 2556) และในวิชาชีววิทยาได้พบว่าเนื้อหากายวิภาคศาสตร์ของพืชมีความยาก (Bahar; et al. 1999) และจากการสังเกต ผู้วิจัยพบปัญหาในชั้นเรียน คือนักเรียนยังให้ความสนใจในการจัดการเรียนการสอนน้อยและมีทักษะการแก้ปัญหาต่ำกว่าเกณฑ์ตามเกณฑ์คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาในเรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ในการดำรงชีวิตเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และผู้สนใจ

ขอบเขตทางการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือเรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช โดยมีการอ้างอิงในแบบเรียนวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ตามหัวข้อดังนี้

1. โครงสร้างและหน้าที่ของใบ
2. การลำเลียงน้ำและสารอาหาร
3. ผลและเมล็ด

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดใหญ่ เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) จากการสังเกตปัญหาภายในชั้นเรียนที่ผู้วิจัยได้รับผิดชอบสอน จำนวน 43 คน

ระยะเวลาที่ใช้จัดการเรียนการสอน

ระยะเวลาที่ใช้การจัดการเรียนการสอน คือภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เดือน พฤศจิกายน 2558 – มกราคม 2559 ระยะเวลาทั้งหมด 9 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวม 27 คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง กายวิภาคของพืช
2. ตัวแปรตาม คือความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกายวิภาคของพืช

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ โดยใช้ศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือการสร้าง ออกแบบ นวัตกรรมใหม่ๆ โดยการจัดการเรียนรู้ใช้แนวทางการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ (สุพรรณิ ซาญประเสริฐ. 2556)

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (identify a challenge) คือนักเรียนต้องตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation)

ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (explore ideas) คือขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา (plan and develop) คือการวางแผนการดำเนินงาน โดยผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล (test and evaluate) คือขั้นตอนการทดสอบและประเมินการใช้งานเพื่อแก้ปัญหา และนำผลที่ได้จากการทดสอบและประเมิน มาปรับปรุงและพัฒนา ผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น ขั้นตอนนี้อาจเกิดได้หลายครั้ง

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (present the solution) คือขั้นที่นักเรียนต้องนำเสนอ ผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือความรู้ ความสามารถของผู้เรียนในการเรียน ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน สามารถวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในรูปแบบต่างๆ โดยใช้แบบทดสอบปรนัยของ Klopfer (ภพ เลหาไพบูลย์. 2537 ; อ้างอิงจาก Klopfer. 1971) ได้กล่าวว่าการประเมินความรู้ในทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ดังนี้

1) ความรู้ ความจำ คือพฤติกรรมที่ผู้เรียนมีการแสดงความจำในเรื่องต่างๆ จากการค้นคว้า เช่น การอ่านหนังสือหรือจากการบรรยาย

2) ความเข้าใจ คือการใช้ความรู้มาอธิบายกฎเกณฑ์ต่างๆ ได้ แบ่งเป็น เข้าใจข้อเท็จจริงและเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง

3) กระบวนการวิทยาศาสตร์ คือพฤติกรรมที่ผู้เรียนหาความรู้และแก้ปัญหา โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เป็นวิธีในการหาความรู้ มีขั้นตอนดังนี้ (1) ระบุปัญหา (2) ตั้งสมมติฐาน (3) ดำเนินการทดลอง (4) สังเกตขณะทดลอง (5) รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล และ(6) สรุปผลการทดลอง

4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ คือพฤติกรรมที่ผู้เรียนนำหลักการ ทฤษฎี วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ใหม่ได้ แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ (1) ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน (2) ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่นที่เป็นปัญหาเดียวแต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป (3) ปัญหาที่เป็นเรื่องของกระบวนการนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือการคิดแก้ปัญหา การใช้ความรู้ ความคิด และทักษะอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหาย่างสมบูรณ์ เนื่องจากมีระบบแบบแผน มีการใช้เหตุผล ใช้แบบทดสอบอัตนัย แบบสถานการณ์ โดยแบ่งขั้นตอนดังต่อไปนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2530)

- 1) **ขั้นระบุปัญหา** คือการระบุปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ในขอบเขตที่กำหนดให้
- 2) **ขั้นวิเคราะห์ปัญหา** คือการระบุ จำแนกถึงสาเหตุที่สามารถเป็นไปได้ โดยต้องพิจารณาจากสถานการณ์ หรือ ข้อเท็จจริงที่ได้กำหนดไว้
- 3) **ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา** คือการวางแผน หาแนวทางการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุหรือเสนอแนวทางวิธีที่นำไปสู่การแก้ปัญหอย่างเหมาะสม
- 4) **ขั้นตรวจสอบวิธีการ** คือความสามารถที่อธิบาย ว่าผลที่ได้จากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับปัญหา และเกิดผลการแก้ปัญหอย่างไร

สมมติฐานงานวิจัย

1. เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวิชาชีววิทยา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ
2. เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวิชาชีววิทยา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จัดทำเสนอดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 3.1 ความเป็นมาของการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 3.2 ความหมายของการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา
 - 3.3 องค์ประกอบของการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา
 - 3.4 กระบวนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 4.2 วิธีการคิดแก้ปัญหา
 - 4.3 การเรียนการสอนกับการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 เป็นหลักสูตรที่เพิ่มเติมเนื้อหา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช เพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดีและมีความสามารถในการแข่งขันระดับโลกและกระทรวงศึกษาธิการยังมีนโยบายส่งเสริมผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสันติ โดยในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียน มีการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนโดยมีผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเกี่ยวข้องกับเรื่อง กายวิภาคศาสตร์ของพืช ดังนี้

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา วิเคราะห์และสำรวจ โครงสร้างและหน้าที่ของราก ลำต้น ใบ ดอก ผลและเมล็ด การสังเคราะห์แสงและปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสง ฮอโมนพืช โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การอภิปราย การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล เพื่อให้เกิดความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม ค่านิยม คุณลักษณะที่พึงประสงค์ ตระหนักถึงความสำคัญของชีววิทยาต่อการดำรงชีวิต

ตาราง 1 ตารางวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
1.อธิบายโครงสร้างภายนอก ภายในและหน้าที่ของใบพืช	ใบพืชประกอบด้วยส่วนที่เป็นก้านติดกับลำต้นเรียกว่าก้านใบ ส่วนที่แผ่ออกเรียกว่าแผ่นใบ มีขนาด ความหนาบาง รูปร่าง ต่างกัน กลางแผ่นใบจะมีเส้นกลางใบ อาจมีหูใบบริเวณโคนก้านใบ ใบพืชแบ่งออกตามการจัดเรียงใบเป็น 2 ประเภทคือ ใบเดี่ยว คือบนก้านใบหนึ่งก้านจะมีใบที่มีแผ่นใบติดอยู่เพียงใบเดียว เช่น มะม่วง พริก และใบประกอบ คือบนก้านใบหนึ่งใบมีแผ่นใบหลายแผ่นหรือใบย่อย เช่น มะขาม มะพร้าว ใบพืชแบ่งตามชนิดของพืชเป็น 2 ประเภท คือพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เส้นใบแยกออกจากเส้นกลางใบทั้งสองด้านขนานกัน เช่น กล้วย ใบเตย และพืชใบเลี้ยงคู่ เส้นใบแยกออกจากเส้นกลางใบทั้งสองด้านขนานแบบขนนก หรือแบบร่างแห เช่น ใบมะม่วง มะกรูด การศึกษาโครงสร้างภายใน การตัดตามขวางของใบพบบริเวณเนื้อเยื่อดังนี้ Epidermis เป็นชั้นที่อยู่นอกสุด

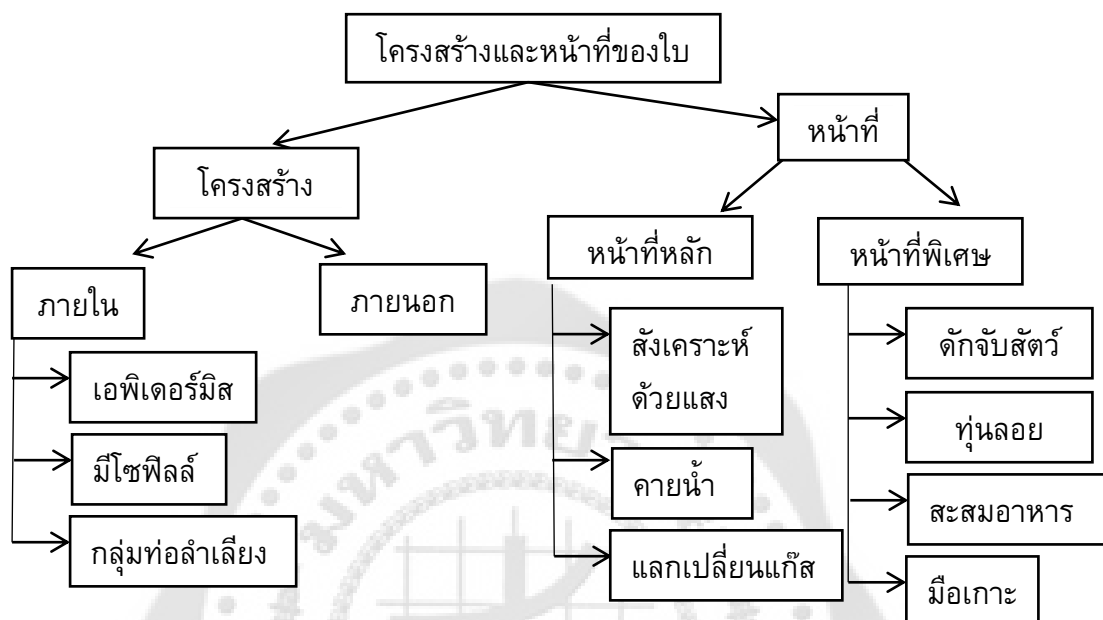
ตาราง 1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
	Mesophyll ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาที่มีคลอโรพลาสต์ จำนวนมาก อยู่ระหว่างชั้น Epidermis และ Vascular bundle Vascular bundle พบตามเส้นกลางใบและเส้นใบย่อย ประกอบด้วย Xylem และ Phloem
2. อธิบายและบอกความแตกต่างการลำเลียงน้ำและสารอาหารของพืช	การลำเลียงน้ำและสารอาหารผ่านเซลล์ราก ใช้หลักการแพร่ เพราะปกติสารละลายภายในเซลล์รากจะเข้มข้นกว่าน้ำ ภายนอกราก การลำเลียงน้ำผ่านเซลล์รากเกิดขึ้นได้ 2 วิธี คือ การลำเลียงน้ำไปตามผนังเซลล์หรือช่องว่างระหว่างเซลล์ เรียกว่าอโพลาสต์ และลำเลียงน้ำผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีก เซลล์หนึ่งช่องทางพลาสโมเดสมาตา เรียกว่าซิมพลาสต์การ ลำเลียงสารอาหารในรากมี 2 วิธี คือการลำเลียงแบบไม่ใช้ พลังงานและการลำเลียงแบบใช้พลังงาน
3. อธิบายส่วนประกอบและหน้าที่ของผลและเมล็ด และบอกความแตกต่างของผลแต่ละชนิด	ผลจะห่อหุ้มเมล็ด หลังการปฏิสนธิออวุลเจริญไปเป็นเมล็ด รังไข่ เจริญไปเป็นผลห่อหุ้มเมล็ด และผนังรังไข่จะเปลี่ยนไปเป็นผนัง ผล ผลแบ่งออกได้ 3 ประเภทตามกำเนิดและลักษณะของผล คือผลเดี่ยว ผลกลุ่ม และผลรวม เมล็ดเจริญมาจากออวุล ประกอบด้วยเปลือกหุ้มเมล็ด ช่วย ป้องกันอันตรายแก่เมล็ด เอ็มบริโอคือส่วนที่จะเจริญไปเป็นต้น พืช และเอนโดสเปิร์มคืออาหารเลี้ยงเอ็มบริโอ

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง กายวิภาคศาสตร์ของพืช

1. โครงสร้างและหน้าที่ของใบ

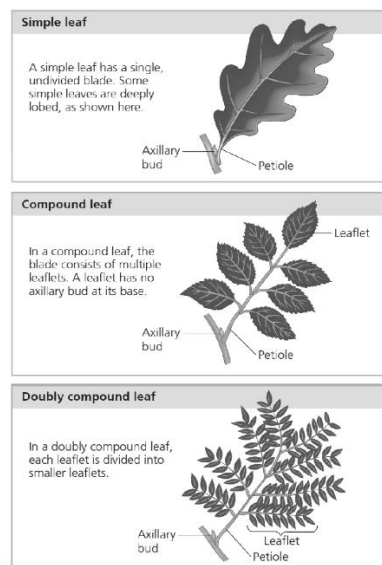
แผนผังมโนทัศน์



ภาพประกอบ 1 แผนผังมโนทัศน์เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบ

1.1 โครงสร้างภายนอกของใบ

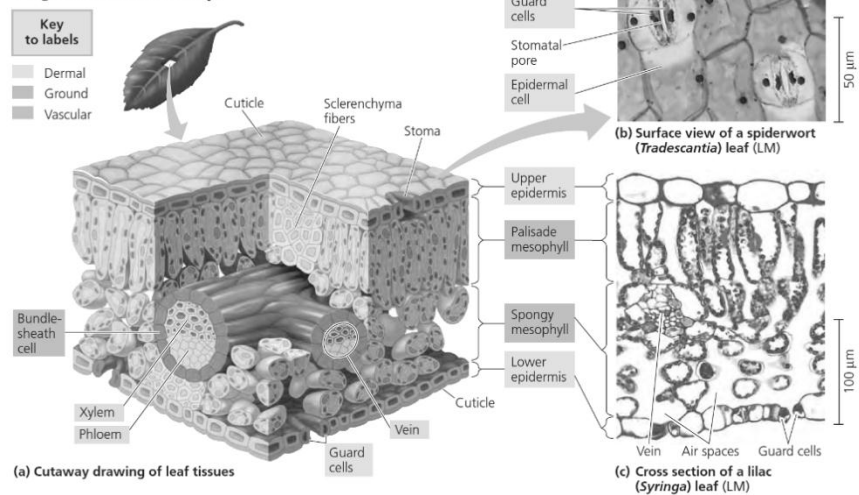
ใบพืชประกอบด้วยส่วนที่เป็นก้านติดกับลำต้นเรียกว่าก้านใบ ส่วนที่แผ่ออกเรียกว่าแผ่นใบ มีขนาด ความหนาบาง รูปร่างต่างกัน กลางแผ่นใบจะมีเส้นกลางใบ อาจมีหูใบบริเวณโคนก้านใบ ใบพืชสามารถจำแนกตามการจัดเรียงใบเป็น 2 ประเภทคือ ใบเดี่ยว ซึ่งบนก้านใบหนึ่งก้านจะมีใบที่มีแผ่นใบติดอยู่เพียงใบเดียว และใบประกอบ ซึ่งบนก้านใบหนึ่งใบมีแผ่นใบหลายแผ่นหรือใบย่อย และสามารถแบ่งตามชนิดของใบพืชเป็น 2 ประเภท คือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยว เส้นใบแยกออกจากเส้นกลางใบทั้งสองด้านขนานกัน เช่น กล้วย ใบเตย และพืชใบเลี้ยงคู่ เส้นใบแยกออกจากเส้นกลางใบทั้งสองด้านขนานแบบขนนก หรือแบบร่างแห (Campbell et al., 2002)



ภาพประกอบ 2 ประเภทของใบ

ที่มา: Campbell; et al. 2011

▼ Figure 35.18 Leaf anatomy.



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างภายในของใบ

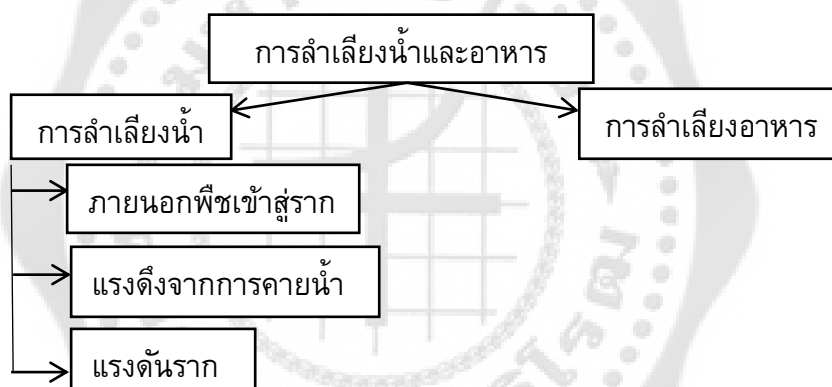
ที่มา: Campbell; et al. 2011

1.2 โครงสร้างภายในของใบ

โครงสร้างภายในของใบประกอบด้วยเนื้อเยื่อดังนี้ เอพิเดอร์มิส (epidermis) เป็นชั้นที่อยู่นอกสุด โดยแบ่งเป็นบริเวณเอพิเดอร์มิสด้านบน (upper epidermis) และเอพิเดอร์มิสด้านล่าง (lower epidermis) ประกอบไปด้วย เซลล์คุม สารคิวทิน และอาจมีเซลล์ขนบนเอพิเดอร์มิสชั้นมีโซฟิลล์ (mesophyll) ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาที่มีคลอโรพลาสต์จำนวนมาก อยู่ระหว่างชั้นเอพิเดอร์มิส พบเซลล์รูปร่างต่างกัน 2 แบบคือ 1) แพลลิสแอดมีโซฟิลล์ (Palisade mesophyll) มัพบอยู่กับเอพิเดอร์มิสด้านบน เซลล์รูปร่างยาว เรียงตัวตั้งฉากกับผิวใบ 2) สปันจ์มีโซฟิลล์ (Spongy mesophyll) เซลล์รูปร่างไม่แน่นอน เรียงตัวทิศทางต่างๆ เกิดช่องว่างระหว่างเซลล์มาก และกลุ่มท่อลำเลียง (Vascular bundle) พบตามเส้นกลางใบและเส้นใบย่อย ประกอบด้วยไซเล็ม (xylem) และโฟลเอ็ม (phloem) (Campbell et al., 2011)

2 การลำเลียงน้ำและอาหาร

แผนผังมโนทัศน์



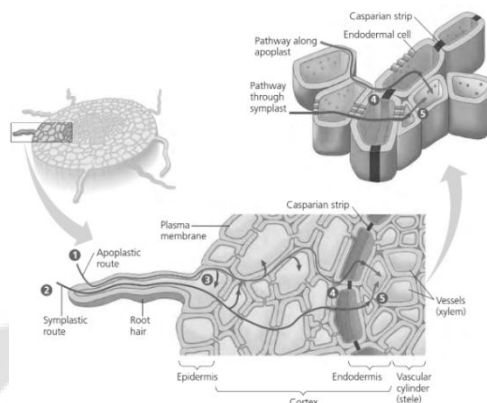
ภาพประกอบ 4 แผนผังมโนทัศน์เรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหาร

2.1 การลำเลียงน้ำ

การลำเลียงน้ำจากภายนอกรากเข้าสู่ท่อลำเลียงบริเวณตรงกลางรากมีด้วยกัน 2 วิธี คือ แบบอโพลาสต์ (apoplast) เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำที่ผ่านช่องระหว่างผนังเซลล์ และแบบซิมพลาส (symplast) เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งทางพลาสโมเดสมาตา (plasmodesmata) แสดงดังภาพประกอบ 5

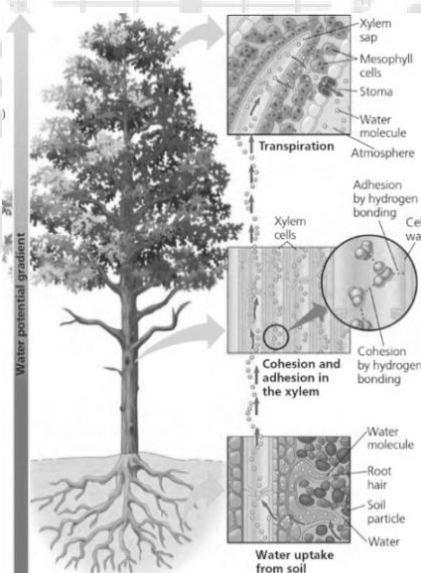
การลำเลียงน้ำเมื่อเข้าสู่ไซเล็มของรากแล้ว พืชจะอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำเพื่อลำเลียงน้ำขึ้นสู่ด้านบน โดยการลำเลียงจะเกิดขึ้นได้ดี ก็ต่อเมื่อน้ำในไซเล็มต่อกันเป็นสายไม่ขาดตอนจึงต้องอาศัยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้ำกับน้ำเรียกว่าแรงโคฮีชัน และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้ำกับผนังท่อไซเล็ม เรียกแรงแอดฮีชัน ทำให้น้ำลำเลียงขึ้นสู่ใบ (ภาพประกอบ 6)

การลำเลียงสารอาหารในราก มี 2 วิธีคือ การลำเลียงแบบไม่ใช้พลังงาน โดยสารอาหารจะลำเลียงจากที่ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าไปยังที่ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า และการลำเลียงแบบใช้พลังงาน โดยสารอาหารจะลำเลียงจากที่ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าไปยังที่ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าโดยอาศัยพลังงาน (ภาพประกอบ 7)



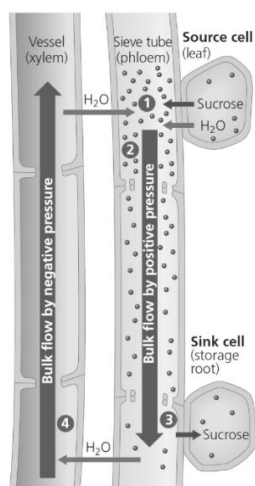
ภาพประกอบ 5 การลำเลียงน้ำเข้าสู่รากพืช

ที่มา: Campbell; et al. 2011



ภาพประกอบ 6 การลำเลียงน้ำจากส่วนรากสู่ส่วนยอด

ที่มา: Campbell; et al. 2011

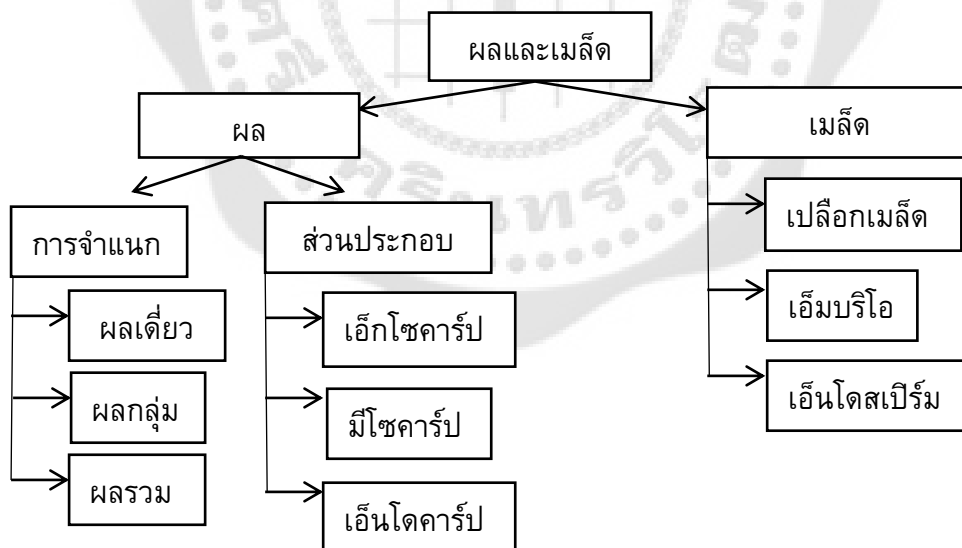


ภาพประกอบ 7 การลำเลียงอาหาร

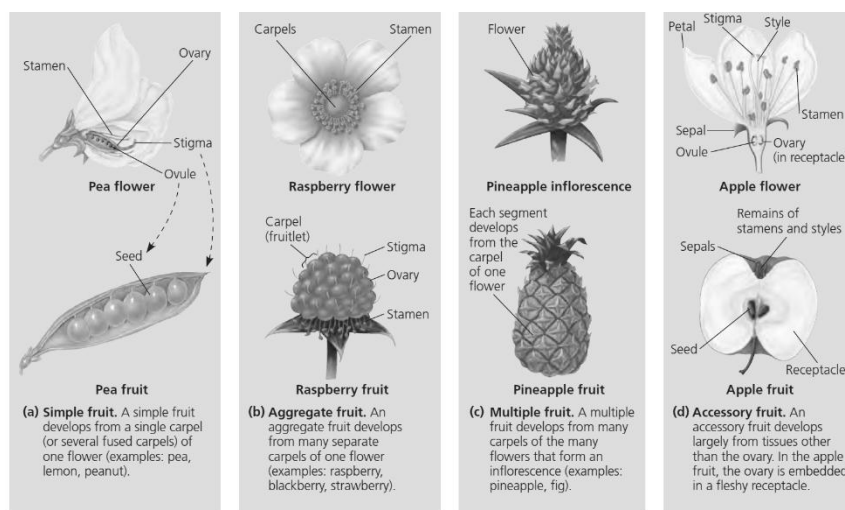
ที่มา: Campbell; et al. 2011

2.3 ผลและเมล็ด

แผนผังมโนทัศน์



ภาพประกอบ 8 แผนผังมโนทัศน์เรื่องผลและเมล็ด



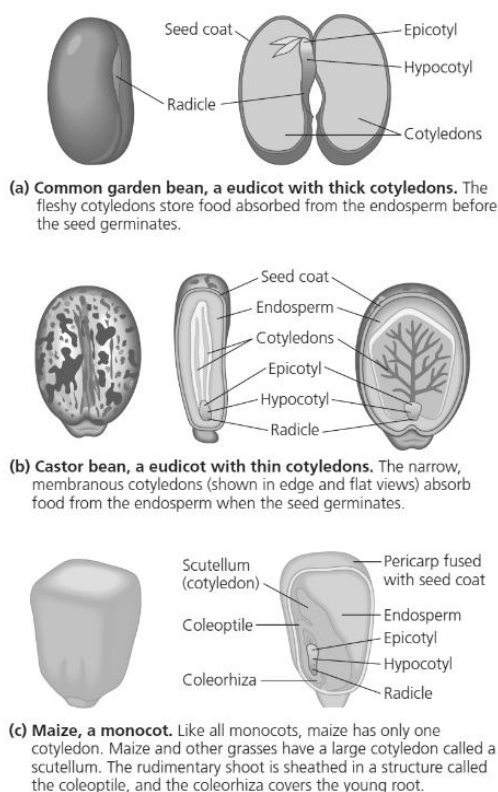
ภาพประกอบ 9 ประเภทของผล

ที่มา: Campbell; et al. 2011

ผลช่วยห่อหุ้มและปกป้องเมล็ด หลังการปฏิสนธิหรืออูฐจะเจริญไปเป็นเมล็ดและรังไข่จะเจริญไปเป็นผลห่อหุ้มเมล็ด ผนังรังไข่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นผล ผลแบ่งตามกำเนิดของผลและลักษณะของดอก ได้ 3 ประเภท คือ 1. ผลเดี่ยว เป็นผลที่เกิดมาจากดอก 1 ดอกที่มีเกสรเพศเมียเพียง 1 อัน 2. ผลกลุ่ม เป็นผลที่เกิดมาจากดอก 1 ดอกที่มีเกสรเพศเมียจำนวนมากกว่า 1 อันอยู่บนฐานรองดอก 3. ผลรวม เป็นผลที่เกิดมาจากดอกช่อ ลักษณะของช่อดอกมักมีดอกย่อยจำนวนมากอยู่เบียดชิดกัน (ภาพประกอบ 9)

เมล็ดเจริญมาจากอูฐ โดยผนังอูฐจะเจริญไปเป็นเปลือกเมล็ด ซึ่งหุ้มล้อมเอ็มบริโอและเอนโดสเปิร์มอยู่ แบ่งออกเป็น 3 บริเวณคือ

- 1) เปลือกเมล็ด อยู่นอกสุดทำหน้าที่ปกป้องอันตรายต่างๆ ให้แก่เอ็มบริโอ และยังช่วยไม่ให้เมล็ดงอกจนกว่าจะอยู่ในสภาวะที่เหมาะสม
- 2) เอ็มบริโอ เจริญมาจากไซโกต ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้ รากแรกเกิด เป็นส่วนปลายสุดของแกนเอ็มบริโอ ลำต้นใต้ใบเลี้ยงหรือไฮโปคอติลคือส่วนแกนของเอ็มบริโอที่อยู่ถัดจากแรติเคิลขึ้นไป ลำต้นเหนือใบเลี้ยงหรือเอพิคอติลและใบเลี้ยงอาจมี 1 ใบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและมี 2 ใบในพืชใบเลี้ยงคู่
- 3) เอนโดสเปิร์ม ทำหน้าที่สะสมอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ สะสมพวกโปรตีน ไขมัน (ภาพประกอบ 10)



ภาพประกอบ 10 ส่วนประกอบเมล็ด

ที่มา: Campbell; et al. 2011

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. ความเป็นมาของการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คำว่า สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) ได้รับความสนใจจากบุคคลในหลากหลายอาชีพ มีการริเริ่มนำมาใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา เนื่องจากกำลังคนของประเทศขาดแคลนบุคลากรทางด้านวิศวกรรม นักวิทยาศาสตร์ และนักประดิษฐ์ บุคคลเหล่านี้ส่วนมากที่อยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา มักเป็นนักเรียนจากต่างประเทศ สถาบันวิจัยแห่งชาติ หรือ National Research Council (NRC) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาหลักสูตรที่ได้ผนวกศาสตร์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อสร้างความสนใจแก่เยาวชนให้หันมาสนใจอาชีพขาดแคลน จึงได้มีการพัฒนาหลักสูตรที่แทรกเนื้อหา ด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีสู่หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น จึงเป็นที่มาของสะเต็มศึกษา ที่

บูรณาการศาสตร์ 4 วิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ไว้ด้วยกัน (NRC, 2009)

ในปัจจุบันสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดำเนินการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาอย่างจริงจังเข้ามาโรงเรียนและสถาบันทางการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2557 ที่ผ่านมา และสุพรรณี่ ชาญประเสริฐ (2556) กล่าวว่า ในประเทศไทยเริ่มมีการนำสะเต็มศึกษามาใช้ เนื่องจากมีความจำเป็น เพื่อเราจะต้องปรับวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะที่สอดคล้องกับศตวรรษที่ 21 และจากข้อมูลสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ แสดงว่า ในปี 2554 ประเทศไทยมีแรงงาน 39 ล้านคน แต่มีแค่ 3 ล้านคน หรือต่ำกว่าร้อยละ 10 ของแรงงานทั้งหมด เป็นกำลังคนในด้านที่อาศัยความรู้ และทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือกำลังคนด้านสะเต็ม และในจำนวนนี้กว่าร้อยละ 89 สำเร็จการศึกษาต่ำกว่าระดับปริญญาตรี

2. ความหมายของการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาได้มีผู้วิจัยหลายท่านได้ให้คำนิยามความหมายของการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ ไว้ดังนี้

การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึงวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น โดยไม่เน้นการท่องจำแต่จะฝึกให้รู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม การแก้ปัญหาและการสร้างทักษะ การหาข้อมูลและคิดวิเคราะห์สิ่งใหม่ๆ เพื่อแก้ปัญหาสำคัญที่พบในชีวิตประจำวัน (สุพรรณี่ ชาญประเสริฐ, 2556) และเชื่อมโยงกับการดำรงชีวิตหรือการประกอบอาชีพ (อุปการ จีระพันธุ์, 2557) อีกทั้งควรมีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้เรื่องเทคนิค และสามารถนำความรู้ รวมถึงกระบวนการทางวิศวกรรมไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้และตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหาต่างๆ อย่างผู้มีความรู้ (Koehler; et al. 2013) และสามารถจัดการเรียนรู้อยู่บนฐานของการออกแบบ การแก้ปัญหา การค้นพบและการใช้ทฤษฎีสำรวจ (Roberts. 2013)

จากความหมายสะเต็มศึกษาที่นักวิชาการกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่าหมายถึง การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ โดยใช้ศาสตร์ 4 ศาสตร์ คือวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือการสร้าง ออกแบบ นวัตกรรมใหม่ๆ

3. องค์ประกอบของการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้มีองค์ประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

Varquez et al. (2013) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการของศาสตร์ 4 ศาสตร์เข้าด้วยกัน มีดังนี้

1) วิทยาศาสตร์ (science) คือศาสตร์ที่ว่าด้วยความรู้ ทัศนคติ ทั้งสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต

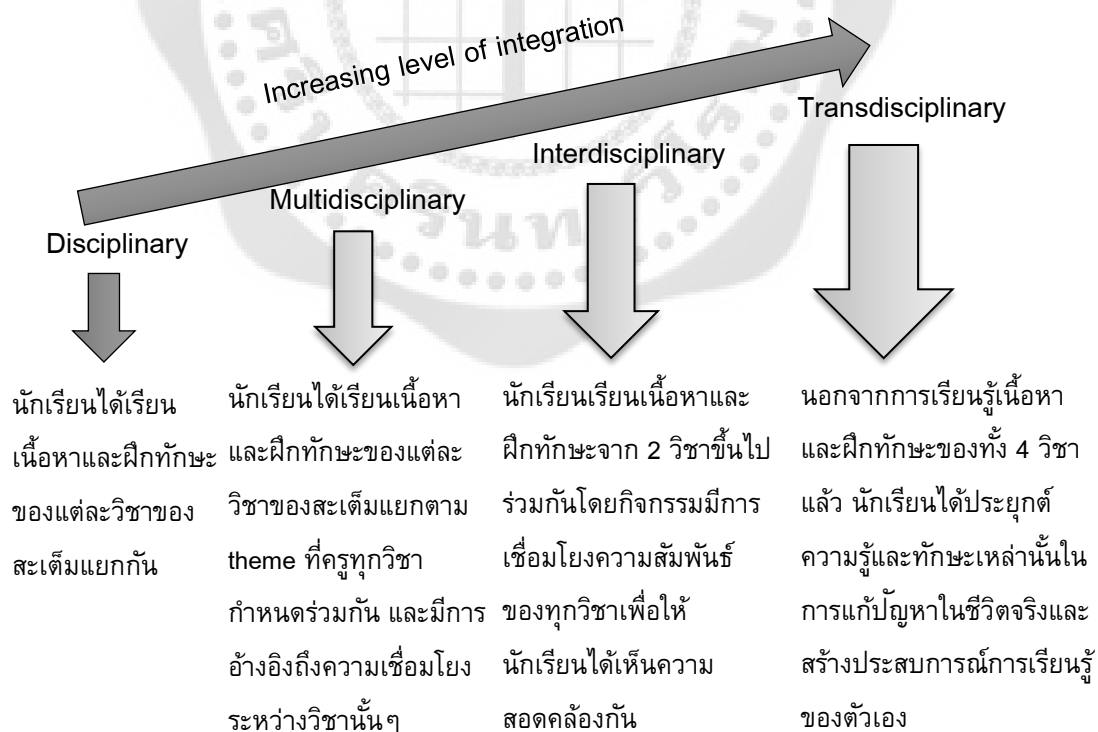
2) เทคโนโลยี (technology) คือการใช้เครื่องมือ ความคิด หลักการ เทคนิค ตลอดจนกระบวนการวิธี ที่นำมาใช้ในการประดิษฐ์ หรือ ประยุกต์ในระบบงาน เพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นหรือมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3) วิศวกรรม (engineering) คือวิศวกรรมในทางการศึกษา ไม่จำเป็นต้องเป็นของที่จับต้องได้ อาจเป็นแค่การออกแบบ การคิดค้น เป็นต้น

4) คณิตศาสตร์ (mathematics) คือวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ การคิด มีแบบแผน อาจไม่ใช่แค่ตัวเลขเท่านั้น รูปภาพ การแทนสัญลักษณ์ ก็รวมอีกด้วย

4. กระบวนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้มีกระบวนการในการบูรณาการ 4 ขั้นตอน ดังแสดงภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 ลำดับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ลักษณะของการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ Varquez et al. (2013) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มมีลักษณะ 5 ประการได้แก่

1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ คือมีการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 ศาสตร์เข้าด้วยกัน อาจจะบูรณาการภายในวิชา หรือข้ามวิชาก็ได้

2) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวัน และการทำอาชีพ อาจการเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ทักษะกระบวนการมาแก้ไข

3)การเน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วย 3 หลัก คือ

(1) ทักษะการเรียนรู้และวัฒนธรรม คือมีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดแก้ปัญหา และการสื่อสาร

(2) ทักษะชีวิตและการทำงาน คือความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว ความคิดริเริ่ม ทักษะทางสังคมการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรม ความเป็นผู้นำ และความรับผิดชอบ

(3) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี คือมีพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยี พื้นฐานด้านสื่อ และพื้นฐานด้านไอซีที

4) ให้ท้าทายความคิดของนักเรียน

5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชาจะเป็นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของเด็กในการเสนอความคิดเห็น และยังสามารถตรวจสอบความเข้าใจ และการบูรณาการเนื้อหาทั้ง 4 วิชา

5. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

โดยการจัดการเรียนรู้ใช้แนวทางการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ (สุพรรณิ ขาญประเสริฐ, 2556)

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (identify a challenge) คือนักเรียนต้องตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation)

ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (explore ideas) คือขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา (plan and develop) คือการวางแผนการดำเนินงาน โดยผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล (test and evaluate) คือขั้นตอนการทดสอบและประเมินการใช้งานเพื่อแก้ปัญหา และนำผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินมาปรับปรุงและพัฒนา ผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น ขั้นตอนนี้อาจเกิดได้หลายครั้ง

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (present the solution) คือขั้นที่นักเรียนต้องนำเสนอ ผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้การออกแบบวิศวกรรมเชิงระบบ ทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องได้มีนักวิชาการได้ให้คำนิยามความหมายของการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยการประสานงานของหลักการที่เกี่ยวข้องตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป โดยนำมาผสมผสานจนเกิดสิ่งใหม่ ที่เรียกว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหา (Gagne, 1970) และการแก้ปัญหานั้น เป็นวิธีดำเนินการที่เป็นแบบแผนในสภาวะที่ยุ่งยาก หรือสภาวะที่ต้องตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องกับปัญหา จะต้องมีการตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน และรวบรวมข้อมูลในการตรวจสอบสมมติฐานว่าจริงหรือไม่จริง (Good, 1973) และต้องขึ้นอยู่กับส่วนประกอบหลายๆ ด้าน เช่น ความรู้ความสามารถทางสติปัญญา เป็นต้น (นารี พักสมบูรณ์, 2541) หรืออาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาในการแก้ปัญหา (อุมาวิชนี อัจพรหม, 2546) โดยความสามารถในด้านนี้ จะอยู่ในพัฒนาการขั้นที่ 3 คือ stage of concrete operation ซึ่งในเด็กอายุ 7 - 10 ปี จะสามารถแก้ปัญหาในแบบง่ายๆ ต่อมาในพัฒนาการขั้นที่ 4 stage of formal operation คือเด็กในอายุ 11 - 15 ปี จะเริ่มมีความคิดแบบมีเหตุผลมากขึ้น สามารถแก้ปัญหาซับซ้อนได้ (Piaget, 1962)

จากความหมายของการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิชาการได้กล่าวมาในข้างต้น จึงสรุปได้ว่า การคิดแก้ปัญหาหมายถึง การใช้ ความรู้ ความคิด และทักษะอื่นๆ ในการแก้ปัญหาโดยมีขั้นตอนตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน และรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อหาทางออกให้กับปัญหา

2. วิธีการคิดแก้ปัญหา

การแก้ปัญหามีวิธีการหลายวิธีโดย กมนรันต์ หล้าสงษ์ (2523) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหามีวิธีการดังนี้

2.1 การแก้ปัญหาโดยใช้พฤติกรรม เป็นการแก้ปัญหาโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงปัญหาที่เกิดขึ้น แต่จะมีการเลียนและจดจำแบบพฤติกรรมเดิมที่เคยแก้ปัญหา

2.2 การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก เป็นการแก้ปัญหาแบบลองผิด และลองถูก โดยการสุ่มเดา

2.3 การแก้ปัญหาโดยมีการเปลี่ยนแปลงความคิด โดยจะสามารถสังเกตได้ยากที่สุด เรียกว่าการหยั่งเห็น ซึ่งจะต้องขึ้นอยู่กับความรู้ และประสบการณ์เดิม

2.4 การแก้ปัญหาโดยวิธีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นระดับการแก้ปัญหาที่สูงที่สุด และสามารถใช้ได้ผลเยอะที่สุด โดยเฉพาะปัญหาที่มีความยากซับซ้อน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.4.1 สังเกตปัญหา

2.4.2 ตั้งสมมติฐาน

2.4.3 ทดสอบสมมติฐาน

2.4.4 ถ้าสมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้องก็ให้คงสมมติฐานไว้ แต่ถ้าหากสมมติฐานผิด ให้ตัดทิ้ง และตั้งสมมติฐานใหม่ และดำเนินการตามขั้นตอนดังที่กล่าวมา

2.4.5 นำสมมติฐานที่ดี ไปประยุกต์ใช้

3. การเรียนการสอนกับการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคล เนื่องจากขึ้นอยู่กับระดับสติปัญญาของแต่ละบุคคล รวมถึง ความรู้ อารมณ์ และประสบการณ์ที่จะทำให้เรามีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีมากน้อยเพียงใด ซึ่งวิธีการแก้ปัญหานั้น ไม่มีขั้นตอนที่ตายตัว การเรียนการสอนจึงเป็นส่วนช่วยที่จะพัฒนาที่จะทำให้ความสามารถการแก้ปัญหาคืบขึ้น ดังตัวอย่างดังนี้

Caroll (1964) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนต้องให้นักเรียนมีการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพโดยมีการคิดหาเหตุผล และมีการซักถามเพื่อสืบเสาะหาข้อเท็จจริง ซึ่งนักเรียนสามารถนำคุณสมบัติเหล่านี้ใช้แก้ปัญหาได้

มังกร ทองสุตี่ (2522) ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถที่จะแก้ปัญหาเป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ และได้กล่าวถึงกิจกรรมที่ควรทำ ดังนี้

1) ให้เด็กทำงานอย่างสม่ำเสมอ เป็นวิธีการที่ใช้มานาน ที่จะช่วยให้เด็กมีประสบการณ์ และสามารถคิดหาหนทางแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จะต้องพบเจอปัญหาย่อยๆ

2) ให้เด็กมีการทดสอบอยู่เสมอ โดยครูอาจมีการกำหนดปัญหาเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบ นักเรียนจะได้มีโอกาสในการแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นส่วนช่วยให้เด็กหาแนวทางที่ดีในการแก้ปัญหา

3) ให้เด็กเป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง เป็นการฝึกให้เด็กมีความเชื่อมั่นในตัวเอง ในบางครั้งอาจเป็นสัญชาตญาณของคน

4) ให้เด็กรู้จักการวิจารณ์ โดยได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหาไว้ เป็นขั้นตอน ดังนี้

- (1) ขั้นตอนกำหนดปัญหา
- (2) ขั้นรวบรวมข้อเท็จจริง
- (3) ขั้นตั้งสมมติฐาน
- (4) ขั้นทดสอบสมมติฐาน
- (6) ขั้นประเมินผล

การฝึกให้เด็กได้มีการแสดงความคิดเห็น จะช่วยให้เด็กได้มีการใช้ความคิดของตัวเอง และครูควรอยู่ช่วยเหลือเด็กเสมอ เพราะในบางสิ่งเด็กนักเรียนอาจจะมีความคิดไม่ถูกต้องเสมอไป

พรรณี ชูทัย (2528) ได้เสนอความคิดเห็นการจัดการเรียนการสอนนักเรียนเพื่อให้เกิดการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งจะช่วยให้นักเรียน มีการเก็บข้อมูล สำรวจ ทดลอง ได้เสนอขั้นตอนไว้ดังนี้

- 1) การสอนหลักการทั่วไป เพราะถือว่าเป็นพื้นฐานความรู้ในการแสวงหาความรู้
- 2) การสร้างบรรยากาศ เป็นการสร้างบรรยากาศที่จะกระตุ้นให้นักเรียน เกิดการซักถาม โดยจะต้องไม่สร้างสถานการณ์ตึงเครียดจนเกินไป อย่าทำให้เด็กรู้สึกกลัว เพราะเด็กจะไม่กล้าที่จะถาม ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้แบบสืบเสาะไม่เกิดขึ้น

- 3) การกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ให้อิสระ และพร้อมที่จะรับฟังนักเรียน
- 4) การกระตุ้นให้นักเรียน เตะ และ วิเคราะห์คำตอบ แทนที่ครูจะเป็นคนวิเคราะห์

คำตอบเอง

- 5) ขั้นสอนเทคนิคแก้ปัญหาหรือสืบเสาะหาความรู้ ตามขั้นตอนดังนี้

(1) ขั้นเตรียม โดยครูเสนอปัญหาหรือตั้งปัญหา เพื่อให้นักเรียนช่วยหาคำตอบ หรืออาจตั้งสมมติฐานและให้นักเรียนทดสอบ

(2) ขั้นสำรวจ ขั้นที่ครูกระตุ้นนักเรียนให้หาข้อมูล โดยครูอาจช่วยโดยการ สอนหาข้อมูลจากแหล่งอ้างอิง การใช้ห้องสมุด หรืออาจจะใช้คำถามกระตุ้น โดยครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนหาคำตอบ และแก้ปัญหา

(3) ขั้นแก้ปัญหา เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบ ถ้าหากคำตอบนั้น ไม่ต้องทดสอบก็ให้หยุดถึงขั้นนี้ แต่ถ้าหากคำตอบต้องมีการพิสูจน์ ก็ต้องมีขั้นตอนต่อไปคือ ขั้นทดสอบ

(4) ขั้นทดสอบ โดยให้นักเรียนตามผลจากนอกห้องเรียนว่าคำตอบนั้น สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริงหรือไม่ โดยจะเกิดการเชื่อมโยง ถ่ายความรู้ ซึ่งจะตรงกับเป้าหมายของการแก้ปัญหา คือ นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

6) การจัดการเรียนการสอนให้รู้จักการแก้ปัญหานั้น ครูควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ เพราะวิธีการนี้ไม่สามารถใช้กับเด็กได้ทุกคน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอน จาก Good (1973) ได้กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหาอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากมีระบบแบบแผน มีการใช้เหตุผล โดยแบ่งขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ขั้นระบุปัญหา คือการระบุปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ในขอบเขตที่กำหนดให้
- 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา คือการระบุ จำแนกถึงสาเหตุที่สามารถเป็นไปได้ โดยต้องพิจารณาจากสถานการณ์ หรือ ข้อเท็จจริงที่ได้กำหนดไว้
- 3) ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา คือการวางแผน หาแนวทางการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุหรือเสนอแนวทางวิธีที่นำไปสู่การแก้ปัญหาย่างเหมาะสม
- 4) ขั้นตรวจสอบวิธีการ คือความสามารถที่อธิบาย ว่าผลที่ได้จากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับปัญหา และเกิดผลการแก้ปัญหายังไร

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องได้มีนักวิชาการได้ให้คำนิยามความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงลักษณะและความสามารถที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนเมื่อได้รับการเรียนการสอน ซึ่งนักเรียนอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นพฤติกรรมและเป็นประสบการณ์ที่เกิดจากการสอน อบรม ทดลอง เป็นต้น (สมใจ ฤทธิสนธิ, 2537) และมีการวัดความเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรม สติปัญญา และสมรรถภาพของสมอง เช่นความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนผ่านมามีความรู้มากขึ้นเพียงใด (บังอร ภัทรโกมล, 2541) และสามารถโดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในแต่ละด้าน (ศุภพงษ์ คล้ายคลึง, 2548)

จากความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นักวิชาการกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่าหมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียน ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน สามารถวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในรูปแบบต่างๆ

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องได้มีนักวิชาการหลายท่านได้วิธีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้หลายวิธี ดังนี้

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถแบ่งวัดออกได้ 4 ด้าน ประถม อัตตฐ (2547) ได้กล่าวว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แบ่งออกเป็นพฤติกรรมที่เหมาะสมที่ใช้ในการวัด 4 ด้าน ได้แก่

- 1) ความรู้ ความจำ คือความสามารถในการระลึกได้สิ่งที่เรียนมาแล้วเกี่ยวกับ หลักการ ข้อเท็จจริง เป็นต้น
- 2) ความเข้าใจ คือความสามารถในการสื่อความหมายระหว่างตนเอง กับผู้อื่น โดยการอธิบาย จำแนก แปลความหมายแล้วเปรียบเทียบ เป็นต้น
- 3) การนำไปใช้ คือสามารถนำความรู้ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง หรือหลักการต่างๆ ไปแก้ปัญหา หรือไปใช้ในสถานการณ์ใหม่จนสำเร็จ โดยเฉพาะในชีวิตประจำวัน
- 4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือความเชี่ยวชาญในการคิดแก้ปัญหา และปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

Bloom (1956) ได้กล่าวไว้ว่า ลำดับขั้นตอนการวัดความรู้ทางปัญญาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานจนถึงระดับขั้นสูงไว้ 6 ระดับ ดังนี้

- 1) ความรู้ ความจำ คือความสามารถของบุคคลที่สามารถระลึกหรือท่องจำเรื่องราวต่างๆที่รับรู้จากตำรา
- 2) ความเข้าใจ คือความสามารถในการสื่อความหมายระหว่างตนเองกับผู้อื่น การแปลความ การตีความ การขยายความ การสรุปความจากข้อมูลที่ได้เรียนรู้
- 3) การนำไปใช้ คือความสามารถในการนำความรู้ ทฤษฎี หลักการ ข้อเท็จจริงไปใช้ในการแก้ปัญหา หรือนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ นักเรียนจึงจำเป็นต้องมีความรู้เนื้อหาให้ดีจึงสามารถนำความรู้ไปใช้ได้
- 4) การวิเคราะห์ คือความสามารถในการแยกแยะเนื้อหาสิ่งต่างๆ หรือเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อยๆ แบ่งเป็นการวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ วิเคราะห์หลักการ เพื่อให้สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยๆ
- 5) การสังเคราะห์ คือความสามารถในการรวมส่วนย่อยๆ มาประกอบกัน โดยมีการจัดโครงสร้างใหม่ มักเกี่ยวกับการวางแผนการทดลอง การออกแบบ การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาต่างๆ
- 6) การประเมินค่า คือความสามารถในการตัดสินคุณค่า โดยต้องอยู่บนเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนดไว้

Klopper (ภพ เลหาไพบูลย์. 2537;อ้างอิงจาก Klopper. 1971) ได้กล่าวว่าการประเมินความรู้ในทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ดังนี้

- 1) ความรู้ ความจำ คือพฤติกรรมที่ผู้เรียนมีการแสดงความจำในเรื่องต่างๆ จากการค้นคว้า เช่น การอ่านหนังสือหรือจากการบรรยาย
- 2) ความเข้าใจ คือการใช้ความรู้มาอธิบายกฎเกณฑ์ต่างๆได้ แบ่งเป็น เข้าใจข้อเท็จจริงและเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง
- 3) กระบวนการวิทยาศาสตร์ คือพฤติกรรมที่ผู้เรียนหาความรู้และแก้ปัญหา โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เป็นวิธีในการหาความรู้ มีขั้นตอนดังนี้ (1) ระบุปัญหา (2) ตั้งสมมติฐาน (3) ดำเนินการทดลอง (4) สังเกตขณะทดลอง (5) รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล และ(6) สรุปผลการทดลอง
- 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ คือพฤติกรรมที่ผู้เรียนนำหลักการ ทฤษฎี วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ใหม่ได้ แบ่งเป็น 3

ประเภท ได้แก่ (1) ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน (2) ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่นที่เป็นปัญหาเดียวแต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป (3) ปัญหาที่เป็นเรื่องของ การนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากนักวิชาการ ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามวิธีของ Klopfer เนื่องจากเป็นวิธีที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของงานวิจัย อีกทั้งมีการระบุขั้นตอนไว้ชัดเจน

3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2553) ได้แบ่งแบบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง คือแบบทดสอบที่มุ่งหวังวัดผลสัมฤทธิ์เฉพาะกลุ่มผู้เรียนที่ครูสอน โดยแบบทั่วไปที่สร้างในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ

3.1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบที่ทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาที่ผู้เขียนตอบได้แสดงความรู้ ความคิดเห็น ความคิด เจตคติ เป็นต้น

3.1.2 แบบทดสอบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้เขียนตอบสั้นๆ หรือมีแบบทดสอบเลือกแบบจำกัด ผู้ตอบไม่ได้มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดอย่างกว้างขวาง เหมือนแบบทดสอบอัตนัย โดยแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก - ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

3.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึงแบบทดสอบที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ ที่มุ่งหวังวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนโดยทั่วไป มีการวิเคราะห์อย่างดี และปรับปรุงจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน มีการแปลความหมายของคะแนน

4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2553) ได้แบ่งขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1) วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรมักใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบ ซึ่งจะมีการระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมว่าต้องการวัดกี่ข้อ

2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

เป็นพฤติกรรมที่ผู้สอนมุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยจะต้องมีการกำหนดไว้ล่วงหน้าเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน รวมถึงการออกข้อสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3) กำหนดชนิดข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง

โดยการศึกษารายละเอียดหลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้สอนต้องออกข้อสอบโดยพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดข้อสอบว่าจะเป็นอย่างใด โดยต้องให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ตามวัยของเด็ก แล้วศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบตามหลักเกณฑ์

4) เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดในตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่กำหนดไว้ และต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5) ตรวจทานข้อสอบ

นำข้อสอบที่เขียนไว้แล้ว ที่มีความถูกต้องตามหลักวิชา และสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางหลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนก่อนจัดพิมพ์และนำไปใช้

6) จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจทานเสร็จ ต่อมาจัดพิมพ์แบบทดสอบให้เป็นฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงและคำอธิบาย รวมถึงการจัดรูปแบบให้เหมาะสม

7) ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

เป็นการตรวจสอบก่อนนำไปใช้จริงอีกครั้ง โดยนำไปทดลองกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่จะนำไปทดสอบจริง แล้วนำผลไปวิเคราะห์ผลและปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ

8) จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากมีการพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพให้ตัดออกหรือปรับปรุงให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น แล้วจึงไปจัดทำเป็นข้อสอบฉบับจริง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

วินัย ทองมาก (2555) ได้วิจัยอุปกรณ์การกำจัดวัชพืชอนุรักษ์น้ำ โดยใช้การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นักเรียนได้ค้นพบปัญหาในชีวิตประจำวันของเกษตรกรที่ปลูกยางพารามีวัชพืช ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนออกแบบตามความคิดของนักเรียนเพื่อสร้างนวัตกรรมใหม่ขึ้นมา เพื่อแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถออกแบบและสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาวัชพืชที่ขึ้นใกล้ต้นยางพาราได้ และสามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

ณัฐพล โยธาติกุล (2558) ได้วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อเพิ่มการมีส่วนร่วมของนักเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเจริญเติบโตหลังการปฏิสนธิของพืชดอก โดยให้นักเรียนรวมกลุ่มกันเพื่อเชื่อมโยงหลักการทางฟิสิกส์กับการเคลื่อนที่ของเมล็ดพืช ใช้โปรแกรมในการบันทึกและนำเสนอผลการทดลอง และใช้กระบวนการทางวิศวกรรมออกแบบเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาประเด็นที่สนใจแล้วทำการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทุกคนมีบทบาทในกิจกรรมมากกว่าร้อยละ 80 และทำกิจกรรมออกไปตามความถนัดของตัวเอง และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในเชิงบวก และมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดในทุกด้าน

บุญเลี้ยง จอดนอก (2558) ได้วิจัยการบูรณาการสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนและการประยุกต์ใช้แนวคิดของตนเองในเรื่องภาวะโลกร้อนภายใต้กรอบแนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ผลการวิจัยพบว่า ผลการบูรณาการสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะช่วยให้นักเรียนแสดงความหมายในการเรียนรู้ และเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และผลการศึกษายังสามารถเป็นข้อมูลประโยชน์ต่อการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ศรียัย กัณหาไรสง (2558) ได้วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรม STEM เพื่อสร้างแรงบันดาลใจทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยได้ออกแบบกิจกรรม 5 กิจกรรม ในเรื่อง สาร พลังงานกับการดำรงชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญและ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรม STEM ในระดับมากที่สุด

ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว (2558) ได้วิจัยเกี่ยวกับพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษา เรื่องอ้อยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร 5 ด้าน คือ ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ความพึงพอใจต่อหลักสูตรเพิ่มเติม และความคิดเห็นของครูต่อหลักสูตรเพิ่มเติม จากการศึกษาพบว่า หลักสูตรเพิ่มเติมศึกษามีความเหมาะสมในระดับดีมาก คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญ นักเรียนพึงพอใจต่อการเรียนรูปแบบเพิ่มเติมอยู่ในระดับมาก และครูมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อการพัฒนาหลักสูตรเพิ่มเติมศึกษา

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Raines (2012) ได้วิจัยเกี่ยวกับการเตรียมความพร้อมทางวิชาการโดยใช้การเรียนรู้แบบเพิ่มเติมในช่วงฤดูร้อนกับนักเรียนก่อนเข้ามหาวิทยาลัย ด้วยการจัดการสร้างการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาประยุกต์ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างสะพาน ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าการมีส่วนร่วมของนักเรียนในภาคฤดูร้อนมีความสนใจต่อการเรียนการสอนมากขึ้น

Fang (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มความสนใจในการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เพิ่มเติมศึกษา มีการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหา โดยผ่านการสร้างโมเดลโยโย่ กับความคิดทางฟิสิกส์และความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นบนโลกใบนี้ ทำการทดลองในนักเรียนมัธยมปลายจำนวน 122 คนจากโรงเรียนทั่วรัฐ นักวิจัยพบว่านักเรียนมีแนวคิดทางฟิสิกส์มากถึง 50 แนวคิด และนักเรียนหลายคนยังใช้การอธิบายที่ดี เข้าใจง่าย ในการนำเสนอประสบการณ์ของนักเรียน การเรียนรู้แบบเพิ่มเติมศึกษา ช่วยให้นักเรียนระดมความคิดที่มีประสิทธิภาพของนักเรียน

Chung (2014) ได้วิจัยเกี่ยวกับการเรียนแบบเพิ่มเติมศึกษา ผ่านการแข่งขันหุ่นยนต์ของนักเรียนมัธยมปลาย โดยนักเรียนจะต้องออกแบบหุ่นยนต์ ที่มีการใช้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นการออกแบบอิสระที่ไม่ซ้ำกัน ซึ่งนักเรียนจะต้องแก้ปัญหาที่ไม่เคยเจอมาก่อน ในวันแข่งขัน หลังจากจบการแข่งขันพบว่านักเรียนมีคะแนนคณิตศาสตร์หลังการแข่งขันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบเพิ่มเติมศึกษาช่วยเพิ่มศักยภาพได้

Anwari (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวเพิ่มเติมศึกษา ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม โดยมีวัตถุประสงค์ศึกษารูปแบบของการเรียนรู้แบบเพิ่มเติมศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะอภิปัญญา และตรวจสอบกิจกรรมอภิปัญญาในการเรียนแบบเพิ่มเติมศึกษา จากผลการศึกษาพบว่าทักษะอภิปัญญาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในก่อนเรียนและหลังเรียน แต่อย่างไรก็ตามการเรียนรู้ตามรูปแบบเพิ่มเติมศึกษาช่วยดึงดูดความสนใจในกิจกรรมอภิปัญญา ดังนั้นการ

ดำเนินรูปแบบตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเข้าใจถึงความสำคัญของการรวมกลุ่มแต่ละสาขาวิชามากขึ้น และเพิ่มความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

Cox (2016) ได้ทำการศึกษาการใช้คณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในวิชาชีพวิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธุศาสตร์ โดยเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ และการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องมาจากนักเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการผสมผสานความรู้จากหลายวิชาทำให้นักเรียนได้มีกระบวนการคิดและเข้าใจปัญหาได้มากยิ่งขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า ผลการวิจัยทั้งในและต่างประเทศของผู้วิจัยทุกท่านแสดงให้เห็นว่า การสอนด้วยรูปแบบของสะเต็มศึกษาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพผลการเรียนรู้ในการเรียนการสอน และส่งผลให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหา สืบเสาะหาวิธีที่แก้ไข พร้อมกับช่วยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเห็นถึงประโยชน์ในการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่สามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาของนักเรียนไปในทางที่ดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดใหญ่ เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ได้มาจากการชักตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน แผนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ รวมทั้งสิ้น 43 คน เป็นชาย 8 คน หญิง 35 คน และนักเรียนมีอายุในช่วง 15 - 16 ปี มีผลการเรียนชีววิทยาอยู่ในระดับดี ซึ่งตรวจสอบจากคะแนนเฉลี่ยในวิชาชีววิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช

สร้างแผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1.1.1 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ของโรงเรียน ในระดับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และศึกษาเนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ในเรื่องกายวิภาคของพืช

1.1.2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้และรูปแบบของบทเรียน

1.1.3. นำจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา มาสร้างเป็นการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยนักเรียนสร้างโมเดลจากบทเรียนในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ใส่แบบร่างกระดาษเป็นต้นแบบสร้างแผนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.1.4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา 2 ท่านและด้านเฉพาะทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่านให้พิจารณา หลังจากนั้นนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

1.1.5. สร้างแผนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่ได้รับการปรับปรุงและแก้ไข โดยแบ่งออกเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด และมีส่วนของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

1.2 ขั้นตอนการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กายวิภาคศาสตร์ของพืช

การหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคของพืช ดำเนินการ ดังนี้ นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคของพืชที่สร้างขึ้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา 2 ท่านและด้านเฉพาะทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่านตรวจ ประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคของพืช โดยพิจารณาจากความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้ในการเรียน เพื่อนำมาปรับปรุงและแก้ไข โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีการกำหนดคะแนนของระดับความคิดเห็นแต่ละช่วง ดังนี้

ระดับคะแนน 5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับคะแนน 4	หมายถึง	ดี
ระดับคะแนน 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับคะแนน 2	หมายถึง	พอใช้
ระดับคะแนน 1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคของพืช ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51–2.00	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

2.1 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่องกายวิภาคของพืช ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1.2 ทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยทำการวิเคราะห์หัวข้อประสงค์และเนื้อหาในการเรียนรู้ มาวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกาย-วิภาคของพืช สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จากการแบ่งพฤติกรรมที่ทำการวัด 4 ด้าน ดังนี้ 1. ความจำ 2. ความเข้าใจ 3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 4. การนำทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ คำถามที่ออกแบบมี 60 ข้อ โดยมีน้ำหนักในแต่ละเรื่องละ 20 ข้อ โดยสัดส่วนที่ทำการวัดมีดังนี้ ด้านความจำ : ความเข้าใจ : ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ : นำทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เท่ากับ 2 : 3 : 3 : 2 ซึ่งสร้างให้มีความสอดคล้องตรงกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ ในการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกายวิภาคของพืช คำถามเป็นแบบที่มีคำตอบถูกต้องเพียงข้อเดียว และในแต่ละข้อจะมีเกณฑ์ ดังนี้ ข้อที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ตอบเกิน หรือไม่ตอบ ได้ 0 คะแนน

2.1.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องกายวิภาคของพืช 3 หัวข้อที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่อที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

2.1.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกายวิภาคของพืชจำนวน 30 ข้อ ที่ผ่านการตรวจจากที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์แล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน แบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษา 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ตรวจ แล้วทำการประเมินแก้ไขตามคำแนะนำ

2.1.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่แก้ไขปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเลือกข้อเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาค่าดังต่อไปนี้ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป, ค่าความยากง่ายมีค่าระหว่าง 0.2 – 0.8 และ ค่าความเชื่อมั่นใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

2.1.6 นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.2 วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช

2.2.1 ประเมินองค์ประกอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกายวิภาคของพืช ว่าสอดคล้องกันหรือไม่ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน คือ ผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้วัดและประเมิน คือแบบวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกายวิภาคของพืช มีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง เพื่อทำการปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกายวิภาคของพืช โดยมีหลักการให้คะแนน ดังต่อไปนี้

ให้ +1	คะแนน	แน่ใจว่าสอดคล้อง
ให้ 0	คะแนน	ไม่แน่ใจ
ให้ -1	คะแนน	แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

นำผลที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์ ตัวเลือกคำถาม และพฤติกรรมที่ต้องการวัด และทำการคัดตัวเลือกที่มีความสอดคล้องตั้งแต่ .05 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539)

2.2.2 นำแบบทดสอบที่แก้ไข ปรับปรุงตามคำแนะนำไป ทดลองใช้กับนักเรียนที่เคยเรียน เรื่องกายวิภาคของพืชมาแล้ว

2.2.3 นำมาตรวจให้คะแนน หากตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน หลังจากนั้นนำมาหาค่าความยากง่าย (p) โดยต้องมีค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ 0.2 ขึ้นไป

2.2.4 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องกายวิภาคของพืช มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) โดยค่าความเชื่อมั่นใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง กายวิภาคของพืช ต้องมีค่าความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 0.5

2.2.5 หลังจากกลุ่มที่ศึกษาทำการทดสอบเสร็จแล้ว นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าพัฒนาการของผู้เรียน โดยคำนวณจากค่าร้อยละคะแนนหลังเรียนเปรียบเทียบกับค่าร้อยละคะแนนก่อนเรียน

3.1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.1.2 สร้างแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับนิยามศัพท์ และเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ โดยเป็นแบบอัตนัยทั้งหมด 2 ข้อ เป็นแบบสถานการณ์

3.1.3 นำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวนทั้ง 5 ท่านตรวจคือผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษา 2 ท่านและผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์ 3 ท่านตรวจ โดยตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องและทดสอบลักษณะพฤติกรรม (IOC) จะต้องมีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ .05 ขึ้นไป

3.1.4 นำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มาทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.1.5 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเลือกข้อสอบเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณา ค่าดังต่อไปนี้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป, ค่าความยากง่ายมีค่าระหว่าง 0.2 – 0.8 และ ค่าความเชื่อมั่นใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

3.1.6 นำข้อสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะของแบบทดสอบ แบบทดสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสถานการณ์เขียนตอบ 2 ข้อใช้เวลาในการทำแบบทดสอบแต่ละข้อ 10 นาทีใช้เวลาทั้งหมด 20 นาที

3.2 วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช

3.2.1 ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคของพืช โดยวัดความสอดคล้อง ว่าตรงกับจุดประสงค์และตามสาระการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ซึ่งประเมินด้วยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านคือผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษา 2 ท่านและผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์ 3 ท่านตรวจ โดยใช้เครื่องมือ แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคของพืช มีมาตรประมาณค่า 3 ระดับ คือสอดคล้อง ไม่แน่ใจ

ไม่สอดคล้อง แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคของพืช ซึ่งมีหลักการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

+1 คะแนน	แน่ใจว่าสอดคล้อง
0 คะแนน	ไม่แน่ใจ
-1 คะแนน	ไม่สอดคล้อง

โดยใช้การพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคของพืช ที่ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .05 ขึ้นไป และนำข้อเสนอมาปรับปรุง โดยสามารถคำนวณจากสูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง

3.2.2 นำแบบทดสอบที่แก้ไข ปรับปรุงตามคำแนะนำไป ทดลองใช้กับนักเรียนที่เคยเรียนเรื่องกายวิภาคของพืชมาแล้ว

3.2.3 นำมาตรวจให้คะแนนโดยเทียบตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นนำมาหาค่าความยากง่าย (p) โดยต้องมีค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนก อยู่ในเกณฑ์ 0.2 ขึ้นไป

3.2.4 นำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกายวิภาคของพืช มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach โดยแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกายวิภาคของพืช ต้องมีค่าความเชื่อมั่นไม่ควรต่ำกว่า 0.5

4.1 ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ในการตรวจสอบความพึงพอใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียน มีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบดังต่อไปนี้

4.1.1 กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยกำหนด 2 ด้านคือ ด้านเนื้อหาและด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

4.1.2 ศึกษาการออกแบบสอบถามความพึงพอใจ จากเอกสารที่เกี่ยวข้องความพึงพอใจ

4.1.3 จัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจด้านเนื้อหา และด้านการเรียนการสอน จำนวน 13 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ แบ่งเป็น มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยการแปลผลจากการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนโดยรวมในแต่ละข้อ จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจซึ่งกำหนดไว้ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายความว่ามีความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายความว่ามีความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายความว่ามีความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายความว่ามีความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายความว่ามีความพึงพอใจน้อยที่สุด

4.2 วิธีการหาคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4.2.1 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นประเมินด้วยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านคือผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษา 2 ท่านและผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์ 3 ท่านตรวจ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสอบถาม

4.2.2 นำแบบทดสอบแก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจากนั้นนำแบบทดสอบความพึงพอใจไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

5.1 การสร้างบทสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

5.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับการสร้างบทสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

5.1.2 จัดสร้างบทสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และเลือกวิธีการบันทึกข้อมูล เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

5.2 วิธีการสัมภาษณ์

5.2.1 สุ่มนักเรียนเพื่อสัมภาษณ์หลังจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

5.2.2 แจกข้อตกลงในการสัมภาษณ์ระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ถูกสัมภาษณ์

5.2.3 สัมภาษณ์นักเรียนโดยบทสัมภาษณ์จะใช้คำสำคัญเพื่อชี้นำการสัมภาษณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยทำการสร้างแผนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อใช้ในการสอน เรื่องกายวิภาคของพืช ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการสอน 9 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นดังนี้ 1. โครงสร้างและหน้าที่ของใบ 2. การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และ 3. ผลและเมล็ด ใช้เวลาเรื่องละ 3 คาบ

3.2 การกำหนดแบบแผนในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงได้ดำเนินการทดลองตามแบบแผน one group pretest - posttest design ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ตัวแปรอิสระ	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	ความหมายว่า	กลุ่มทดลองที่เลือกมา
T ₁	ความหมายว่า	การทดสอบก่อนเรียน
X	ความหมายว่า	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม เรื่องกายวิภาคของพืช
T ₂	ความหมายว่า	การสอบหลังเรียน

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.2.1 เลือกกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ศึกษา จำนวน 1 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร โดยการชักตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง

3.2.2 ทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มนักเรียนตัวอย่าง ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบ เป็นระยะเวลา 50 นาที และนำมาตรวจคะแนน

3.2.3 จัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการเอง เป็นระยะเวลา 3 คาบ (150 นาที)

3.2.4 เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนรู้ตามที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบ ทดสอบหลังเรียน ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นระยะเวลา 50 นาที และนำมาตรวจคะแนน

3.2.5 วิเคราะห์และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อจัดการเรียนรู้ในเรื่องถัดไป

3.2.6 จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในเรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหาร และเรื่องผลและเมล็ด ตามขั้นตอน 2 – 4

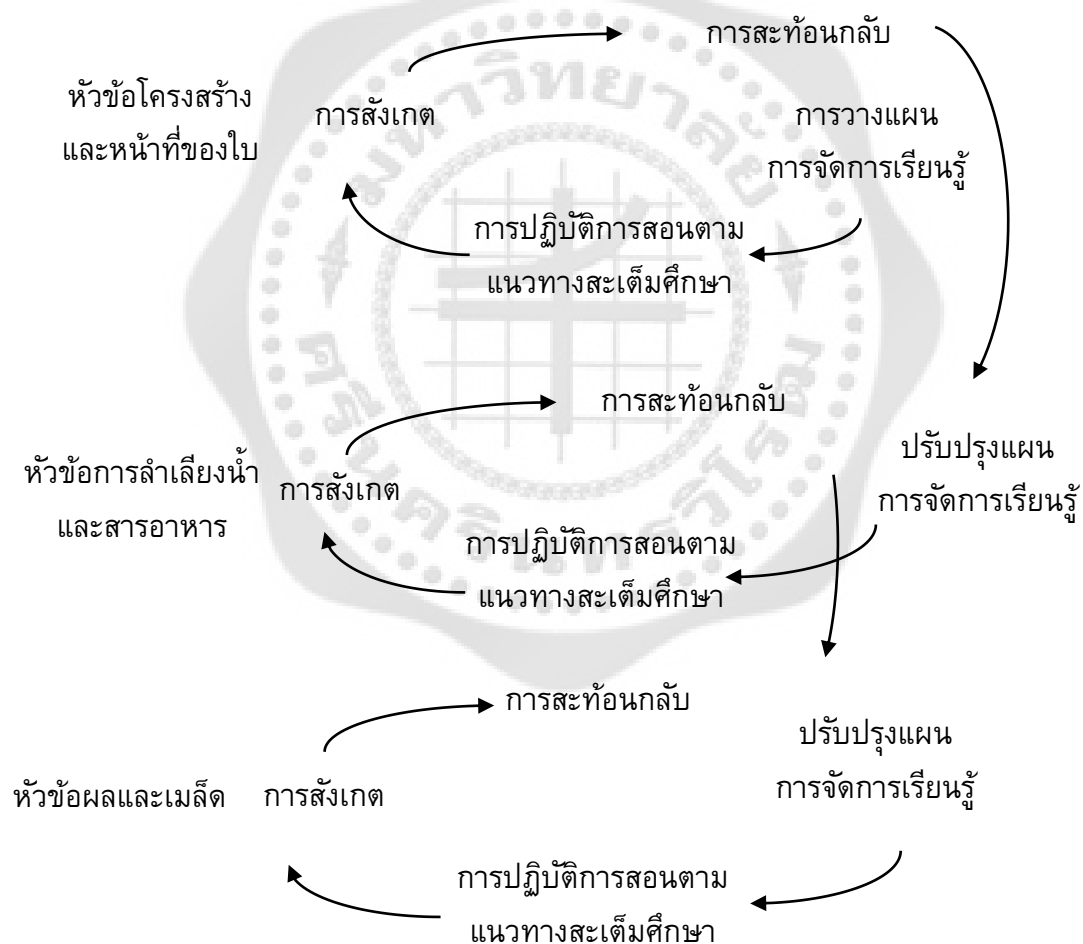
3.2.7 นำผลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

3.3 การปรับปรุงแผนในงานวิจัย

ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ พืช ทางผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาสาระออกเป็น 3 หน่วย คือ โครงสร้างและหน้าที่ของพืช การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกาย

วิทยาศาสตร์ของพีช โดยในแต่ละหัวข้อประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน จาก Kemmis (1998) ดังต่อไปนี้

1. การวางแผน (plan) หมายถึง กำหนดแนวทางโดยการวิเคราะห์ปัญหา เพื่อแก้ไขปัญห โดยจำเป็นต้องสามารถปรับให้เข้ากับเหตุการณ์ในอนาคต
2. การปฏิบัติการ (act) หมายถึง การลงมือทำตามแนวทางที่กำหนดไว้
3. การสังเกต (observe) หมายถึง การสังเกตและรวบรวมข้อมูลผลที่ได้ทำไป รวมถึงปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น
4. การสะท้อนกลับ (reflection) หมายถึง การประเมินผลระหว่างบุคคลและผู้ที่มีส่วนร่วมในการวิจัย โดยการวิพากษ์วิจารณ์ เพื่อนำไปปรับปรุงวางแผนในรอบต่อไป



ภาพประกอบ 12 การวิจัยแบบขดลวด

- ขั้นก่อนทำกิจกรรม ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยเชื่อมโยงเนื้อหาเข้าสู่สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

- ขั้นทำกิจกรรม ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้ในใบกิจกรรม พร้อมกับหาแนวทางวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ โดยใช้ความรู้จากใบความรู้ประกอบการหาความรู้เพิ่มเติมจากภายนอก โดยครูคอยชี้แนะให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

- ขั้นนำเสนอและอภิปราย นักเรียนร่วมกันนำเสนอชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหา พร้อมทั้งอภิปรายถึงผลการแก้ปัญหาที่นักเรียนเป็นนำเสนอ ครูและนักเรียนในชั้นเรียนร่วมประเมินชิ้นงาน

- ขั้นสรุปและขยายความรู้ ครูสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา อีกทั้งขยายความรู้นอกเหนือจากความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา

โดยหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาจากการสังเกต การสัมภาษณ์ และนำไปปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป เพื่อได้แนวทางปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบ พบว่ามีปัญหาดังต่อไปนี้

1) การแบ่งระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมยังไม่ลงตัว ผู้วิจัยได้ให้ระยะเวลาในการทำกิจกรรมขั้นทำกิจกรรมน้อยเกินไป ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่สร้างชิ้นงานไม่ทันในเวลาที่กำหนด และเวลาในขั้นนำเสนอและอภิปรายผลนานเกินไป ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย โดยวิธีการปรับปรุงคือลดเวลาในขั้นนำเสนอและอภิปราย นำเวลาไปเพิ่มในขั้นทำกิจกรรมให้มากขึ้น

2) นักเรียนส่วนใหญ่จะอ่านความรู้จากใบความรู้เพียงเท่านั้น ไม่มีการหาความรู้เพิ่มเติมจากภายนอก เช่น อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ทำให้ชิ้นงานที่สร้างออกมาในเรื่องแรกไม่ค่อยเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และจะเห็นได้ว่านักเรียนยังไม่กล้ามาขอคำปรึกษาจากผู้วิจัย การแก้ไขคือในใบกิจกรรมถัดไป ผู้วิจัยได้เพิ่มแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ และผู้วิจัยได้สร้างช่องทางการติดต่อที่สะดวกขอคำปรึกษา ทำให้นักเรียนสามารถสอบถามในประเด็นที่สงสัยได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การลำเลียงน้ำและสารอาหาร เมื่อปัญหาที่พบในครั้งแรกได้รับการปรับปรุง ทำให้ได้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนว่ากิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปได้อย่างราบรื่นยิ่งขึ้น และนักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมมากขึ้น อีกทั้งยังได้มีการหาความรู้

เพิ่มเติมจากแหล่งอื่นเพื่อสร้างชิ้นงานของตัวเองให้เป็นไปตามเกณฑ์ยิ่งขึ้น แต่นักเรียนบางส่วนยังไม่ค่อยเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับชิ้นงานที่ให้ประดิษฐ์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องผลและเมล็ด ผู้สอนได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งได้ผลเป็นอย่างดี อีกทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอนแผนที่ 3 สูงกว่ากิจกรรมการเรียนการสอนแผนอื่นๆ แต่มีปัญหาเรื่องเวลาในการทำกิจกรรม เนื่องจากในคาบเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ลาไปทำกิจกรรมของโรงเรียน ทำให้บางกลุ่มมีจำนวนนักเรียนไม่ครบ

ตาราง 3 การปรับแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ

แผนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่ผู้วิจัยพบ	วิธีการแก้ปัญหา
โครงสร้างและหน้าที่ของใบ	การทดสอบชิ้นงานไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย นักเรียนยังไม่กล้ามาขอคำปรึกษาจากผู้วิจัย ระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมยังไม่ลงตัว ผู้วิจัยได้ให้ระยะเวลาในการทำกิจกรรมขั้นทำกิจกรรมน้อยเกินไป นักเรียนส่วนใหญ่จะอ่านความรู้จากใบความรู้เพียงเท่านั้น ไม่มีการหาความรู้เพิ่มเติมจากภายนอก	ผู้วิจัยจัดลำดับในการทดสอบชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ผู้วิจัยได้สร้างช่องทางการติดต่อที่สะดวกขอคำปรึกษา ทำให้นักเรียนสามารถสอบถามในประเด็นที่สงสัยได้ ลดเวลาในขั้นนำเสนอและอภิปราย นำเวลาไปเพิ่มในขั้นทำกิจกรรมให้มากขึ้น ใบกิจกรรมตัดไป ผู้วิจัยได้เพิ่มแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์
การลำเลียงน้ำและสารอาหาร	นักเรียนไม่ค่อยเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับชิ้นงาน	ผู้วิจัยพูดเกริ่นนำความสอดคล้องระหว่างชิ้นงานกับเนื้อหาก่อนทำกิจกรรม
ผลและเมล็ด	นักเรียนส่วนใหญ่ลา เนื่องจากนักเรียนบางส่วนต้องไปทำกิจกรรมของโรงเรียน	ผู้วิจัยได้นัดนักเรียนที่ขาดมานอกเวลาเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรม

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการจัดกระทำข้อมูล

1. สถิติพรรณนา คือค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard division) และค่าความแปรปรวน (Variance)
2. ค่าความเที่ยงตรงของของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยสามารถคำนวณจากสูตร ค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

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

เมื่อ IOC	ความหมายว่า	ดัชนีความสอดคล้อง
$\sum R$	ความหมายว่า	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	ความหมายว่า	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3. ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

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

เมื่อ p	ความหมายว่า	ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
R	ความหมายว่า	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก
N	ความหมายว่า	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$r = P_H - P_L$$

เมื่อ r	ความหมายว่า	ค่าอำนาจจำแนก
P_H	ความหมายว่า	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง / จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงทั้งหมด
P_L	ความหมายว่า	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ / จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำทั้งหมด

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach จากสูตร

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

เมื่อ α	ความหมายว่า	ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม
K	ความหมายว่า	จำนวนข้อสอบ
S_i^2	ความหมายว่า	ค่าความแปรปรวนของแบบสอบถามแต่ละข้อ
S_t^2	ความหมายว่า	ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมดแบบสอบถาม

5. ค่าแสดงดัชนีความก้าวหน้า คำนวณได้จากร้อยละคะแนนหลังเรียนเปรียบเทียบกับ ร้อยละคะแนนก่อนเรียน (Hake. 1998)

$$\text{ดัชนีความก้าวหน้า} = \frac{\text{ร้อยละคะแนนหลังเรียน} - \text{ร้อยละคะแนนก่อนเรียน}}{100 - \text{ร้อยละคะแนนก่อนเรียน}}$$

โดยค่าเฉลี่ย 0.00 – 0.29 ความหมาย ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ

โดยค่าเฉลี่ย 0.30 – 0.69 ความหมาย ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง

โดยค่าเฉลี่ย 0.70 – 1.00 ความหมาย ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง

6. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้การทดสอบสถิติที่แบบกลุ่มที่ศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent samples)

จริยธรรมของการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้กลุ่มที่ศึกษาเป็นมนุษย์ ที่ได้รับการคัดเลือกจากการสุ่มแบบเจาะจงทางผู้วิจัย ได้ขออนุญาตความยินยอมจากผู้อำนวยการโรงเรียน และกลุ่มที่ศึกษาให้ทราบก่อนทำการวิจัยและเก็บข้อมูล โดยได้แจ้งวัตถุประสงค์ ขั้นตอนต่างๆ ระยะเวลาในการทำวิจัยครั้งนี้ให้นักเรียนหรือ

กลุ่มที่ศึกษาทราบก่อน โดยกลุ่มที่ศึกษาสามารถออกจากโครงการได้ตลอดเวลาที่ทำการวิจัย และชื่อของกลุ่มที่ศึกษาจะกำหนดเป็นรหัสแทนชื่อด้วย ทั้งในการตีความหมายข้อมูล ทั้งในส่วนของใบบันทึกการเรียนรู้ ชิ้นงาน ก่อนที่นำมาใช้ในการรายงานผลการวิจัย และผู้วิจัยที่มีรหัสนั้น ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลวิจัยในคอมพิวเตอร์ได้ ทั้งนี้เพื่อมิให้เกิดผลกระทบต่อโรงเรียนและนักเรียนหรือกลุ่มที่ศึกษาที่ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยภายหลังได้



บทที่ 4

ผลการศึกษา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช และศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. การตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหา
3. การตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การตรวจสอบความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.1 การสร้างแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช อัดนัยแบบข้อเขียนสถานการณ์ ทั้ง 9 ข้อ ประกอบด้วย 3 หัวข้อ แบ่งออกเป็นหัวข้อย่อย 3 ข้อ ได้ทำการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านศึกษา 2 ท่าน และทางด้านวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้ปรับเปลี่ยนภาษาบางข้อคำถาม จากนั้นผู้วิจัยได้เลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไปและทำการแก้ไขปรับปรุงภาษาในข้อคำถามให้มีความเหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำข้อสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงภาษาไปใช้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาต่อไป

นำข้อสอบที่นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มศึกษามาวิเคราะห์หาค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่าข้อสอบที่นำไปใช้มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.436 - 0.554 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.674 - 0.833 โดยผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก-ง่ายระหว่าง 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.2

ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ชุด พบว่าค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนแบค ในหัวข้อโครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และและเมล็ด มีค่าเท่ากับ 0.671, 0.558 และ 0.606 ตามลำดับ ในข้อสอบสถานการณ์จำนวน 9 ข้อ ผู้วิจัยได้เลือก 6 ข้อ โดยแบ่งเป็น 3 หัวข้อ หัวข้อย่อย 2 ข้อ มาใช้ทดสอบในการจัดการ

เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งผู้วิจัยใช้เกณฑ์การตัดข้อสอบที่เกินโดยใช้เกณฑ์ข้อสอบที่มีวัตถุประสงค์เหมือนกัน

1.2 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช ปรนัย แบบ 4 ตัวเลือกทั้ง 60 ข้อ ประกอบด้วย 3 หัวข้อ แบ่งออกเป็นหัวข้อย่อย 20 ข้อ ได้ทำการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านศึกษา 2 ท่าน และทางด้านวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้ปรับเปลี่ยนภาษาบางข้อคำถาม และตัวเลือกให้มีความชัดเจน จากนั้นผู้วิจัยได้เลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไปและทำการแก้ไขปรับปรุงภาษาในข้อคำถามและตัวเลือกให้มีความเหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำข้อสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงภาษาไปใช้กับนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้กลุ่มศึกษาต่อไป

ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืชทั้ง 3 หัวข้อ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนแบค ในหัวข้อโครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด มีค่าเท่ากับ 0.548, 0.638 และ 0.613 ตามลำดับ

นำข้อสอบที่นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้ศึกษามาวิเคราะห์หาค่าความยาก - ง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่าข้อสอบที่นำไปใช้มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.225 - 0.800 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -0.061 - 0.561 โดยผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก-ง่ายระหว่าง 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.2 พบว่ามีจำนวน 48 ข้อ จากนั้นผู้วิจัยได้เลือก 30 ข้อ โดยแบ่งเป็น 3 หัวข้อ หัวข้อย่อย 10 ข้อ มาใช้ทดสอบในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งผู้วิจัยใช้เกณฑ์การตัดข้อสอบที่เกินในข้อสอบที่มีวัตถุประสงค์และระดับการวัดที่เหมือนกัน

2. การตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.1 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในหัวข้อเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด โดยใช้กลุ่มศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนคณิตศาสตร์ - วิทยาศาสตร์ จำนวน 43 คน แบ่งเป็นนักเรียนชาย 8 คน หญิง 35 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จากโรงเรียนขนาดใหญ่ เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง และนักเรียนมีอายุในช่วง 15 - 16 ปี ส่วนใหญ่มีผลการเรียนชีววิทยายู่ในระดับดีซึ่งตรวจสอบจากคะแนนเฉลี่ยในวิชาชีววิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

2.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เมื่อนักเรียนได้รับการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน โดยมีคะแนนค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้ เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบเท่ากับ 2.88 ± 0.98 เรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหารเท่ากับ 3.93 ± 0.99 และเรื่องผลและเมล็ดเท่ากับ 5.05 ± 1.29 และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยมีคะแนนค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้ เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบเท่ากับ 7.28 ± 1.08 เรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหารเท่ากับ 8.11 ± 1.13 และเรื่องผลและเมล็ดเท่ากับ 9.30 ± 1.34

การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ด้วยค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าทีในแต่ละเรื่องดังนี้ เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบเท่ากับ -20.847 เรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหารเท่ากับ -18.299 และเรื่องผลและเมล็ดเท่ากับ -20.267 ดังตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จากสถิติทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน $p = 0.05$

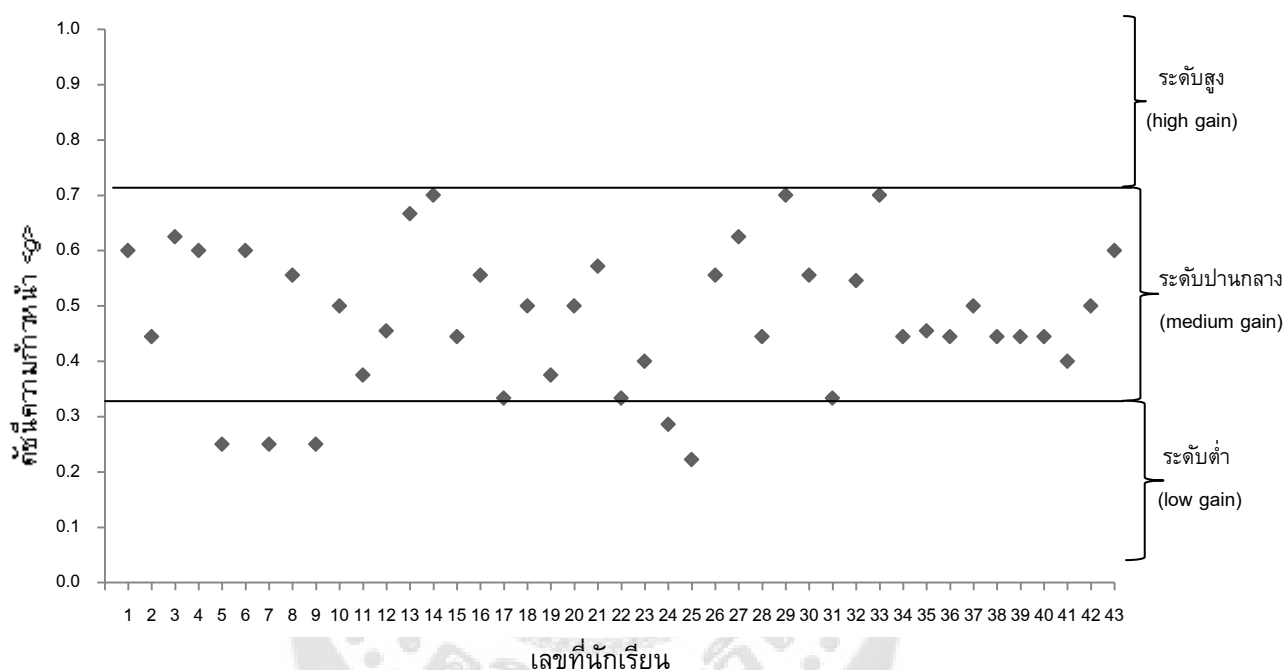
N = 43			
หัวข้อ	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ^๑		t
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
โครงสร้างและหน้าที่ของใบ	2.88 ± 0.98	7.28 ± 1.08	-20.847^*
การลำเลียงน้ำและสารอาหาร	3.93 ± 0.99	8.11 ± 1.13	-18.299^*
ผลและเมล็ด	5.05 ± 1.29	9.42 ± 1.28	-20.267^*

๑ ค่าเฉลี่ยที่แสดงในตารางคือ $\bar{x} \pm SD$ โดยมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน

* $p = 0.05$

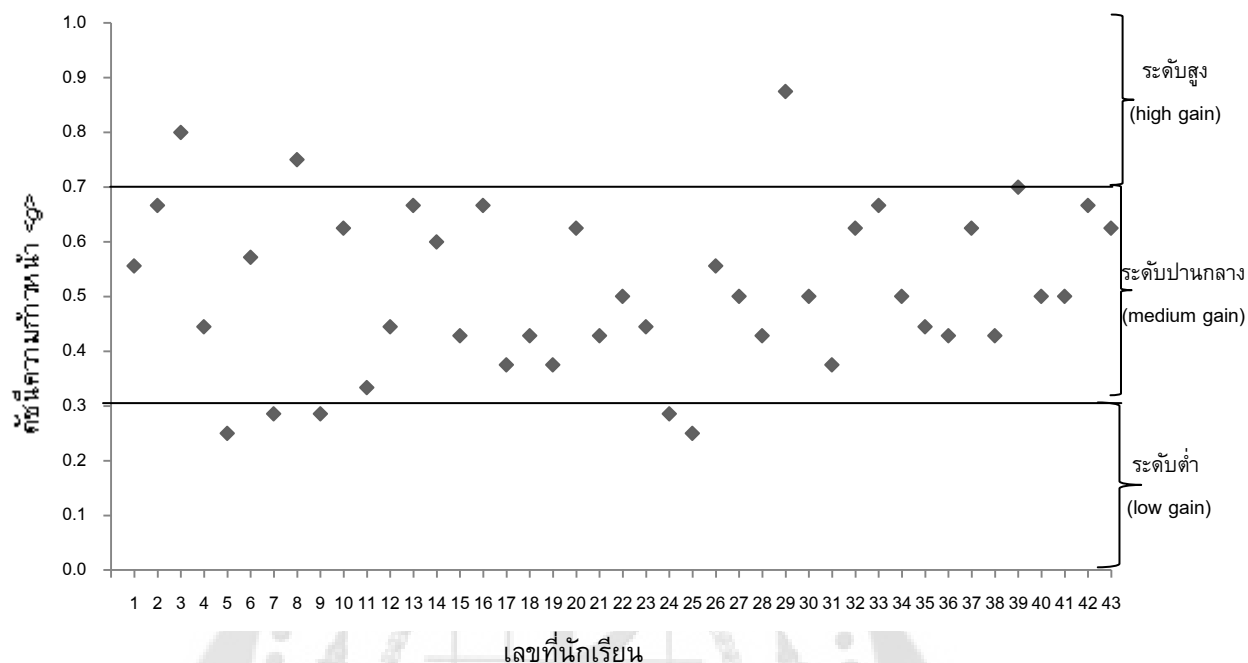
2.3 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียน พบว่าเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบ นักเรียนส่วนมากมีค่าดัชนีความก้าวหน้าด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยในระดับปานกลางจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 81.79 ส่วนนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยในระดับต่ำจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 11.23 และค่าดัชนีความก้าวหน้าด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยในระดับสูงจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6.98 แสดงดังภาพประกอบ 13



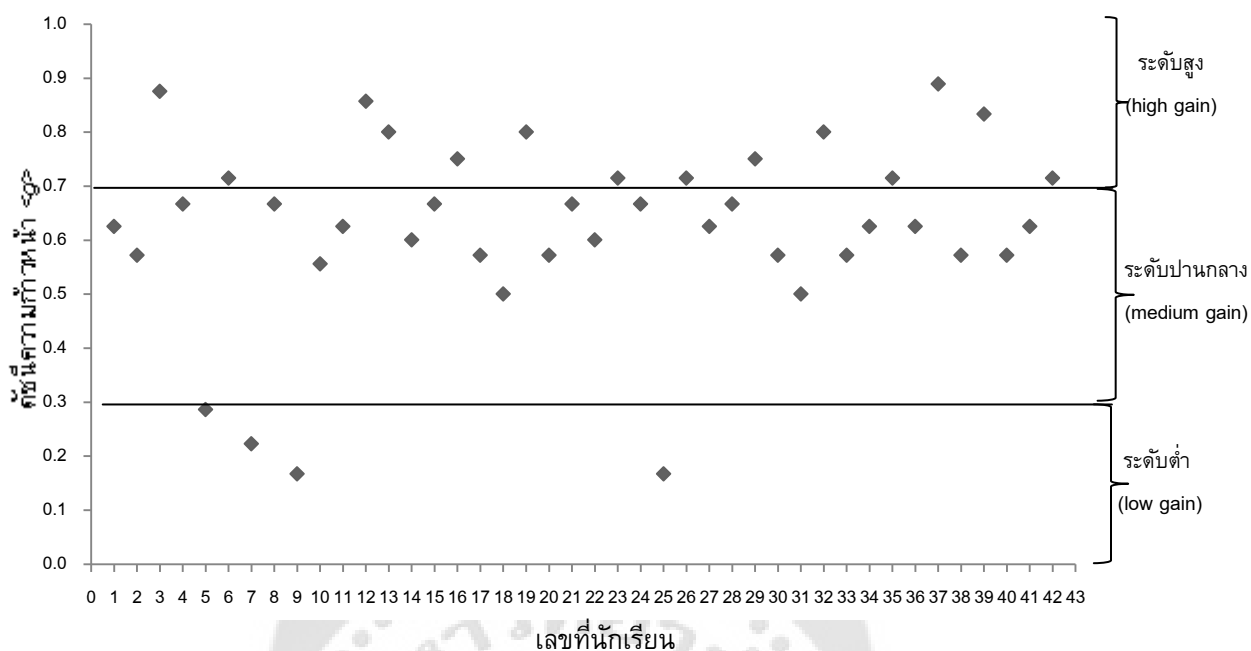
ภาพประกอบ 13 ค่าดัชนีความก้าวหน้าด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบ

เรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหาร นักเรียนส่วนมากมีค่าดัชนีความก้าวหน้าด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยในระดับปานกลางจำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 79.47 ส่วนนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยในระดับต่ำ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 11.23 และค่าดัชนีความก้าวหน้าด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยในระดับสูงจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 9.30 แสดงดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 ค่าดัชนีความก้าวหน้าด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหาร

เรื่องผลและเมล็ด นักเรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยในระดับปานกลางจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ส่วนนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยในระดับสูงจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 34.9 แสดงดังภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 ค่าดัชนีความก้าวหน้าด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ผลและเมล็ด

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความก้าวหน้าด้านความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่าคะแนนความก้าวหน้าความสามารถในการแก้ปัญหามีค่าความก้าวหน้าอยู่ในระดับปานกลาง ทั้ง 3 เรื่อง ดังตาราง 5

ตาราง 5 ความก้าวหน้าด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

N = 43

แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน (คน)			ค่าความก้าวหน้า	
	กลุ่มสูง	กลุ่มกลาง	กลุ่มต่ำ	$\bar{x}$	SD
โครงสร้างและหน้าที่ของใบ	3	35	5	0.48	0.13
การลำเลียงน้ำและสารอาหาร	4	34	5	0.53	0.15
ผลและเมล็ด	15	24	4	0.63	0.17

3. การตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อนักเรียนได้รับการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาพบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยมีคะแนนค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้ เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบเท่ากับ 3.60 ± 1.12 เรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหารเท่ากับ 3.25 ± 1.09 และเรื่องผลและเมล็ดเท่ากับ 3.37 ± 0.98 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยมีคะแนนค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้ เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบเท่ากับ 7.30 ± 1.01 เรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหารเท่ากับ 7.13 ± 0.97 และเรื่องผลและเมล็ดเท่ากับ 7.56 ± 0.91

การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ด้วยค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าทีในแต่ละเรื่องดังนี้ เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบเท่ากับ -17.453 เรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหารเท่ากับ -21.594 และเรื่องผลและเมล็ดเท่ากับ -20.891 ดังตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จากสถิติทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน $p = 0.05$

หัวข้อ	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน [¶]		t
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
โครงสร้างและหน้าที่ของใบ	3.60 ± 1.12	7.30 ± 1.01	-17.453^*
การลำเลียงน้ำและสารอาหาร	3.25 ± 1.09	7.13 ± 0.97	-21.594^*
ผลและเมล็ด	3.37 ± 0.98	7.56 ± 0.91	-20.891^*

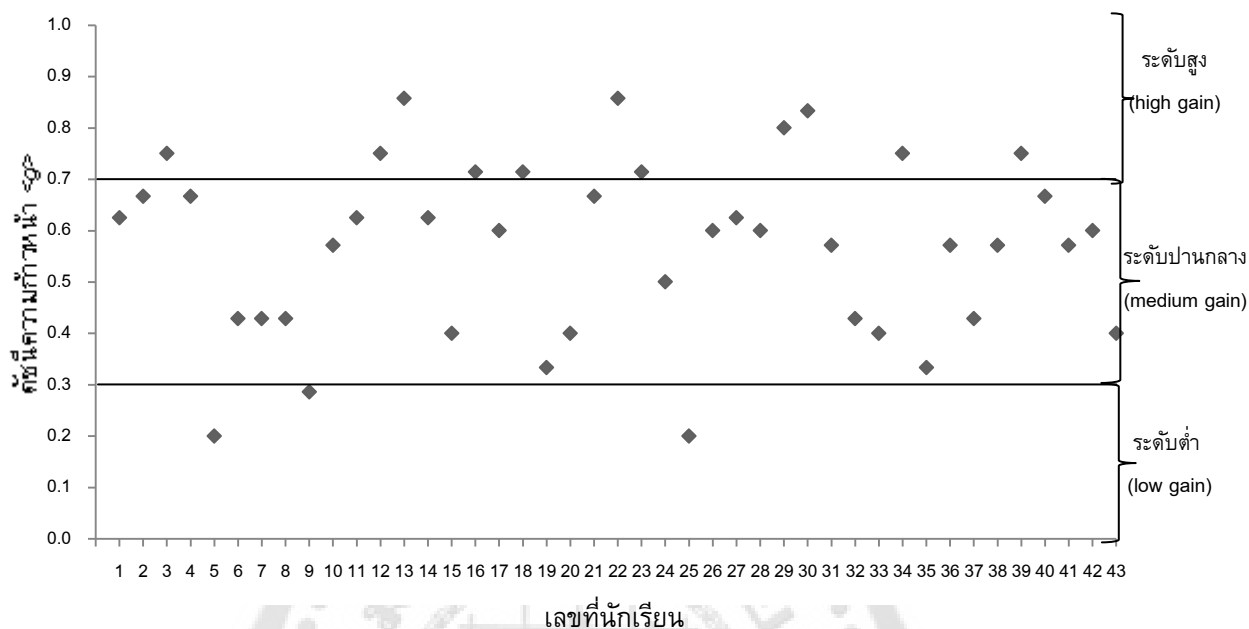
¶ ค่าเฉลี่ยที่แสดงในตารางคือ $\bar{x} \pm SD$ โดยมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน

* $p = 0.05$

3.2 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าด้านผลสัมฤทธิ์

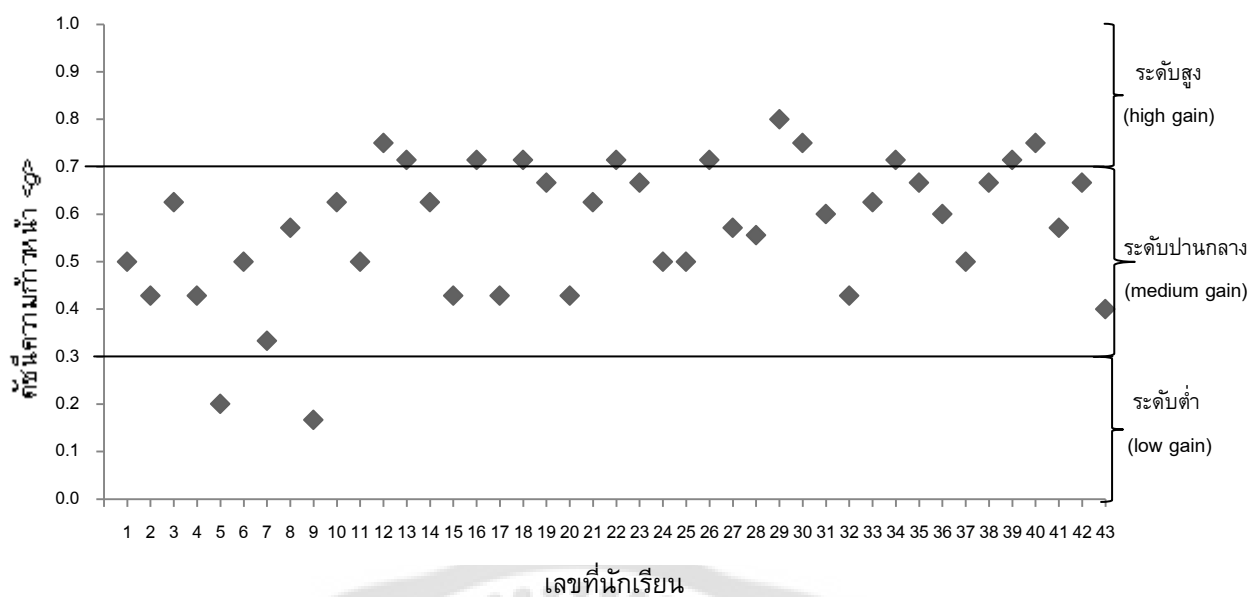
จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบ นักเรียนส่วนใหญ่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยในระดับปานกลาง จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 67.4 ส่วนนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการ

เรียนเฉลี่ยในระดับต่ำ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6.9 และค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยในระดับสูงจำนวน 11 คนคิดเป็นร้อยละ 25.7 แสดงดังภาพประกอบ 16



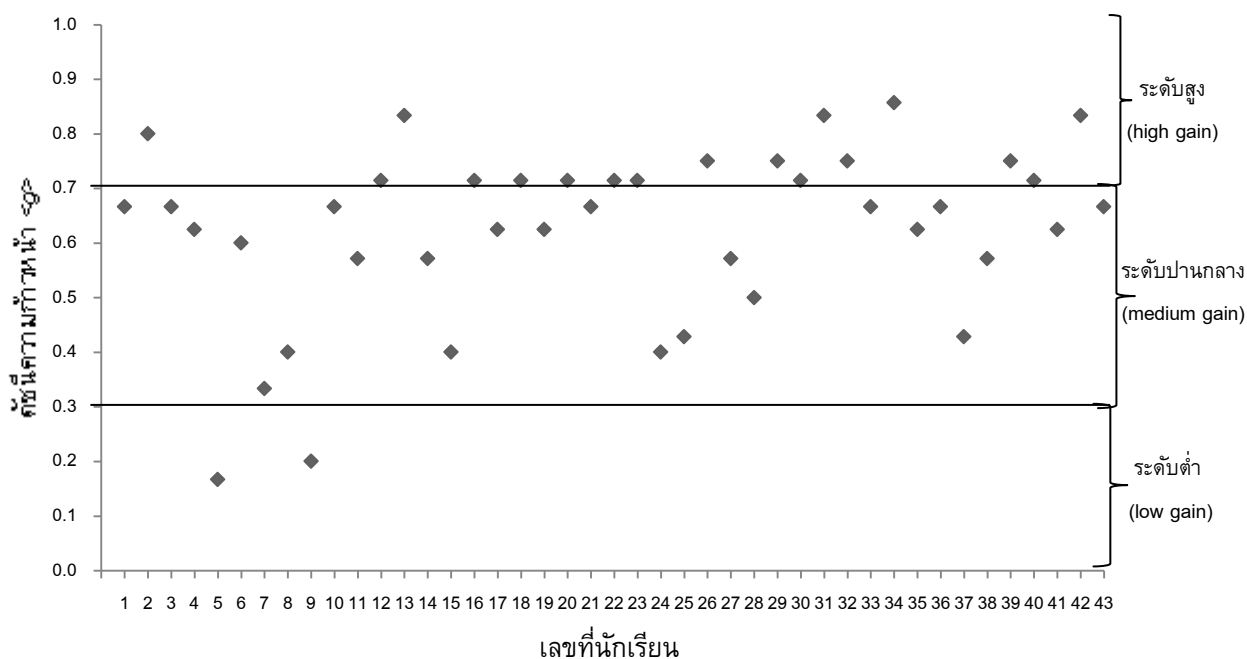
ภาพประกอบ 16 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบ

เรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหาร พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยในระดับปานกลาง จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 69.7 ส่วนนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยในระดับสูงจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 25.7 แสดงดังภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 17 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหาร

เรื่องผลและเมล็ด นักเรียนส่วนใหญ่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยในระดับปานกลาง จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 55.81 ส่วนนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยในระดับสูง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 39.53 แสดงดังภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องผลและเมล็ด

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนพบว่าคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความก้าวหน้าอยู่ในระดับปานกลาง ทั้ง 3 เรื่อง ดังตาราง 7

ตาราง 7 ความก้าวหน้าทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

N = 43

แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน (คน)			ค่าความก้าวหน้า	
	กลุ่มสูง	กลุ่มกลาง	กลุ่มต่ำ	$\bar{x}$	SD
โครงสร้างและหน้าที่ของใบ	11	29	3	0.57	0.17
การลำเลียงน้ำและสารอาหาร	11	30	2	0.57	0.14
ผลและเมล็ด	17	24	2	0.62	0.16

4. การตรวจสอบความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4.1 การตรวจสอบความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจากแบบสอบถาม

การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากกลุ่มนักเรียนตัวอย่าง พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากทั้งทางด้านเนื้อหาและด้านกิจกรรมการเรียนการสอน แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 ค่าความพึงพอใจการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในหัวข้อกายวิภาคศาสตร์ของพืช

N = 43

หัวข้อพิจารณา	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x} \pm SD$)	แปลผล
ด้านเนื้อหา		
1. การเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ทำให้เรียนรู้ได้ดี	4.81 $\pm$ 0.62	พอใจมาก
2. ความรู้เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบที่ได้รับ	4.49 $\pm$ 0.69	พอใจมาก
3. ความรู้เรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหารที่ได้รับ	4.73 $\pm$ 0.60	พอใจมาก
4. ความรู้เรื่องผลและเมล็ดที่ได้รับ	4.67 $\pm$ 0.47	พอใจมาก
ภาพรวมความพึงพอใจของนักเรียนด้านเนื้อหา	4.67 $\pm$ 0.59	พอใจมาก

ตาราง 8 (ต่อ)

หัวข้อพิจารณา	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x} \pm SD$)	แปลผล
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน		
1. ความน่าสนใจของการจัดการเรียนรู้	4.68 $\pm$ 0.63	พอใจมาก
2. ความเหมาะสมของระยะเวลา	4.65 $\pm$ 0.63	พอใจมาก
3. จำนวนนักเรียนมีความเหมาะสมต่อกิจกรรม	4.62 $\pm$ 0.76	พอใจมาก
4. การจัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนหาความรู้ด้วยตนเอง	4.65 $\pm$ 0.67	พอใจมาก
5. การจัดการเรียนการสอนฝึกให้นักเรียนทำงานเป็นทีม	4.70 $\pm$ 0.62	พอใจมาก
6. การจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้รับความรู้จาก	4.62 $\pm$ 0.79	พอใจมาก
การแก้ปัญหาและการบูรณาการเนื้อหาวิชา		
ภาพรวมความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนการสอน	4.65 $\pm$ 0.67	พอใจมาก

4.2 การตรวจสอบความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยการสัมภาษณ์

การตรวจสอบความพึงพอใจที่ได้รับผู้วิจัยได้สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง สัมภาษณ์วันจันทร์ที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2559 จากนักเรียนจำนวน 9 คน เป็นนักเรียนหญิง 5 คน และนักเรียนชาย 4 คน โดยได้จากการสุ่มอย่างง่าย เพื่อสอบถามความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในหัวข้อกายวิภาคศาสตร์ของพืช ทั้งหมด 5 คำถาม โดยในแต่ละข้อมีวัตถุประสงค์ดังนี้

4.2.1 ตรวจสอบความรู้สึกรู้สึกต่อกิจกรรมของงานวิจัย ผู้วิจัยใช้คำถาม “นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไรตามแนวทางสะเต็มศึกษา” พบว่า นักเรียนมีความตื่นตัว ทำทหายต่อกิจกรรมว่าตนเองจะสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ ดังตัวอย่างคำตอบ เช่น

ผู้วิจัย : นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไรตามแนวทางสะเต็มศึกษา

นักเรียน 2 : มีความทหายที่ได้แก้ปัญหา.....ได้คิดค้นหาวิธีใหม่ๆ ในการแก้ปัญหาที่มันอาจจะเกิดขึ้นในชีวิตเราจริงๆ

นักเรียน 4 : ไม่น่าเบื่อ.....ตื่นตื่นเวลาทดสอบชิ้นงานว่าตรงตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้รีเปลา่ อีกทั้งยังได้ออกแบบชิ้นงานออกมากจากจินตนาการ ดีมาก ๆ

นักเรียน 7 : ตื่นเต้นดี ว่าเราจะสามารถแก้ปัญหาที่ครูให้ได้รีเปลา่ ได้มีการเสนอความคิดต่าง ๆ ในการสร้างสรรค์ผลงานให้เป็นไปตามเป้าหมาย

4.2.2 ตรวจสอบความรู้พื้นฐานเนื้อหาที่นำมาใช้ในกิจกรรมของงานวิจัย ผู้วิจัยใช้คำถาม “นักเรียนเคยเรียนเรื่องเหล่านี้มาก่อนหรือไม่” พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เคยเรียนมาแล้วในบางหัวข้อที่นำมาใช้ และลืมไปแล้วบ้าง แต่ก็มีบางส่วนยังไม่เคยเรียนทั้งสามหัวข้อ ดังตัวอย่างคำตอบ เช่น

ผู้วิจัย : นักเรียนเคยเรียนเรื่องเหล่านี้มาก่อนหรือไม่

นักเรียน 1 : เคยเรียนพิเศษมา ตอนปิดเทอม แต่ตอนนี้จำได้ไม่ค่อยได้

นักเรียน 2 : เรื่องแรกกับเรื่องที่สองเคยครับ แต่เรื่องที่สองเคยอ่านหนังสือผ่านๆ ลืมไปหมดแล้ว

นักเรียน 4 : ไม่เคยเรียน

4.2.3. ตรวจสอบความคิดเห็นต่อเนื้อหาที่นำมาใช้ในกิจกรรมของงานวิจัย ผู้วิจัยใช้คำถาม “นักเรียนคิดว่าเนื้อหาแต่ละเรื่องมีระดับความยากต่อนักเรียนหรือไม่” พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าเป็นเนื้อหาที่ยากเนื่องจากเป็นเรื่องที่มองไม่ค่อยเห็นภาพในโดยเฉพาะหัวข้อการลำเลียงน้ำและสารอาหาร แต่ในหัวข้อผลและเมล็ดพืชทำได้ ดังตัวอย่างคำตอบ เช่น

ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าเนื้อหาแต่ละเรื่องมีระดับความยากต่อนักเรียนหรือไม่

นักเรียน 3 : ยากค่ะ หนูชอบเรียนเรื่องเกี่ยวกับคนมากกว่า.....หนูให้ 9 เต็ม 10 ในระดับความยาก

นักเรียน 4 : ยากพอสมควร โดยเฉพาะเรื่องที่สอง เพราะว่ามันมองไม่ค่อยเห็นภาพนะ

นักเรียน 8 : เฉยๆค่ะ ไม่ยากแต่ก็ไม่ง่าย.....แต่ว่าเรื่องใบกับผลพืชทำได้นะ

4.2.4 เปรียบเทียบความรู้สึกระหว่างการจัดการเรียนสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย ผู้วิจัยใช้คำถาม “นักเรียนมีความรู้สึกแตกต่างอย่างไรต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการนั่งเรียนธรรมดาหรือไม่ อย่างไร” พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ชอบการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เนื่องจากได้แสดงความคิดและตื่นตันทันกับปัญหาที่ได้รับ ดังตัวอย่างคำตอบ เช่น

ผู้วิจัย : นักเรียนมีความรู้สึกแตกต่างอย่างไรต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการนั่งเรียนธรรมดาหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน 2 : แตกต่างค่ะ ชอบแบบสะสมเต็มมากกว่า.....ได้ทำงานกับเพื่อน ได้แก้ปัญหา

นักเรียน 7 : รู้สึกดีกับสะสมครบ ขึ้นต้นเวลาแก้ปัญหา และทดสอบชิ้นงาน

นักเรียน 9 : สะสมดีกว่า ได้แสดงความคิด แล้วก็ทำชิ้นงานที่แก้ปัญหา มีความท้าทาย

4.2.5 เปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเมื่อใช้การสอนตามแนวทางสะสมศึกษา ผู้วิจัยใช้คำถาม “นักเรียนคิดว่าการสอนตามแนวทางสะสมศึกษาช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้นหรือไม่” พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันดีขึ้นเนื่องจากสามารถประยุกต์ความรู้ต่างๆ เพื่อแก้ปัญหา โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบ เช่น

ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าการสอนตามแนวทางสะสมศึกษาช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้นหรือไม่

นักเรียน 4 : “ดีขึ้นนะคะ บางทีสถานการณ์ที่ครูยกตัวอย่างอาจเกิดในชีวิตจริง หนูก็จะลองไปใช้ค่ะ มันน่าจะใช้ได้

นักเรียน 6 : ดีครับ เดี่ยวนี้เวลาผมคิดแก้ปัญหาก็จะพยายามคิดแบบใช้หลักการที่เป็นไปได้.....ผมคิดว่าดีขึ้นนะ

นักเรียน 8 : น่าจะดีขึ้นค่ะ.....แต่คงต้องใช้องค์ความรู้และประสบการณ์ที่หลากหลาย ต้องลองดู

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเมื่อได้รับการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในหัวข้อเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด ได้มีการสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัย ผู้วิจัยกำหนดหัวข้อที่ใช้ในงานวิจัย จำนวน 2 หัวข้อดังนี้

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวิชาชีววิทยา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้การเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวิชาชีววิทยา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืชหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

สมมติฐานงานวิจัย

- 1.เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวิชาชีววิทยา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ
- 2.เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวิชาชีววิทยา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยสรุปผลดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาแผนการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช ประกอบด้วย 3 หัวข้อคือ โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด ซึ่งประกอบไปด้วยใบกิจกรรมและใบความรู้ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจ พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และใบกิจกรรมมีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.8 ในหัวข้อโครงสร้าง

และหน้าที่ของใบ และผลและเมล็ด ส่วนหัวข้อเรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหารมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 จากนั้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้พบปัญหาระหว่างทำกิจกรรม และได้หาแนวทางแก้ไข จากการตรวจสอบบันทึกหลังสอน และจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน ทำให้ผู้วิจัยได้พัฒนาแผนให้มีความเหมาะสมดังต่อไปนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรแบ่งระยะเวลาในการทำกิจกรรมให้มีความเหมาะสม โดยเฉพาะขั้นทำกิจกรรม เนื่องจากมีส่วนช่วยให้นักเรียนทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ครูควรสร้างใบกิจกรรมที่มีสถานการณ์และใบความรู้ให้มีความน่าสนใจ และมีการชี้แนะแนวทางให้นักเรียนมีการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

1.3 การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาครูควรมีการชี้แจงงานให้มีชัดเจน และในการทำกิจกรรมครูควรพร้อมให้เป็นทีปรักษาให้กับนักเรียน

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละหัวข้อ

จากการศึกษาการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 43 คน ผู้วิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาหลังจากการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีค่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) และมีความก้าวหน้าของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละหัวข้อ

จากการศึกษาการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 43 คน ผู้วิจัยพบว่าการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกายวิภาคของพืช หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) และมีความก้าวหน้าความสามารถทางผลสัมฤทธิ์อยู่ในระดับปานกลาง

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้อภิปรายตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาแผนการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช ประกอบด้วย 3 หัวข้อ คือ โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด ซึ่งผ่านผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยแบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านศึกษา 2 ท่าน และ

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ได้ประเมินทางด้านเนื้อหา รูปแบบกิจกรรม และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยมีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับดีในทุกๆด้าน ทั้ง 3 แผน แต่อย่างไรก็ตามผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ปรับแก้ภาษาแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเข้าใจง่ายกับระดับนักเรียนของระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และปรับแก้ภาษาสถานการณ์ในหัวข้อโครงสร้างและหน้าที่ของใบให้มีความชัดเจนให้สอดคล้องกับเนื้อหามากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหายึดตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และได้ดำเนินการตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของโรงเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือขั้นนำ ขั้นกิจกรรม ขั้นนำเสนอ และขั้นอภิปรายและสรุปผล และได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว (2558) ที่กล่าวว่า การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ควรผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญที่สอดคล้องและมีความเหมาะสมเพื่อให้แผนมีการพัฒนาอย่างมีประสิทธิภาพส่งผลให้มีการพัฒนาผู้เรียนให้มีการเรียนรู้ได้อย่างลึกซึ้ง ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช จึงเหมาะสมกับการนำไปใช้จัดการเรียนการสอนในนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเนื่องจากมีกิจกรรมเหมาะสมกับเนื้อหาและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ อีกทั้งการวัดและประเมินผลยังสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

จากการสังเกตการณ์จัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้พบปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช โดยสามารถแยกอภิปรายเป็น 3 ประเด็น ดังต่อไปนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรแบ่งระยะเวลาในการทำกิจกรรมให้มีความเหมาะสม โดยเฉพาะขั้นทำกิจกรรม และขั้นนำเสนอผลงาน เนื่องจากมีส่วนช่วยให้นักเรียนทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากขั้นการนำเสนอเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นกับครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและยังสามารถตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน โดยเปรียบเทียบความรู้สึกระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย ผู้วิจัยใช้คำถาม “นักเรียนมีความรู้สึกแตกต่างอย่างไรต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการนั่งเรียนธรรมดาหรือไม่ อย่างไร” พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ชอบการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เนื่องจากได้แสดงความคิดเห็นและตื่นเต้นกับปัญหาที่ได้รับ การเรียนรู้ตามสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 ศาสตร์ คือ

คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยใช้การออกแบบทางวิศวกรรมเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยใช้การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มีเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยแก้ปัญหา (Koehler; et al. 2013) และ Fogarty (1991) ได้กล่าวว่าการเรียนรู้แบบบูรณาการ จะสามารถทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้หลากหลายมุมมองจากหัวข้อเดียวกัน อีกทั้งยังได้เรียนหลายวิชาไปด้วยกัน ส่งผลให้สามารถเกิดการเรียนรู้ที่เข้าใจได้ง่าย และเห็นภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 ครูควรให้นักเรียนสลับกันนำเสนอเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจจากการนำเสนอชิ้นงาน และการซักถามจากครูและเพื่อนในชั้นเรียน เนื่องจากการนำเสนอเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและความรู้ (Varquez; et al. 2013)

1.3 ครูควรสร้างไปกิจกรรมที่มีสถานการณ์และใบความรู้ให้มีความน่าสนใจ และมีการชี้แนะแนวทางให้นักเรียนมีการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมในการวิจัยใบงานและใบความรู้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเพิ่มขึ้น อีกทั้งใบกิจกรรมและใบงานมีส่วนช่วยให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มมากขึ้น เนื่องจากนักเรียนมีความเห็นใจผู้อื่น (Salavit; et al. 2016)

1.4 การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาครูควรมีการชี้แจงงานให้มีชัดเจน และในการทำกิจกรรมครูควรพร้อมให้เป็นທີ່ปรึกษาให้กับนักเรียน ครูควรเตรียมความพร้อมอยู่ตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Salavit;et al. (2016) ที่ศึกษาบทบาทหน้าที่ของครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในโรงเรียน พบว่าบทบาทของครูควรมีบทบาทที่ช่วยแนะนำและเข้าไปมีส่วนร่วมกับการกิจกรรมนักเรียนส่งผลทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จกับการทำกิจกรรมได้สูง และการสื่อสารระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและไม่เกิดความเบื่อหน่ายระหว่างทำกิจกรรมทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกต่อกิจกรรมในเชิงบวกมากขึ้น ส่งผลให้กิจกรรมดำเนินต่อไปอย่างราบรื่น

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละหัวข้อ

จากผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาในเรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช (โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 43 คน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) และมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลางจากประเด็น ดังนี้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ได้กระตุ้นให้นักเรียนคิดมีการคิดแก้ปัญหาโดยศึกษาจากใบงานหรือแหล่งความรู้อื่นเพิ่มเติม ซึ่ง

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Fang (2014) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยระดมความคิดที่มีประสิทธิภาพของนักเรียนหรือมีการนำเสนอผ่านประสบการณ์ของนักเรียน งานวิจัยของ Rosson and Carroll (2009) ที่รายงานว่า สะเต็มศึกษาช่วยเพิ่มความสนใจให้นักเรียนมีความเข้าใจและวิเคราะห์ในปัญหา นอกจากนี้สถานการณ์ปัญหาที่ปรากฏกับนักเรียน จะทำให้นักเรียนจดจำและวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหา โดยนักเรียนต้องสื่อสารกันเพื่อให้เห็นภาพของปัญหา และทักษะความรู้ความคิดทางชีววิทยาจะช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้ (Cox; et al. 2016) และสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริลักษณ์ ขาวลุ่มบัว (2558) ที่พบว่า การเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการนำเสนอเนื้อหาสาระของแต่ละวิชามาประยุกต์ให้มีความสัมพันธ์กัน จึงช่วยกระตุ้นความคิดและการเชื่อมโยงความรู้ที่อยู่รอบตัวได้ดียิ่งขึ้น และยังสามารถจัดระเบียบให้กลายเป็นองค์ความรู้ที่มีความเหมาะสมกับนักเรียน อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Anwari; et al. (2015) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้ให้ความรู้และหลักการที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดผ่านกระบวนการออกแบบวิศวกรรมบนพื้นฐานของความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้และประสบการณ์เป็นส่วนสำคัญในการหาทางแก้ปัญหา

นักเรียนส่วนใหญ่มีความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด รองลงมาคือระดับสูง โดยพิจารณาเป็นกลุ่ม เนื่องจากนักเรียนในกลุ่มความก้าวหน้าระดับสูงเป็นนักเรียนที่มีการทำใบกิจกรรมอยู่เสมอรวมถึงค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้อื่นเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ให้และนักเรียนในกลุ่มความก้าวหน้าระดับปานกลางได้มีส่วนเรียนรู้ไปพร้อมกันกับกลุ่มสูงทำให้มีความเข้าใจในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ส่วนนักเรียนในกลุ่มที่มีความก้าวหน้าระดับต่ำ เห็นได้ว่านักเรียนไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม ทำให้ไม่เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การซักถามในข้อสงสัยต่างๆ อีกทั้งยังไม่มีภาวะกระตือรือร้นในการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ ทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ดังนั้นเมื่อโจทย์สถานการณ์เพื่อแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับต่ำได้คะแนนในส่วนนี้น้อย

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละหัวข้อ

จากผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาในเรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช (โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด) ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 43 คน พบว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) และมีความก้าวหน้าทางเรียนอยู่ในระดับปานกลาง จากประเด็นดังนี้

การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาต้องใช้องค์ความรู้ประกอบกับการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ให้สำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chung; et al. (2014) เนื่องจากการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานักเรียนต้องการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนจึงต้องศึกษาความรู้พื้นฐานเพื่อนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (ศรีวิทย์ กัณหาโรสง, 2558; ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว, 2558; Cox; et al. 2016)

นักเรียนส่วนใหญ่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด รองลงมาคือระดับสูง โดยพิจารณาเป็นกลุ่ม เนื่องจากนักเรียนในระดับสูงเป็นนักเรียนที่แสดงความคิดเห็น ชักถาม และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอยู่เสมอ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนในระดับปานกลางได้เรียนรู้พร้อมกลับกลุ่มสูง จึงสามารถเข้าใจเนื้อหาไปพร้อมกับนักเรียนระดับสูงได้ ส่วนจำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำพบว่านักเรียนไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

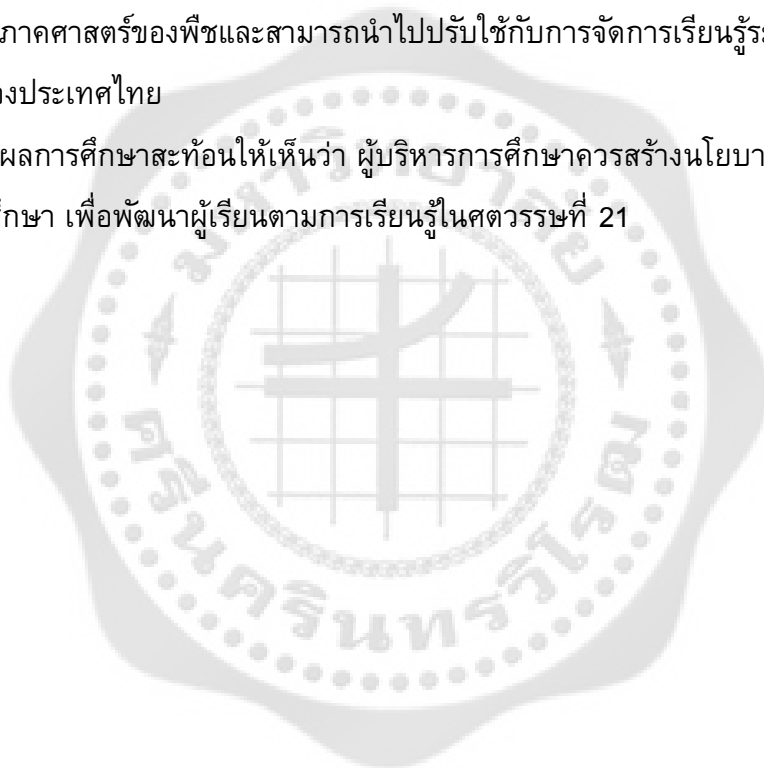
ข้อเสนอแนะ

1. ครูควรที่จัดสรรปรับเปลี่ยนเวลาขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาในแต่ละขั้นให้มีความเหมาะสมตามกิจกรรม โดยเฉพาะขั้นทำกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรใช้สถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน และมีความท้าทายเพื่อดึงดูดความสนใจจากนักเรียน
3. ก่อนการสร้างชิ้นงานครูควรแจ้งเกณฑ์ให้นักเรียนฟังอย่างละเอียดเพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น
4. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรมีใบกิจกรรม ใบงาน และ ใบความรู้ เพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการหลายศาสตร์เข้าด้วยกัน ใบกิจกรรม ใบงานและใบความรู้จึงช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในการทำกิจกรรมมากขึ้น

ผลกระทบ

ผลกระทบจากผลการศึกษา มีดังนี้

1. ทำให้นักเรียนมีแนวคิดเชิงระบบสามารถปรับเปลี่ยนการเรียนรู้ให้เป็นระบบมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้แบบท่องจำลดลง และบูรณาการสิ่งต่างๆในชีวิตประจำวัน เพื่อตอบสนองการเรียนรู้ให้เป็นมนุษย์ที่มีความพร้อมตามพระราชบัญญัติการศึกษา
2. ทำให้มีส่วนช่วยสังคม เช่น นำสิ่งเหลือใช้มาสร้างสิ่งใหม่ที่มีประโยชน์ช่วยลดมลภาวะที่เกิดในสังคม
3. กิจกรรมที่เกิดจากงานวิจัยเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ดีในเรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืชและสามารถนำไปปรับใช้กับการจัดการเรียนรู้ระดับมัธยมศึกษาในสถานศึกษาของประเทศไทย
4. ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่า ผู้บริหารการศึกษาควรสร้างนโยบายการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผู้เรียนตามการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สืบค้นเมื่อ 11 เมษายน 2558, จาก <http://www.curriculum51.net/upload/cur-51.pdf>
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการมาตรฐานการศึกษา กระทรวงฯ.
- กมนรัตน์ หล้าสงฆ์. (2523). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: มกุฏราชวิทยาลัย.
- นารีรัตน์ พักสมบุรณ์. (2541). การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเลี้ยง จอดนอก. (2558). การบูรณาการสะเต็มศึกษา : กรณีศึกษาเรื่อง ภาวะโลกร้อนภายใต้แนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. การประชุม วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน 2558. หน้า 132.
- บังอร ภัทรโกมล. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต หน่วยตัวเรา ด้วยวิธีสอนแบบโครงการ. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประทุม อัดชู. (2547). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวความคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสังคม. การวิจัยในชั้นเรียน. หน้า 29 – 35.
- ประภาส เกตุแก้ว. (2546). ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อการให้บริการของฝ่ายทะเบียนรถสำนักงานขนส่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. ถ่ายเอกสาร.
- พรรณี ชูทัย. (2528). จิตวิทยาการเรียนการสอน. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2430). การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. สำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ภพ เลหาไพบุรย์. (2537). การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เชียงใหม่คอมเมอร์เชียล.
- มังกร ทองสุตติ. (2522). โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.

- วนิชา พักขา. (2543). ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของครู – อาจารย์ผู้สอนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในโรงเรียนเอกชนอาชีวศึกษา ประเภทวิชาบริหารธุรกิจเขตกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2553). คู่มือครูสำหรับการสอบวิชาการวัดและประเมินผลทางการเรียนรู้ของนักเรียน. กรุงเทพมหานคร
- สนธิ พลชัยยา. (2557). สะท้อนกับการคิดขั้นสูง. นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 189:7-10.
- สมใจ ฤทธิสนธิ. (2537). การสร้างแบบสอบถาม. ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.
- สาโรจน์ ไสยสมบัติ. (2534). ความพึงพอใจในการทำงานของครูโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสามัญศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 185:10-18.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 186:3-5.
- ดรุณี พรายแสงเพ็ชร. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาโดยใช้สารสนเทศ. สารนิพนธ์กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐพล โยธาธิตกุล. (2558). การเพิ่มการมีส่วนร่วมของนักเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเจริญเติบโตหลังการปฏิสนธิของพืชดอก. การประชุมวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน 2558. หน้า 113.
- ศุภพงษ์ คล้ายคลึง. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว. (2558). การพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง อ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 . ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศรีวิทย์ กันหาไรสง. (2558). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรม STEM เพื่อสร้างแรงบันดาลใจทางด้านวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. การประชุมวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน 2558. หน้า 141.
- อุปการ จิระพันธุ์. (2356). สะเต็มศึกษาของใหม่สำหรับประเทศไทยหรือไม่. นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 185:32-34.

- อุมาวิชนี อางพรหม. (2546). ผลการเรียนรู้จากห้องเรียนเสมือนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. ปรินซ์นิพนธ์กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.
- Anwari, I., Yamada, S., Unno M., Saito, T., Suwarma, I., Mutakinati, L. and Kumano, Y. (2015). Implementation of Authentic Learning and Assessment through STEM Education Approach to Improve Students Metacognitive Skills. *K-12 STEM Education*. 1(3): 123-136.
- Bahar, M.; Johnstone, A.H.; & Hansell, H.(1999) Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of biological Education*. 33(2)
- Barnard, I. (1966) *The function of the Executive*. Massachusetts :Harvard University Press.
- Bloom, Benjamin S. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York: McGraw – Hill Book Co.
- Bloom, Benjamin S. (1956). *Taxonomy of Education objective handbook I : cognitive Domain*. New York: David Mackey Company, Inc.
- Campbell, N.A.; & Reece, J.B. (2002). *Biology 6th edition*. Benjamin/cummings Publishing Company, Inc. San Francisco.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, A.L., Cain, L.M., Wasserman, A.S., Minorsky, P.V. and Jackson, B.R..(2011). *Biology 9th*. Benjamin/cummings Publishing Company, Inc. San Francisco.
- Chung, C.J.; Cartwright, C.; & Cole, M. (2014). Assessing the Impact of an Autonomous Robotics Competition for STEM Education. *Journal of STEM Education*.15(2).
- Cox, C., Reynolds, B., Schunn, C. and Schuchardt, A. (2016). Using Mathematics and Engineering to Solve Problems in Secondary Level Biology. *Journal of STEM Education*. 17(1), 22-30.
- Slavit, D., Holmlund, T.; & Lesseig, K. (2016). The teachers role in developing, opening, and nurturing an inclusive STEM-focused school. *International Jonal of STEM Education*. 3(7), 1-17.
- Fang, N. (2014). Increasing High School Students Interest in STEM Education Through Collaborative Brainstorming with Yo-Yos. *Journal of STEM Education*.14(4).
- Felfman, D.; & Hugh, J. (1983). *Managing Individual and Group Behavior in Organization*. New York: McGraw-Hill.
- Fogarty, R. (1991). *Ten ways to integrate curriculum*. *Education Leadership*. 49(2): 61-65.

- Gagne, R.M. *The Condition of Learning*. 2nd ed. New York : Holy, Rinehart and Winstin, Lnc., 1970.
- Good, C.(1973). *Dictionary of Education*. Edited by Carter V. Good. New York: McGraw - hill book Company, Inc.
- Hank, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data introductory physics courses. *American journal of physics*. 16(1): 64-74.
- Kalat, W. (1985) *Introduction to Psychology*. Belmont: Wadworth.
- Kemmis, S; & McTaggart. (1998). *The action research planner*. Geelong. Victoria: Deakin University press.
- Koehler, C.; Faraclas, E.; Giblin, D.; & Kazerounian, K. (2013). The Nexus between science literacy and technical literacy: a state by state analysis of engineering content in state science standards. *Journal of STEM Education*. 14(3): 5-12.
- National Research Council. (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Place, and Pursuits*. Committee on Learning Science in Informal. The nation Academic Press
- National Research Council (NRC).(2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Retrieved December 26, 2013, from http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13165
- Piaget, J. (1962). *Play, dreams, and imitation in childhood*. New York: W.W. Norton & Co.
- Raines, J. (2012). FirstSTEP: A preliminary review of the effects of a summer bridge program on pre-college STEM majors. *Journal of STEM Education*. 13(1).
- Richard, W.H., Gordon, A.W. and Anderson, M. (2012). *Animal physiology*. sinauer associates, Inc.
- Robert, A. (2013). *STEM is here. Now what?*. Technology and Engineering Teacher. September: 22-27.
- Rosson, M.; & Carroll, J. (2009). *Dilemmas in a general theory of planning*. Policy Science. 4(2), 155-169.
- Salavit, D., Nelson, T.; & Lessing, K. (2016). The teachers' role in developing, opening, and nurturing an inclusive STEM-focused school. *International Journal of STEM Education*. 3(7).
- Skinner, B.F.(1971). *Beyond Freedom and Dignity*. A Pelican Book. 31.
- Varquez, J.A., Sneider, C. and Comer, M.(2010). *STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Wallwestein, L.(1995).*An International Quarterly Defining the Boundaries of Social Inquiry*
Arien Mack.Social Research. 63(1): 839-856.







ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจเครื่องมือในงานวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจคัดัดชนีความสอดคล้องและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบความสามารถการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความพึงพอใจ ได้แก่

1. รศ. ดร. อัจฉริยา รั้งศิริจิ อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผศ. ดร. พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ดร.อินทนนท์ กลศาสตร์เสนี อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. ดร. ธนิต ศิริบุญ อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. นางเพชรรัตน์ ศรีวิลัย ครูโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
วิทยฐานะชำนาญการ

ภาคผนวก ข

ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย



ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช ประกอบด้วย 3 หัวข้อ ได้แก่ โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด โดยได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน ดังนี้

ตารางผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช หัวข้อโครงสร้างและหน้าที่ของใบ

ประเด็นพิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญ					แปลผล
	1	2	3	4	5	
1. ความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนฯ						
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3	5	4	3	4	มาก
1.2 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	3	5	2	3	5	มาก
1.3 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์	3	5	3	3	4	มาก
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้อ่านแล้วเข้าใจง่ายสามารถจัดกิจกรรมได้ตามแผน	4	5	4	4	4	มาก
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4	5	4	4	5	มาก
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	5	4	4	4	มาก
2.4 กิจกรรมมีการบูรณาการเนื้อหาและกระบวนการของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์	3	5	4	3	4	มาก
2.5 กิจกรรมมีคำถามที่ส่งเสริมแนวคิดให้กับผู้เรียน	3	4	4	4	4	มาก
2.6 กิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	4	5	4	5	5	มากที่สุด
3. สื่อและแหล่งเรียนรู้						
- สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย	3	4	3	3	4	มาก
4. การวัดและประเมินผล						
4.1 การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์	3	5	3	4	5	มาก
4.2 การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3	4	4	4	4	มาก

หมายเหตุ เกณฑ์การแปลความผลดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00	หมายความว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51–2.00	หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตารางผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช
หัวข้อการลำเลียงน้ำและสารอาหาร

ประเด็นพิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญ					แปลผล
	1	2	3	4	5	
1. ความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนฯ						
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	4	5	มาก
1.2 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	4	5	4	4	5	มาก
1.3 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์	4	5	4	5	4	มาก
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้อ่านแล้วเข้าใจง่ายสามารถจัดกิจกรรมได้ตามแผน	4	5	4	5	5	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4	5	4	5	5	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	5	4	4	5	มาก
2.4 กิจกรรมมีการบูรณาการเนื้อหาและกระบวนการของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์	4	5	4	4	4	มาก
2.5 กิจกรรมมีคำถามที่ส่งเสริมแนวคิดให้กับผู้เรียน	4	3	4	4	4	มาก
2.6 กิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	4	5	4	5	5	มากที่สุด
3. สื่อและแหล่งเรียนรู้						
- สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4	4	4	5	5	มาก
4. การวัดและประเมินผล						
4.1 การวัดและการประเมินผลสอดคล้องจุดประสงค์	5	5	4	4	4	มาก

ประเด็นพิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญ					แปลผล
	1	2	3	4	5	
4. การวัดและประเมินผล						
4.2 การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	4	4	5	มาก

หมายเหตุ เกณฑ์การแปลความผลดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตารางผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช
หัวข้อผลและเมล็ด

ประเด็นพิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญ					แปลผล
	1	2	3	4	5	
1. ความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนฯ						
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	3	4	มาก
1.2 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	4	5	3	3	4	มาก
1.3 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์	3	5	2	3	5	มาก

ประเด็นพิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญ					แปลผล
	1	2	3	4	5	
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้อ่านแล้วเข้าใจง่ายสามารถจัดกิจกรรมได้ตามแผน	4	5	3	3	4	มาก
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4	5	4	4	4	มาก
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	5	4	3	4	มาก
2.4 กิจกรรมมีการบูรณาการเนื้อหาและกระบวนการของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์	4	4	4	4	4	มาก
2.5 กิจกรรมมีคำถามที่ส่งเสริมแนวคิดให้กับผู้เรียน	3	5	4	3	5	มาก
2.6 กิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	3	5	4	4	4	มาก
3. สื่อและแหล่งเรียนรู้						
- สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4	4	4	3	4	มาก
4. การวัดและประเมินผล						
4.1 การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	5	3	3	4	มาก
4.2 การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	4	4	5	มาก

หมายเหตุ เกณฑ์การแปลความผลดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00	หมายความว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51–2.00	หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของกิจกรรม เรื่องกายวิภาคของพืช

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช ประกอบด้วย 3 หัวข้อ ได้แก่ โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด โดยได้รับการประเมินความสอดคล้องของกิจกรรม ในแต่ละหัวข้อจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน ดังนี้

ตารางผลการตรวจสอบความสอดคล้องของกิจกรรม เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช

หัวข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
โครงสร้างและหน้าที่ของใบ	0	+1	+1	+1	+1	0.8	เหมาะสมนำไปใช้
การลำเลียงน้ำและสารอาหาร	+1	+1	+1	+1	+1	1	เหมาะสมนำไปใช้
ผลและเมล็ด	0	+1	+1	+1	+1	0.8	เหมาะสมนำไปใช้

หมายเหตุ ค่า IOC เฉลี่ยมีเกณฑ์ประเมินในการแปลความหมายดังนี้
 ค่าเฉลี่ย 0.00 – 0.59 หมายความว่า ไม่เหมาะสมนำไปใช้
 ค่าเฉลี่ย 0.60 – 1.00 หมายความว่า เหมาะสมนำไปใช้

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกายวิภาคของพืช ประกอบด้วย 3 หัวข้อ ได้แก่ โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก ดังนี้

ตารางผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หัวข้อโครงสร้างและหน้าที่ของใบ

ข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	ข้อที่ เลือก
1	0.6	0.650	0.296	ใช้ได้	
2	0.8	0.550	0.490	ใช้ได้	✓
3	0.8	0.520	0.265	ใช้ได้	
4	0.8	0.450	0.486	ใช้ได้	✓
5	0.8	0.625	0.287	ใช้ได้	✓
6	0.6	0.650	0.211	ใช้ได้	
7	0.4	-	-	ใช้ไม่ได้	
8	0.8	0.650	0.143	ใช้ไม่ได้	
9	1	0.525	0.378	ใช้ได้	✓
10	1	0.675	0.368	ใช้ได้	✓
11	1	0.525	0.605	ใช้ได้	✓
12	0.8	0.550	0.246	ใช้ได้	
13	1	0.600	0.410	ใช้ได้	
14	0.8	0.725	0.107	ใช้ไม่ได้	
15	1	0.775	0.363	ใช้ได้	✓
16	1	0.700	0.355	ใช้ได้	✓
17	0.6	0.425	0.361	ใช้ได้	✓
18	1	0.650	0.042	ใช้ไม่ได้	
19	1	0.500	0.332	ใช้ได้	
20	0.8	0.675	0.437	ใช้ได้	✓

ตารางผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หัวข้อการลำเลียงน้ำและสารอาหาร

ข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	ข้อที่เลือก
1	1	0.525	0.561	ใช้ได้	
2	1	0.725	0.472	ใช้ได้	✓
3	1	0.775	0.405	ใช้ได้	✓
4	1	0.700	-0.061	ใช้ไม่ได้	
5	1	0.575	0.330	ใช้ได้	✓
6	0.8	0.650	0.329	ใช้ได้	
7	1	0.750	0.291	ใช้ได้	✓
8	0.4	-	-	ใช้ไม่ได้	
9	1	0.600	0.497	ใช้ได้	✓
10	1	0.700	0.087	ใช้ไม่ได้	
11	1	0.500	0.444	ใช้ได้	✓
12	0.6	0.650	0.218	ใช้ได้	
13	1	0.675	0.523	ใช้ได้	✓
14	0.8	0.650	0.234	ใช้ได้	
15	1	0.700	0.366	ใช้ได้	✓
16	1	0.650	0.218	ใช้ได้	
17	1	0.700	0.415	ใช้ได้	
18	1	0.675	0.603	ใช้ได้	✓
19	0.8	0.775	0.351	ใช้ได้	✓
20	0.8	0.575	0.238	ใช้ได้	

ตารางผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หัวข้อผลและเมล็ด

ข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	ข้อที่เลือก
1	1	0.675	0.527	ใช้ได้	✓
2	1	0.700	0.378	ใช้ได้	
3	0.6	0.575	0.401	ใช้ได้	
4	1	0.225	0.439	ใช้ได้	✓
5	1	0.700	0.064	ใช้ไม่ได้	
6	1	0.675	0.203	ใช้ไม่ได้	
7	0.6	0.650	0.538	ใช้ได้	✓
8	1	0.800	0.415	ใช้ได้	✓
9	1	0.600	0.335	ใช้ได้	✓
10	0.8	0.750	0.152	ใช้ไม่ได้	
11	1	0.700	0.534	ใช้ได้	✓
12	0.4	-	-	ใช้ไม่ได้	
13	0.8	0.625	0.138	ใช้ไม่ได้	
14	1	0.675	0.510	ใช้ได้	✓
15	1	0.625	0.353	ใช้ได้	
16	1	0.550	0.466	ใช้ได้	✓
17	1	0.675	0.561	ใช้ได้	✓
18	1	0.675	-0.018	ใช้ไม่ได้	
19	1	0.675	0.437	ใช้ได้	✓
20	1	0.700	0.413	ใช้ได้	

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของข้อสอบวัดการแก้ปัญหาทาง

วิทยาศาสตร์

การทดสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกายวิภาคของพืช ประกอบด้วย 3 หัวข้อ ได้แก่ โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด ได้ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก ดังนี้

ตารางผลการตรวจสอบค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หัวข้อโครงสร้างและหน้าที่ของใบ

สถานการณ์	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)	การพิจารณา	ข้อที่เลือก
1	0.436	0.776	ใช้ได้	✓
2	0.446	0.718	ใช้ได้	✓
3	0.457	0.833	ใช้ได้	

ตารางผลการตรวจสอบค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หัวข้อการลำเลียงน้ำและสารอาหาร

สถานการณ์	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)	การพิจารณา	ข้อที่เลือก
1	0.500	0.736	ใช้ได้	✓
2	0.554	0.674	ใช้ได้	✓
3	0.539	0.781	ใช้ได้	

ตารางผลการตรวจสอบค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หัวข้อโครงสร้างผลและเมล็ด

สถานการณ์	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)	การพิจารณา	ข้อที่เลือก
1	0.498	0.734	ใช้ได้	✓
2	0.484	0.814	ใช้ได้	
3	0.521	0.681	ใช้ได้	✓

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสอบถามความพึงพอใจ

ตารางการตรวจสอบแบบประเมินแบบทดสอบความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวทางสะเต็มศึกษา

หัวข้อพิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญ					แปลผล
	1	2	3	4	5	
ด้านเนื้อหา						
1. การเชื่อมโยงเนื้อหา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ทำให้เรียนรู้ได้ดี	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
2. ความรู้เรื่องโครงสร้างและหน้า ของใบที่ได้รับ	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
3. ความรู้เรื่องการลำเลียงน้ำและ สารอาหารที่ได้รับ	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
4. ความรู้เรื่องผลและเมล็ดที่ได้รับ	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						
1. ความน่าสนใจของการจัดการ เรียนรู้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
2. ความเหมาะสมของระยะเวลา	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
3. จำนวนนักเรียนมีความ เหมาะสมต่อกิจกรรม	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
4. การจัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรม ที่นักเรียนหาความรู้ด้วยตนเอง	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
5. การจัดการเรียนการสอนฝึกให้ นักเรียนทำงานเป็นทีม	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
6. การจัดการเรียนการสอนให้ นักเรียนได้รับความรู้จากการ แก้ปัญหาและการบูรณาการ เนื้อหาวิชา	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

แบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบ

คำชี้แจง 1. เขียนชื่อ – นามสกุลให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำข้อสอบ

2. ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
3. ไม่อนุญาตให้นำเครื่องมือสื่อสารทุกชนิดเข้าห้องสอบ
4. ข้อสอบมีจำนวน 10 ข้อ ทั้งหมด 2 หน้า
5. เวลาสอบทั้งหมด 20 นาที

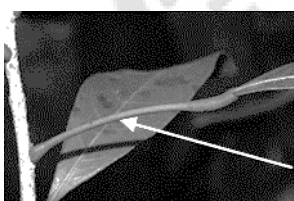
1. การเรียงตัวของใบพืชแบบเวียนสลับ ทำ

ให้เกิดประโยชน์กับพืชอย่างไร

- ก. เพื่อเพิ่มพื้นที่คายน้ำ
- ข. เพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสแสง
- ค. เพื่อการทรงตัวของพืช
- ง. เพื่อการดูดซับก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์

2.



จากภาพบริเวณที่ลูกศรชี้เจริญมาจากส่วนใด

- ก. Node
- ข. Internode
- ค. Apical bud
- ง. Leaf primordial

3. จากการสังเกตของนายเอ เมื่อนำใบพืชชนิดหนึ่งยกขึ้นส่องโดนแสงเหนือระดับ

ศีรษะ พบว่าสังเกตเห็นบริเวณจุดสีเขียว

กระจายทั่วใบนักเรียนคิดว่าจุดสีเขียว

นักเรียนคิดว่าจุดสีเขียวคือเซลล์พืชชนิดใด

- ก. Guard cell
- ข. collenchyma cell
- ค. parenchyma cell
- ง. sclerenchyma cell

4. ใบพืชชนิดใดจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

- ก. บัว โกสน มะม่วง
- ข. ผักตบชวา ลั่นทม สัก

- ค. หญ้าขน เฟื่องฟ้า ชวนชม
- ง. สาหร่ายหางกระรอก ชบา เฟื่องฟ้า

5. บริเวณใดของ Epidermis ในใบที่สามารถสังเคราะห์แสงได้

- ก. Stoma
- ข. Hair cell
- ค. Guard cell
- ง. Epidermal cell

6. ภาพตัดตามขวางในใบเลี้ยงเดี่ยวแตกต่างจากใบเลี้ยงคู่อย่างไร

ก. epidermis ด้านล่างไม่มีคิวทิน

ข. กลุ่มท่อลำเลียงกระจายไปทั่วใบ

☒ ค. พบกลุ่มท่อลำเลียงขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับเส้นกลางใบ

ง. Palisade mesophyll มีแถวเดียว

จากกลุ่มพืชที่กำหนดให้จงตอบคำถามข้อ

7-8

กลุ่มที่ 1 มะม่วง หนุ่ยขุ่น ขบา

กลุ่มที่ 2 จอก แหน บัว

กลุ่มที่ 3 ใบเตย ใบกล้วย ใบจาก

กลุ่มที่ 4 สาหร่ายหางกระรอก สันตะวา

สาหร่ายพวงกะโหลก

7. นักเรียนคิดว่าใบพืชกลุ่มใดที่ใช้เกณฑ์

ในการจำแนกต่างจากข้ออื่น

ก. กลุ่มที่ 2

ข. กลุ่มที่ 4

☒ ค. กลุ่มที่ 3

ง. กลุ่มที่ 1

8. พืชกลุ่มที่ 4 ใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนกใบพืช

ก. สีของใบ

ข. ปริมาณ Chloroplast

☒ ค. บริเวณที่พบ Guard cell

ง. บริเวณที่พบกลุ่มท่อลำเลียง

9. “เป็นที่รู้กันมาแต่โบราณว่าใบบัวนั้นเป็นใบไม้ที่สะอาด และไม่เปียกน้ำทุก ๆ ครั้งที่เราเห็นหยดน้ำตกลงบนใบบัว หยดน้ำเหล่านั้นจะไม่ไหลกระจายออก แต่จะมีลักษณะเป็นหยดกลิ้งไหลลงไปรวมกันที่กึ่งกลางใบบัว จนมีคำกล่าวเปรียบเทียบกับน้ำกลิ้งบนใบบัว จากการศึกษาปรากฏการณ์น้ำกลิ้งบนใบบัวทำให้นักวิทยาศาสตร์มีแนวความคิดในการสร้างเสื้อผ้าที่กันน้ำได้”

เราเห็นหยดน้ำตกลงบนใบบัว หยดน้ำ

เหล่านั้นจะไม่ไหลกระจายออก แต่จะมี

ลักษณะเป็นหยดกลิ้งไหลลงไปรวมกันที่

กึ่งกลางใบบัว จนมีคำกล่าวเปรียบเทียบกับ

น้ำกลิ้งบนใบบัว จากการศึกษา

ปรากฏการณ์น้ำกลิ้งบนใบบัวทำให้

นักวิทยาศาสตร์มีแนวความคิดในการสร้าง

เสื้อผ้าที่กันน้ำได้”

ที่มา :

<http://www.electron.rmutphysics.com/>

จากข้อมูลที่มี นักเรียนคิดว่า

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาส่วนใดของบริเวณใบ

เพื่อนำมาสร้างเสื้อผ้ากันน้ำ

☒ ก. Epidermis

ข. Vascular bundle

ค. Spongy mesophyll

ง. Palisade mesophyll

10. ทำไมใบพืชในที่ร่มหรือที่มีแสงน้อยส่วนใหญ่มีสีเขียวอ่อน

ก. พืชขาดสารอาหาร

☒ ข. พืชมีคลอโรฟิลล์น้อย

ค. พืชยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่

ง. พืชมีชั้น Palisade mesophyll หนา

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบ
 สถานการณ์ที่ 1

นายชามีอาชีพขายข้าวเหนียวสุก และบริเวณบ้านของนายชาปลูกพืชแต่ละชนิดไว้เป็นจำนวนมาก นายชาต้องการลดต้นทุนในการซื้อถุงพลาสติกเนื่องจากกำไรขายข้าวเหนียวมีน้อย จึงอยากที่จะนำไปพืชมาท่อข้าวเหนียวแทนการใช้ถุงพลาสติก นักเรียนจะช่วยนายชาเลือกใบไม้แบบใดในการนำมาใช้ห่อข้าวเหนียวสุกขาย

1. ช้ระบุปัญหา

.....

.....

.....

2. ช้วิเคราะห์ปัญหา (สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา)

.....

.....

.....

3. ช้กำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา (แนวทางแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุ)

.....

.....

.....

4. ช้ตรวจสอบผลลัพธ์ (ผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับปัญหาอย่างไร)

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2

บ้านนางฟ้าอยู่ในต่างจังหวัด มีฐานะยากจน ทำอาชีพรับจ้างทำนา นางฟ้าต้องการสร้างเพิงไว้หลบร้อนจากแดด จากฝนที่ทุ่งนา และบ้านของนางฟ้าปลูกพืชเป็นจำนวนมาก นางฟ้าต้องการนำใบพืชมาสร้างเป็นหลังคาบังแดด บังฝน นักเรียนคิดว่านางฟ้าจะเลือกใช้พืชหรือใบแบบใดที่จะช่วยบังแดดบังฝน

1. ขั้นระบุปัญหา

.....

.....

.....

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา)

.....

.....

.....

3. ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา (แนวทางแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุ)

.....

.....

.....

4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (ผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับปัญหาอย่างไร)

.....

.....

.....

แบบทดสอบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร

คำชี้แจง 1. เขียนชื่อ – นามสกุลให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำข้อสอบ

2. ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
3. **ไม่อนุญาต**ให้นำเครื่องมือสื่อสารทุกชนิดเข้าห้องสอบ
4. ข้อสอบมีจำนวน 10 ข้อ ทั้งหมด 2 หน้า
5. เวลาสอบทั้งหมด 20 นาที

1. เนื้อเยื่อชนิดใดที่มีประสิทธิภาพในการ
ลำเลียงน้ำและสารอาหารดีที่สุด

☒ ก. Vessel

ข. Sieve tube member

ค. Xylem parenchyma

ง. Phloem parenchyma

2. บริเวณใดของพืชที่พบการลำเลียงน้ำ

เฉพาะแบบซิมพลาส

ก. Cortex

☒ ข. Pericycle

ค. Endodermis

ง. Hypodermis

3. การลำเลียงของไซเลมและโฟลเอ็ม

แตกต่างกันอย่างไร

ก. ไซเลมลำเลียงหลายวิธี โฟลเอ็ม

ลำเลียงได้วิธีเดียว

☒ ข. ไซเลมลำเลียงสารอาหาร โฟลเอ็ม

ลำเลียงแร่ธาตุ

ค. ไซเลมลำเลียงสารได้ยาก โฟลเอ็ม

ลำเลียงสารได้ง่าย

ง. ไซเลมลำเลียงจากรากขึ้นบน โฟลเอ็ม

ลำเลียงจากยอดสู่ด้านล่าง

4. ปัจจัยใดที่ไม่มีผลต่อการดูดน้ำและแร่
ธาตุของไซเล็ม

ก. Root pressure

☒ ข. Photosynthesis

ค. Capillary action

ง. Transpiration pull

5. Plasmodesmata มีส่วนสำคัญอย่างไรใน
การลำเลียงน้ำของพืช

ก. ลำเลียงน้ำ

ข. ควบคุมปริมาณน้ำในพืช

ค. กรองสารพิษในน้ำก่อนถึงไซเล็ม

☒ ง. ลำเลียงน้ำผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีก
เซลล์หนึ่ง

6. เพราะเหตุใดใบพืชจึงเหี่ยว

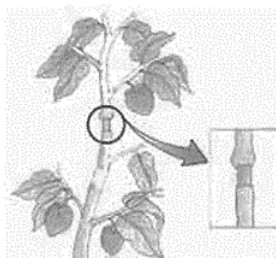
ก. พืชลำเลียงน้ำไม่ได้

ข. พืชเปิดปากใบผิดเวลา

☒ ค. พืชมีการคายน้ำมากเกินไป

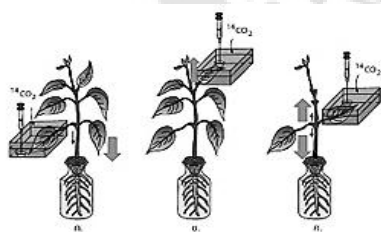
ง. พืชสังเคราะห์แสงมากเกินไป

7. จากภาพการทดลองเมื่อทำการควั่นเปลือกรอบลำต้นของพืช พบว่าเปลือกไม้เหนือรอยควั่นพองออก นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร



- ก. ไซเล็มไม่สามารถลำเลียงน้ำได้ทำให้รอยควั่นพองออก
- ข. เกิดการแบ่งเซลล์ของเปลือกไม้เหนือรอยควั่น
- ค. มีการสะสมของน้ำตาลที่เหนือรอยควั่น
- ง. ต้นไม้ขาดสารอาหารทำให้รอยควั่นพองออก

8.



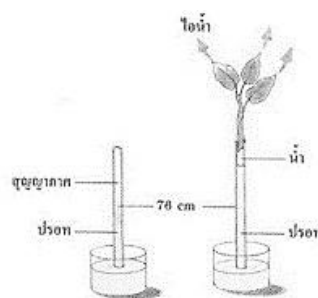
นายเอ ทำการทดลองการศึกษาน้ำตาลในพืชโดยใช้ ^{14}C จากผลการทดลองนายเอจะสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. น้ำตาลจะถูกลำเลียงไปยังบริเวณความเข้มข้นสูง
- ข. โพลีเอมของพืชสามารถลำเลียงอาหารทั้งขึ้นและลง

ค. ใบพืชไม่มีผลต่อการลำเลียงน้ำตาล
ง. น้ำตาลที่เพิ่มจะถูกพบทุกบริเวณในพืช

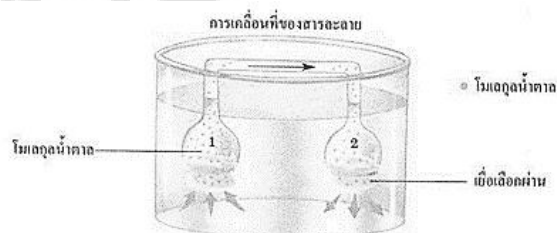
9.

จากภาพสมมติฐานการทดลองเป็นอย่างไร



- ก. พืชสามารถคายน้ำได้
- ข. พืชสามารถลำเลียงปรงได้
- ค. การคายน้ำทำให้เกิดการลำเลียงน้ำในลำต้น
- ง. การสังเคราะห์แสงทำให้เกิดการลำเลียงน้ำในลำต้น

10.



จากการทดลองอธิบายการลำเลียงอาหารในโพลีเอมได้อย่างไร

- ก. ลำเลียงผ่านท่อ
- ข. ลำเลียงโดยใช้แรงดัน
- ค. ลำเลียงผ่านเยื่อเลือกผ่าน

๑. ลำเลียงจากที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังที่

ความเข้มข้นสูง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องการลำเลียงน้ำและสารอาหาร
สถานการณ์ที่ 1

นางสมร ได้รับต้นกุหลาบจากญาติ นางสมรจึงนำมาปลูกไว้บริเวณหน้าบ้าน เมื่อถึงเวลากลางวัน นางสมรจะออกมารดน้ำต้นไม้ทุกวันอย่างสม่ำเสมอ เมื่อเวลาผ่านไปหนึ่งอาทิตย์นางสมรพบว่าต้นกุหลาบยังเหี่ยวเฉาอยู่ นักเรียนคิดว่าจะช่วยนางสมรแก้ปัญหาได้อย่างไร

1. ขั้นระบุปัญหา

.....

.....

.....

.....

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา)

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา (แนวทางแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุ)

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (ผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับปัญหาอย่างไร)

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2

นิชาต้องการนำดอกไม้มาประดับบ้าน จึงเด็ดดอกไม้จากต้นมา แล้วนำไปปักในแจกันที่เติมน้ำ แต่ก็มีดอกไม้บางส่วนยังเหี่ยวเฉาอยู่ นักเรียนคิดว่านิชาจะแก้ปัญหาได้อย่างไร

1. ขั้นระบุปัญหา

.....

.....

.....

.....

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา)

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา (แนวทางแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุ)

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (ผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับปัญหาอย่างไร)

.....

.....

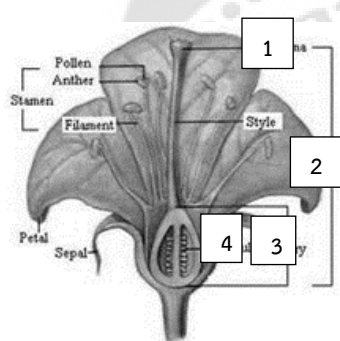
.....

.....

ข้อสอบ เรื่อง ผลและเมล็ด

- คำชี้แจง 1. เขียนชื่อ – นามสกุลให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำข้อสอบ
2. ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
 3. ไม่อนุญาตให้นำเครื่องมือสื่อสารทุกชนิดเข้าห้องสอบ
 4. ข้อสอบมีจำนวน 10 ข้อ ทั้งหมด 2 หน้า
 5. เวลาสอบทั้งหมด 20 นาที

1.



ง. ผลแห้งไม่แตกเมื่อแก่

3. ผลชนิดใดจัดเป็นผลกลุ่ม

- ก. เงาะ
- ข. ทุเรียน
- ค. สับปะรด
- ง. สตรอเบอรี่

4. ผลชนิดใดที่ชั้น Mesocarp อ่อนนุ่ม

- ก. ฝรั่ง
- ข. มะพร้าว

บริเวณใดที่จะเจริญไปเป็นผลและเมล็ด

- ก. 1 และ 2
- ข. 1 และ 3
- ค. 2 และ 3

ง. 3 และ 4

2. ส่วนของพืชที่จะเจริญไปทำหน้าที่สังเคราะห์แสงอยู่บริเวณใดของเมล็ด

- ก. Embryo
- ข. Seed coat
- ค. Coleoptile
- ง. Endosperm

3. พืชตระกูลถั่ว จัดเป็นผลประเภทใด

- ก. ผลนุ่ม
- ข. ผลเดี่ยว
- ค. ผลแห้งแตกเมื่อแก่

5.



- ค. น้อยหน่า
- ง. สตรอเบอรี่

บริเวณที่ลูกศรชี้เจริญออกมาจากบริเวณใดของเมล็ด

- ก. Hilum
- ข. Seed coat
- ค. Embryo

ง.) Micropile

6. นายกมน ทำการเพาะถั้วเขียวโดยทำไป
แช่น้ำ 1 วันก่อนทำการเพาะถั้วเขียว พบว่า
ถั้วเขียวมีอัตรา การงอกมากกว่าถั้วเขียวที่
ไม่ได้แช่น้ำ นักเรียนจะอธิบายการทดลอง
นี้อย่างไร

ก. น้ำเข้าไปทางไฮลัมทำให้กระตุ้นการ

งอก

ข. น้ำทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนตัวลง ต้น
ถั้วจึงงอกได้ง่าย

ค. น้ำกระตุ้นการเกิดราก เพราะราก
ต้องการน้ำมาก

ง.) น้ำเข้าไปละลายเอนโดสเปิร์มทำให้

กระตุ้นการงอกของเมล็ด

7. เมื่อให้นักเรียนจัดจำแนกชนิดของผล
ตาม ผลสด ผลแห้งแตกเมื่อแก่ ผลแห้งไม่
แตกเมื่อแก่ นักเรียนจะสังเกตสิ่งใดเป็น
อันดับแรก

ก. สีของผล

ข.) ความแข็งของผล

ค. ความหนาของผล

ง. ขนาดของผล

8. นายเอ ทดลองนำเมล็ดตะแบกที่ขนาด
เท่ากัน ไปแช่น้ำที่เวลาต่างกัน จากนั้น
นำมาปลูกลงในดินเพื่อดูอัตราการงอก
พบว่าเมล็ดตะแบกที่แช่นานที่สุดงอกได้
ดีที่สุด ตัวแปรต้นของการทดลองนี้คืออะไร

ก. ปริมาณน้ำ

ข. เวลาที่แช่น้ำ

ค. ความหนาของเปลือก

ง. น้ำหนักของเมล็ดตะแบก

9. เพราะเหตุใดเมล็ดจึงเกิดรอยแผลที่
เรียกว่า ไฮลัม

ก. เกิดจากรูของไมโครไฟล์

ข.) เกิดจากรอยก้านออวุล

ค. เกิดจากการแบ่งเซลล์ของเปลือก
เมล็ด

ง. เกิดจากรอยปริของเอนโดสเปิร์มใน
เมล็ด

10 เพราะเหตุใดชมพูจึงเรียกว่าผลเทียม

ก. เพราะไม่มีเมล็ด

ข. เพราะเจริญมาจากรังไข่

ค.) เพราะมีฐานรองดอกเจริญมาด้วย

ง. เพราะเจริญมาจากโพลาร์นิวคลีไอ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องผลและเมล็ด

สถานการณ์ที่ 1

บริเวณบ้านของนางแดงปลูกฝรั่งไว้เป็นจำนวนมาก แต่พบปัญหาว่าเมื่อถึงช่วงที่ผลฝรั่งสุก มันจะหล่นตามพื้น สกปรกเหม็นเน่า นักเรียนคิดว่าจะช่วยนางแดงสร้างอุปกรณ์รองรับผลฝรั่งสุกที่ตกลงมาจากต้น โดยที่ฝรั่งยังสามารถกินได้ ได้อย่างไร

1. ขั้นระบุปัญหา

.....

.....

.....

.....

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา)

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา (แนวทางแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุ)

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (ผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับปัญหาอย่างไร)

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2

นางพร มีอาชีพปลูกผักกาด พบว่าผักหลังผักกาดมีการงอกน้อยกว่าเมื่อก่อน นางพรสังเกตว่าเมล็ดผักกาดที่นำมาปลูกต่างไปจากเดิม นางพรจึงอยากตรวจสอบเมล็ดก่อนการทำซื้อทุกครั้ง นักเรียนคิดว่านางพรสามารถตรวจสอบเมล็ดพันธุ์อย่างไร

1. ขั้นระบุปัญหา

.....

.....

.....

.....

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา)

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา (แนวทางแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุ)

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (ผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับปัญหาอย่างไร)

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การวัดแบบทดสอบการแก้ปัญหา

	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
1. ชั้นระบุปัญหา	ระบุปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ชัดเจน	ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ไม่ชัดเจน	ระบุปัญหาแต่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้	ไม่ระบุปัญหา/ไม่ตอบ
2. ชั้นวิเคราะห์ปัญหา	ระบุ และ จำแนกสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงที่กำหนดไว้ ชัดเจน	ระบุ และ จำแนกสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงที่กำหนดไว้ ไม่ชัดเจน	ระบุ และ จำแนกสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาไม่ตรงกับข้อเท็จจริงที่กำหนดไว้	ไม่ระบุและจำแนกสาเหตุของปัญหา/ไม่ตอบ
3. ชั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา	หาแนวทางแก้ปัญหาได้ตรงกับสาเหตุและเสนอแนวทางที่แก้ปัญหาได้เหมาะสม	หาแนวทางแก้ปัญหาได้ตรงกับสาเหตุแต่เสนอแนวทางที่แก้ปัญหาไม่เหมาะสม	หาแนวทางไม่ตรงกับสาเหตุและเสนอแนวทางไม่เหมาะสม	ไม่หาแนวทาง/ไม่ตอบ
4. ชั้นตรวจสอบวิธีการ	อภิปราย ผลที่ได้จากวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับปัญหาชัดเจน	อภิปราย ผลที่ได้จากวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับปัญหาไม่ชัดเจน	อภิปราย ผลที่ได้จากวิธีการแก้ปัญหาไม่สอดคล้องกับปัญหา	ไม่อภิปราย/ไม่ตอบ

- 1. ชั้นระบุปัญหา** คือการระบุปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ในขอบเขตที่กำหนดให้
- 2. ชั้นวิเคราะห์ปัญหา** คือ การระบุ จำแนกถึงสาเหตุที่สามารถเป็นไปได้ โดยต้องพิจารณาจากสถานการณ์ หรือ ข้อเท็จจริงที่ได้กำหนดไว้
- 3. ชั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา** คือ การวางแผน หาแนวทางการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุหรือเสนอแนวทางวิธีที่นำไปสู่การแก้ปัญหอย่างเหมาะสม
- 4. ชั้นตรวจสอบวิธีการ** คือ เป็นความสามารถที่อธิบาย ว่าผลที่ได้จากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับปัญหา และเกิดผลการแก้ปัญหอย่างไร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบ

วิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 3 คาบ

ผู้สอน นางสาวดวงพร สมจันทร์ตา

สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1

เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระสำคัญ

วิทยาศาสตร์

ใบพืชประกอบด้วยก้านใบกับส่วนที่แผ่ออกเรียกว่าแผ่นใบ ใบพืชแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน และมีการเรียงตัวอย่างเหมาะสมเพื่อการรับแสง ใบพืชจำแนกเป็นใบเดี่ยวและใบประกอบ หน้าที่ของใบคือมีกระบวนการสังเคราะห์แสง คายน้ำและแลกเปลี่ยนแก๊ส พืชบางชนิดอาจเปลี่ยนหน้าที่ไปมีหน้าที่พิเศษไปจากเดิม

การศึกษาโครงสร้างภายใน การตัดตามขวางของใบพบบริเวณเนื้อเยื่อดังนี้ Epidermis เป็นชั้นที่อยู่นอกสุด Mesophyll ประกอบด้วยเซลล์พาเรเนไคมาที่มีคลอโรพลาสต์จำนวนมาก อยู่ระหว่างชั้น Epidermis และ Vascular bundle Vascular bundle พบตามเส้นกลางใบและเส้นใบย่อย ประกอบด้วย Xylem และ Phloem

เทคโนโลยี

การสืบค้นข้อมูลจากเทคโนโลยีสารสนเทศและเลือกใช้วัสดุ

วิศวกรรม

การออกแบบอุปกรณ์ประคบน้ำ

คณิตศาสตร์

การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของใบพืชกับปริมาณความร้อนของถุงประคบร้อน และการเขียนกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

วิทยาศาสตร์ (S)

1. อธิบายโครงสร้างภายนอกและหน้าที่ของใบพืช
2. อธิบายโครงสร้างภายในของใบพืช

คณิตศาสตร์ (M)

1. หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณใบพืชและอุณหภูมิความร้อนของถุงประคบร้อน
2. เขียนกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของถุงประคบร้อน

ด้านทักษะ (P)

วิทยาศาสตร์ (S)

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้
2. นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอผลงานได้

เทคโนโลยี (T)

สืบค้นข้อมูลในการออกแบบผลิตภัณฑ์

วิศวกรรม (E)

ออกแบบถุงประคบร้อนได้ตรงตามเกณฑ์

ด้านคุณลักษณะ (A)

วิทยาศาสตร์ (S)

รู้คุณค่าพรรณไม้นำไปประยุกต์ในการดำรงชีวิต

สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

1. ใบพืชประกอบด้วยส่วนที่เป็นก้านติดกับลำต้นเรียกว่าก้านใบ ส่วนที่แผ่ออกเรียกว่าแผ่นใบ มีขนาด ความหนาบาง รูปร่างต่างกัน กลางแผ่นใบจะมีเส้นกลางใบ อาจมีหูใบบริเวณโคนก้านใบ

2. ใบพืชแบ่งออกตามการจัดเรียงใบเป็น 2 ประเภทคือ ใบเดี่ยว คือ บนก้านใบหนึ่งก้านจะมีใบที่มีแผ่นใบติดอยู่เพียงใบเดียว เช่น มะม่วง พริก และใบประกอบ คือ บนก้านใบหนึ่งใบมีแผ่นใบหลายแผ่นหรือใบย่อย เช่น มะขาม มะพร้าว

3. ใบพืชแบ่งตามชนิดของพืชเป็น 2 ประเภท คือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยว เส้นใบแยกออกจากเส้นกลางใบทั้งสองด้านขนานกัน เช่น กล้วย ใบเตย และพืชใบเลี้ยงคู่ เส้นใบแยกออกจากเส้นกลางใบทั้งสองด้านขนานแบบขนนก หรือ แบบร่างแห เช่น ใบมะม่วง มะกรูด

4. การศึกษาโครงสร้างภายใน การตัดตามขวางของใบพบบริเวณเนื้อเยื่อดังนี้

Epidermis Mesophyll และ Vascular bundle

5. Epidermis เป็นชั้นที่อยู่นอกสุด โดยแบ่งเป็นบริเวณ Upper Epidermis และ Lower Epidermis ประกอบไปด้วย Guard cell สารคิวทิน ต่อมน้ำมัน และอาจมีเซลล์ขนบน

Epidermis

6. ชั้น Mesophyll ประกอบด้วยเซลล์พาเรไคมาที่มีคลอโรพลาสต์จำนวนมาก อยู่ระหว่างชั้น Epidermis พบเซลล์รูปร่างต่างกัน 2 แบบคือ 1. Palisade mesophyll มักพบอยู่กับ Upper Epidermis เซลล์รูปร่างยาว เรียงตัวตั้งฉากกับผิวใบ 2. Spongy mesophyll เซลล์รูปร่างไม่แน่นอน เรียงตัวทิศทางต่างๆ เกิดช่องว่างระหว่างเซลล์เยื่อ

7. Vascular bundle พบตามเส้นกลางใบและเส้นใบย่อย ประกอบด้วย Xylem และ Phloem

เทคโนโลยี

1. การสืบเสาะหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้สารสนเทศที่กำหนดและเว็บไซต์อื่นเพิ่มเติม
2. การเลือกใช้วัสดุทำถุงประคบร้อนจากข้อมูลที่สืบค้นได้

วิศวกรรม

การออกแบบถุงประคบร้อนสมุนไพร

คณิตศาสตร์

1. การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของใบพืชกับปริมาณความร้อนของถุงประคบร้อน
2. แสดงการเขียนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโดยใช้กราฟ

แนวกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นก่อนทำกิจกรรม (15 นาที)

ครูนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการเชื่อมโยงเนื้อหา ดังนี้

ครูนำใบชนิดต่างๆ มาให้นักเรียนศึกษาโดยใช้คำถามดังนี้

- ใบพืชที่นำมามีความเหมือนและความต่างอย่างไร (ความเหมือน สามารถสร้างอาหารให้กับพืชโดยการสังเคราะห์แสง ความต่าง ขนาด รูปร่าง ความหนาบาง ชนิดพันธุ์)

- นักเรียนสามารถนำไปพืชเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านใดได้บ้าง (ด้านสุขภาพ ด้านประดับตกแต่ง)
- นักเรียนสามารถนำไปพืชมาใช้ในด้านสุขภาพได้อย่างไรบ้าง (ประกอบอาหาร ยารักษาโรคอาการต่างๆ เช่น ฤๅงประคบร้อน)

ขั้นทำกิจกรรม (60 นาที)

1. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากใบกิจกรรม นักเรียนต้องจัดทำอุปกรณ์ฤๅงประคบร้อนสมุนไพรขึ้นมาจาก โดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่หาได้ง่ายภายในบ้าน โดยฤๅงประคบร้อนสมุนไพรต้องมีความร้อนในช่วงอุณหภูมิ 50°C - 60°C นาน 5 นาทีขึ้นไป
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5-6 คน แล้วให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมฤๅงประคบร้อนสมุนไพร
3. ให้นักเรียนออกแบบวิธีการสร้างฤๅงประคบร้อนสมุนไพรที่สร้างขึ้น พร้อมระบุวัสดุที่ใช้ว่ามาจากสิ่งใด โดยต้องสามารถรักษาอุณหภูมิ 50°C - 60°C นาน 5 นาทีขึ้นไป
4. ให้นักเรียนลงมือสร้างฤๅงประคบร้อนสมุนไพรตามทีออกแบบไว้ โดยให้เวลาทำกิจกรรม 40 นาที
5. ทำการวัดประสิทธิภาพของฤๅงประคบร้อนสมุนไพร โดยนำฤๅงประคบร้อนสมุนไพรให้ ความร้อนจนถึงอุณหภูมิ 60°C และนำไปวัดกับเทอร์โมมิเตอร์ให้ฤๅงประคบร้อนคงความร้อน 50°C - 60°C นาน 5 นาทีขึ้นไป

ขั้นนำเสนอและอภิปราย (55 นาที)

ให้นักเรียนนำเสนอฤๅงประคบร้อนสมุนไพรที่สร้างขึ้นโดยอธิบายเหตุผลที่ใช้ในการเลือกวัสดุ อุปกรณ์ รูปทรงของใบ ฤๅงประคบสมุนไพรและวิธีการที่ทำให้ฤๅงประคบสมุนไพรมีอุณหภูมิและระยะเวลาอยู่ในช่วงที่กำหนด

ขั้นสรุปและขยายความรู้ (20 นาที)

ครูขยายความรู้โดยจากโครงสร้างภายนอกที่เห็นของใบพืช นักเรียนคิดว่าโครงสร้างภายในของใบพืชจะเป็นอย่างไร และการสร้างฤๅงประคบร้อนจากใบพืชจากวัสดุโครงสร้างของพืชเป็นการประยุกต์ใช้สิ่งใกล้ตัวให้เกิดประโยชน์ และยังสามารถนำมาสร้างรายได้ เป็นอาชีพเสริมได้อีกด้วย

สื่อการเรียนรู้ หรือแหล่งการเรียนรู้

1. Power Point เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบ
2. หนังสือรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 3 โดย สสวท.

3. ใบกิจกรรม ฤกษ์ประคบร้อนสมุนไพร

4. ใบความรู้เรื่อง โครงสร้างภายนอกของใบพืชและฤกษ์ประคบร้อน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เป้าหมาย	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1. อธิบายโครงสร้างภายนอกและหน้าที่ของใบพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ (S)	- ตรวจใบกิจกรรม - สังเกตการนำเสนอผลงาน	- ใบกิจกรรม - แบบสังเกตการนำเสนอ	- ตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ถูกต้องร้อยละ 80 - ผลการประเมินอยู่ในระดับดี หรือ ดีมาก
2. อธิบายโครงสร้างภายในของพืช (S)	- สังเกตการมีส่วนร่วมในการอภิปราย	- แบบสังเกตการมีส่วนร่วมอภิปราย	- ผลการประเมินอยู่ในระดับดี หรือ ดีมาก
1. หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณใบพืชและอุณหภูมิความร้อนของฤกษ์ประคบร้อน (M)	- ตรวจใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม - แบบประเมินใบกิจกรรม	- ผลการประเมินอยู่ในระดับดี หรือ ดีมาก
2. เขียนกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของฤกษ์ประคบร้อน (M)	- ตรวจใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม - แบบประเมินใบกิจกรรม	- ผลการประเมินอยู่ในระดับดี หรือ ดีมาก
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)			
1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ (S)	- ตรวจใบกิจกรรม - ตรวจชิ้นงาน	- ใบกิจกรรม - แบบประเมินชิ้นงาน	- ตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ถูกต้องร้อยละ 80 - ผลการประเมินอยู่ในระดับดี หรือ ดีมาก

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)			
2. นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอผลงานได้ (S)	- สังเกตการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลการประเมินอยู่ในระดับดี หรือ ดีมาก
3. สืบค้นข้อมูลในการออกแบบผลิตภัณฑ์ (T)	- ตรวจใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม	- สืบค้นข้อมูลในแหล่งที่กำหนดให้และแหล่งข้อมูลเพิ่มเติม
4. ออกแบบถุงประคบร้อนได้ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด(E)	- ตรวจชิ้นงาน	- แบบประเมินชิ้นงาน	- ผลการประเมินอยู่ในระดับดี หรือ ดีมาก
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1. รู้คุณค่าพรรัไม่นำไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิต(S)	- สังเกตการอภิปราย	- แบบสังเกตการมีส่วนร่วมในการอภิปราย	- ผลการประเมินอยู่ในระดับดี หรือ ดีมาก

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

()

ครูผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ..

กิจกรรม ถุงประคบร้อนสมุนไพร

จุดประสงค์

ด้านความรู้ (K)

วิทยาศาสตร์ (S)

1. อธิบายโครงสร้างภายนอกและหน้าที่ของใบพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่
2. อธิบายโครงสร้างภายในของใบพืช

คณิตศาสตร์ (M)

1. หาคความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณใบพืชและอุณหภูมิความร้อนของถุงประคบร้อน
2. เขียนกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของถุงประคบร้อน

ด้านทักษะ (P)

วิทยาศาสตร์ (S)

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้
2. นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอผลงานได้

เทคโนโลยี (T)

สืบค้นข้อมูลในการออกแบบผลิตภัณฑ์

วิศวกรรม (E)

ออกแบบถุงประคบร้อนได้ตรงตามเกณฑ์

ด้านคุณลักษณะ (A)

วิทยาศาสตร์ (S)

รู้คุณค่าพรรณไม้นำไปประยุกต์ในการดำรงชีวิต

วิธีการศึกษา

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ที่ยกตัวอย่างในดังต่อไปนี้ พร้อมตอบ

คำถามข้อ 1-3

สถานการณ์

นางพลอย อาศัยอยู่บ้านแถวชานเมือง บริเวณบ้านของนางพลอยปลูกต้นไม้และพืชสวนครัว ไว้เป็นจำนวนมาก เช่น ต้นตะแบก ต้นเข็ม ตะไคร้ มะกรูด มะนาว แปรงลำซด เป็นต้น นางพลอยมักมีอาการปวดเมื่อย แต่เนื่องจากบ้านอยู่ไกลจากร้านขายยา และมีฐานะยากจน นางพลอยจึงต้องการสร้างอุปกรณ์ที่สามารถรักษาความร้อนที่อุณหภูมิ 50°C – 60°C นาน 5 นาทีขึ้นไป นักเรียนจะสามารถช่วยนางพลอยเลือกใช้พืชที่ปลูกอยู่บริเวณบ้านชนิดใด และเลือกใช้วัสดุประเภทใด ในการสร้างอุปกรณ์ร้อนให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

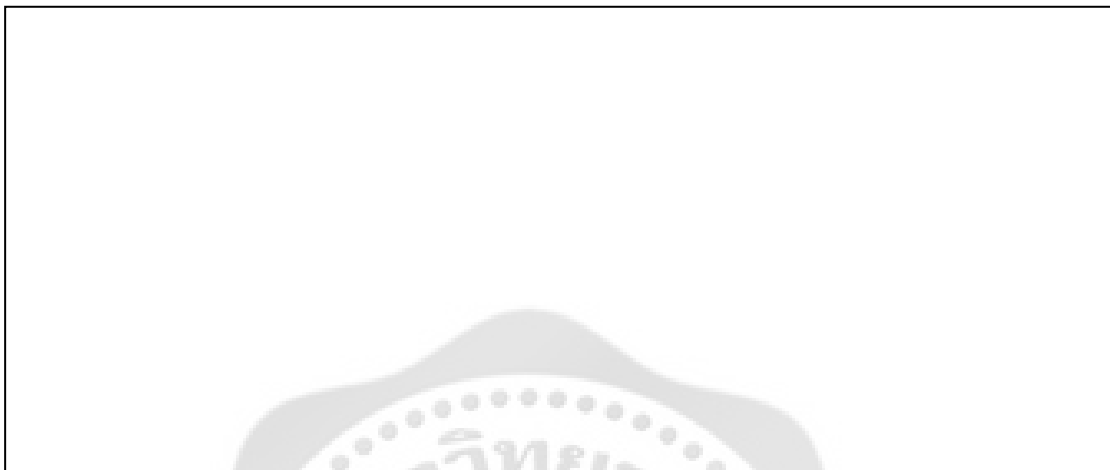
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลจากใบความรู้และแหล่งสืบค้นข้อมูลอื่นๆ
4. ให้นักเรียนสร้างอุปกรณ์ตามแบบที่ได้ออกแบบไว้
5. นำอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นไปทดสอบ
6. วิเคราะห์ผลการทดสอบอุปกรณ์ พร้อมตอบคำถามข้อ 4-6
7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอและอภิปรายผลการทดสอบผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ร้อนสมุนไพร กลุ่มละไม่เกิน 10 นาที

คำถามกิจกรรม

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีปัญหาและเงื่อนไขอย่างไร

2. จากการสืบค้นข้อมูล ลักษณะของใบ แบบใด ที่เหมาะแก่การเก็บรักษาความร้อนได้ดี

3. วาดภาพออกแบบผลิตภัณฑ์ถุงประคบร้อนจากใบพืช ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลพร้อมชี้ส่วนวัสดุที่จะใช้



4. เขียนกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของถุงประคบร้อน



5. แนวทางการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ถุงประคบร้อนสมุนไพร

ใบความรู้ เรื่อง ถุงประคบร้อน

การประคบร้อน คือ การใช้วัสดุที่ค่อยๆ ปล่อยความร้อนออกมาวางประคบ ณ จุด ที่มีอาการปวด เมื่อย เคล็ด ขัดยอก จัดเป็นการให้การรักษารักษาด้วยความร้อนระดับต้น ที่สามารถส่งผ่านความร้อนสู่ได้ชั้นผิวหนังชั้นหนึ่ง

ผลของการประคบร้อนจะทำให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือด เพิ่มการไหลเวียนโลหิต ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนของเสียให้เข้าสู่ระบบกำจัดของเสียได้สะดวก และยังช่วยให้เกิดการผ่อนคลายของกล้ามเนื้อ, เส้นเอ็นและเนื้อเยื่อพังผืดต่างๆ วัสดุที่นำมาใช้ประคบร้อนส่วนใหญ่ ได้แก่ กระเป๋าน้ำร้อนสำเร็จรูป, ลูกประคบต่างๆ, ไข่ต้มสุก, ข้าวสุกห่อผ้า เป็นต้น ส่วนการประคบร้อนทางกายภาพบำบัดนั้น ใช้วัสดุที่เป็นเจลเก็บความร้อน ซึ่งสามารถเก็บความร้อนได้นานกว่าวัสดุทั่วไป

ระดับความร้อน ที่ใช้ขึ้นอยู่กับความรู้สึกของผู้ถูกประคบ ให้รู้สึกอุ่นสบายไม่ร้อนเกินไป การประคบร้อนถ้าใช้ในกรณีที่เป็นอาการปวดเมื่อยธรรมดาทั่วไปเราสามารถประคบเวลาใดก็ได้ ก็ครั้งก็ได้ไม่เป็นอันตราย แต่ถ้าเป็นกรณีอุบัติเหตุ เช่น ข้อแพลง, เคล็ด, พกเข้าต่างๆ ต้องรอให้ผ่าน 24 ชั่วโมงไปก่อนหรือรอให้อาการอักเสบผ่านไปก่อนซึ่งระหว่างนั้นเราควรใช้การประคบด้วยน้ำแข็ง

พื้นที่ผิวต่อการเก็บรักษาความร้อนมีผลต่อการคายความร้อน จะพบได้ว่าวัตถุที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าจะถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าวัตถุที่พื้นที่ผิวสัมผัสน้อยกว่า การเลือกรูปร่างวัสดุที่มีการเก็บความร้อนได้นาน จึงต้องคำนึงถึงรูปร่าง และปริมาตรผิวสัมผัสด้วย

ที่มา : <http://student.mahidol.ac.th/~u4909131/content3.htm>



ใบความรู้

เรื่อง ใบพืช

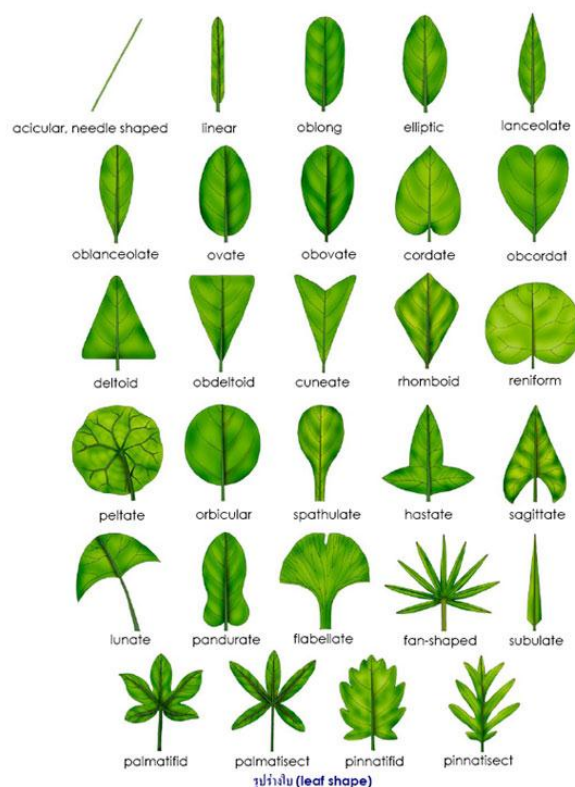
ใบ (Leaf) เป็นอวัยวะหรือส่วนของพืชที่เจริญเติบโตยื่นออกมาจากด้านข้างของลำต้นบริเวณข้อ และมีตาอยู่บริเวณซอกใบ (Leaf axil) ที่อยู่ระหว่างใบกับลำต้น(หรือกิ่ง) ใบทำหน้าที่สังเคราะห์อาหาร (คือเปรียบเสมือนเป็นครัวของพืชนั่นเอง) ปกติใบมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ซึ่งทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) นอกจากนั้นอาจมีรงควัตถุอื่นปนอยู่ด้วย เช่น แคโรทีนอยด์ (Carotenoid) แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) แต่มีปริมาณน้อยกว่าคลอโรฟิลล์ จึงไม่เห็นสีของสารประกอบเหล่านั้น



ใบมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช แต่ส่วนใหญ่แล้วใบมีลักษณะแผ่แบน บางชนิดใบอาจลดขนาดมีรูปร่างคล้ายเข็ม บางชนิดอาจเป็นแผ่นหรือเกล็ดเล็ก ๆ ไม่มีสีเขียว

เรียกว่า ใบเกล็ด (Scale leaf) เช่น ใบที่อยู่นอกสุดของหัวหอม หรือบางชนิดอาจเปลี่ยนเป็นรูปทรงกระบอกกลวง เช่น ใบหอม บางชนิดอาจเปลี่ยนเป็นที่จับแมลง เช่น หม้อข้าวหม้อแกงลิง

รูปร่างใบ (Leaf Shape)



ตัวอย่าง

รูปเข็ม (acicular)	แผ่นใบคล้ายรูปเข็ม มีความยาวมากและแคบ
รูปแถบ (linear)	แผ่นใบยาวและแคบ ขอบของแผ่นใบทั้งสองข้างเกือบขนานกันตลอด
ความยาวของใบ	มักจะยาวมากกว่า 4 เท่าของความกว้างของใบ
รูปขอบขนาน (oblong)	แผ่นใบที่มีขอบใบทั้งสองข้างขนานกัน ปลายทั้งสองด้านกลมหรือมน และความยาวประมาณ 2-3 เท่าของความกว้าง คล้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
รูปรี (elliptic)	แผ่นใบมีความกว้างมากที่สุดตรงกลางแผ่นแล้วค่อยๆ เรียวไปทางปลายและฐานใบ
รูปใบหอก (lanceolate)	แผ่นใบมีฐานใบกว้างแล้วค่อยๆ เรียวไปทางปลายใบ
รูปใบหอกกลับ (oblanceolate)	แผ่นใบคล้ายรูปใบหอกแต่กลับหัว
รูปไข่ (ovate)	แผ่นใบรูปคล้ายไข่ ซึ่งมีส่วนกว้างที่สุดของแผ่นใบก่อนมาทางฐานใบ แล้วค่อยๆ เรียวไปทางปลายใบ
รูปไข่กลับ (obovate)	แผ่นใบมีด้านบนอยู่ทางด้านบนฐานใบ แคบและปลายใบกว้าง
รูปหัวใจ (cordate)	แผ่นใบมีส่วนกว้างใกล้ฐานใบแล้วค่อยๆ เรียวแหลมไปทางปลายใบ ก้านใบติดตรงฐานใบที่เว้าเข้าไป
รูปหัวใจกลับ (obcordate)	แผ่นใบคล้ายรูปหัวใจแต่หัวกลับ
รูปสามเหลี่ยม (deltoid)	แผ่นใบคล้ายรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า โดยด้านหนึ่งของสามเหลี่ยมเป็นด้านฐาน ใบ ขอบใบจะเรียวไปทางปลาย ก้านใบติดตรงกลางฐานใบ
รูปคล้ายสามเหลี่ยม (obdeltoid)	แผ่นใบคล้ายรูปสามเหลี่ยมแต่หัวกลับ
รูปลิ้ม (cuneate)	แผ่นใบมีฐานใบแหลมและกว้างออกตรงปลายใบ ก้านใบติดตรงปลายแหลม
รูปไต (reniform)	แผ่นใบรูปร่างคล้ายไต หรือเมล็ดถั่ว ก้านใบติดอยู่ที่ฐานของรอยเว้า
รูปโล่ (peltate)	แผ่นใบรูปกลมคล้ายโล่ ก้านใบติดตรงกลางด้านท้องใบ

แบบประเมินกิจกรรม ถุงประคบร้อนสมุนไพร

ระดับ รายการ	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ปรับปรุง (1 คะแนน)	(0 คะแนน)
การนำเสนอ ผลงาน	นำเสนอผลงานได้ น่าสนใจ มี ปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟัง อธิบายขั้นตอนการ ทำ เหตุผลการ ออกแบบและ เหตุผลที่เลือกใช้ วัสดุที่ชัดเจนและ เข้าใจง่าย	นำเสนอผลงานได้ น่าสนใจ มี ปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟัง บ้าง อธิบายขั้นตอน การทำ เหตุผลการ ออกแบบและ เหตุผลที่เลือกใช้ วัสดุเข้าใจบางส่วน	นำเสนอผลงานได้ น่าสนใจ มี ปฏิสัมพันธ์กับ ผู้ฟังน้อย อธิบาย ขั้นตอนการทำ เหตุผลการ ออกแบบและ เหตุผลที่เลือกใช้ วัสดุที่ไม่ชัดเจน และเข้าใจยาก	ไม่นำเสนอ
การมีส่วนร่วม อภิปราย	แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและ ประสบการณ์ อย่าง ชัดเจนและเข้าใจ ง่ายอย่างสม่ำเสมอ	แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและ ประสบการณ์ บางครั้ง	แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและ ประสบการณ์น้อย	ไม่ แลกเปลี่ยน ความคิดเห็น และ ประสบการณ์
ผลงาน	ผลิตภัณฑ์สามารถ ให้ความร้อนในช่วง 50°C – 60°C นาน ตั้งแต่ 5 นาทีขึ้นไป	ผลิตภัณฑ์สามารถ ให้ความร้อนในช่วง 50°C – 60°C นาน 4 นาที – 4.59 นาที	ผลิตภัณฑ์สามารถ ให้ความร้อน ในช่วง 50°C – 60°C นาน 3 นาที – 3.59 นาที	- ผลิตภัณฑ์ สามารถให้ ความร้อน ในช่วง 50°C – 60°C น้อย กว่า 2 นาที - ไม่มีผลงาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก เรื่อง การลำเลียงน้ำและสารอาหารของพืช

วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 3 คาบ

ผู้สอน นางสาวดวงพร สมจันทร์ตา

สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1

เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระสำคัญ

วิทยาศาสตร์

การลำเลียงน้ำและสารอาหารผ่านเซลล์ราก ใช้หลักการแพร่ เพราะปกติสารละลายภายในเซลล์รากจะเข้มข้นกว่าน้ำภายนอกราก การลำเลียงน้ำผ่านเซลล์รากเกิดขึ้นได้ 2 วิธี คือ การลำเลียงน้ำไปตามผนังเซลล์หรือช่องว่างระหว่างเซลล์ เรียกว่า อโพพลาสต์ และลำเลียงน้ำผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งช่องทางพลาสโมเดสมาดา เรียกว่า ซิมพลาสต์

การลำเลียงสารอาหารในรากมี 2 วิธี คือ การลำเลียงแบบไม่ใช้พลังงานและการลำเลียงแบบใช้พลังงาน

เทคโนโลยี

การสืบค้นข้อมูลจากเทคโนโลยีสารสนเทศและเลือกใช้วัสดุ

วิศวกรรม

การออกแบบอุปกรณ์ให้น้ำแก่ต้นพืช

คณิตศาสตร์

คำนวณอัตราการไหลของน้ำแสดงออกมาในรูปของกราฟ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

วิทยาศาสตร์ (S)

1. อธิบายและศึกษาการลำเลียงน้ำและสารอาหารของพืช
2. บอกความแตกต่างการลำเลียงน้ำและสารอาหารของพืช

คณิตศาสตร์ (M)

คำนวณและเขียนกราฟแสดงอัตราการไหลของน้ำ

ด้านทักษะ (P)

วิทยาศาสตร์ (S)

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้
2. นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอผลงานได้

เทคโนโลยี (T)

สืบค้นข้อมูลในการออกแบบอุปกรณ์

วิศวกรรม (E)

ออกแบบอุปกรณ์ให้น้ำได้ตรงตามเกณฑ์

ด้านคุณลักษณะ (A)

วิทยาศาสตร์ (S)

ดูแลรักษาต้นไม้ให้อยู่ยั่งยืน

สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

1. การลำเลียงน้ำจากปลายรากขึ้นสู่ยอด ใช้การแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่เซลล์ราก ในสภาวะปกติสารละลายภายในเซลล์รากมีความเข้มข้นสูงกว่าภายนอก

2. การลำเลียงน้ำระหว่างเซลล์ในรากเกิดขึ้น 2 แบบ คือ แบบอโพลาสต์ เป็นการลำเลียงน้ำระหว่างช่องว่างระหว่างเซลล์ และแบบซิมพลาสต์ เป็นการลำเลียงผ่านจากเซลล์หนึ่งสู่เซลล์หนึ่งทางพลาสโมเดสมาตา

3. การเคลื่อนที่ของน้ำมีการลำเลียงแบบอโพลาสต์และซิมพลาสต์ผ่านเซลล์ขนราก และเซลล์ต่าง ๆ ในชั้นคอร์เทกซ์ เมื่อมาถึงเอนโดเดอร์มิส น้ำไม่สามารถลำเลียงไปตามผนังเซลล์ที่มีแคสพาเรียนได้ น้ำจึงถูกลำเลียงเข้าไปในเซลล์ซิมพลาสต์เข้าสู่เซลล์ชั้นในจนถึงไซเล็ม

4. เมื่อน้ำลำเลียงสู่ไซเล็ม พืชจะอาศัยแรงดึงดูดจากการคายน้ำ และน้ำจะลำเลียงได้ดีไซเล็มต่อกันเป็นสายไม่ขาดตอน และมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยตัวเอง เรียกว่า โคฮีชัน และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้ำกับผนังเซลล์ท่อไซเล็ม เรียกว่า แรงแอดฮีชัน

5. ในสภาวะที่พืชไม่มีการคายน้ำ หรือในสภาวะที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงมาก ปริมาณน้ำในดินมีเพียงพอที่พืชจะลำเลียงเข้าสู่ภายในได้ จะทำให้พืชเกิดปรากฏการณ์ กัดเตโช้น คือมีลักษณะน้ำเป็นหยดผ่านออกทางรูหยาดน้ำ หรือ ไฮดาโทด

6. การลำเลียงสารอาหารในรากมี 2 วิธี คือ การลำเลียงแบบไม่ใช้พลังงาน โดยสารอาหารจะลำเลียงจากที่มีความเข้มข้นสูงกว่าไปยังที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า และการลำเลียงแบบใช้พลังงาน โดยมีการลำเลียงจากที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าไปยังที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจึงต้องใช้พลังงาน

7. สารอาหารเข้าไปโดยวิธีอโพลาสต์ผ่านชั้นคอร์เทกซ์ และซิมพลาสต์และผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ที่อยู่ติดกันในชั้นเอนโดเดอร์มิส เข้าสู่ไซเล็มและลำเลียงไปตามการลำเลียงน้ำในไซเล็ม

8. สารอาหารหลักของพืช คือสารอาหารที่พืชต้องการปริมาณมาก ได้แก่ N P K Ca Mg และ S และสารอาหารรอง ได้แก่ B Fe Cu Zn Mn Mo และ Cl ซึ่งทั้งสารอาหารหลักและสารอาหารรองเป็นสิ่งที่พืชจำเป็นต้องการเจริญเติบโต หากพืชได้รับน้ำและสารอาหารไม่เพียงพอจะแสดงอาการขาดสารอาหารและเจริญไม่เต็มที่

เทคโนโลยี

การสืบเสาะหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้สารสนเทศที่กำหนดและเว็บไซต์อื่นเพิ่มเติม และการเลือกใช้วัสดุทำอุปกรณ์ให้น้ำต้นไม้

วิศวกรรม

การออกแบบอุปกรณ์ให้น้ำต้นไม้

คณิตศาสตร์

การคำนวณและเขียนกราฟแสดงอัตราการไหลของน้ำในอุปกรณ์

แนวกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นก่อนทำกิจกรรม (15 นาที)

ครูนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการเชื่อมโยงเนื้อหา ดังนี้

- ครูให้นักเรียนดูวิดีโอ Time lapse แสดงการโตของพืช และเชื่อมโยงเนื้อหาโดยคำถามต่อไปนี้
 - จากวิดีโอที่ดูนักเรียนคิดว่าพืชแต่ละชนิดมีระยะการโตที่แตกต่างกันหรือไม่ (แตกต่างกัน)
 - นักเรียนคิดว่าต้นพืช สามารถเติบโตต้องอาศัยปัจจัยอะไรบ้าง (ดิน น้ำ อากาศ แร่ธาตุ)
 - หากต้นพืชขาดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง จะเกิดผลอย่างไรต่อพืชบ้าง (ต้นพืชตายเหี่ยวเฉา)

ขั้นทำกิจกรรม (70 นาที)

1. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนต้องจัดทำอุปกรณ์ขึ้นมาเอง โดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่หาได้ง่ายภายในบ้าน โดยต้องสามารถกักเก็บน้ำได้นาน 7 วัน มีอัตราการไหลของน้ำที่ความเร็ว 20 มิลลิลิตร ใน 1 ชั่วโมง
1. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5-6 คน แล้วให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมให้น้ำ ให้ชีวิต
2. ให้นักเรียนออกแบบวิธีการสร้างอุปกรณ์ให้น้ำต้นไม้ พร้อมระบุวัสดุที่ใช้มาจากสิ่งใด โดยต้องสามารถกักเก็บน้ำได้นาน 7 วัน มีอัตราการไหลของน้ำที่ความเร็ว 8-12 มิลลิลิตร ใน 1 ชั่วโมง
3. ให้นักเรียนลงมือสร้างอุปกรณ์ให้น้ำต้นไม้ ตามที่ออกแบบไว้ โดยให้เวลาทำกิจกรรม 40 นาที
4. ทำการวัดประสิทธิภาพของอุปกรณ์ให้น้ำต้นไม้ นำอุปกรณ์ให้น้ำต้นไม้ วัดอัตราการไหลของน้ำโดยการจับเวลา และคำนวณปริมาณน้ำที่ใส่ในอุปกรณ์

ขั้นนำเสนอและอภิปราย (45 นาที)

ให้นักเรียนนำเสนออุปกรณ์ให้น้ำต้นไม้ ที่ทำขึ้นโดยอธิบายเหตุผลที่ใช้ในการเลือกวัสดุ อุปกรณ์ รูปทรงอุปกรณ์ให้น้ำต้นไม้ และวิธีการที่ทำให้อุปกรณ์ให้น้ำต้นไม้ มีปริมาณน้ำและอัตราการไหลของน้ำอยู่ในช่วงที่กำหนด

ขั้นสรุปและขยายความรู้ (20 นาที)

ครูขยายความรู้ให้นักเรียนโดยการเสริมเรื่องการลำเลียงอาหารของพืช ก็ถือว่าเป็นการลำเลียงอีกประเภทหนึ่งที่พบในต้นพืช และสรุปการลำเลียงน้ำและสารอาหารของพืช

สื่อการเรียนรู้ หรือแหล่งการเรียนรู้

1. Power Point เรื่อง การลำเลียงน้ำและสารอาหารของพืช
2. หนังสือรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 3 โดย สสวท.
3. ใบกิจกรรม ให้น้ำ ให้ชีวิต
4. ใบความรู้เรื่องอุปกรณ์ให้น้ำและการลำเลียงน้ำและสารอาหารของพืช

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เป้าหมาย	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1. อธิบายและศึกษาการลำเลียงน้ำและสารอาหารของพืช (S)	- สังเกตการมีส่วนร่วมในการอภิปราย - สังเกตการนำเสนอผลงาน	-แบบสังเกตการอภิปราย -แบบสังเกตการนำเสนอ	- ผลการประเมินอยู่ในระดับดี หรือ ดีมาก
2. บอกความแตกต่างการลำเลียงน้ำและสารอาหารของพืช (S)	- สังเกตการมีส่วนร่วมในการอภิปราย -สังเกตการนำเสนอผลงาน	- แบบสังเกตการนำเสนอ - แบบสังเกตการอภิปราย	- ผลการประเมินอยู่ในระดับดี หรือ ดีมาก
3. คำนวณและเขียนกราฟแสดงอัตราการไหลของน้ำ(M)	- ตรวจใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม - แบบประเมินในงาน	- แสดงการคำนวณปริมาณของใบไม้ที่ใช้สอดคล้องกับการออกแบบ
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)			
1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ (S)	- ตรวจใบกิจกรรม - ตรวจผลงาน	- ใบกิจกรรม - แบบประเมินผลงาน	- ตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ถูกต้องร้อยละ 80 - ผลการประเมินอยู่ในระดับดี หรือ ดีมาก
2. นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอผลงานได้ (S)	- สังเกตการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลการประเมินอยู่ในระดับดี หรือ ดีมาก

3. สืบค้นข้อมูลในการ ออกแบบอุปกรณ์(T)	- ตรวจใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม	- สืบค้นข้อมูลใน แหล่งที่กำหนดให้และ แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)			
4. ออกแบบอุปกรณ์ ให้นำได้ตรงตาม เกณฑ์(E)	- ตรวจชิ้นงาน	- แบบประเมิน ชิ้นงาน	- ผลการประเมินอยู่ ในระดับดี หรือ ดีมาก
ด้านคุณลักษณะ (A)			
ดูแลรักษาต้นไม้ให้อยู่ ยั่งยืน (S)	- สังเกตการอภิปราย	- แบบสังเกตการมี ส่วนร่วมในการ อภิปราย	- ผลการประเมินอยู่ ในระดับดี หรือ ดีมาก

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

()

ครูผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

กิจกรรม
อุปกรณ์เติมน้ำ เติมชีวิต

จุดประสงค์

ด้านความรู้ (K)

วิทยาศาสตร์ (S)

1. อธิบายและศึกษาการลำเลียงน้ำและสารอาหารของพืช
2. บอกความแตกต่างการลำเลียงน้ำและสารอาหารของพืช

คณิตศาสตร์ (M)

เขียนกราฟแสดงอัตราการไหลของน้ำในอุปกรณ์

ด้านทักษะ (P)

วิทยาศาสตร์ (S)

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้
2. นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอผลงานได้

เทคโนโลยี (T)

สืบค้นข้อมูลในการออกแบบอุปกรณ์

วิศวกรรม (E)

ออกแบบอุปกรณ์ให้น้ำต้นไม้ได้ตรงตามเกณฑ์

ด้านคุณลักษณะ (A)

วิทยาศาสตร์ (S)

ดูแลรักษาต้นไม้ให้อยู่ยั่งยืน

วิธีการศึกษา

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ที่ยกตัวอย่างในดังต่อไปนี้ พร้อมตอบ

คำถามข้อ 1-3

สถานการณ์

นายสมาน มีอาชีพเป็นนักบิน ไม่ค่อยมีเวลาได้อยู่บ้าน ทำให้ต้นไม้บริเวณบ้านเหี่ยวเฉา โดยเฉพาะต้นหัวใจสีม่วง โดยนายสมานมีโอกาสดำกลับมามีสภาพที่สวยงาม นักเรียนจะช่วยนายสมานออกแบบอุปกรณ์ให้น้ำต้นไม้ โดยต้องสามารถกักเก็บน้ำได้นาน 5 วัน มีอัตราการไหลของน้ำที่ความเร็ว 8-12 มิลลิลิตร ใน 1 ชั่วโมง

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลจากใบความรู้และแหล่งสืบค้นข้อมูลอื่นๆ
4. ให้นักเรียนสร้างอุปกรณ์ตามแบบที่ได้ออกแบบไว้
5. นำอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นไปทดสอบ
6. วิเคราะห์ผลการทดสอบอุปกรณ์ พร้อมตอบคำถามข้อ 4-6
7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอและอภิปรายผลการทดสอบผลิตภัณฑ์สู่กระบวนสมุนไพรมะพร้าว กลุ่มละไม่เกิน 10 นาที

ใบกิจกรรม

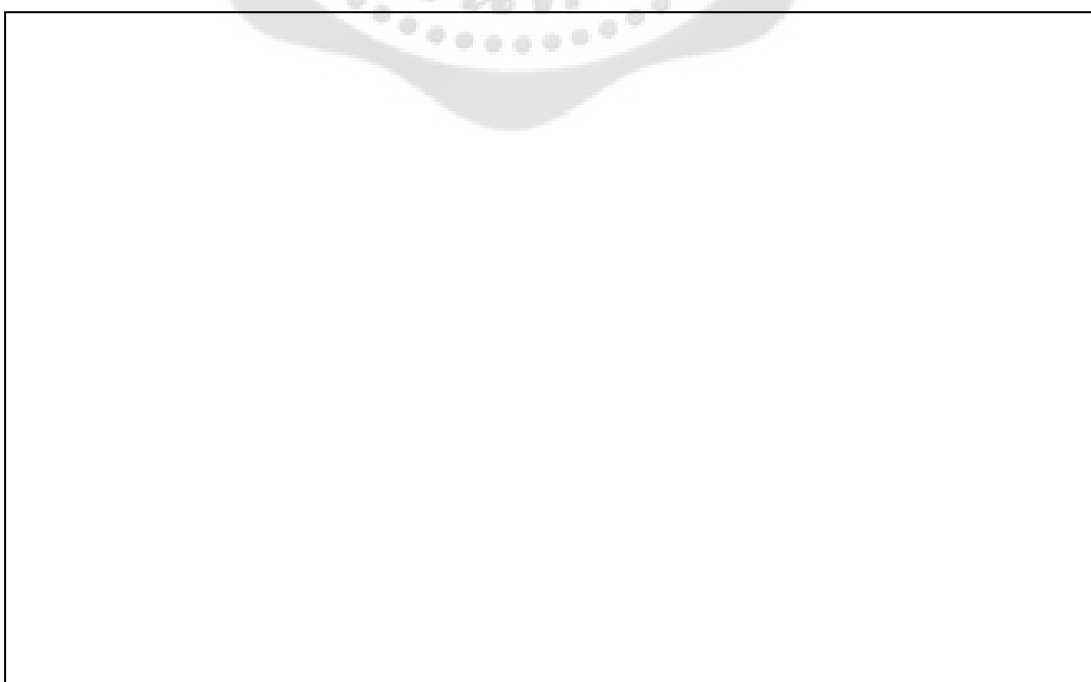
1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีปัญหาและเงื่อนไขอย่างไร

2. จากการสืบค้นข้อมูล ต้นหัวใจสีม่วง ต้องการน้ำต่อวันเท่าไร และจะต้องมีปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อ 1 อาทิตย์เท่าไร

3. วาดภาพออกแบบอุปกรณ์ให้น้ำต้นไม้ ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลพร้อมชิ้นวัสดุที่จะใช้



4. เขียนกราฟแสดงอัตราการไหลของน้ำของอุปกรณ์ให้น้ำต้นไม้



ใบความรู้

เรื่อง อุปกรณ์ให้น้ำ

อุปกรณ์ให้น้ำ สามารถสร้างโดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เช่น ขวดน้ำ ครอบป้องกันพลาสติก เป็นต้น การสร้างอุปกรณ์ให้น้ำต้องมีหลักการคำนึงถึง ปริมาณที่จะให้น้ำปล่อยออกมาสู่ต้นพืช เพราะถ้าหากพืชได้รับน้ำมากเกินไปก็จะทำให้รากพืชเน่าได้ หากพืชได้รับน้ำน้อยเกินไปพืชก็จะเหี่ยวเฉาได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชว่าต้องการปริมาณน้ำมากน้อยเพียงใดในหนึ่งวัน การคำนวณปริมาณในการบรรจุก็ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ เพราะจะทำให้เราสามารถคาดการณ์ได้ว่าจะต้องมาเติมน้ำได้เวลาไหน และเมื่อไหร่ที่น้ำจะหมดจากอุปกรณ์

ลักษณะของอุปกรณ์ให้น้ำที่ดี ต้องสามารถให้น้ำได้ตามอัตราที่ต้องการ เช่น มักเกิดปัญหาเมื่อให้น้ำไปได้สักพัก บริเวณปลายอุปกรณ์จะตันเพราะว่ามีดินมาอุดรูปากทางน้ำออก จะทำให้น้ำไม่สามารถออกจากอุปกรณ์ได้ จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่จะไม่ทำให้ดินอุดรู

แหล่งสืบค้นเพิ่มเติม :

- <http://home.sanook.com/2265/>

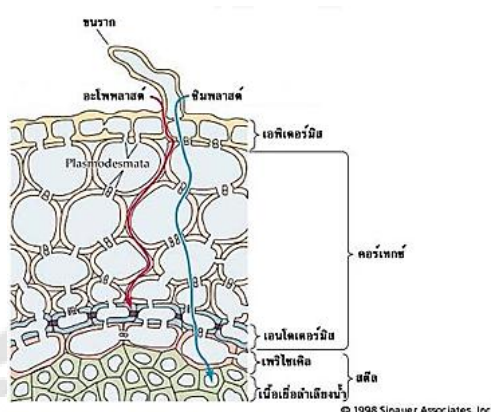
- <http://www.bansuanporpeang.com/node/26231>

<http://www.bloggang.com/viewdiary.php>



ใบความรู้

เรื่อง การลำเลียงน้ำและสารอาหารของพืช



เนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำของพืช คือ ไซเล็ม ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญคือเวสเซล และเทรคีด ซึ่งเป็นเซลล์ที่ตายแล้ว การลำเลียงน้ำจะมีทิศทางการลำเลียงขึ้นสู่ยอดต้นไม้เท่านั้นไม่มีการลำเลียงลง เป็นการลำเลียงน้ำปริมาณมากเป็น mass flow เกิดขึ้นได้ เนื่องจากสาเหตุหลายประการประกอบกัน ดังนี้

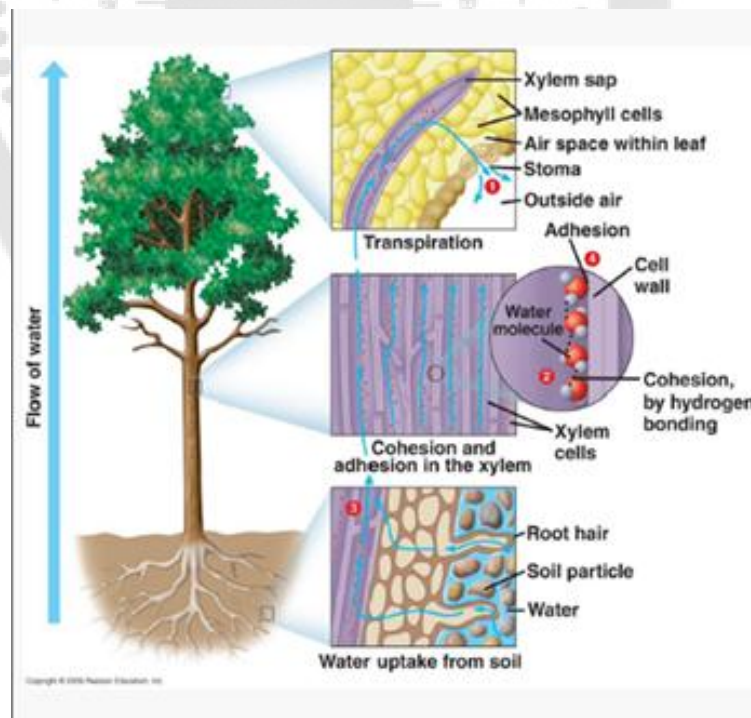
- คุณสมบัติของน้ำ โมเลกุลของน้ำจะเกาะกันแน่น เพราะแรง cohesive force ทำให้น้ำเป็นของเหลวที่เชื่อมต่อกันเป็นสาย ไม่มีการขาดจากกัน นอกจากนั้นโมเลกุลน้ำยังมีแรงยึดแน่นกับพื้นผิวทุกชนิด ยกเว้นไขมัน เรียกแรงนี้ว่า adhesive force
- แรงแคพิลลารี (capillary action) เป็นแรงดึงดูดเกิดขึ้นระหว่างผิวผนังของเวสเซลหรือเทรคีดกับโมเลกุลของน้ำ เกิดแรงดึงดูดโมเลกุลน้ำให้เคลื่อนขึ้นสู่ยอดต้นไม้
- แรงดันราก (root pressure) เกิดขึ้นขณะมีน้ำในดินมาก อัตราการดูดน้ำมากกว่าการคายน้ำ เมื่อมีการสะสมสารละลายในไซเล็มมาก ทำให้มีการเคลื่อนของโมเลกุลน้ำเข้าสู่ไซเล็มโดยการออสโมซิส ผนังของเอนโดเธอร์มิส จะกั้นการไหลออกของน้ำ ทำให้น้ำเคลื่อนขึ้นสู่เบื้องบนได้ในพืชที่มีความสูง

มากอาจไม่มีแรงดันราก ดังนั้น แรงดันราก จึงไม่ใช่แรงหลักในการลำเลียงน้ำและแร่ธาตุขึ้นสู่ยอดลำต้นของพืช

- ทฤษฎีโคฮีชันเทนชัน (cohesion-tension theory) หรือทรานสปิเรชันพูล (transpiration pull) เป็นแรงดึงดูดที่เกิดจากการคายน้ำออกจากปากใบของพืช เนื่องจาก โมเลกุลของน้ำในเซลล์ใบได้รับความร้อนจากแสงแดด จึงระเหยออกไปทางปากใบ แต่เนื่องจากโมเลกุลน้ำมีแรงยึด

เหนียวซึ่งกันและกัน คือแรง cohesive force และมีแรงยึดแน่นกับผนังเซลล์ของเวสเซลและเทรคีด (adhesive force) จึงทำให้เกิดแรงดึงอย่างแรง (tension) ดึงโมเลกุลของน้ำจากส่วนที่อยู่ต่ำลงไปให้ขึ้นแทน ประกอบกับเมื่อเซลล์มีไซโทพลาสซึมในใบเสียน้ำไป ก็จะทำให้ความเข้มข้นภายในเซลล์เข้มข้นขึ้น จึงมีการออสโมซิสเกิดขึ้นอีกด้วย แรงต่างๆ ที่ประกอบกันนี้ ทำให้เกิดเป็นแรงมหาศาลที่จะดึงน้ำจำนวนมากให้ลำเลียงขึ้นสู่ยอดต้นไม้ และแรงดึงนี้ก็ยังคงดึงไปถึงโมเลกุลน้ำที่อยู่นอกรากให้เคลื่อนที่เข้าสู่รากอีกด้วย

การลำเลียงแร่ธาตุ แร่ธาตุที่ละลายอยู่ภายในดิน จะถูกดูดซึมเข้าสู่รากพร้อมกับน้ำ โดยแร่ธาตุอาจถูกพืชดูดซึมเข้าในผนังเซลล์หรือช่องระหว่างเซลล์ของขนราก หรือผนังเซลล์รากส่วนที่เป็นคอร์เทกซ์ แต่การที่แร่ธาตุเหล่านั้นจะเข้าสู่ภายในโพรโทพลาสซึมของเซลล์ได้จะต้องมีสารบางอย่างเป็นตัวรับเข้ามาเรียกว่า carrier คือสารพวก transporter protein ซึ่งในการรับเข้าสู่เซลล์และลำเลียงไปตามเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์นั้น จะต้องมีความพลังงานมาช่วยในการลำเลียง เรียกว่าแอคทีฟทรานสปอร์ต (active transport) ลำเลียงจนผ่านเอนโดเดอर्मิสเข้าสู่ไซเล็ม และโฟลเอ็ม ไซเล็มจะลำเลียงน้ำพร้อมทั้งแร่ธาตุส่วนใหญ่ขึ้นสู่ส่วนต่างๆ ของพืช แต่แร่ธาตุบางชนิดอาจถูกลำเลียงไปโดยโฟลเอ็ม



แบบประเมินกิจกรรม อุปกรณ์ให้น้ำของพืช

ระดับ รายการ	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ปรับปรุง (1 คะแนน)	(0 คะแนน)
การนำเสนอ ผลงาน	นำเสนอผลงานได้ น่าสนใจ มี ปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟัง อธิบายขั้นตอนการ ทำ เหตุผลการ ออกแบบและเหตุผล ที่เลือกใช้วัสดุที่ ชัดเจนและเข้าใจง่าย	นำเสนอผลงานได้ น่าสนใจ มี ปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟัง บ้าง อธิบายขั้นตอน การทำ เหตุผลการ ออกแบบและเหตุผล ที่เลือกใช้วัสดุเข้าใจ บางส่วน	นำเสนอผลงานได้ น่าสนใจ มี ปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟัง น้อย อธิบาย ขั้นตอนการทำ เหตุผลการ ออกแบบและ เหตุผลที่เลือกใช้ วัสดุที่ไม่ชัดเจน และเข้าใจยาก	ไม่นำเสนอ
การมีส่วนร่วม อภิปราย	แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและ ประสบการณ์ อย่าง ชัดเจนและเข้าใจง่าย อย่างสม่ำเสมอ	แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและ ประสบการณ์ บางครั้ง	แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและ ประสบการณ์น้อย	ไม่ แลกเปลี่ยน ความคิดเห็น และ ประสบการณ์
ผลงาน	อุปกรณ์สามารถกัก เก็บน้ำได้นาน 7 วัน ขึ้นไป อัตราการไหลของน้ำ ที่ความเร็ว 20-25 มิลลิลิตร ใน 1 ชั่วโมง	อุปกรณ์สามารถกัก เก็บน้ำได้นาน 5-6 วัน อัตราการไหลของน้ำ ที่ความเร็ว 15-19 มิลลิลิตร ใน 1 ชั่วโมง หรือ 26-30 มิลลิลิตรใน 1 ชั่วโมง	อุปกรณ์สามารถ กักเก็บน้ำได้นาน 4-3 อัตราการไหลของ น้ำที่ความเร็ว 11- 14 มิลลิลิตร หรือ 31-35 มิลลิลิตรใน 1 ชั่วโมง	-อุปกรณ์ สามารถกัก เก็บน้ำได้ไม่ ถึง 1 วัน - ไม่มีผลงาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต
เรื่อง ผลและเมล็ด

วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 3 คาบ

ผู้สอน นางสาวดวงพร สมจันทร์ตา

สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1

เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระสำคัญ

วิทยาศาสตร์

ผลจะห่อหุ้มเมล็ด หลังการปฏิสนธิออวุลเจริญไปเป็นเมล็ด รังไข่เจริญไปเป็นผลห่อหุ้มเมล็ด และผนังรังไข่จะเปลี่ยนไปเป็นผนังผล ผลแบ่งออกได้ 3 ประเภทตามกำเนิดและลักษณะของผล คือ ผลเดี่ยว ผลกลุ่ม และผลรวม

เมล็ด คือ ออวุล (ovule) ที่เจริญเต็มวัยหรือสุกแก่แล้ว ประกอบด้วย เอ็มบริโอ เอนโดสเปิร์ม เปลือกเมล็ด

เทคโนโลยี

การสืบค้นข้อมูลจากเทคโนโลยีสารสนเทศและเลือกใช้วัสดุ

วิศวกรรม

การออกแบบเครื่องนวดจากผลตะแบก

คณิตศาสตร์

การคำนวณหารูปทรงเรขาคณิต

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

วิทยาศาสตร์ (S)

1. อธิบายส่วนประกอบและหน้าที่ของผลและเมล็ด
2. บอกความแตกต่างของผลแต่ละชนิด

คณิตศาสตร์ (M)

คำนวณรูปทรงเรขาคณิตจากผลหรือเมล็ดตะแบก

ด้านทักษะ (P)

วิทยาศาสตร์ (S)

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้
2. นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอผลงานได้

เทคโนโลยี (T)

สืบค้นข้อมูลในการออกแบบผลิตภัณฑ์

วิศวกรรม (E)

ออกแบบเครื่องนวดจากผลตะแบกได้ตรงตามเกณฑ์

ด้านคุณลักษณะ (A)

วิทยาศาสตร์ (S)

รู้คุณค่าส่วนประกอบของต้นไม้นำไปประยุกต์ในการดำรงชีวิต

สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

1. ผลช่วยห่อหุ้มและปกป้องเมล็ด หลังการปฏิสนธิอวุลจะเจริญไปเป็นเมล็ดและรังไข่จะเจริญไปเป็นผลห่อหุ้มเมล็ด ผักรังไข่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นผล
2. ผลแบ่งตามกำเนิดของผลและลักษณะของดอก ได้ 3 ประเภท คือ 1. ผลเดี่ยว เป็นผลที่เกิดมาจากดอก 1 ดอกที่มีเกสรเพศเมียเพียง 1 อัน 2. ผลกลุ่ม เป็นผลที่เกิดมาจากดอก 1 ดอกที่มีเกสรเพศเมียจำนวนมากว่า 1 อันอยู่บนฐานรองดอก 3. ผลรวม เป็นผลที่เกิดมาจากดอกช่อ ลักษณะของช่อดอกมักมีดอกย่อยจำนวนมากอยู่เบียดชิดกัน

เทคโนโลยี

1. การสืบเสาะหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้สารสนเทศที่กำหนดและเว็บไซต์อื่นเพิ่มเติม
2. การเลือกใช้วัสดุทำเครื่องนวดจากผลตะแบกจากข้อมูลที่สืบค้นได้

วิศวกรรม

การออกแบบเครื่องนวดจากผลตะแบก

คณิตศาสตร์

การคำนวณหาปริมาตร รูปทรงเรขาคณิตที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์

แนวกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นก่อนทำกิจกรรม (15 นาที)

ครูนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการเชื่อมโยงเนื้อหา ดังนี้

- ครูนำผลไม้ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้นักเรียนสังเกต และใช้คำถามดังนี้
 - ลักษณะภายนอกของผลไม้แต่ละชนิดมีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไรบ้าง (มีความต่างกัน ที่ขนาด รูปร่าง ชนิดพันธุ์)
 - จากลักษณะภายนอกที่แตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าหากผ่าผลไม้แต่ละชนิด เพื่อดูภายในจะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (เหมือนกัน คือมีเมล็ด แตกต่างกันคือรูปร่าง ขนาด และลักษณะ)

ขั้นทำกิจกรรม (70 นาที)

1. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ นักเรียนต้องจัดทำอุปกรณ์วัดจากผลต้นตะแบกขึ้นมาเอง โดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่หาได้ง่ายภายในบ้าน โดยอุปกรณ์วัดต้องมีส่วนประกอบของผลอยู่ในรูปร่างลักษณะที่มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5-6 คน แล้วให้นักเรียนศึกษาไปกิจกรรมอุปกรณ์วัดจากผลตะแบก
3. ให้นักเรียนออกแบบวิธีการสร้างเครื่องวัดผลตะแบกที่สร้างขึ้น พร้อมระบุวัสดุที่ใช้ว่ามาจากสิ่งใด โดยต้องมีส่วนประกอบของผลและเมล็ดอยู่ในรูปร่างลักษณะที่มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน
4. ให้นักเรียนลงมือสร้างเครื่องวัดผลตะแบกตามที่ออกแบบไว้ โดยใช้เวลาทำกิจกรรม 40 นาที
5. ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดผลตะแบก โดยทดลองนำอุปกรณ์เครื่องวัดผลและเมล็ดตะแบก ทดลองกับผู้ใช้จริงเพื่อดูลักษณะของการวัด

ขั้นนำเสนอและอภิปราย (45 นาที)

ให้นักเรียนนำเสนอเครื่องวัดผลและเมล็ดตะแบกที่สร้างขึ้นโดยอธิบายเหตุผลที่ใช้ในการเลือกวัสดุอุปกรณ์ รูปทรงเครื่องวัดผลตะแบกและวิธีการที่ทำให้เครื่องวัดผลตะแบกมีลักษณะความเหมาะสมต่อการใช้งาน

ขั้นสรุปและขยายความรู้ (20 นาที)

ครูขยายความรู้โดยจากโครงสร้างภายในของผลที่มีเมล็ด นักเรียนคิดว่าเมล็ดจะมี ส่วนประกอบภายในสำคัญอย่างไรบ้าง และครูสรุปถึงการนำผลและเมล็ดไปใช้ประโยชน์ในด้าน ต่างๆ

สื่อการเรียนรู้ หรือแหล่งการเรียนรู้

1. Power Point เรื่อง ผลและเมล็ด
2. หนังสือรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 3 โดย สสวท.
3. ใบกิจกรรม เครื่องนวดจากผลตะแบก
4. ใบความรู้เรื่อง ผล

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เป้าหมาย	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1. อธิบาย ส่วนประกอบ และ ลักษณะของผลและ เมล็ด (S)	- ตรวจใบกิจกรรม - สังเกตการนำเสนอ ผลงาน	- ใบกิจกรรม - แบบสังเกตการ นำเสนอ	- ตอบคำถามในใบ กิจกรรมได้ถูกต้อง ร้อยละ 80 - ผลการประเมินอยู่ใน ระดับดี หรือ ดีมาก
2. บอกความแตกต่าง ของผลแต่ละชนิด (S)	- สังเกตการมีส่วนร่วม ในการอภิปราย - สังเกตการนำเสนอ ผลงาน	- แบบสังเกตการ นำเสนอ - แบบสังเกตการมี ส่วนร่วมอภิปราย	- ผลการประเมินอยู่ใน ระดับดี หรือ ดีมาก
3. คำนวณรูปทรง เรขาคณิตจากผลหรือ เมล็ดตะแบก (M)	- ตรวจใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม - แบบประเมินใบ กิจกรรม	- ผลการประเมินอยู่ใน ระดับดี หรือ ดีมาก
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)			
1. นักเรียนสามารถ แก้ปัญหาได้ (S)	- ตรวจใบกิจกรรม - ตรวจชิ้นงาน	- ใบกิจกรรม - แบบประเมิน ชิ้นงาน	- ตอบคำถามในใบ กิจกรรมได้ถูกต้อง ร้อยละ 80 - ผลการประเมินอยู่ใน ระดับดี หรือ ดีมาก

2. นักเรียนสามารถ สื่อสารและนำเสนอ ผลงานได้ (S)	- สังเกตการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน	- ผลการประเมินอยู่ ในระดับดี หรือ ดีมาก
3. สืบค้นข้อมูลในการ ออกแบบผลิตภัณฑ์ (T)	- ตรวจใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม	- สืบค้นข้อมูลใน แหล่งที่กำหนดให้และ แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม
4. ออกแบบเครื่องนวด จากผลตะแบกได้ตรง ตามเกณฑ์ (E)	- ตรวจชิ้นงาน	- แบบประเมิน ชิ้นงาน	- ผลการประเมินอยู่ ในระดับดี หรือ ดีมาก
ด้านคุณลักษณะ (A)			
รู้คุณค่าส่วนประกอบ ของต้นไปนำไป ประยุกต์ในการ ดำรงชีวิต(S)	- สังเกตการอภิปราย	- แบบสังเกตการมี ส่วนร่วมในการ อภิปราย	- ผลการประเมินอยู่ ในระดับดี หรือ ดีมาก

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

()

ครูผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ..

กิจกรรม เครื่องนวดจากผลตะแบก

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

วิทยาศาสตร์ (S)

1. อธิบายส่วนประกอบและลักษณะของผลและเมล็ด
2. บอกความแตกต่างของผลและเมล็ดแต่ละชนิด

คณิตศาสตร์ (M)

คำนวณรูปทรงเรขาคณิตจากผลหรือเมล็ดตะแบก

ด้านทักษะ (P)

วิทยาศาสตร์ (S)

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้
2. นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอผลงานได้

เทคโนโลยี (T)

สืบค้นข้อมูลในการออกแบบผลิตภัณฑ์

วิศวกรรม (E)

ออกแบบเครื่องนวดจากผลตะแบกได้ตรงตามเกณฑ์

ด้านคุณลักษณะ (A)

วิทยาศาสตร์ (S)

รู้คุณค่าส่วนประกอบของต้นไม้ไปนำไปประยุกต์ในการดำรงชีวิต

วิธีการศึกษา

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ที่ยกตัวอย่างในดังต่อไปนี้ พร้อมตอบ

คำถามข้อ 1-3

สถานการณ์

วิภาวี พบว่าบริเวณบ้านของตนเองปลูกต้นตะแบกไว้เป็นจำนวนมาก เมื่อถึงฤดูออกผลต้นตะแบกจะทิ้งผลหล่นเต็มไปทั่วบริเวณบ้าน ผลตะแบกนั้นมีลักษณะแข็ง และมีรูปทรงส่วนต่างๆของผลในระยะต่างๆที่หลากหลาย วิภาวีก็มีปัญหาอาการปวดเมื่อยตามร่างกาย จึงได้คิดที่จะทำเครื่องนวดจากผลตะแบก นักเรียนจะมีวิธีช่วยนางวิภาวีสร้างเครื่องนวดจากผลตะแบกได้อย่างไร จากวัสดุที่หาง่าย โดยอุปกรณ์นวดต้องมีส่วนประกอบของผลอยู่ในรูปร่างลักษณะที่มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลจากใบความรู้และแหล่งสืบค้นข้อมูลอื่นๆ
4. ให้นักเรียนสร้างอุปกรณ์ตามแบบที่ได้ออกแบบไว้
5. นำอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นไปทดสอบ
6. วิเคราะห์ผลการทดสอบอุปกรณ์ พร้อมตอบคำถามข้อ 4-6
7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอและอภิปรายผลการทดสอบผลิตภัณฑ์สู่กระบวนสนทนุไพร กลุ่มละไม่เกิน 10 นาที

คำถามกิจกรรม

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีปัญหาและเงื่อนไขอย่างไร

2. จากการสืบค้นข้อมูล ลักษณะของผลแบบใดและมีการวางเรียงแบบใด ที่เหมาะแก่การทำเครื่องนวด

3. วาดภาพออกแบบอุปกรณ์เครื่องวัดจากผลตะแบก ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลพร้อมชี้ส่วนวัสดุที่จะใช้



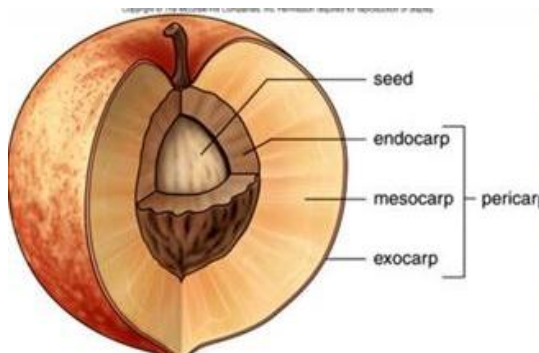
4. วาดภาพอธิบายรูปทรงของผลตามรูปแบบเรขาคณิตและคำนวณรูปทรงเรขาคณิต



5. แนวทางการพัฒนาและปรับปรุงอุปกรณ์เครื่องวัดจากผลตะแบก

6. ในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์จากผลตะแบก นักเรียนได้ใช้ความรู้บูรณาการทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมอย่างไร

ใบความรู้ เรื่อง ผล



ผนังรังไข่จะเปลี่ยนเป็นเพริคาร์ป (pericarp) ห่อหุ้มเมล็ดอยู่ภายใน เพริคาร์ปของผลแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ได้แก่ เอกโซคาร์ป มีโซคาร์ปและเอนโดคาร์ป

1.1 เอกโซคาร์ป (exocarp) เป็นชั้นนอกสุดของผลที่มักเรียกว่าเปลือก โดยทั่วไปประกอบด้วยเนื้อเยื่อเอพิเดอร์มิสเพียงชั้นเดียว แต่ก็มีผลบางชนิดที่เอกโซคาร์ปประกอบด้วยเนื้อเยื่อหลายชั้นและอาจมีปากใบด้วย เอกโซคาร์ปของพืชแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกันไป เช่น เรียบ เหนียว เป็นมัน ขรุขระ อาจมีหนาม มีขนหรือต่อมน้ำมัน

1.2 มีโซคาร์ป (mesocarp) เป็นชั้นกลางถัดจากเอกโซคาร์ปเข้ามา ผลบางชนิดนั้นมีมีโซคาร์ปหนา บางชนิดบางมาก มีโซคาร์ปของผลบางชนิดเป็นเนื้ออ่อนนุ่มใช้รับประทานได้

1.3 เอนโดคาร์ป (endocarp) เป็นชั้นในสุดของเพริคาร์ป ประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่มีความหนาชั้นเดียวหรือหลายชั้นจนมีลักษณะหนามาก บางชนิดเป็นเนื้อนุ่มใช้รับประทานได้

ชนิดของผล

ผลมีเนื้อสด (Fleshy Fruit) คือผลที่แก่แล้วมีผนังผลสดไม่แห้ง แบ่งออกเป็น

ผลเมล็ดเดี่ยวแข็ง (Drupe)

ผลสดที่มีเมล็ดเดี่ยว ผนังชั้นกลางเป็นเนื้อหนาอ่อนนุ่ม ผนังชั้นในแข็งมาก ได้แก่ พุทรา มะม่วง

ผลแบบมีเนื้อหลายเมล็ด (Berry)

ผลสดที่มีเมล็ดหลายเมล็ด เนื้อผลอ่อนนุ่ม ผนังชั้นนอกที่เป็นเปลือกมีลักษณะอ่อนนุ่ม เช่นเดียวกัน ได้แก่ มะละกอ มะเขือเทศ

ผลแบบส้ม (Hesperidium)

ผลที่ผนังชั้นนอกมีต่อมน้ำมันจำนวนมาก ผนังชั้นกลางอ่อนนุ่มคล้ายฟองน้ำสีขาว ผนังชั้นในมีลักษณะเป็นเยื่อบาง และมีบางส่วนของชั้นนี้แปรรูปเป็นถุงน้ำเพื่อสะสมน้ำตาล และกรดมะนาว ได้แก่ ส้ม มะนาว

ผลแบบแตง (Pepo)

ผลที่เจริญมาจากรังไข่ตัววงกลีบ ผนังชั้นนอกแข็งและหนา ผนังชั้นกลางและผนังชั้นในหนาอ่อนนุ่ม ได้แก่ แตงโม แตงกวา น้ำเต้า

ผลแห้ง (Dry Fruit) คือผลที่แก่แล้วผนังผลแข็งและแห้ง แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ ผลแห้งแก่ไม่แตก (dry indehiscent fruit) และผลแห้งแก่แตก (dry dehiscent fruit)

ผลแห้งแก่ไม่แตก (Dry Indehiscent Fruit) แบ่งออกเป็น

ผลแห้งเมล็ดติดหรือผลแบบธัญพืช (Caryopsis or Grain) ผลเดี่ยวหนึ่งเมล็ด เปลือกแข็งและเชื่อมติดแน่นกับเปลือกเมล็ดหุ้ม เช่น ข้าว ผลเปลือกแข็งมีกาบรูปถ้วย (Acorn) ผลคล้ายผลเปลือกแข็งเมล็ดเดี่ยว แต่มีกาบหุ้มผล (cupule) ทั้งหมดหรือบางส่วน เช่น ผลเกาลัด ก่อชนิดต่างๆ

ผลแห้งเมล็ดอ่อน (Achene) ผลขนาดเล็ก ผนังผลแห้งและบาง มี 1 เมล็ด ผนังผลกับเปลือกหุ้มเมล็ดแยกกัน ส่วนมากมีฐานรองดอกขนาดใหญ่เช่น บัวหลวง ถ้าผลเกิดจากรังไข่ตัววงกลีบ และมีขนที่ปลายเมล็ด เรียกว่าผลแห้งเมล็ดอ่อนปลายมีขน (cypsela) เช่น ผลของทานตะวัน

ผลเปลือกแห้งเมล็ดเดี่ยว (Nut) ผลที่มีเปลือกแข็งและผิวมัน เป็นผลที่เกิดจากรังไข่ที่มีหลายคาร์เพลเชื่อมกันแต่มีเมล็ดเดี่ยว เช่น ผลมะพร้าว กระเจี๊ยบ มะม่วงหิมพานต์

ผลแบบปีกเดี่ยว (Samara) ผลที่มีผนังผลชั้นนอกเจริญยื่นออกมาเป็นปีก อาจมีปีกเดี่ยวหรือมากกว่า เช่น ผลประดู่ กวัม หรือผลคล้ายผลปีกเดี่ยว (samaroid) มีกลีบเลี้ยงเจริญไปเป็นปีก เช่น ผลยางนา เหียง พะยอม รักใหญ่

ผลแยกแล้วแตก (Schizocarp) ผลที่เจริญมาจากรังไข่ที่มีหลายคาร์เพลเชื่อมกัน เมื่อรังไข่เจริญเต็มที่แล้วคาร์เพลจะแยกกัน แต่ละคาร์เพลเรียก ชีคผลแบบฝักชี (mericarp) ซึ่งภายในมี 1 เมล็ด เช่น ผลฝักชี ครอบจักรวาล

ผลแห้งแก่แตก (Dry Dehiscent Fruit) แบ่งเป็น

ฝักแตกแนวเดียว (Follicle) ผลที่เกิดจากดอกที่มีคาร์เพลเดี่ยวหรือหลายคาร์เพลที่แยกกัน เมื่อผลแก่จะแตกเพียงตะเข็บเดียว เช่น ผลจำปี จำปา

ฝักแบบถั่ว Legume ผลที่เกิดจากดอกที่มีคาร์เพลเดี่ยว เมื่อผลแก่จะแตกออกตามแนวตะเข็บ 2 ข้างของผล ได้แก่ ผลของพืชวงศ์ถั่ว

ผลแห้งแตก (capsule) ผลที่เกิดจากดอกที่รังไข่มีหลายคาร์เพลเชื่อมกัน และเมื่อผลแก่จะแตกแบ่งออกเป็น

ผลแห้งแตกตามรอยประสาน (septicidal capsule) ผลแห้งแตกตามแนวยาวของผนังคาร์เพล เช่น ผลกระเช้าสีดา

ผลแห้งแตกกลางพู (loculicidal capsule) ผลแห้งแตกตรงกลางพูของแต่ละช่อง เช่น ผลทุเรียนตะแบก

ผลตะแบกในระยะต่าง ๆ



แหล่งค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม

- http://www.qsbg.org/database/botanic_book/
- http://www.thainationalmemorial.org/event_page/image/pdf/51-100.pdf

แบบประเมินกิจกรรม เครื่องหวดจากผลตะแบก

ระดับ รายการ	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ปรับปรุง (1 คะแนน)	(0 คะแนน)
การนำเสนอ ผลงาน	นำเสนอผลงานได้ น่าสนใจ มี ปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟัง อธิบายขั้นตอนการ ทำ เหตุผลการ ออกแบบและ เหตุผลที่เลือกใช้ วัสดุที่ ชัดเจนและเข้าใจ ง่าย	นำเสนอผลงานได้ น่าสนใจ มี ปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟัง บ้าง อธิบายขั้นตอน การทำ เหตุผลการ ออกแบบและ เหตุผลที่เลือกใช้ วัสดุเข้าใจบางส่วน	นำเสนอผลงานได้ น่าสนใจ มี ปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟัง น้อย อธิบาย ขั้นตอนการทำ เหตุผลการ ออกแบบและ เหตุผลที่เลือกใช้ วัสดุที่ไม่ชัดเจน และเข้าใจยาก	ไม่นำเสนอ
การมีส่วนร่วม อภิปราย	แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและ ประสบการณ์ อย่างชัดเจนและ เข้าใจง่าย อย่างสม่ำเสมอ	แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและ ประสบการณ์ บางครั้ง	แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและ ประสบการณ์น้อย	ไม่แลกเปลี่ยน ความคิดเห็น และ ประสบการณ์
ผลงาน	นำรูปทรงของผลมี ความเหมาะสมต่อ การใช้งานมาก มี ความคงทน สามารถรับน้ำหนัก แรงกดได้ดีมาก	นำรูปทรงของผลมี ความเหมาะสมต่อ การใช้งานบ้าง มี ความคงทนปาน กลาง สามารถรับ น้ำหนักแรงกดได้ ปานกลาง	นำรูปทรงของผลมี ความเหมาะสมต่อ การใช้งานน้อย มีความคงทนน้อย สามารถรับน้ำหนัก แรงกดได้น้อย	รูปทรงของผล ไม่มีความ เหมาะสมต่อ การใช้งาน ไม่มีความคงทน ไม่สามารถรับ น้ำหนักแรงกด ได้ - ไม่มีผลงาน



ภาคผนวก ง

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคของพืช ประกอบด้วย 3 หัวข้อ ได้แก่ โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ดังนี้

ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน หัวข้อโครงสร้างและหน้าที่ของใบ

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	2	7
2	4	8
3	6	9
4	4	8
5	5	6
6	3	6
7	3	6
8	3	6
9	3	5
10	3	7
11	2	7
12	2	8
13	3	9
14	2	7
15	5	7
16	3	8
17	5	8
18	3	8
19	4	6

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
23	3	8
24	4	7
25	5	6
26	5	8
27	2	7
28	5	8
29	5	9
30	4	9
31	3	7
32	3	6
33	5	7
34	2	8
35	4	6
36	3	7
37	3	6
38	3	7
39	2	8
40	4	8
41	3	7

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
20	5	7
21	4	8
22	3	9

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
42	5	8
43	5	7
$\bar{x} \pm SD$	3.60±1.12	7.30±1.01

ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน หัวข้อการลำเลียงน้ำและสารอาหาร

นักเรียน คนที่	คะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	2	6
2	3	6
3	2	7
4	3	6
5	5	6
6	4	7
7	4	6
8	3	7
9	4	5
10	2	7
11	2	6
12	2	8
13	3	8
14	2	7
15	3	6
16	3	8
17	3	6

นักเรียน คนที่	คะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
23	4	8
24	2	6
25	4	7
26	3	8
27	3	7
28	1	6
29	4	8
30	6	9
31	5	8
32	3	6
33	2	7
34	3	8
35	5	9
36	5	8
37	4	7
38	4	8
39	3	8

นักเรียน คนที่	คะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
18	3	8
19	4	8
20	3	6
21	2	7
22	3	8

นักเรียน คนที่	คะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
40	2	8
41	3	7
42	4	8
43	5	7
$\bar{x} \pm SD$	3.25±1.09	7.14±0.95

ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน หัวข้อผลและเมล็ด

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	4	8
2	5	9
3	4	8
4	2	7
5	4	5
6	5	8
7	4	6
8	5	7
9	5	6
10	4	8
11	3	7
12	3	8
13	4	9
14	3	7
15	5	7

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
23	3	8
24	5	7
25	3	6
26	2	8
27	3	7
28	4	7
29	2	8
30	3	8
31	4	9
32	2	8
33	4	8
34	3	9
35	2	7
36	4	8
37	3	6

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
16	3	8
17	2	7
18	3	8
19	2	7
20	3	8
21	4	8
22	3	8

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
38	3	7
39	2	8
40	3	8
41	2	7
42	4	9
43	4	8
$\bar{x} \pm SD$	3.37±0.98	7.56±0.91

คะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคของพืช ประกอบด้วย 3 หัวข้อ ได้แก่ โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด นักเรียนได้คะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ดังนี้

ตารางคะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน หัวข้อโครงสร้างและหน้าที่ของใบ

นักเรียน คนที่	คะแนนการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	2	8
2	3	7
3	4	9
4	2	8
5	4	9
6	2	8
7	3	7

นักเรียน คนที่	คะแนนการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
23	2	6
24	5	7
25	3	5
26	3	8
27	4	6
28	3	7
29	2	9

นักเรียน คนที่	คะแนนการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
8	3	8
9	2	6
10	2	7
11	4	7
12	1	6
13	3	9
14	2	9
15	3	7
16	3	8
17	3	6
18	2	7
19	4	7
20	4	8
21	5	9
22	3	6

นักเรียน คนที่	คะแนนการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
30	3	8
31	3	6
32	1	7
33	2	9
34	3	7
35	1	6
36	3	7
37	4	8
38	3	7
39	3	7
40	4	6
41	4	6
42	2	7
43	2	8
$\bar{x} \pm SD$	2.88 ± 0.98	7.28 ± 1.08

ตารางคะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน หัวข้อการลำเลียงน้ำและ
สารอาหาร

นักเรียน คนที่	คะแนนการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	3	8
2	3	9
3	2	10
4	3	7

นักเรียน คนที่	คะแนนการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
23	3	7
24	5	7
25	4	6
26	3	8

นักเรียน คนที่	คะแนนการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
5	4	8
6	5	9
7	4	8
8	4	10
9	4	8
10	4	9
11	3	6
12	3	7
13	3	9
14	2	8
15	5	8
16	3	9
17	4	7
18	5	8
19	4	7
20	4	9
21	5	8
22	4	8

นักเรียน คนที่	คะแนนการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
27	4	6
28	5	8
29	4	11
30	6	9
31	4	7
32	4	9
33	3	9
34	4	8
35	3	7
36	5	8
37	4	9
38	5	8
39	2	9
40	5	7
41	5	7
42	6	10
43	4	9
$\bar{x} \pm SD$	3.93 ± 0.99	8.11 ± 1.13

ตารางคะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน หัวข้อผลและเมล็ด

นักเรียน คนที่	คะแนนการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	4	9
2	5	9
3	4	11
4	3	9
5	4	9
6	5	10
7	5	9
8	6	10
9	4	9
10	3	8
11	4	9
12	5	11
13	7	11
14	7	10
15	6	10
16	8	11
17	5	9
18	6	9
19	7	11
20	5	9
21	3	9
22	7	10

นักเรียน คนที่	คะแนนการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
23	5	10
24	6	10
25	6	7
26	5	10
27	5	7
28	3	9
29	4	10
30	5	9
31	6	9
32	7	11
33	5	9
34	4	9
35	5	10
36	4	9
37	3	11
38	5	9
39	6	11
40	3	5
41	6	7
42	5	10
43	6	11
$\bar{x} \pm SD$	5.05 ± 1.29	9.42 ± 1.28

ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา





ภาพประกอบการทดสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหา



ภาพประกอบการระดมความคิดออกแบบชิ้นงาน



ภาพประกอบการนำเสนอชิ้นงาน



ภาพประกอบ การทดสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์



**หนังสือยืนยันการยกเว้นการรับรอง
คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**

(เอกสารนี้เพื่อแสดงว่าคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยนี้)

ชื่อโครงการวิจัย : การศึกษาความสามารถในแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง กายวิภาคของพืช

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวดวงพร สมจันทร์ตา

หน่วยงานต้นสังกัด : คณะวิทยาศาสตร์

รหัสโครงการวิจัย : 035/59X

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่เข้าข่ายยกเว้น (Research with Exemption from SWUEC)

วันที่ยืนยัน : 5 เมษายน 2559

ยืนยันโดย : คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ดำเนินการรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, the Belmont Report, CIOMS Guidelines และ the International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice (ICH-GCP)

ออกให้ ณ วันที่ 21 เมษายน 2559

(ลงชื่อ).....

(อาจารย์ แพทย์หญิงจันทร์ทรา ดนันทยุทธวงศ์)

เลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุวิพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวดวงพร สมจันทร์ตา
 วันเดือนปีเกิด 16 กันยายน 2534
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 98 หมู่ที่ 9 ตำบล บ่อแฮ้ว อำเภอ เมือง จังหวัด ลำปาง 52100
 ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2547	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัด ลำปาง
พ.ศ. 2550	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัด ลำปาง
พ.ศ. 2553	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาชีววิทยาเชิงอนุรักษ์ มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2558	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ





ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวดวงพร สมจันทร์ตา
 วันเดือนปีเกิด 16 กันยายน 2534
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 98 หมู่ที่ 9 ตำบล บ่อแฮ้ว อำเภอ เมือง จังหวัด ลำปาง 52100
 ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2547	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัด ลำปาง
พ.ศ. 2550	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัด ลำปาง
พ.ศ. 2553	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาชีววิทยาเชิงอนุรักษ์ มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2558	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

