



การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างภายในของพีชดอก
โดยการใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ภานุพงษ์ พรมศร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF
INTERNAL STRUCTURE OF FLOWERING PLANTS USING BY SIMPLE
EXPERIMENT AND JIGSAW LEARNING FOR GRADE 11 STUDENTS

PANUPONG PROMSORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2017
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจในมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างภายในของพีชดอก
โดยการใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัย นายภาณุพงษ์ พรมศร

คณะกรรมการสอบ

ดร.อนิชฐาน ศรีนวล

ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีโรจน์ เกษรบัว

กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ช่อพิพิ กันทะโฉติ

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีโรจน์ เกษรบัว)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชริดา ปุกหุต)

คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2560

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจาก ดร.วีโรจน์ เกษรบัว ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัย การเขียนรายงานวิจัย ตลอดจนแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และ คณาจารย์ทุกท่านที่กรุณายังเวลาให้คำแนะนำจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่าง เรียบร้อย สมบูรณ์

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาระบุเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย จนทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ผ่านไปด้วยดี

ขอขอบคุณผู้อำนวยการ คณบดี คณครุกุล สำนักงานเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนละหารราย รัชดาภิเษก จังหวัดบุรีรัมย์ ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความสะดวกในการวิจัย ตลอดจนขอขอบคุณ นักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณบิดา มารดา พี่น้องและเพื่อน ๆ ที่เคยให้กำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้เสมอมา ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่ไดสนับสนุนเงินทุนในการศึกษาระดับปริญญาโท ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา และสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ภานุพงษ์ พรหมศร

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

| | |
|------------------|---|
| เรื่อง | : การพัฒนาความเข้าใจในมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างภายในของพืชดอกโดยการใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ |
| ผู้วิจัย | : ภานุพงษ์ พรหมศร |
| ชื่อปริญญา | : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต |
| สาขาวิชา | : วิทยาศาสตรศึกษา |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีโรจน์ เกษรบัว |
| คำสำคัญ | : ความเข้าใจในมติ, ชุดการทดลองอย่างง่าย, คงทนความรู้, การจัดการเรียนรู้แบบจีกซอร์ |

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาความเข้าใจในมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยชุดการทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕/๑ โรงเรียนละหานทรัชดาภิเษก อำเภอละหานทรัย จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๕๙ จำนวน ๓๖ คน ด้วยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้คือแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีแบบแผนการวิจัยเป็นแบบ One-group-pretest-posttest design และสถิติที่ใช้เป็นแบบ Dependent sample t-test ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้ทำการทดลองด้วยชุดการทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ ที่จัดทำขึ้นจำนวน ๔ เนื้อหา ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพืช โครงสร้างภายในของราก โครงสร้างภายในของลำต้น และโครงสร้างภายในของใบ มีความเข้าใจในเนื้อหาถูกต้องมากขึ้น โดยมีคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียน (mean 24.89, SD 3.69) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 10.42, SD 2.90) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แต่ไม่แตกต่างกับความคงทนความรู้ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้การจัดชุดทดลองอย่างง่ายและการเรียนรู้แบบจีกซอร์ สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้อีกด้วย

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF INTERNAL STRUCTURE OF FLOWERING PLANTS USING BY SIMPLE EXPERIMENT AND JIGSAW LEARNING FOR GRADE 11 STUDENTS

AUTHOR : PANUPONG PROMSORN

DEGREE : MASTER OF DEGREE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST.PROF.WIROT KESONBUA, Ph.D.

KEYWORDS : SCIENTIFIC CONCEPTUAL UNDERSTANDING, EXPERIMENT, RETENTION, JIGSAW LEARNING

The main aim of this study was to develop scientific conceptual understanding by using simple experiment and jigsaw learning in the topic of internal structure of flowering plants. The samples were thirty six students of grade 11 in Lahansai Ratchadapisek School, Lahansai district, Buriram province, who had registered in biology course for the second semester of the 2016 academic year. The research tools comprised of learning achievement test. The one group pretest posttest design and used dependent sample t-test used to analyze data. The result revealed that students after using simple experiment and jigsaw learning in four subtopics, such as plant tissue, internal structure of root, internal structure of stem and internal structure of leaf were increased in scientific conceptual understanding. The score mean are 24.89 (SD 3.69) in posttest which are higher than that in the pretest (mean 10.42, SD 2.90) at 0.01 statistical significant differences, but not different from students knowledge retention at 0.05 statistical significant. In addition, this technique is useful to attract student interest.

สารบัญ

| | หน้า |
|---|----------|
| กิตติกรรมประกาศ | ก |
| บทคัดย่อภาษาไทย | ๑ |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญตาราง | ฉ |
| สารบัญภาพ | ช |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 3 |
| 1.3 สมมติฐานของงานวิจัย | 3 |
| 1.4 ขอบเขตของการวิจัย | 3 |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย | 4 |
| 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ | 4 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | |
| 2.1 มโนมติ | 5 |
| 2.2 ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ | 6 |
| 2.3 การเรียนรู้แบบจีกซอร์ | 8 |
| 2.4 ความคงทนความรู้ | 12 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย | |
| 3.1 แบบแผนวิธีการวิจัย | 16 |
| 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 16 |
| 3.3 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล | 20 |
| 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล | 22 |

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลการวิจัย

| | |
|---|----|
| 4.1 ผลที่ได้จากการทดลองด้วยชุดการทดลองอย่างง่าย (เครื่องตัดเนื้อเยื่อพีซ) | 23 |
| 4.2 การเปรียบเทียบความเข้าใจในมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที่ ชนิดกลุ่มที่ศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent) และหากความก้าวหน้าความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยวัดจากการใช้ normalized gain $\langle g \rangle$ | 25 |
| 4.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างภายในของพีซดอกระหว่างหลังเรียนด้วยชุดการทดลองอย่างง่ายร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบจีกซอร์และหลังจากเรียนเป็นระยะเวลาในการวัดระยะเวลาคงทน ความรู้เป็นเวลา 30 วัน | 31 |

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

| | |
|---------------------------------|----|
| 5.1 สรุปผลการวิจัย | 33 |
| 5.2 อภิปรายผลการวิจัย | 33 |
| 5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย | 38 |

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

| | |
|---|-----------|
| ก แบบทดสอบความเข้าใจในมติวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่องโครงสร้างภายในของพีซดอก | 48 |
| ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ | 57 |
| ค ใบกิจกรรมและใบความรู้ | 69 |
| ง การวิเคราะห์ข้อมูล | 80 |
| จ การวิเคราะห์เครื่องมือ | 86 |
| ฉ ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ | 90 |
| ประวัติผู้วิจัย | 94 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 3.1 แบบแผนการวิจัย | 16 |
| 3.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบจีกซอร์ว์ร่วมกับชุดทดลองอย่างง่าย เรื่องโครงสร้าง ภายในของพืชดอก | 17 |
| 3.3 การแบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างภายในของ พืชดอกตามสาระการเรียนรู้ | 20 |
| 3.4 ระยะเวลาที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล | 21 |
| 4.1 ค่าสถิติจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและ หลังเรียน เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก | 26 |
| 4.2 คะแนนความเข้าใจในมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โครงสร้าง ภายในของพืชดอก | 26 |
| 4.3 ผลการวิเคราะห์มโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาโครงสร้าง ภายในของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนละหานทราย รัชดาภิเษก จังหวัดบุรีรัมย์ | 29 |
| 4.4 ค่าสถิติจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันทีที่เรียน เสร็จกับผลการทดสอบหลังเรียนเสร็จแล้ว ๓๐ วัน | 32 |
| ๔.1 ผลคะแนนก่อนเรียนรายบุคคล | 81 |
| ๔.2 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล | 82 |
| ๔.3 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนข้อสอบแบบรายข้อจำนวน ๓๐ ข้อ | 83 |
| ๔.4 วิเคราะห์มโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนรายข้อ | 84 |
| ๕.1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ | 87 |
| ๕.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ | 88 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบจีกซอว์ | 18 |
| 3.2 ชุดทดลองอย่างง่าย (เครื่องตัดเนื้อเยื่อพีช) | 19 |
| 4.1 โครงสร้างภายในของลำต้นหญ้าที่ได้จากการใช้ชุดทดลองอย่างง่าย | 23 |
| 4.2 โครงสร้างภายในของรากจีดที่ใช้ชุดทดลองอย่างง่าย และภาพสไลด์ถ่าย | 24 |
| 4.3 โครงสร้างภายในของพืชดอกในใบกิจกรรม | 25 |
| 4.4 ความก้าวหน้าความเข้าใจในมโนมติวิทยาศาสตร์ในการเรียนรายเนื้อหาตามแผนที่สอน | 27 |
| 4.5 ความก้าวหน้าของข้อสอบจำนวน 30 ข้อ | 28 |
| 4.6 ความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนในวิชาชีววิทยา | 31 |
| 5.1 ข้อสอบนักเรียนที่มีมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน | 37 |
| ฉ.1 การใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการจัดการเรียนแบบจีกซอว์ | 91 |
| ฉ.2 การใช้ชุดทดลองอย่างง่าย | 91 |
| ฉ.3 กลุ่มบ้าน (Home group) | 92 |
| ฉ.4 การใช้กล้องจุลทรรศน์ดูภาพโครงสร้างภายในของพืชดอก | 92 |
| ฉ.5 กลุ่มเชี่ยวชาญ (Expert group) | 93 |
| ฉ.6 เครื่องตัดเนื้อเยื่อพีช | 93 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นกระบวนการเรียนรู้จากการได้รับการถ่ายทอดจากบุคคลหรือจากสื่อใด ๆ ไปสู่บุคคล เพื่อให้ได้รับความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งความรู้เหล่านี้จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ พัฒนาให้มุชย์ได้เติบโตทั้งทางด้านสมอง สติปัญญา ควบคู่ไปกับคุณธรรมจริยธรรม และสามารถดำเนินชีวิตร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข การศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบันมีกระบวนการถ่ายทอดความรู้ที่หลากหลายมากขึ้น มีการจัดทำและนำเครื่องมือต่าง ๆ ที่ทันสมัย สามารถถ่ายทอดให้ผู้เรียนรู้ได้เข้าใจและมีความรู้ได้ง่ายขึ้น

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งที่มีกระบวนการและขั้นตอนในการศึกษาที่เป็นระบบ มีความซับซ้อนและต้องอาศัยศักยภาพการทำงานของสมอง ซึ่งเด็กจำเป็นต้องใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการศึกษา การคิดวิเคราะห์ เป็นการจำแนกแยกแจง การแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งออกเป็นส่วนย่อยเพื่อพิจารณาว่าสิ่งนั้นหรือเหตุการณ์นั้นประกอบขึ้นมาจากอะไร ประกอบได้อย่างไร มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร หรือหาสาเหตุของสิ่งที่เกิดขึ้น ต่อไป ซึ่งการคิดวิเคราะห์จะต้องใช้ความเป็นเหตุเป็นผลเป็นพื้นฐาน ซึ่งจะทำให้เด็กทราบข้อเท็จจริง เหตุผลของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ต่างๆ ทราบองค์ประกอบและข้อเท็จจริงที่เป็นฐานของความรู้ที่จะนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาต่อไปได้ ซึ่งถือว่าวิทยาศาสตร์ เป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎี ขอบเขต ธรรมชาติ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม โดยการที่ครูจะจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจ แนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ครูจะต้องเชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งสามด้าน คือ ด้านเนื้อหาวิชา ด้านการสอน และด้านบริบท ให้สอดคล้องและเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามมาตรฐาน การเรียนรู้ และตัวชี้วัดชั้นปีของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2552)

จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนและนานาทรายรัชดาภิเษก อำเภอละหารทราย จังหวัดบุรีรัมย์ พบร่วมนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับชาติต่อเนื่อง 2 ปีการศึกษา (2558-2559) คือมีคะแนนเฉลี่ยในระดับโรงเรียนเท่ากับ 32.66 และ 31.71 ตามลำดับ (จากการคะแนนเต็ม 100 คะแนน)

ขณะที่ผลคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศคือ 33.40 และ 31.62 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าเป็นคะแนนที่ต่ำ เมื่อพิจารณาคะแนนในสาระการเรียนรู้สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำเนินชีวิตซึ่งเป็นสาระการเรียนรู้ที่ผู้วัยรับผิดชอบพบว่ามีคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนอยู่ในระดับต่ำคือมีค่าเท่ากับ 34.77 และ 37.75 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2560) ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวจึงควรมีการเร่งปรับปรุงพัฒนาให้มีผลสัมฤทธิ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น การพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียนในการเรียนวิชาชีววิทยาที่ถูกต้องและตระหนักถึงความต้องการของผู้เรียนย่อมทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนวิชาชีววิทยามากยิ่งขึ้นและทำผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยามากขึ้น

ผู้วัยรับได้สำรวจและศึกษารูปแบบของชั้นเรียนแล้ว พบร่วมกับการสำรวจความต้องการของผู้เรียนโดยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2558 (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนละหารรายรัชดาภิเษก, 2558) พบว่าผู้เรียนให้ความเห็นในรายวิชาชีววิทยาไว้คือ เป็นวิชาที่ยก ขับช้อน และต้องใช้การจำเรื่อง ต้องทำความเข้าใจและศึกษาอย่างตั้งใจ ครูส่วนใหญ่ใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยาย ไม่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ การแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเป็นไปได้ด้วยความลำบาก และผู้สอนยังใช้สื่อการสอนไม่มาก ผู้สอนส่วนใหญ่ใช้จัดบันทึก โรงเรียนมีกิจกรรมเยี่ยงทำให้การเรียนไม่เพียงพอ ผู้สอนส่วนใหญ่สอนไม่ทันเนื้อหา สิ่งเหล่านี้ทำให้ผู้สอนตระหนักรถึงความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่รับผิดชอบ

รูปแบบการเรียนรู้แบบจีกชอร์ เป็นการจัดการเรียนเป็นกลุ่มเล็กประมาณ 3-6 คน จัดผู้เรียนที่มีความสามารถคล้ายกันจัดเป็น 2 กลุ่มเรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home group) และกลุ่มผู้มีประสบการณ์ (Expert group) สมาชิกของแต่ละกลุ่มศึกษาหัวข้อที่ได้รับมอบหมายในกลุ่มผู้มีประสบการณ์แล้วนำความรู้ไปอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มบ้านฟังเป็นการเรียนที่ส่งเสริมความร่วมมือและถ่ายทอดความรู้ระหว่างเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งข้อดีของการเรียนรู้แบบจีกชอร์ช่วยให้เกิดแรงจูงใจ มีการเสริมแรงให้เกิดขึ้นทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล (อารีวรรณ ราตุดี, 2557) และนอกจากนี้ ปัญญากรณ์ นพศิริกุล (2558) ยังกล่าวว่าการสอนให้บรรลุตามเป้าหมาย วิธีการเรียนรู้แบบจีกชอร์ ถือเป็นวิธีการเรียนรู้ที่มีผลดี คือนักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการค้นคว้าหาความรู้ทำให้นักเรียนรู้สึกกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองไม่เกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายในการเรียน ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม เป็นการฝึกทักษะทางด้านสังคมส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ กล้าคิด กล้าตัดสินใจ กล้าแสดงออก มีอิสระแห่งการเรียนรู้ และการใช้เครื่องมือที่เห็นได้จริงในชีวิตประจำวัน มากประยุกต์ใช้ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย สามารถนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง ผู้เรียนได้เรียนพิชที่หลากหลายและเพื่อพัฒนาการเรียนย่อมส่งผลให้การเรียนของผู้เรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์มาจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างภายในของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1.2.1 ศึกษาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างภายในของพืชดอก ก่อนและหลังเรียนโดยการใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1

1.2.2 ศึกษาความคงทนความรู้ เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก จากการเรียนรู้โดยการใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ที่เรียนโดยใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก มีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

1.3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ที่เรียนโดยใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก มีคะแนนเฉลี่ยความคงทนความรู้ไม่แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 36 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ รวม 36 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนลพบุรี จังหวัดบุรีรัมย์

1.4.2 เนื้อหาวิชาชีววิทยาที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ เรื่อง โครงสร้างภายในของพืชดอก หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา เล่ม 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตร 2551 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้

1.4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.4.3.1 ตัวแปรต้น คือ ชุดการทดลองอย่างง่ายร่วมกับแผนจัดการเรียนรู้แบบจีกซอร์

1.4.3.2 ตัวแปรตาม คือ

1) ความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3) ความคงทนความรู้ของนักเรียน

1.4.4 ระยะเวลาที่ศึกษา คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 8 ชั่วโมง ไม่รวมการทดสอบความคงทนความรู้ของนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก หลังจากใช้ชุดการทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.5.1 ชุดการทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก สามารถพัฒนาความเข้าใจมโนติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา และสามารถประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้

1.5.2 ชุดการทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น และผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในการทดลอง

1.5.3 ผู้เรียนมีความคงทนความรู้ในเรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก รวมทั้งสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

1.5.4 เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครูในการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ในชีวิตประจำวันมาปรับเข้ากับการเรียนชีววิทยาทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 พัฒนาความเข้าใจมโนติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจ ความคิด และกระบวนการทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งทำให้บุคคลสามารถครุ่นคิดถึงสิ่งนั้น และสามารถใช้มโนทศน์ (concept) เพื่อจัดการกับสิ่งนั้นได้อย่างเพียงพอ สิ่งที่กล่าวถึงนี้อาจจะมีลักษณะเป็นนามธรรม หรือเป็นรูปธรรมก็ได้ซึ่งในเรื่องนี้กล่าวถึงเรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก

1.6.2 ชุดการทดลองอย่างง่าย หมายถึง ชุดทดลองที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้เรื่อง โครงสร้างภายในของพืชดอก โดยใช้ร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์

1.6.3 คณวนวัดความเข้าใจมโนติวิทยาศาสตร์ หมายถึง คณวนที่ได้จากการสอบวัดผล สมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก ทั้งก่อนและหลังใช้ชุดการทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์

1.6.4 ความคงทนความรู้ หมายถึง ความสามารถในการคงไว้ซึ่งความรู้ ความเข้าใจ เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก โดยทำการวัดหลังจากที่เรียนเสร็จสิ้นไปแล้ว 30 วัน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้จัดได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบจีกซอร์ร่วมกับการใช้ชุดทดลองอย่างง่ายเพื่อพัฒนาความเข้าใจในมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างภายในของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนละหารทรายรัชดาภิเษก ซึ่งได้รวบรวมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและศึกษาวิธีการสอนในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- 2.1 มโนมติ (Conceptual)
- 2.2 ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (Science Laboratory)
- 2.3 การเรียนรู้แบบจีกซอร์ (Jigsaw learning)
- 2.4 ความคงทนความรู้ (Retention)

2.1 มโนมติ (conceptual)

2.1.1 ความหมายของมโนมติ

การสร้างความหมายให้กับสิ่งที่สังเกตเห็นหรือเรียนรู้เพื่อทำความเข้าใจกับประสบการณ์นั้น ๆ เราได้ให้คำจำกัดความได้หลากหลายว่า ความคิดรวบยอด แนวความคิด มโนภาพ มโนทัศน์ มโนมติ ซึ่งในการวิจัยครั้นผู้จัดฯ ใช้คำว่า “มโนมติ” ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของมโนมติ ไว้ดังนี้

Pines (1985) เป็นความคิดความเข้าใจของบุคคลที่สรุปรวมเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยการสังเกตหรือประสบการณ์เดิม และใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป เพื่ออธิบายคุณลักษณะของเรื่องนั้น หรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้น

ไพรเจน์ เติมเดชาพงศ์ (2550) ได้ให้ความหมายของมโนมติว่า คือความคิด ความเข้าใจ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่นเดียวกับ จิราพรรณ บุญญาณสุนธิ (2554) โดย ความคิดนั้นเกิดได้จาก ความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์ ซึ่งเป็นผลมาจากการพิจารณาข้อเท็จจริง และนำสิ่งที่เกี่ยวข้องมาประมวลเพื่อใช้อธิบายเหตุการณ์

ประมวล วิโย (2551) กล่าวถึงมโนมติคือ แนวคิด หรือ ความรู้ที่ตัวบุคคลสร้างขึ้นมาจากการเรียนรู้ จากประสบการณ์ตรงหรือจากการสังเกตจากสถานการณ์ต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมา และความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นมานั้นมีความขัดแย้งกับแนวความรู้ที่สังคมทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ยอมรับ

อภิวัฒน์ บุญเขื่อง (2552) กล่าวถึงมโนมติ คือความเข้าใจโดยสรุปที่เกิดจากการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้มาจากการสังเกตหรือประสบการณ์ที่ได้รับ

พิชา ชัยจันดี (2552) กล่าวได้ว่า เป็นความคิดความเข้าใจของบุคคล ที่เป็นข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับ

สิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป เพื่ออธิบายคุณลักษณะของสิ่งนั้นและให้คำจำกัดความของเรื่องนั้นหรือสิ่งนั้น

นรินทร์ รัตนทา (2554) ให้ความหมายได้ว่า มโนมติเป็นความคิดหรือบทสรุปของบุคคลที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยแสดงออกมาเพื่อให้เป็นใจความสำคัญเกี่ยวกับลักษณะเพื่อปั่งบอกความหมายของสิ่งนั้น ๆ อย่างชัดเจน

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า มโนมติ คือ โครงสร้างความรู้ความเข้าใจซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงทั้งความรู้ที่บุคคลนั้นมีอยู่และลักษณะของการจัดระเบียบความรู้โดยอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการรับรู้ในเชิงอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลและให้คำจำกัดความของเรื่องนั้นหรือสิ่งนั้น

2.1.2 ความหมายมโนมติวิทยาศาสตร์

ในการให้ความหมายเกี่ยวกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้มีนักวิจัยได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Klopfer (1971) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่เป็นนามธรรม อันเป็นผลที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พบว่ามีประโยชน์ในการศึกษาโลกธรรมชาติ

พิชา ชัยจันดี (2552) ได้ให้ความหมายคือ เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่เกิดขึ้นที่เกิดขึ้นจากความคิดความเข้าใจของบุคคลที่จะสรุปต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ และสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งเป็นข้อสรุปที่นักวิทยาศาสตร์เห็นร่วมกันซึ่งสอดคล้องกับ (ไฟโรจน์ เติมเดชาติพงศ์, 2550)

นภัสพร กลม lithipay (2554) ได้กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งเกิดจากการศึกษาข้อเท็จจริงปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำกความหมายมโนมติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า มโนมติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง ที่เกิดจากความคิดความเข้าใจในสิ่งนั้นของบุคคลที่จะสรุปสิ่งที่เห็นในแนวคิดที่เป็นเหตุเป็นผลตามแบบแผนวิทยาศาสตร์

2.2 ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (Science Laboratory)

2.2.1 ความหมายชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ชุดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คือ ชุดปฏิบัติที่นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ และเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยกิจกรรมในชุดปฏิบัติการเป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ ด้วยการใช้ประสานสัมผัส เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยประเภทของการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปจัดได้ 2 แบบ คือ การทดลองแบบสำเร็จรูป (structured laboratory) และการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (un structured laboratory) (มาษะ ทองมูล, 2554; อ้างอิงจาก สุวรรณ์ นิยมค้า 2531)

2.2.1.1 การทดลองแบบสำเร็จรูป การทดลองแบบนี้ครุเป็นผู้กำหนดปัญหาของวิธีการแก้ปัญหาของวิธีการแก้ปัญหาและอื่น ๆ ไว้เสร็จแล้วเพียงแต่ทำการตามคำชี้แจงในครุเมื่อการทดลอง

2.2.1.2 การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง การทดลองแบบนี้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบโดยครุกำหนดปัญหาให้ เมื่อได้แนวทางแล้วจึงแยกย้ายกันทำการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาอภิปรายหน้าชั้นอีกรอบหนึ่ง การทดลองแบบนี้เป็นการส่งเสริมสมรรถภาพทางด้านความคิด ควรให้นักเรียนวางแผนการทดลองก่อน แล้วจึงลงมือทดลองตามที่กำหนดไว้ ซึ่งครุอยู่ในฐานะเป็นพี่เลี้ยง การวางแผนการทดลองประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน และการทดลองตามลำดับ

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงย่อมเกิดผลในการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดและการเรียนที่มีเครื่องมือทดลองที่แปลกใหม่ย่อมนำมาซึ่งความสนใจของผู้เรียนเป็นอย่างดี ดังนั้นผู้จัดจึงได้สร้างชุดทดลองอย่างง่ายขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงและดึงดูดผู้เรียน โดยการใช้ชุดทดลองอย่างง่ายในการจัดการเรียนการสอนได้มีนักวิจัยเกี่ยวกับการใช้ชุดทดลองในการจัดการเรียนการสอนหลายท่าน ดังนี้

Roth (1994) นำชุดกิจกรรมการทดลองโดยชุดทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่ง พบว่านักเรียนเข้าใจหลักการทางฟิสิกส์มากขึ้น เนื่องจากได้เห็นและลงมือปฏิบัติการด้วยตนเอง

อาทิตย์ จันทร์ส่องแสง (2550) พบว่าจากการพัฒนาชุดทดลองเรื่องการสั่นพ้องของเสียง เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนหลังจากใช้พบว่านักเรียนมีผลลัมพุทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น ชุดทดลองสร้างความเข้าใจให้ผู้เรียนดีกว่าการเรียนการสอนเชิงบรรยายในห้องเรียนอย่างเดียว

กุลวดี ห่อหรัพย์ (2557) ได้ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ผ่านการเรียนโดยชุดการทดลองอย่างง่ายมีผลลัมพุทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.75 อยู่ในระดับสูง ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองอย่างง่าย ช่วยพัฒนาผลลัมพุทธิ์ทางการเรียน และความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องกรจะและเคนส์

พิศนา แ xenmn (2553) กล่าวว่าอุปกรณ์การทดลองจะมีส่วนช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้นอุปกรณ์หรือชุดทดลองต้องสามารถทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจซึ่งจะถือได้ว่า ชุดทดลองหรืออุปกรณ์การทดลองนั้นมีประสิทธิภาพ

มาฉะ ทองมูล (2554) ได้ศึกษาพบว่า หลังจากที่นักเรียนเรียนเรื่องการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดโดยใช้ชุดทดลองอย่างง่าย นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนอยู่ในระดับมาก คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ชุดทดลองมีผลต่อการเข้าใจในเนื้อหาของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าถ้านักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองก็จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะศึกษาปรากฏการณ์ด้วยตนเอง และผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาโดยที่ซับซ้อนได้มากขึ้น และเมื่อนำชุดทดลองอย่างง่ายที่แปลกใหม่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ก็จะยิ่งเพิ่มความสนใจให้ผู้เรียนสร้างแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น

2.3 การเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw Learning)

2.3.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์

มีนักวิชาการให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ไว้ดังนี้

Johnson and Johnson (1974) ได้กล่าวเกี่ยวกับการเรียนของผู้เรียนโดยการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์คือ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรร่วมมือในการเรียนรู้มากกว่าการแข่งขัน เพราะการแข่งขันจะต้องมีผู้แพ้ ผู้ชนะ ต่างจากการร่วมมือ

Steinbrink and Stahl (1994) กล่าวว่า การเรียนร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ เป็นรูปแบบของการเรียนร่วมมือแบบหนึ่ง ลักษณะของการเรียนร่วมมือแบบจิ๊กซอว์จะจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มหนึ่งจะมีนักเรียน 6 คน มีระดับความรู้แตกต่างกัน สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะถูกกำหนดให้ไปเรียนร่วมกับสมาชิกกลุ่มอื่น ๆ ในหัวข้อที่ต่างกันกันแล้วทุกคนจะกลับมาที่กลุ่มของตน เพื่ออธิบายให้เพื่อนฟังถึงสิ่งที่ตนได้ไปเรียนมาร่วมกับสมาชิกของกลุ่มอื่น ๆ

จริยา ขุนเศรษฐี (2551) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ว่า หมายถึง กิจกรรมที่ครูผู้สอนมอบหมายให้สมาชิกในกลุ่มแต่ละกลุ่มศึกษาเนื้อหาที่กำหนดให้สมาชิกแต่ละคนจะถูกกำหนดโดยกลุ่มให้ศึกษาเนื้อหาคนละตอนที่แตกต่างกัน ผู้เรียนจะไปทำงานร่วมสมาชิกกลุ่มอื่นที่ได้รับมอบหมายให้ศึกษาเนื้อหาที่เหมือนกันหลังจากที่ทุกคนศึกษาเนื้อหานั้นจนเข้าใจจึงกลับกลุ่มเดิมแล้ว อธิบายสิ่งที่ตนศึกษาให้สมาชิกในกลุ่มฟัง โดยเรียงตามลำดับเรื่องราวเสร็จแล้วให้สมาชิกในกลุ่มคนใดคนหนึ่งสรุปเนื้อหาของสมาชิกทุกคนเข้าด้วยกัน ครูผู้สอนอาจเตรียมข้อสอบเกี่ยวกับบทเรียนนั้นไว้ทดสอบความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนในช่วงสุดท้ายของการเรียน

รัชพร เทวฤทธิ์ (2554) การเรียนรู้แบบจีกซอร์ คือเนื้อหาที่ครูผู้สอนแบ่งเนื้อหาของเรื่องที่จะเรียนออกเป็นหัวข้ออย่างเท่าจำนวนสมาชิกแต่ละกลุ่ม และมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าคนละหัวข้อ โดยนักเรียนแต่ละคนจะเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องของตนได้รับมอบหมายจากกลุ่มสมาชิกต่างกลุ่มที่ได้รับมอบหมายในหัวข้อเดียวกันจะร่วมศึกษา จากนั้นแต่ละคนจะเข้ากลุ่มเดิมของตนเพื่ออธิบายหัวข้อที่ตนศึกษาให้เพื่อนร่วมกลุ่มฟัง เพื่อให้เพื่อนทั้งกลุ่มได้เนื้อหารอบกัน

อาริวรรณ ราตรดี (2557) จีกซอร์เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมความร่วมมือและถ่ายทอดความรู้ระหว่างเพื่อนในกลุ่ม ผู้เรียนที่เข้าร่วมในวิธีการสอนนี้จะแบ่งเป็นทีม โดยมีสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน เช่นเดียวกับ STAD และ TGT ที่ผู้เรียนแต่ละคนจะได้รับมอบหมายให้อ่านเนื้อเรื่องที่กำหนด และรับหัวข้อสำหรับผู้เชี่ยวชาญที่ต้องการศึกษาโดยละเอียดและผู้เชี่ยวชาญจะกลับมาอธิบายในส่วนที่ตนรู้ให้ผู้อื่นฟัง และในที่สุดผู้เรียนทุกคน ต้องตอบข้อสอบที่คลุมเนื้อหาทุกหัวข้อ คะแนนที่ผู้เรียนได้จะใช้รวมเป็นคะแนนของทีมเข่นเดียวกับ STAD

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า หัวใจสำคัญของ Jigsaw คือการพึงพาซึ่งกันและกันผู้เรียนทุกคนต้องพึงพอใจรู้จากผู้เรียนคนอื่น ๆ ทุกคนมีความสำคัญในการเรียนรู้เพื่อจะได้ทำข้อสอบได้ดี

การเรียนรู้แบบจีกซอร์ที่ Aronson (1978) คิดขึ้นนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

(1) ประเภทที่ 1 Jigsaw I เนื้อหาจะถูกตัดออกเป็นส่วน ๆ เท่ากับจำนวนผู้เรียนในทีม ได้เนื้อหาไม่ซ้ำกันทำให้สมาชิกแต่ละคนในทีมเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีข้อความรู้อย่างอื่น ใช้กันมากในรายวิชาที่ต้องเรียนเนื้อหาวิชาจากตำราเรียน ขั้นตอนกิจกรรมประกอบด้วย

(1.1) ครูแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ ให้เท่ากับจำนวนสมาชิกกลุ่มทั้งห้องที่ทำการสอน

(1.2) จัดกลุ่มผู้เรียนโดยให้มีความสามารถคล้ายกัน เรียกว่า “กลุ่มบ้าน” (home group) แล้วมอบหมายให้สมาชิกแต่ละคนศึกษาหัวข้อที่ต่างกัน

(1.3) ผู้เรียนได้รับหัวข้อเดียวกันจากแต่ละกลุ่มมาบ้างด้วยกันเพื่อทำงานและศึกษาร่วมกันในหัวข้อดังกล่าว เรียกว่า “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ” (expert groups)

(1.4) สมาชิกแต่ละคนออกจากการกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และกลับไปกลุ่มเดิมของตนผลัดกันอธิบายเพื่อถ่ายทอดความรู้ที่ตนศึกษาให้เพื่อนฟังจนครบห้องเรียน

(1.5) ครูทดสอบเนื้อหาที่ศึกษาแล้วให้คะแนนรายบุคคล

(2) ประเภทที่ 2 Jigsaw II เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นจาก Jigsaw I มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนช่วยเหลือ และพึ่งพากันในกลุ่มมากขึ้นกระบวนการของ JIGSAW II เมื่อ JIGSAW I ทุกประการเพียงแต่ในช่วงการประเมินผลครูจะนำคะแนนทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุดจะติดประกาศไว้ป้ายห้อง ผู้เรียนวิธีนี้จะแบ่งเป็นทีมมีสมาชิกที่คล้ายกัน ผู้เรียนแต่ละคนได้รับมอบหมายให้อ่านเรื่องที่กำหนดและได้รับ “หัวข้อสำหรับ

ผู้เชี่ยวชาญ” ที่ต้องการศึกษา เมื่อผู้เรียนทุกคนอ่านเนื้อเรื่องจบในหัวข้อเดียวกันของแต่ละกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายในหัวข้อนั้นโดยใช้เวลาประมาณ 30 นาทีหลังจากนั้นผู้เชี่ยวชาญจะกลับมาயังที่มีของตนเพื่ออธิบายในส่วนที่ตนรู้ให้คนอื่น ในที่สุดผู้เรียนทุกคนต้องตอบข้อสอบที่ออกแบบเนื้อหาทุกหัวข้อ คะแนนที่ผู้เรียนได้จะใช้รวมเป็นคะแนนของกลุ่มและอาจมีคะแนนพิเศษให้ผู้เรียนคนที่ทำคะแนนได้ดีเกินคาด ดังนั้น ผู้เรียนทุกคนต้องศึกษาหัวข้อของตนให้ดีเพื่อจะได้ช่วยทำให้เพื่อนในทีมทำคะแนนสอบได้ดี

2.3.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ มีนักการศึกษานำเสนอหลากหลาย ดังนี้

Clarke (1982) เสนอการสอนแบบจิ๊กซอว์เป็นขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 แนะนำหัวข้อทั้งหมดให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 2 สำรวจนักเรียนรวมกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน นักเรียนแต่ละคนแยกไปกลุ่มย่อยตามกลุ่มที่แต่ละคนรับผิดชอบศึกษาตามหัวข้อที่กำหนด

ขั้นที่ 3 นักเรียนกลับไปสู่กลุ่มเดิมและนำข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้ในกลุ่มย่อยมารายงานในกลุ่ม

ขั้นที่ 4 การรวบรวมและประเมินผล สมาชิกแต่ละคนนำข้อมูลที่ได้มามาเสนอในกลุ่ม จนครบ และทดสอบข้อมูลความรู้

ซึ่งอาจล่าวได้ว่าขั้นตอนการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์เป็นการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มเล็ก ๆ ผู้เรียนภายในกลุ่มมีความเชี่ยวชาญต่างกัน มีการแบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม เรียกว่ากลุ่มบ้าน (home group) และกลุ่มผู้มีประสบการณ์ (expert group) สมาชิกของแต่ละกลุ่มบ้านได้รับเป็นผู้เชี่ยวชาญต่างหัวข้อกัน ศึกษาและนำความรู้ที่ได้ไปอธิบายให้เพื่อนภายในกลุ่มบ้านฟัง เป็นการเรียนที่ส่งเสริมความร่วมมือและถ่ายทอดความรู้ระหว่างเพื่อน

ทิศนา แรมมณี (2553) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบจิ๊กซอว์ โดยเริ่มจากการจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มคลุมความสามารถ (เก่ง กลาง อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (home group) สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราได้รับมอบหมายให้ศึกษาเนื้อหาสาระคนละ 1 ส่วน และหากำตอปในประเด็นปัญหาที่ผู้สอนมอบหมายให้ สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราแยกย้ายไปรวมกับสมาชิกกลุ่มอื่นซึ่งได้รับเนื้อหาเดียวกัน ตั้งเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (expert group) ขั้นมา และร่วมกันทำความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นอย่างละเอียด และร่วมกันอภิปรายหากำตอปประเด็นปัญหาที่ผู้สอนมอบหมายให้ สมาชิกกลุ่มเชี่ยวชาญกลับไปสู่กลุ่มบ้านของเรา แต่ละคนช่วยสอนเพื่อนในกลุ่มให้เข้าใจในสาระที่ตนได้ศึกษาร่วมกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

สุคนธ ยะณะโชค (2554) ได้สรุปขั้นตอนการสอนกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มร่วมมือจิ๊กซอว์ ได้ 5 ขั้นตอนดังนี้

(1) ขั้นเตรียม

ครุกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนการสอนโดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือแบบจีกซอร์ || ครุจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ กับจำนวนสมาชิกของกลุ่ม จัดกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5-6 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยคละเด็กที่มีความสามารถต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน ให้เท่า ๆ กัน เรียกว่ากลุ่มบ้าน

(2) ขั้นสอน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการให้ทุกคนสนทนากับหัวข้อที่ได้รับ แล้วนำเสนอในแผนการสอน หลังจากนั้นมอบหมายงานให้สมาชิกแต่ละคนศึกษาหัวข้อที่แตกต่างกัน

(3) ขั้นกิจกรรมกลุ่ม

ครูให้นักเรียนที่ศึกษาหัวข้อเดียวกันจากแต่ละกลุ่มทำงานร่วมกัน เรียกว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ กลับกลุ่มบ้านของตน แล้วผลัดเปลี่ยนเรียนกันอธิบาย เพื่อถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มฟังจนครบถ้วนหัวข้อ และมีการซักถามข้อสงสัย ตอบคำถาม และบททวนให้เข้าใจชัดเจน จนแน่ใจว่าสามารถแต่ละคนในกลุ่มสามารถตอบคำถามแต่ละข้อได้อย่างถูกต้อง

(4) ขั้นทดสอบย่อ

ครูทำการทดสอบย่อเป็นรายบุคคล หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำงานเสร็จ เรียบร้อยแล้ว โดยให้นักเรียนต่างคนต่างทำ ไม่ช่วยเหลือกัน แล้วนำคะแนนทดสอบย่อรายบุคคลของทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุดจะติดประกาศไว้ที่ป้ายประกาศของห้อง

(5) ขั้นให้รางวัล

กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดจะได้รับรางวัลหรือการชมเชย

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยหลายท่านที่ได้นำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบจีกซอร์ไปใช้จัดการเรียนการสอนพบว่า

Abdullah Sahin (2010) กล่าวว่าเมื่อเปรียบเทียบเทคนิค Jigsaw || กับระบบการเรียนการสอนที่เน้นครุผู้สอนเป็นศูนย์กลาง และทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ของการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิชาการ โดยให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 ปีการศึกษา 2009-2010 ในจังหวัด Erzurum ทำการสุมและแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลอง 35 คน ใช้เทคนิค Jigsaw || และกลุ่มควบคุมโดยให้ครุเป็นศูนย์กลางการจัดการเรียนการสอน 36 คน ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน แบบวัดความรู้ที่คงทน จากนั้นจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรตรุกี จากนั้นนำผลการทดสอบทั้งหมดมาวิเคราะห์ข้อมูล การเรียนการสอนแสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ อาจกล่าวได้ว่านักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมในเชิงบวกต่อการเรียนโดยใช้เทคนิค Jigsaw ||

จริยา ขุนเศรษฐ์ (2551) ศึกษาผลสัมฤทธิ์และเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจีกซอร์ร่วมกับแผนภูมิโนทัศน์โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจีกซอร์ร่วมกับแผนภูมิโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน การใช้แผนภูมินโนทัศน์ในการสรุปความจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและความจำดีขึ้น และได้ข้อสังเกตจากการศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจีกซอร์ร่วมกับแผนภูมิโนทัศน์ เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนรู้จักและวางแผนหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงส่งผลให้มีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

เปี่ยมสุข ไชยณา (2553) ได้ศึกษาพบว่านักเรียนเรียนเครื่อย่างสนุกสนาน และชื่นชอบรูปแบบการสอนแบบร่วมมือจีกซอร์อยู่ในระดับมาก นักเรียนมีผลการทดสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ($p<.05$) และมีความเข้าใจคล้ายเดลีอันเรื่องกรดเบสลดลง เนื่องจากนักเรียนชอบบรรยากาศการเรียน การทำงานเป็นกลุ่มช่วยให้ผ่อนคลาย ลดความตึงเครียดในห้องเรียนรู้สึกตื่นเต้นไม่ร่างนอน

รัชนี ทาเหล็ก (2556) ได้ศึกษาพบว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบจีกซอร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นั่นเป็นเพราะนักเรียนที่เรียนเก่งจะช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้กับนักเรียนที่เรียนอ่อน เพื่อช่วยทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนมีความมั่นใจในการกลับนำไปเสนอให้เพื่อนในกลุ่มบ้านฟัง บรรยายการจัดการเรียนรู้เพิ่มไปด้วยความสนุกสนาน ไม่ตึงเครียด และนักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

อาริวรรณ ราตุดี (2557) ได้ศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจีกซอร์เรื่องระบบลำเลียงของพืชดอก มีประสิทธิภาพ $84.53/83.85$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจีกซอร์มีค่าเท่ากับ 0.71 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หลังจากการเรียนนักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ที่ระดับดีมาก

จากข้างต้นอาจกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบจีกซอร์ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในการเรียนเพิ่มขึ้นและช่วยให้ผู้เรียนรู้จักการช่วยเหลือแบ่งปันผู้อื่นและผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนกล้าแสดงออกในความคิด

2.4 ความคงทนความรู้ (Retention)

ในการจัดการเรียนรู้ ปัญหาอย่างหนึ่งของการเรียนรู้หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ไปแล้วนั้น คือ ความคงทนในการเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนจะยังสามารถคงไว้ซึ่งผลการเรียนรู้หรือไม่นั้น ได้มีนักการศึกษา กล่าวถึงวิธีวัดความคงทนในการเรียนรู้ ดังนี้

รัตนารณ์ สาบุตร (2553; อ้างอิงจาก Adams, 1967) กล่าวถึงความคงทนในการจำ (Retention) ว่าหมายถึง ความคงไว้ซึ่งผลการเรียน หรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียน หรือเคยมีประสบการณ์รับรู้มาแล้วหลังจากที่ได้ทดลองทิ้งไว้ช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ก็คือความคงทนในการจำและในการประเมินผลของการเรียนรู้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงแล้วหรือไม่เราต้องค่อยให้เวลา ล่วงเลยไประยะหนึ่ง อาจเป็นหลาย ๆ วันค่อยประเมิน ผลที่ได้จากการประเมินคือความคงทนในการจำนั้นเอง

Gagné (1994) ได้อธิบายขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ สรุปได้ดังนี้

- (1) การจูงใจ เป็นการซักจูงให้ผู้เรียนรู้อยากเรียนรู้
- (2) การทำความเข้าใจ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้า
- (3) การเรียนรู้ปรุงแต่งที่เรียนรู้ไว้เป็นความจำ ขั้นนี้มีการเปลี่ยนแปลงเป็นความสามารถอย่างใหม่เกิดขึ้น
- (4) ความสามารถในการสะสัมภានสิ่งเร้าเก็บไว้เป็นความจำ ขั้นนี้เป็นการนำสิ่งที่เรียนรู้ไปเก็บไว้ในส่วนของความจำช่วงระยะเวลาหนึ่ง
- (5) การรื้อฟื้น ขั้นนี้เป็นการเอาสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว และเก็บเอาไว้นั้น สามารถนำออกมายังในลักษณะของการกระทำที่สังเกตได้
- (6) การสรุปหลักการ ขั้นนี้เป็นความสามารถที่ใช้ในสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว ไปประยุกต์กับสิ่งเร้าใหม่ ที่ประสบมา
- (7) การลงมือปฏิบัติ เป็นการแสดงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการเรียนรู้
- (8) การสร้างผลย้อนกลับ ขั้นนี้ผู้เรียนรับทราบผลการเรียนรู้ ถ้าขั้นทำความเข้าใจและการเรียนรู้ไม่ดี ขั้นการจำก็จะลดลงหรือจำไม่ได้เลยจากกระบวนการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่าคนเราจะจำสิ่งที่เรียนมาได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนรู้ ว่าจะช่วยให้เกิดความจำระยะยาวแก่ผู้เรียนได้ดีเพียงใด

รัตนารณ์ สาบุตร (2553) อธิบายเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ คือความสามารถในการคงไว้ซึ่งผลการเรียน และความสามารถในการระลึกถึงเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนได้มีเวลาผ่านไปช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ดังนั้นการช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ ครุจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน จัดประสบการณ์ตรงและผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้สื่อการเรียนรู้ ที่ดึงดูดความสนใจ จัดเนื้อหาอย่างเป็นระบบ เป็นหมวดหมู่และคร่าวมีการบททวนและฝึกฝนอยู่สม่ำเสมอโดยระยะเวลาในการวัดความคงทนในการเรียนรู้ ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ทำการศึกษา เกี่ยวกับช่วงเวลาในการทดสอบความคงทนความรู้ไว้ดังนี้

รักษาศิริ แพงป้อง (2554; อ้างอิงจาก Atkinson and Shiffrin, 1986) มีความเห็นว่าในการทดสอบความคงทนในการจำ ควรเว้นระยะเวลาห่างจากการทดสอบครั้งแรกประมาณ 1 วัน เพราะ เป็นช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลایเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในการจำ

เจษฎา สิงห์ทองชัย (2553; อ้างอิงจาก มนต์ชัย เทียนทอง, 2548) กล่าวว่า เกณฑ์ในการประเมินผลคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องมีความคงทนในการเรียนรู้และคงทนความรู้จะต้องลดลงไม่เกินร้อยละ 10 เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน และจะต้องลดลงไม่เกินร้อยละ 30 เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน หลังการวัดผลการเรียน ตัวอย่างเช่น ถ้าผู้เรียนสอบวัดผลครั้งแรกได้คะแนน 75 คะแนน ดังนั้นการสอบครั้งต่อไปหลัง 7 วัน และ 30 วัน คะแนนจะลดลงไม่เกินค่าดังที่คำนวณต่อไปนี้ หลัง 7 $(75 \times 10)/100$ เท่ากับ 7.5 หลัง 30 วัน $(75 \times 30)/100$ เท่ากับ 22.5 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่เรียนเนื้อหาเสร็จอาจมีเนื้อหาบางส่วนลดลงจากเดิมเมื่อเวลาผ่านไปแต่เนื้อหาบางส่วนที่นักเรียนสนใจนั้นจะยังคงอยู่

วารุณี จินดาศรี (2549) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการวิเคราะห์ และความคงทนในการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ กับรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พบร่วมนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ มีความคงทนในการเรียนรู้กว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องมากจากการช่วยเหลือซึ่งกันและของนักเรียนทำให้นักเรียนมีกำลังใจที่ดีในการเรียนไม่รู้สึกโดดเดี่ยว และสนุกในการเรียน

ชัยณรงค์ แก้วสุก (2550) ได้ศึกษาการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ ED³P ร่วมกับคอมพิวเตอร์ สถานการณ์จำลอง พบร่วม คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองทั้งที่ และหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลอง มีความคงทนในการเรียนชีววิทยา

วันวิสา กองเสน (2557) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวิภูจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบร่วม นักเรียนกลุ่ม ตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยความคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนเมื่อผ่านไป 2 สัปดาห์สูงกว่าเกณฑ์ คือ ร้อยละ 70 ของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการใช้เทคนิคการทำผังความคิดร่วมกับการเรียน

เกิดจากการใช้ทักษะทั้งหมดของสมอง ทำให้ความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อยเกี่ยวข้อง สัมพันธ์กัน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและสามารถจำบทเรียนที่มีเนื้อหาที่มีความหลากหลาย มีคำศัพท์ เนพาะทางชีววิทยาเป็นจำนวนมากขึ้นได้

ศักดิ์ชัย ราชนิยม (2557) ได้ศึกษาพบว่า การพัฒนาความเข้าใจและความคงทนของความรู้เรื่อง ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กทริก โดยใช้การทดลองอย่างง่ายกับการจัดกิจกรรมแบบเชิงรุกโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิด 4 ตัวเลือก ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยทั้งชั้นอนุปในระดับปานกลาง (average normalized gain: <math><\mathbf{g}></math>เท่ากับ 0.43) และมีความรู้คงทนของนักเรียนและพฤติกรรมการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี

จากการศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้จากนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านจะเห็นได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญและควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน เพราะจะทำให้

การจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล สามารถกระทำได้โดยให้เนื้อหาที่มีความหมายต่อผู้เรียน มีการบทวนบทเรียนอยู่เสมอ และเสนอเนื้อหาที่สัมพันธ์สอดคล้องกันไปตลอดทั้งบทเรียน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา และจดจำได้ดีขึ้น พอกล่าวสรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การเก็บประสบการณ์จากการเรียนรู้หรือความสามารถที่จะระลึกถึงสิ่งเร้าที่เคยเรียนมาแล้ว หลังจากที่ได้ทั้งไว้ระยะหนึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทั้งระยะเวลาไว้ 30 วัน แล้วจึงประเมินด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจในมติวิทยาศาสตร์และความคงทนความรู้ เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก โดยใช้ชุดการทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจัดซอร์ โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 36 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ของโรงเรียนลพบุรี ทรายรัชดาภิเษก อำเภอสระบุรี จังหวัดบุรีรัมย์ กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากนักเรียนดังกล่าวเป็นห้องเรียนที่คละนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน และนักเรียนมีคะแนนในการสอบรายวิชาชีววิทยาน้อยที่สุดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.1 แบบแผนวิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยตามแบบแผนการทดลอง กลุ่มเดียว สอบก่อน-สอบหลัง (one group pretest-posttest design)

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการวิจัย

| การทดสอบก่อน การทดลอง | ตัวแปรทดลอง | การทดสอบหลัง การทดลอง | การทดสอบหลังการ ทดลอง ผ่านไป 30 วัน |
|--------------------------|-------------|--------------------------|--|
| T ₁ | X | T ₂ | T ₃ |

T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจัดซอร์

T₂ แทน การทดสอบหลังเรียน

T₃ แทน การทดสอบหลังเรียนผ่านไปเป็นเวลา 30 วัน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

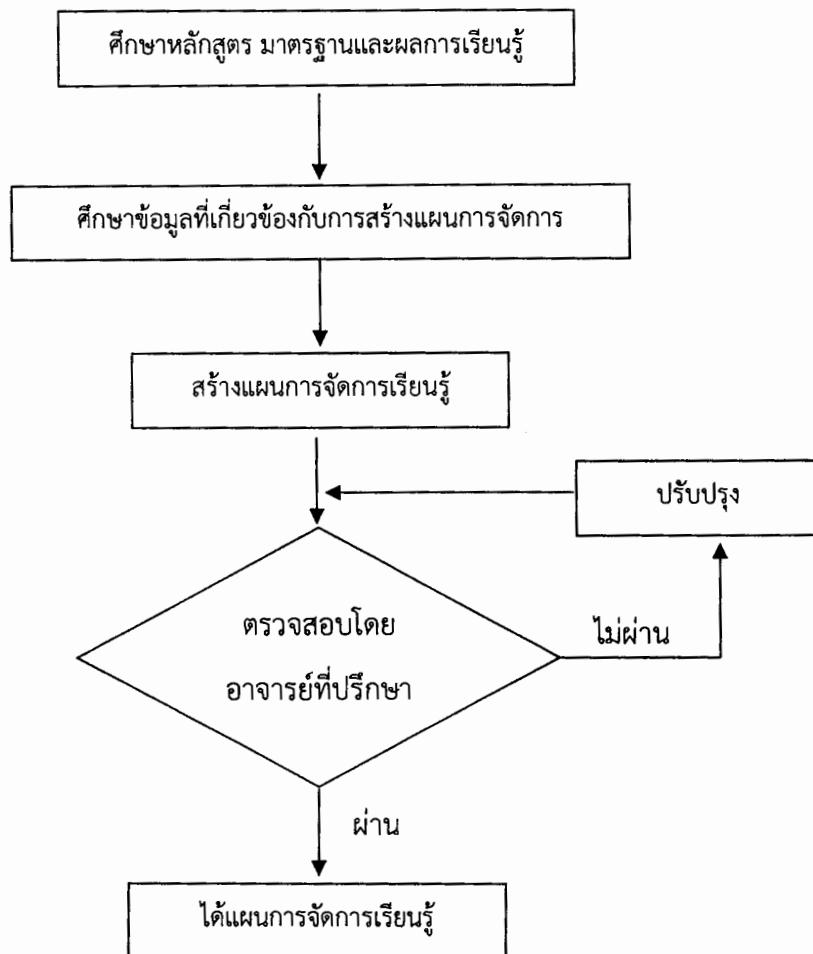
3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้

ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ซ่ั่งจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม (จุรีย์รัตน์ สิงห์สมบัติ, 2551) โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นทั้งหมด 4 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ซ่ั่งโครงสร้างภาษาในของพีชคอก

| แผนที่ | เนื้อหาวิชา | จำนวน คาบ | กิจกรรมการเรียนรู้หลัก |
|--------|------------------------|--------------|---|
| | | | ทำแบบทดสอบก่อนเรียน |
| 1 | เนื้อเยื่อพีช | 2 | ศึกษาเนื้อเยื่อพีชชนิดต่าง ๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเนื้อเยื่อเจริญกับเนื้อเยื่อถาวร |
| 2 | โครงสร้างภายในของราก | 2 | ศึกษาการจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อในชั้นต่าง ๆ ภายในราก และเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวกับโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงคู่ |
| 3 | โครงสร้างภายในของลำต้น | 2 | ศึกษาการจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อในชั้นต่าง ๆ ภายในลำต้น และเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวกับโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ |
| 4 | โครงสร้างภายในของใบ | 2 | ศึกษาการจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อในชั้นต่าง ๆ ภายในใบ และเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างโครงสร้างภายในของใบพืชใบเลี้ยงเดี่ยวกับโครงสร้างภายในของใบพืชใบเลี้ยงคู่ |
| | | | ทำแบบทดสอบหลังเรียน |
| รวม | | 8 | |

การศึกษามาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยวิเคราะห์จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ของโรงเรียนและหน่วยราชดำเนิน โดยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างภายในของพืชดอก ผู้วิจัยได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้และ ออกแบบชุดทดลองอย่างง่ายให้สอดคล้องกัน ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ได้ผ่านการตรวจสอบคำ ชี้แนะแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญให้เหมาะสมกับสภาพผู้เรียนดัง ภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบจีกซอร์

3.2.2 ชุดทดลองอย่างง่ายเพื่อพัฒนาความเข้าใจในมติวิทยาศาสตร์ เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ชุดทดลองอย่างง่าย (เครื่องตัดเนื้อเยื่อพืช)

จากภาพที่ 3.2 ชุดทดลองอย่างง่าย (เครื่องตัดเนื้อเยื่อพืช) ประกอบด้วย

- (1) นำพลาสติกแบบวงกลม 2 แผ่น ขนาด 12 cm. ยึดเข้ากับท่อ PVC ยาว 20 cm. ทั้งด้านบนและด้านล่าง โดยแผ่นพลาสติกวงกลมด้านบนจะเป็นแผ่นที่มีการเจาะรูขนาดต่าง ๆ
- (2) นำตัวลับลูกปืนขนาด $1.5 \times 4 \times 2$ จำนวน 1 ตัวลับ ยึดกับแกนด้านบนของท่อ PVC เพื่อใช้แกนหมุน

(3) นำมีดโกนยึดติดกับแกนหมุน สำหรับใช้ในการตัดเนื้อเยื่อพืช

(4) นำหัวจับดอกสว่านขนาด $1/4"$ ติดตั้งเข้าฐานที่ใช้ยึดตัวอย่างพืช

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาชีววิทยา ขั้นมารยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก เป็นแบบปรนัยชนิดตัวเลือก 4 ตัวเลือกซึ่งผู้วิจัยได้นำมาจากการสอบที่ได้มาตรฐาน จากข้อสอบโอลิมปิกชีววิทยา และข้อสอบโโนเน็ตในแต่ละปีการศึกษาที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับเนื้อหาที่จัดทำวิจัย มีขั้นตอนในการคัดเลือกข้อสอบ ดังนี้

(1) ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และคู่มือการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เพื่อรวบรวมเนื้อหาและความเข้าใจที่นักเรียนต้องศึกษาเรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก

(2) วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ เพื่อเลือกข้อสอบให้ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้

(3) คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบปรนัย ชนิดตัวเลือก 4 ตัวเลือก เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก จำนวน 40 ข้อ (ใช้จริง 30 ข้อ)

(4) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้น เสนอคณะกรรมการ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเจิงเนื้อหา ผลการเรียนรู้ ความเหมาะสมของภาษา หากค่าตัวชี้นีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับผลการเรียนรู้ เลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ซึ่งแสดงว่าผลการเรียนรู้ นั้นดีได้ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแนใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับผลการเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อยังแนใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องผลการเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแนใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้

(5) นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ที่เคยศึกษา เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอกมาแล้ว โรงเรียนลพบุรีราษฎร์ด้าวภิเษก อำเภอละหารทราย จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 30 คน โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 90 นาที

(6) นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้แบบทดสอบมาวิเคราะห์หากค่าความยาก (p) และหากค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบรายข้อ แล้วเลือกข้อที่มีระดับความยาก (p) ตั้งแต่ 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ -1 ถึง +1

(7) นำแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ มาทำการวิเคราะห์หากค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับตามวิธีของโลเวท (บุญชุม ศรีสะอาด, 2545)

(8) นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 3.3 การแบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก ตามสาระการเรียนรู้

| ที่ | สาระการเรียนรู้ | จำนวน(ข้อ) |
|-----|------------------------|------------|
| 1 | เนื้อเยื่อพืช | 6 |
| 2 | โครงสร้างภายในของราก | 8 |
| 3 | โครงสร้างภายในของลำต้น | 8 |
| 4 | โครงสร้างภายในของใบ | 8 |
| | รวม | 30 |

3.3 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง รายวิชาชีววิทยา เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก ที่ผ่านการหาคุณภาพของแบบทดสอบแล้ว จำนวน 30 ข้อ ทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 36 คน

3.3.2 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์กับกลุ่มทดลอง เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ในช่วง 4 สัปดาห์

3.3.3 หลังจากเสร็จการทดลองด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แล้วทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดียวกับการทดสอบก่อนเรียน

3.3.4 หลังจากทดสอบหลังเรียนไปได้ 30 วัน ทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดิมเพื่อศึกษาคงทนความรู้

3.3.5 นำคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมุติฐาน ดังนี้

3.3.5.1 ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ สามารถพัฒนาความเข้าใจในมโนติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ t-test แบบ Dependent Simple และเสริมความเข้าใจของผู้เรียนโดยวัดจากการใช้ normalized gain: $\text{gain} = \frac{\text{ความก้าวหน้าของการเรียนแบบปกติ}}{\text{ความก้าวหน้าของการเรียนแบบปกติ}}$ (normalized learning gain: $\text{gain} = \frac{\text{ความก้าวหน้าของการเรียน}}{\text{ความก้าวหน้าของการเรียนแบบปกติ}}$)

3.3.5.2 นักเรียนขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ที่เรียนด้วยชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์มีคะแนนเฉลี่ยความคงทนความรู้ของความเข้าใจในมโนติวิทยาศาสตร์ เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอกไม่แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในมโนติวิทยาศาสตร์หลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.00 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ด้วยค่าสถิติ t-test แบบ Dependent Simple

การเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยมีขั้นตอนดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ระยะเวลาที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ | วัน เดือน ปี | เรื่อง | จำนวน (ชั่วโมง) |
|-------------------------|-------------------|------------------------|-----------------|
| | 2 พฤศจิกายน 2559 | ทดสอบก่อนเรียน | 1.30 |
| 1 | 4 พฤศจิกายน 2559 | เนื้อเยื่อพืช | 2 |
| 2 | 11 พฤศจิกายน 2559 | โครงสร้างภายในของราก | 2 |
| 3 | 18 พฤศจิกายน 2559 | โครงสร้างภายในของลำต้น | 2 |
| 4 | 25 พฤศจิกายน 2559 | โครงสร้างภายในใบ | 2 |

ตารางที่ 3.4 ระยะเวลาที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล (ต่อ)

| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ | วัน เดือน ปี | เรื่อง | จำนวน (ชั่วโมง) |
|-------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|
| | 26 พฤศจิกายน 2559 | ทดสอบหลังเรียน | 1.30 |
| | 26 ธันวาคม 2559 | ทดสอบความคงทนความรู้ | 1.30 |
| รวม | | | 12.30 |

3.4 สิทธิ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และวิเคราะห์ความคงทนความรู้ของผู้เรียนหลังเรียนด้วยค่าสถิติ t-test แบบ Dependent Simple

3.4.2 วิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้ normalized gain: $\langle g \rangle$ โดยการหาความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ (normalized learning gain: $\langle g \rangle$) คำนวณได้จากสูตรของ Hake (Hake, 1998) ดังนี้

$$\langle g \rangle = \frac{(\%posttest - \%pretest)}{100\% - \%pretest} \quad (3.1)$$

ระดับสูง (High gain) เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $\langle g \rangle \geq 0.7$

ระดับกลาง (Medium gain) เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $\langle g \rangle \leq 0.69$

ระดับต่ำ (Low gain) เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $\langle g \rangle \leq 0.3$

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความเข้าใจในมิติวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างภายในของพืชดอก โดยการใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอเป็น 3 ตอน ดังนี้

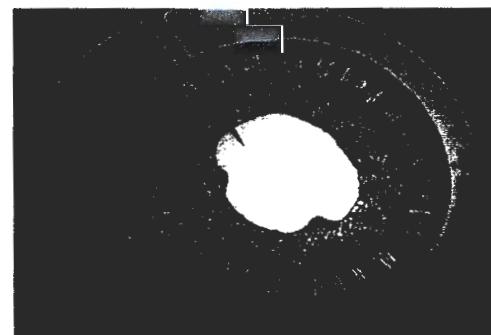
4.1 ผลที่ได้จากการทดลองด้วยชุดการทดลองอย่างง่าย (เครื่องตัดเนื้อเยื่อพืช)

4.2 การเปรียบเทียบความเข้าใจในมิติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที่ ชนิดกลุ่มที่ศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกัน (*t-test dependent*) และหาความก้าวหน้าความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยวัดจากการใช้ *normalized gain $\langle g \rangle$*

4.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก ระหว่างหลังเรียนด้วยชุดการทดลองอย่างง่ายร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบจีกซอร์และหลังจากเรียนเป็นระยะเวลาในการวัดระยะเวลา 30 วัน

4.1 ผลที่ได้จากการทดลองด้วยชุดการทดลองอย่างง่าย (เครื่องตัดเนื้อเยื่อพืช)

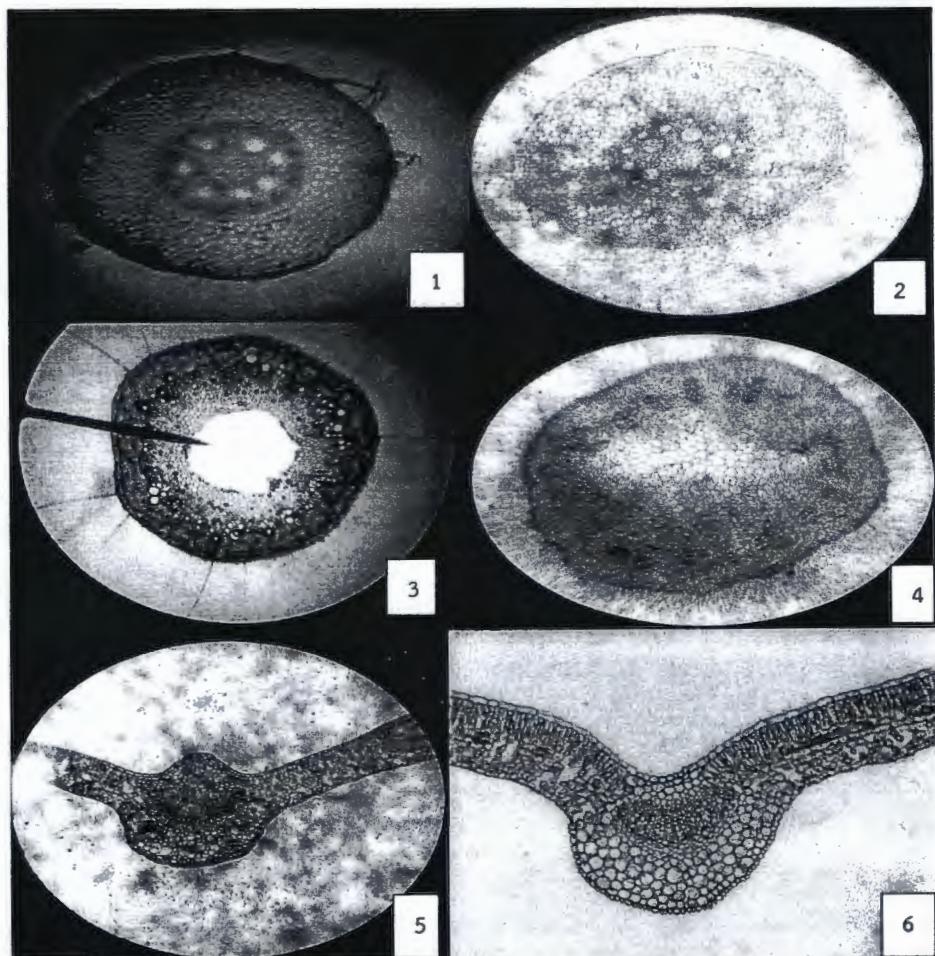
จากการใช้ชุดทดลองอย่างง่าย (เครื่องตัดเซลล์พืช) ตัดพืชในแนววางได้ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 โครงสร้างภายในของลำต้นหญ้าที่ได้จากการใช้ชุดทดลองอย่างง่าย

จากภาพที่ 4.1 จะสังเกตได้ว่าเมื่อนักเรียนใช้ชุดการทดลองอย่างง่าย (เครื่องตัดเนื้อเยื่อพืช) ในการทำกิจกรรมการทดลอง พบร่วมภาพที่ได้มีองค์ประกอบครบถ้วนถูกต้อง ผู้วิจัยได้นำภาพที่ได้จากการใช้

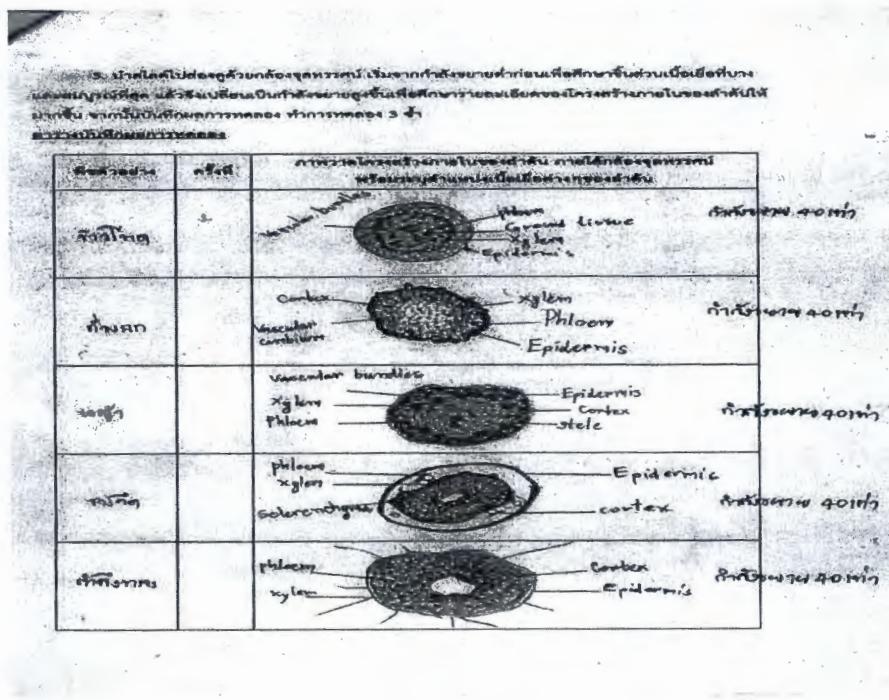
ชุดการทดลองอย่างง่ายกับแผ่นสไลด์ถาวร เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องครบถ้วนขององค์ประกอบดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 โครงสร้างภายในของรังไข่ที่ใช้ชุดทดลองอย่างง่าย (ซ้าย) และภาพสไลด์ถาวร (ขวา)

- (1) คือ โครงสร้างภายในของราก
- (2) คือ โครงสร้างภายในของลำต้น
- (3) คือ โครงสร้างภายในของใบ
- (4) คือ ภาพสไลด์ถาวรโครงสร้างภายในของราก
- (5) คือ ภาพสไลด์ถาวรโครงสร้างภายในของลำต้น
- (6) คือ ภาพสไลด์ถาวรโครงสร้างภายในของใบ

ซึ่งจากการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่าภาพที่ได้มีองค์ประกอบครบถ้วน จึงกล่าวได้ว่าชุดการทดลองสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ ผู้วิจัยจึงได้นำชุดทดลองอย่างง่ายให้นักเรียนทำการทดลองศึกษาโครงสร้างภายในโดยได้บันทึกผลการทดลองดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 โครงสร้างภายในของพืชดอกในใบกิจกรรม

หลังจากนักเรียนได้ทำการทดลองชุดการทดลองอย่างง่ายพบว่า นักเรียนสามารถคาดภาพที่ได้จากการส่องกล้องตัวอย่างพืชได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ประกอบ นักเรียนสามารถซึ่งค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์พืชได้ถูกต้อง จึงถือได้ว่าชุดการทดลองอย่างง่ายมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจในวิชาที่เรียนเป็นรูปธรรมชัดเจนย่อมส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องและมีความสุขสนุกต่อการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

4.2 การเปรียบเทียบความเข้าใจในมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที่ ชนิดกลุ่มที่ศึกษามิ เป็นอิสระต่อกัน (*t-test dependent*) และความก้าวหน้าความเข้าใจ แนวคิดของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยวัดจากการใช้ *normalized gain $\langle g \rangle$*

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนละหารราย-รัชดาภิเษก จังหวัดน่าน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 36 คน ในการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจในมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก โดยใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบจีกซอร์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนเป็นดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าสถิติจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบบัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องโครงสร้างภาษาในของพีชคณิต

| กลุ่มตัวอย่าง (N=36) | ค่าเฉลี่ย | ร้อยละ | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | t | p* |
|----------------------|-----------|--------|----------------------|-------|------|
| ก่อนเรียน (pretest) | 10.42 | 34.73 | 2.90 | 18.65 | 0.00 |
| หลังเรียน (posttest) | 24.89 | 82.96 | 3.69 | | |

หมายเหตุ: *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p 0.00, df=35, t=1.6896

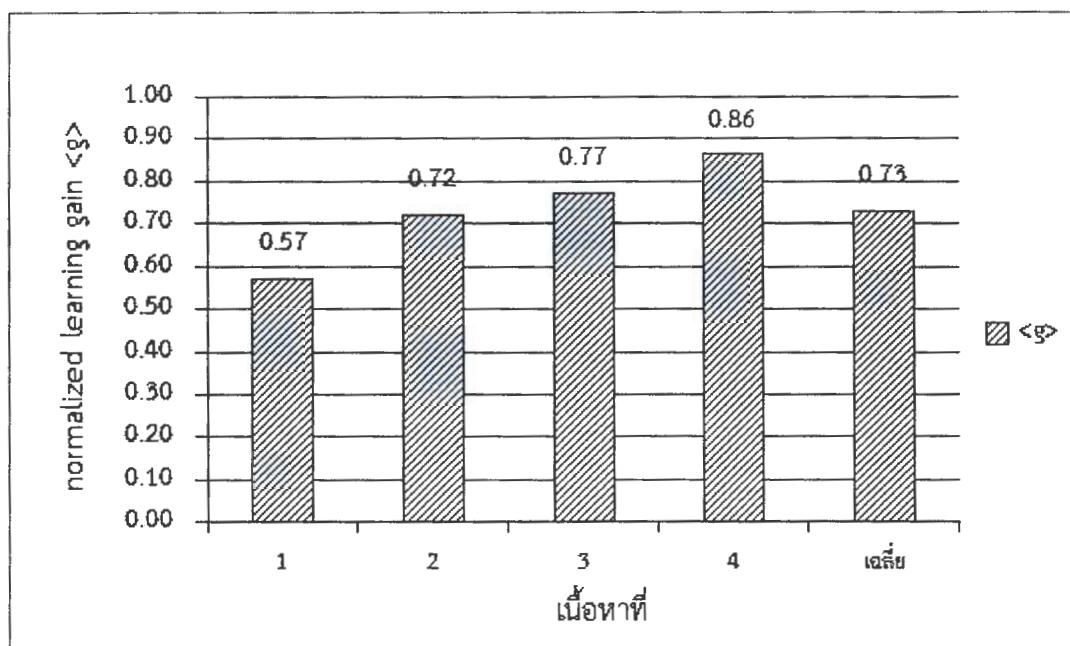
จากตารางที่ 4.1 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (24.89 หรือร้อยละ 82.96) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (10.42 หรือร้อยละ 34.73) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ p 0.00 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนโน้มติและพัฒนามโน้มติให้สูงขึ้นได้โดยใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีழอร์

เพื่อตรวจสอบการพัฒนาความเข้าใจในมโนมติวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในเนื้อหาโครงสร้างภาษาในของพีชคณิต ที่เรียนรู้ด้วยชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีழอร์ช่วยพัฒนา ความเข้าใจ มโนมติวิทยาศาสตร์ได้จริงนั้น จำเป็นต้องทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาที่สอน โดยใช้การทดสอบค่าจากการใช้ normalized gain $\langle g \rangle$ เพื่อศึกษา ความก้าวหน้าทางการเรียนซึ่งจากการวิจัยได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คะแนนความเข้าใจในมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โครงสร้างภาษาในของพีชคณิต

| แผนที่ | %pretest | %posttest | $\langle g \rangle$ |
|--------|----------|-----------|--------------------------------|
| 1 | 22.69 | 67.13 | 0.57 |
| 2 | 37.50 | 82.29 | 0.72 |
| 3 | 31.94 | 84.38 | 0.77 |
| 4 | 27.78 | 89.93 | 0.86 |
| เฉลี่ย | 19.98 | 80.93 | 0.73 |

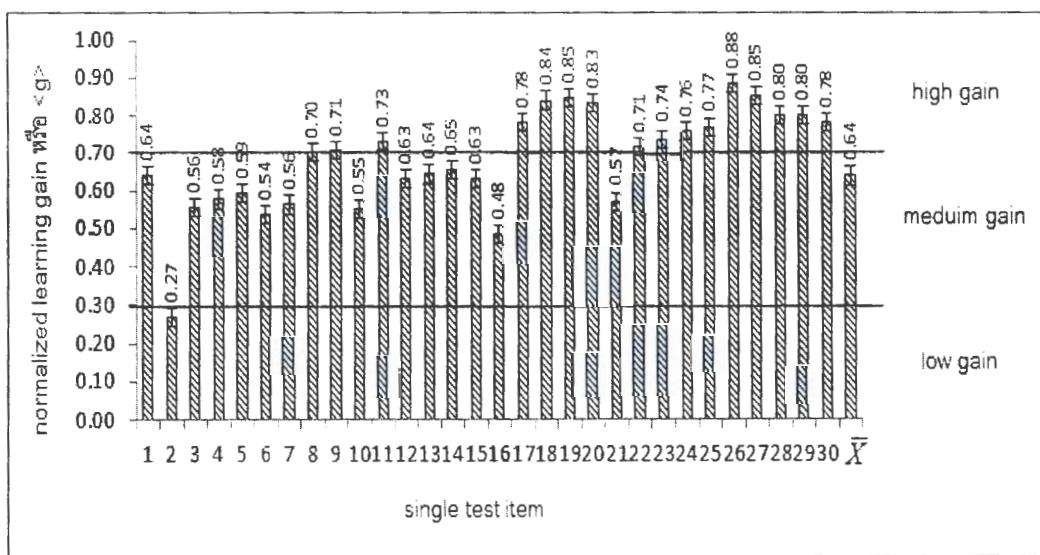
จากตารางที่ 4.2 พบว่าคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเนื้อหาทั้ง 4 เนื้อหามีค่าก่อนเรียนร้อยละ 19.98 และหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 80.93 เมื่อนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาวิเคราะห์ความก้าวหน้า ทางการเรียนรายเนื้อหาลงกราฟได้ผลดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ความก้าวหน้าความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ในการเรียนรายเนื้อหาตามแผนที่สอน

- (1) คือ เนื้อเยื่อพิช
- (2) คือ โครงสร้างภายในของราก
- (3) คือ โครงสร้างภายในของลำต้น
- (4) คือ โครงสร้างภายในของใบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบการเสริมสร้างความรู้ด้านเนื้อหา แต่ละเนื้อหาของผู้เรียนพบว่าเนื้อหามีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูงทั้งหมด จำนวน 4 เนื้อหา โดยเนื้อหาที่มีค่าความก้าวหน้าสูงสุด คือโครงสร้างภายในของใบ โดยมีค่าเท่ากับ 0.86 และเนื้อหาที่มีค่าความก้าวหน้าต่ำที่สุด คือเนื้อเยื่อพิช โดยมีค่าเท่ากับ 0.57 และเมื่อเฉลี่ยความก้าวหน้าทางการเรียนพบว่าเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนมีค่าความก้าวหน้าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง มีค่าเท่ากับ 0.73 อย่างไรก็ตามยังมีข้อสอบที่นักเรียนทำการทดสอบแล้วอยู่ในระดับต่ำไม่ถึง 0.3 จำนวน 1 ข้อ คือข้อที่ 2 ดังจากภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ความก้าวหน้าของข้อสอบจำนวน 30 ข้อ

จากภาพที่ 4.5 แสดงให้เห็นความก้าวหน้าของข้อสอบที่นักเรียนสอบได้จำนวน 30 ข้อ พบว่าข้อสอบที่นักเรียนสอบได้มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 1 ข้อ คือข้อที่ 2 มีค่าความก้าวหน้าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.27 ข้อ มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับปานกลาง 13 ข้อ ได้แก่ข้อที่ 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 16 และข้อที่ 21 และมีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ จำนวน 16 ข้อ ได้แก่ข้อที่ 8, 9, 11, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 และข้อที่ 30 โดยข้อสอบที่ได้ค่าความก้าวหน้ามากที่สุดคือข้อที่ 26 ซึ่งมีความก้าวหน้าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.88 และค่า normalized learning gain เฉลี่ยของข้อสอบทั้งฉบับอยู่ในระดับปานกลาง คือเท่ากับ 0.64 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบที่ใช้ไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป เมื่อวิเคราะห์ผลในมิติวิทยาศาสตร์ที่ผิดในวิชาชีววิทยา เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการตอบแบบทดสอบ แสดงไว้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์มโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาโครงสร้างภายในของพีชคอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนละหารราษฎร์ชุดภาคีเชก จังหวัดบุรีรัมย์

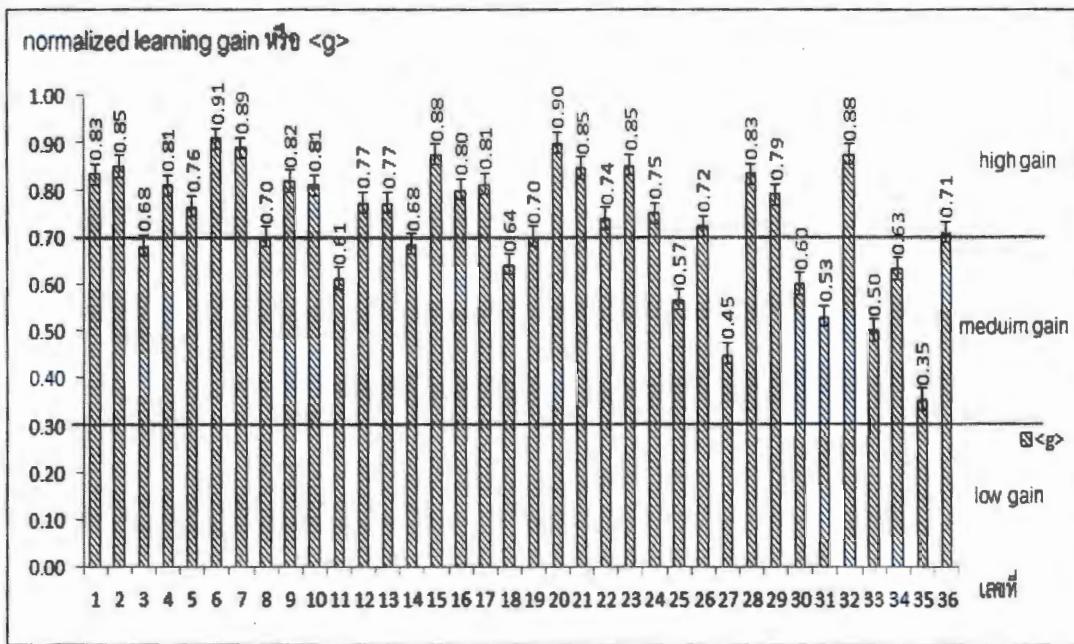
| เนื้อหา | แบบทดสอบ ที่ | นักเรียนที่มีมโนมติ วิทยาศาสตร์ ที่คลาดเคลื่อน | คิดเป็น ร้อยละ |
|------------------------|-----------------|---|-------------------|
| เนื้อเยื่อพีช | 1 | 9 | 25.00 |
| | 2 | 19 | 52.78 |
| | 3 | 12 | 33.33 |
| | 4 | 11 | 30.56 |
| | 5 | 13 | 36.11 |
| | 6 | 13 | 36.11 |
| โครงสร้างภายในของราก | 7 | 7 | 19.44 |
| | 8 | 6 | 16.67 |
| | 9 | 5 | 13.89 |
| | 10 | 9 | 25.00 |
| | 11 | 7 | 19.44 |
| | 12 | 10 | 27.78 |
| | 13 | 10 | 27.78 |
| | 14 | 9 | 25.00 |
| โครงสร้างภายในของลำต้น | 15 | 9 | 25.00 |
| | 16 | 7 | 19.44 |
| | 17 | 16 | 44.44 |
| | 18 | 5 | 13.89 |
| | 19 | 4 | 11.11 |
| | 20 | 4 | 11.11 |
| | 21 | 5 | 13.89 |
| | 22 | 9 | 25.00 |

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์มโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาโครงสร้างภายในของพีชตอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนลathanทรารษฎาภิเษก จังหวัดบุรีรัมย์ (ต่อ)

| เนื้อหา | แบบทดสอบ ที่ | นักเรียนที่มีมโนมติ วิทยาศาสตร์ ที่คลาดเคลื่อน | คิดเป็น ร้อยละ |
|---------------------|-----------------|---|-------------------|
| โครงสร้างภายในของใบ | 23 | 7 | 19.44 |
| | 24 | 7 | 19.44 |
| | 25 | 6 | 16.67 |
| | 26 | 3 | 8.33 |
| | 27 | 4 | 11.11 |
| | 28 | 5 | 13.89 |
| | 29 | 5 | 13.89 |
| | 30 | 5 | 13.89 |
| | | | |

จากตารางที่ 4.3 พบว่าในเนื้อหานี้อยู่ในพีชแบบทดสอบที่นักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ ข้อที่ 2 โดยจำนวนนักเรียนที่ตอบผิดมีทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 52.78 และนักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดมีจำนวน 1 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 1 โดยมีนักเรียนตอบผิดจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00 แบบทดสอบเนื้อหาโครงสร้างภายในของรากนักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดมีจำนวน 2 ข้อคือ ข้อที่ 12 และ ข้อที่ 13 โดยจำนวนนักเรียนที่ตอบผิดมีทั้งหมด 10 คน คิดเป็นร้อยละ 27.78 และนักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดมีจำนวน 1 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 9 โดยมีนักเรียนตอบผิดจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 13.89 แบบทดสอบเนื้อหาโครงสร้างภายในของลำต้นนักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ ข้อที่ 17 โดยจำนวนนักเรียนที่ตอบผิดมีทั้งหมด 16 คน คิดเป็นร้อยละ 44.44 และนักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดมีจำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 19 และ ข้อที่ 20 โดยมีนักเรียนตอบผิดจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 แบบทดสอบเนื้อหาโครงสร้างภายในของใบนักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดจำนวน 2 ข้อ คือ ข้อที่ 23 และ 24 โดยจำนวนนักเรียนที่ตอบผิดมีทั้งหมด 7 คน คิดเป็นร้อยละ 19.44 และนักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด มีจำนวน 1 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 26 โดยมีนักเรียนตอบผิดจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 8.33

เมื่อวิเคราะห์ผลความก้าวหน้าทางการเรียนเพื่อตรวจสอบโน้มติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายบุคคลจำนวน 36 คน ปรากฏดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ความก้าวหน้าทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนในวิชาชีววิทยา

เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายบุคคลจำนวน 36 คน จากภาพที่ 4.8 พบว่า เลขที่ 35 มีความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.35 ซึ่งหมายความว่าเลขที่ 35 มีโน้มติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด และนักเรียนที่มีความก้าวหน้ามากที่สุดคือ เลขที่ 6 โดยมีค่าความก้าวหน้าเท่ากับ 0.91 แสดงว่ามีโน้มติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

4.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก ระหว่างหลังเรียน ด้วยชุดการทดสอบอย่างง่ายร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบจิกซอว์และหัดซึ้งจากเรียนเป็นระยะเวลาในการวัดระยะความคงทนความรู้เป็นเวลา 30 วัน

ผลการวิเคราะห์ความคงทนความรู้โดยการเปรียบเทียบผลการทดสอบหลังเรียนเมื่อเรียนเสร็จทันทีกับผลการทดสอบหลังเรียนเสร็จแล้ว 30 วันผลปรากฏดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าสถิติจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันทีเรียนเร็จ กับผลการทดสอบหลังเรียนเร็จแล้ว 30 วัน

| กลุ่มตัวอย่าง (N=36) | ค่าเฉลี่ย | ร้อยละ | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ค่าที t | p |
|----------------------|-----------|--------|----------------------|---------|------|
| หลังเรียนทันที | 24.89 | 82.96 | 3.69 | 1.43 | 0.05 |
| หลังเรียน 30 วัน | 25.50 | 85.00 | 2.48 | | |

หมายเหตุ: มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, df=35, t=1.6896

จากตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างหลังเรียนเร็จทันที และผลการทดสอบหลังเรียนเร็จแล้ว 30 วัน พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเร็จทันทีเฉลี่ยอยู่ที่ 24.89 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.69 และค่าเฉลี่ยทางการเรียนหลังเรียนเร็จแล้ว 30 วัน อยู่ที่ 25.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.48 ค่า t-test ที่ได้มีค่าเท่ากับ 1.43 ซึ่งจากข้อมูลพบว่า t-test ที่ได้มีค่าน้อยกว่า t จากตารางค่าวิกฤติของการแจกแจง คือเท่ากับ 1.6896 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันจาก 24.89 เป็น 25.50 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยการพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก โดยการใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนลพบุรีรัมย์ สามารถสรุปผล อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งจัดการเรียนการสอนโดยการใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการออกแบบทดลองเรียน สร้างและใช้นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก โดยการใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์

5.1.2 นักเรียนที่เรียน เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก โดยการใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ มีการพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ได้จริง ซึ่งตรวจสอบโดยการหาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยพบว่ามีเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง (*high gain*) คือมีค่าเท่ากับ 0.73

5.1.3 นักเรียนที่เรียน เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก โดยการใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ มีความก้าวหน้าความเข้าใจแนวคิด เรื่องโครงสร้างภายในของใบสูงที่สุด รองลงมาคือ โครงสร้างภายในของลำต้น โครงสร้างภายในของราก และมีความก้าวหน้าความเข้าใจแนวคิดเรื่องเนื้อเยื่อพืชต่ำที่สุด

5.1.4 นักเรียนที่ได้เรียนด้วยชุดการทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบจีกซอร์ เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน คะแนนสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และถือได้ว่านักเรียนมีความคงทนความรู้ดีมาก

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 ผลที่ได้จากการทดลองด้วยชุดการทดลองอย่างง่าย (เครื่องตัดเนื้อเยื่อพืช)

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า การเรียนโดยใช้ชุดการทดลองอย่างง่าย (เครื่องตัดเนื้อเยื่อพืช) มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนโดยสังเกตได้จากในกิจกรรมที่นักเรียนได้จัดทำ มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหาที่สอน ภาพที่ได้ถูกต้องครบองค์ประกอบทุกส่วนของโครงสร้างภายใน

ของพีชดอกที่นำมาทดลองดังภาพที่ 4.5 ทั้งนี้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบล็อกชอร์ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากกว่าการรับฟังเนื้อหาจากครุผู้สอน เพียงฝ่ายเดียว สิ่งสำคัญคืออุปกรณ์การทดลองที่เน้นง่าย ประยุต และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ในชีวิตประจำวันที่นำมาใช้เป็นกระตุนและผลักดันให้ผู้เรียนนำความรู้ หรือประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมมาใช้เพิ่มทักษะ (อรุณรุ่ง ภาคสีษฐ์, 2554) และการเรียนการสอนที่ตรงตามวัตถุประสงค์ และเนื้อหาช่วยให้พัฒนาความรู้ความสามารถของผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็ว (ศันสนีย์ วิชาโรจน์, 2559) ซึ่งการที่ได้ลงมือปฏิบัติได้ทำงานกับเพื่อนใหม่ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น (อรุณา ละมูล, 2554) นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ และเกิดทักษะแก่ตนเองซึ่งการลงมือปฏิบัติการจัดกิจกรรมตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบูรเนอร์ นั่นคือการเรียนรู้โดยเริ่มจากการให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสื่อของจริงที่สามารถจับต้องได้แล้วเปลี่ยนจากสื่อมาเป็นรูปภาพ และหลังจากนั้นเปลี่ยนจากรูปภาพมาเป็นสัญลักษณ์ (กุลวดี ห่อทรัพย์, 2557) แล้วสรุปเป็นความคิดรวบยอดของตนเอง ย่อมทำให้ผู้เรียนเกิดสิ่งที่เรียกว่าการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้

5.2.2 การเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที่ ชนิดกลุ่มที่ศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกัน (*t-test dependent*) และหาความก้าวหน้าความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยวัดจากการใช้ *normalized gain <g>*

เมื่อพิจารณาจากหัวข้อที่ 4.2 คะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องโครงสร้างภายในของพีชดอก เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติของนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องโครงสร้างภายในของพีชดอก จะเห็นได้ว่าจากตารางที่ 4.1 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (24.89 หรือร้อยละ 82.96) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (10.42 หรือร้อยละ 34.73) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p < 0.00$ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนมโนมติและพัฒนามโนมติให้สูงขึ้นได้โดยใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการเรียนรู้แบบบล็อกชอร์ช่องซึ่งคล้องกับงานวิจัยของ (อารีวรรณ ธาตุตี, 2557) พบว่าผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคบล็อกชอร์ช์ เรื่องระบบการลำเลียงของพีชดอก มีประสิทธิภาพเท่ากับ $84.53/83.85$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับ (จิรยา ขุนเศรษฐี, 2551) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคบล็อกชอร์ช์ร่วมกับแผนภูมิโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและ (ธวัลรัตน์ เรืองจันทร์, 2556) พบว่าประสิทธิภาพของชุดการเรียน เรื่องระบบการปกคล้อง โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบบล็อกชอร์ช์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ $81.60/85.80$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้ทำให้นักเรียน

มีความสุขไม่เครียดกับการเรียน นักเรียนรู้สึกเป็นกันเองกับการที่ได้เรียนรู้และรับฟังการอธิบายจากครู เพื่อทำให้กล้าแสดงออก กล้าถามกล้าขัดแย้ง อภิปราย สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่านักเรียน มีปฏิสัมพันธ์ในการช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ ได้ร่วมมือกันในการทำงาน มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ ของสมาชิก เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุด จะช่วยกระตุนความสนใจให้ นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและเข้าใจบทเรียนดีขึ้น (วิไลกรรณ พุยพร, 2550) นักเรียนได้ฝึก การถ่ายทอดความรู้ให้คนอื่นฟัง ฝึกการเป็นผู้นำกล้าคิด และจากที่ไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ให้ผู้อื่น เข้าใจหรือไม่กล้าถ่ายทอดความรู้ การเรียนแบบจัดช่วงทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในการถ่ายทอด ความรู้ความเข้าใจในรายวิชาชีววิทยาด้วยคำพูดได้ดีขึ้นซึ่งส่งผลให้ในอนาคตจะนักเรียนสามารถนำ ความรู้ทักษะที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันอีกด้วย

เมื่อพิจารณาการพัฒนาความเข้าใจในมโนติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โครงสร้างภายในของพืชดอก ในแต่ละเนื้อหาโดยมีทั้งหมดจำนวน 4 เนื้อหาได้แก่ เนื้อเยื่อพืช โครงสร้างภายในของราก โครงสร้างภายในของลำต้น และโครงสร้างภายในของใบ ซึ่งจากการวิจัยพบว่า เนื้อหาทั้ง 4 เนื้อหามีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูงจำนวน 3 เนื้อหาได้แก่ โครงสร้างภายในของราก โครงสร้างภายในของลำต้น และโครงสร้างภายในของใบ โดยมีค่าเท่ากับ 0.72, 0.77 และ 0.86 ตามลำดับ และเนื้อหาที่มีค่าความก้าวหน้าอยู่ในระดับปานกลางคือ เนื้อเยื่อพืช โดยมีค่าเท่ากับ 0.57 และมีค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าของเนื้อหาทั้งหมดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าเท่ากับ 0.73 ซึ่งการที่เนื้อหา เรื่อง เนื้อเยื่อพืช มีค่าความก้าวหน้าต่ำกว่าเนื้อหาอื่น เนื่องมาจากข้อสอบของเนื้อหานี้ส่วนใหญ่ เป็นข้อสอบที่ใช้เคราะห์รวมถึงนักเรียนอาจมีความสับสนในเรื่องรูปร่างลักษณะของเนื้อเยื่อพืชและ ลักษณะอย่างของเนื้อเยื่อพืชที่มีชีวิตกับเนื้อเยื่อพืชที่ตายแล้วโดยมีความละเอียดค่อนข้างมากจึงมีส่วน ที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนติวิทยาศาสตร์ที่คาดเดือนในส่วนเนื้อหานี้ ครุยจิกรรมการทบทวนในเรื่อง ประเภทของเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้องกับการเรียนเนื้อหาส่วนนี้เพิ่มเติม และนอกจากนั้นครูต้องพยายาม นำ กระตุนด้วยคำถามตลอดเวลา เพื่อให้เกิดความสนใจ และยกตัวอย่างให้นักเรียนเข้าใจเพื่อเป็น แนวทางในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ต่อ ๆ ไป และภายในการเรียนนักเรียนควรจะมีการอภิปราย อยู่ตลอดเวลาเพื่อหาแนวทางในการที่จะได้ทราบและแยกแยะประเภทได้โดยมีในเอกสารกิจกรรม การทดลองเป็นสื่อร่วมและนักเรียนต้องทำการวิเคราะห์ว่าต้องใช้ผลการทดลองมาเป็นแนวคิดรวม ยอดของตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการตั้งสมมติฐาน การให้เหตุผลดีขึ้นสามารถพัฒนาทักษะ การเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำงานเป็นกลุ่มและสื่อสารกับผู้อื่นได้ดีขึ้นและมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลให้ เกิดความคงอยู่ของความรู้นานกว่าการเรียนแบบบรรยาย นอกจากนั้นบรรยากาศการเรียนรู้มีชีวิตชีวา จึงให้ผู้เรียนอย่างเรียนรู้มากขึ้น และยังส่งเสริมความร่วมมือและการทำงานร่วมกัน (านุภาพ เลขกุล, ม.ป.ป.) ส่วนเนื้อหาที่มีความก้าวหน้ามากที่สุดคือ เนื้อหาเรื่องโครงสร้างภายในของใบโดยมี ความก้าวหน้า 0.86 ดังภาพที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าเนื้อหานี้เป็นเนื้อหาที่มีความต่อเนื่องจากเนื้อหาสอง

เรื่องแรกคือ โครงสร้างภายในของรากและลำต้น ซึ่งเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่มีพื้นฐานมาแล้ว จะทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้และการเรียนเนื้อหาแบบเดิมช้า ๆ จะทำ นักเรียนสามารถจดจำในเนื้อหาได้เป็นอย่างดี และจากการทำกิจกรรมกลุ่มและร่วมกันสรุปองค์ความรู้ ที่ได้ทำให้นักเรียนได้เข้าถึงแนวคิดของเรื่องนี้ อย่างชัดเจน เมื่อนักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้มีความคงทนในความรู้สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ใหม่กับองค์ความรู้เดิมได้ (เบญจพร อินทร์สุด, 2553) ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการเรียนของผู้เรียนจะมีความก้าวหน้าสูงกว่าก่อนเรียนในทุก ๆ เนื้อหา ประกอบกับสื่อการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถจับต้องได้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ถูกต้องมาก ยิ่งขึ้น มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนลดลง (อัจฉริรัตน์ ศิริ, 2557) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพสามารถพัฒนามโนมติวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา ในเรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอกของนักเรียนได้

เมื่อวิเคราะห์ผลมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน จากการตอบแบบทดสอบแยกเป็นรายเนื้อหาพบว่าในเนื้อหาเรื่องเนื้อเยื่อพืช จากตารางที่ 4.2 แบบทดสอบที่นักเรียนมีโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือข้อที่ 2 โดยจำนวนนักเรียนที่ตอบผิดมีทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 52.78 และนักเรียนมีโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด มีจำนวน 1 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 1 โดยมีนักเรียนตอบผิดจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00 การที่นักเรียนบางส่วนมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องและคลาดเคลื่อนเมื่อทำการตั้งคำถามสัมภาษณ์รายบุคคลพบว่าเรียนตอบไม่ได้เนื่องจากนักเรียนมีความไม่เข้าใจในการเปลี่ยนแปลงของแต่ละชั้นของพืช เพราะข้อสอบข้อดังกล่าวเป็นข้อสอบในขั้นประยุกต์ใช้ซึ่งต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ เนื่องจากในการเปลี่ยนแปลงแนวคิดต้องอาศัยความรู้ที่มากขึ้นและที่สำคัญผู้เรียนต้องเกิดการเรียนรู้สิ่งเหล่านั้นโดยปราศจากอคติซึ่งเป็นอุปสรรคอย่างมากในการพัฒนาแนวคิดให้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ อัจฉริรัตน์ ศิริ (2557; อ้างอิงจาก Taber, 2003)

เมื่อวิเคราะห์ผลความก้าวหน้าทางการเรียนเพื่อตรวจสอบมโนมติวิทยาศาสตร์ ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายบุคคลจำนวน 36 คน ปรากฏดังภาพที่ 4.6 พบว่ามีนักเรียนที่มีโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ เลขที่ 35 มีความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.35 เมื่อทำการตั้งคำถามสัมภาษณ์รายบุคคลพบว่าเนื่องจากนักเรียนคนนี้เกิดความสับสนในลักษณะเนื้อเยื่อพืช และชนิดของพืช จึงทำให้เกิดมโนมติวิทยาศาสตร์ที่ผิด รวมทั้งเนื้อหาบางเนื้อหาเป็นมโนมติที่เป็นนามธรรม ค่อนข้างซับซ้อนยากแก่การทำความเข้าใจ ทำให้นักเรียนมีโนมติที่คลาดเคลื่อนง่าย (สมเจตน์ อุรศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาร, 2554) ดังนั้นส่วนนี้อาจส่งผลทำให้นักเรียนยังเข้าใจไม่ชัดเจนและมีอัตราสอบข้อสอบที่นักเรียนทำผิด พบร่วมกันในจำนวนข้อที่ผิดคือข้อที่ 2 ซึ่งเป็นข้อสอบที่นักเรียนทำผิดมากที่สุดปรากฏดังภาพที่ 5.1

| | |
|--|--|
| <p>2. ในชั้น Cortex จะมีในส่วนที่จะประกอบค้ำยเป็นเยื่อคล้ายใบหนาน叫 Collenchyma。 Sclerenchyma และ Parenchyma หรือจะไม่ Parenchyma ซึ่งมีโครงสร้างเปลี่ยนแปลงเป็น Cork cambium ให้เกิดเมื่อยืดหยุ่น ก. เพราะเซลล์มีหนังบาง และเป็นเซลล์ที่ยืดหยุ่น ก. เพราะ Parenchyma ใน Cortex มีมากกว่าในเยื่อชั้นอื่น ก. เพราะเป็นเซลล์ที่มีร่องรอยพิษทางเดินหายใจใน Cortex ก. เพราะมีความสามารถในการบังคับให้เกิด และเจริญได้ไวกว่า</p> | <p>2. ในชั้น Cortex จะมีในส่วนที่จะประกอบค้ำยเป็นเยื่อคล้ายใบหนาน叫 Collenchyma。 Sclerenchyma และ Parenchyma หรือจะไม่ Parenchyma ซึ่งมีโครงสร้างเปลี่ยนแปลงเป็น Cork cambium ให้เกิดเมื่อยืดหยุ่น ก. เพราะเซลล์มีหนังบาง และเป็นเซลล์ที่ยืดหยุ่น ก. เพราะ Parenchyma ใน Cortex มีมากกว่าในเยื่อชั้นอื่น ก. เพราะเป็นเซลล์ที่มีร่องรอยพิษทางเดินหายใจใน Cortex ก. เพราะมีความสามารถในการบังคับให้เกิด และเจริญได้ไวกว่า</p> |
|--|--|

ภาพที่ 5.1 ข้อสอบนักเรียนที่มีมโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

นักเรียนจำเป็นต้องใช้จินตนาการตามความคิดที่นักวิทยาศาสตร์ได้อธิบาย แต่บางครั้งนักเรียนอาจเกิดจินตนาการที่ผิดและคลาดเคลื่อนได้ง่าย ดังนั้นครูควรจัดสื่อการสอนที่ให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบให้เห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น (Justi and Gilbert, 2006) เพื่อให้นักเรียนสามารถเห็นความเชื่อมโยงของศาสตร์ต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้นทำให้เกิดความคิดกว้างໄกล และพัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก ระหว่างหลังเรียนด้วยชุดการทดลองอย่างง่ายร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบบิ๊กชอร์และหลังจากเรียนเป็นระยะเวลาในการวัดระยะเวลาคงทนความรู้เป็นเวลา 30 วัน

จากตารางที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างหลังเรียน เสร็จทันทีและผลการทดสอบหลังเรียนเสร็จแล้ว 30 วัน ผลจากตารางที่ 4.7 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเสร็จทันทีเฉลี่ยอยู่ที่ 24.89 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.69 และค่าเฉลี่ยทางการเรียนหลังเรียนเสร็จแล้ว 30 วัน อยู่ที่ 25.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.48 ค่า t-test ที่ได้มีค่าเท่ากับ 1.43 ซึ่งจากข้อมูลพบว่า t-test ที่ได้มีค่าน้อยกว่า t จากตารางค่าวิกฤติของ การแจกแจง มีค่าเท่ากับ 1.68 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองครั้งไม่มีความแตกต่างกันจาก 24.89 เป็น 25.50 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบบิ๊กชอร์มีความคงทนความรู้ในเนื้อหาที่ได้เรียนดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย พรรุ่ง สิทธิศรีจันทร์ (2554) ศักดิ์ชัย ราชนิยม (2557) Robinson F.Diane (2007) และ Shyr and Hru (2010) ที่กล่าวว่าการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติกรรมด้วยตนเองทำให้เกิดประสบการณ์ตรง นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้มีรูปแบบการสอนในเชิงลึกมากขึ้น สามารถควบคุมตนเอง ด้านการเรียนได้ดีขึ้นและเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ไม่ต้องท่องจำ นักเรียนได้ทักษะ นอกจากนั้นยังทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ หลังจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ นักเรียนมีความคงทนความรู้ดีขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองอย่างง่ายร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบจีกซอร์

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ก่อนทำการทดลองความมีการสอนใช้เครื่องมือ เพื่อให้สามารถใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เช่น การใช้กล้องจุลทรรศน์ การใช้เครื่องมือตัดเนื้อเยื่อพิช

5.3.1.2 ในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจีกซอร์ ในช่วงแรก ๆ ครูควรอธิบายขั้นตอนการเรียนรู้แบบจีกซอร์ให้นักเรียนเข้าใจก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรจัดสถานที่การทดลองให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้การทดลองกิจกรรมเป็นไปด้วยความถูกต้องไม่คลาดเคลื่อน

5.3.2.2 ครูผู้สอนควรออกแบบข้อสอบที่เป็นปรนัยผสมผสานกับแบบอัตนัย ชนิดตัวเลือก 2 ลำดับชั้น เพื่อที่จะได้ทราบความเข้าใจของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนลathanทรัพยาภิเษก การประเมินผลความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอน. บุรีรัมย์: โรงเรียนลathanทรัพยาภิเษก, 2558.
- กุลวีดี ห่อทราย. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่องgradeและเลนส์ โดยใช้ชุดการทดลองอย่างง่าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.
- จริยา ขุนศรษฐ์. ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจีกซอร์ร่วมกับแผนภูมิมโนทัศน์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2551.
- จิราพรรณ บุญญาณุสันธิ. การเบรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมโนมติที่คาดเคลื่อนเรื่องรูปร่างไม่เลกุลโคเวเลนต์ ด้วยการสืบเสาะแบบแนวนำ้กับการสืบเสาะสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.
- จุรีย์รัตน์ สิงห์สมบัติ. ผลการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายแบบเว็บเคฟท์. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2551.
- เจษฎา สิงห์ทองชัย. “ผลการเรียนรู้ด้วยบทเรียนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการเขียนโปรแกรมเว็บพลวัต สำหรับนักศึกษาโปรแกรมวิชาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบเพื่อคุ้มคิด”, วารสาร National Conference on Computing and Information Technology 2010. 6(198): 854-859; สิงหาคม, 2553.
- ชัยณรงค์ แก้วสุก. ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ ED³P ร่วมกับคอมพิวเตอร์ สถานการณ์จำลองที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- ทิศนา แรมมนี. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

รัวัลรัตน์ เรืองจันทร์. ผลการใช้ชุดการเรียน เรื่อง ระบบการปกครอง โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบจีกซอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏบูรีรัมย์, 2556.

นรินทร์ รัตนทา. ความเข้าใจในมโนมติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง รากทุกมัณฑรังสี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.

นภัสพร กมลพิพิญ. การเปลี่ยนแปลงโน้มติทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในแรงจูงใจกับการเปลี่ยนแปลงโน้มติ เรื่อง การสลายอาหารระดับเซลล์ โดยใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงโน้มติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.

เบญจพร อินทร์สุด. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง รูปร่างโนเมเลกุลโคเวเลนต์ ด้วยการสืบเสาะแบบแนะนำกับการสืบเสาะสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.

บุญชุม ศรีสะอาด. วิธีการสร้างสถิติสำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: สุวิรยาสาสน์, 2545.

ประมวล วิโย. ผลการสอนเพื่อเปลี่ยนโน้มติที่คลาดเคลื่อน วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้เอกสารอ่านประกอบชื่งสร้างตามทฤษฎีการเปลี่ยนโน้มติของโพสเนอร์และคณ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

ปัญมากรณ์ นพศิริกุล. ผลการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพีชดอก โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบแนวคิดทฤษฎีแบบคอนสตรัคติวิสต์และการสอนแบบสืบเสาะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหสารคาม, 2558.

เปี่ยมสุข ไชยผา. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจีกซอร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกรด-เบส. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.

พรรุ่ง สิทธิศรีจันทร์. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนโดยใช้การเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติตัวอย่างเอง เรื่อง ตัวเก็บประจุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- พิชา ชัยจันดี. ความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนโน้มติและความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อเกี่ยวกับแรงจูงใจกับการเปลี่ยนแปลงโน้มติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.
- ไฟรอน์ เติมเดชาพงศ์. การศึกษาการเปลี่ยนโน้มติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง หน้าที่ยืน โดยใช้กรอบการตีความหมายหลายมิติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.
- มนต์ชัย เทียนทอง. อุปกรณ์ช่วยสอน. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ, 2548.
- มาฉะ ทองมูล. การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง โดยใช้ชุดทดลองอย่างง่าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- รักษ์ศิริ แพงป้อง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิต กับกระบวนการดำเนินชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินระดับหน่วง จากการทดสอบแบบ POSSE ร่วมกับสื่อวิดิทัศน์. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ, 2554.
- รัชนี ทาเหล็ก. ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง เส้นขนาน ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ, 2556.
- รัชพร เทวฤทธิ์. รายงานการพัฒนาการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ (Jigsaw) เรื่อง ไฟฟ้า วิชาพิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, 2554.
- รัตนภรณ์ สาบุตร. ผลการเรียนด้วยบทเรียนบนเว็บแบบ NTeQ และการเรียนตามคู่มือครุ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ต ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคงทนความรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความสามารถด้านคอมพิวเตอร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

วารุณี จินดาครร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และ ความคงทนในการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างรูปแบบการสอน แบบร่วมมือกันเรียนรู้ กับรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, 2549.

วีไลกรณ์ พุยพร. การศึกษาผลติดต่อกลางเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ธาตุ สารประกอบ และปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมารีวิทยา จังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏ ศรีสะเกษ, 2550.

วันวิสา กองเสน. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนความรู้ และเจตติจ่อการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวภูจักร สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557.

ศักดิ์ชัย ราชนิยม. การพัฒนาความเข้าใจ เรื่อง ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กทริกโดยใช้การทดลอง อาย่างง่ายสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.

ศันสนีย์ วิชาโรจน์. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับชุดฝึกปฏิบัติการชีววิทยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2559.

สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2558-2559). “ผลสอบโอลนีต”, ระบบ ประกาศและรายงานผลสอบโอลนีต. <http://www.onetresult.niets.or.th/login.aspx>. 12 เมษายน, 2560.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. “กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร (Pedagogical Content Knowledge: PKC)”, ใน เอกสารพัฒนา วิชาชีพครู วิทยาศาสตร์โครงการพัฒนาเครือข่ายการเรียนรู้ผู้สอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 1-3. กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว, 2552.

สุคนธ์ ยะณะโชค. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาสุขศึกษา เรื่อง การสร้างเสริมสุขภาพ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลุ่มร่วมมือแบบจี๊กซอว์. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สมเจตน์ อุรศิลป์ และศักดิ์ สุขาร. การสำรวจและปรับแก้โน้มติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พันธะเคมี โดยใช้โมเดลการเรียนรู้ T5 แบบกระดาษ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- สุวัฒ์ นิยมค้า. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊คส์เซ็นเตอร์, 2531.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.
- อภิวัฒน์ บุญเขื่อง. ความสามารถทางเทคโนโลยีและความเข้าใจในโน้มติ เรื่องแสงและ การมองเห็นของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จากการจัดการเรียนรู้วิชาพิสิกส์ทั่วไปโดยใช้กระบวนการ เทคโนโลยี. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.
- อาวีวรรณ ธาตุดี. ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจีกซอร์ เรื่องระบบการลำเลียงของ พิช朵ก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2557.
- อาทิตย์ จันทร์ส่องแสง. การพัฒนาชุดทดลองเรื่องการวัดอัตราการไหล วิชากลศาสตร์ของไหล สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 สาขางานอุตสาหกรรมการ พลิตและสาขางานเทคนิคคيانยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี, 2550.
- อนุภาพ เลขากุล. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning). สงขลา: คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ม.บ.บ.
- อรุณรุ่ง ปภาพสิษฐ. “การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning)”, วารสารวิชาการ. 5(2): 11-17; กุมภาพันธ์, 2554.
- อรุมา ละมูล. การพัฒนาบริบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องความสามารถของวัสดุ ธรรมชาติในการถอดซับโลหะหนักที่ใช้ในวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยครินครินทร์, 2554.
- อัจฉริย์ตัน ศิริ. ผลการใช้เทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่อมโน้มติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมี และ ความสามารถในการเข้าใจความรู้ในชีวิตประจำวัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Abdullah S. "Effects of jigsaw II technique on academic achievement and attitudes To written expression course", **Educational Research and Reviews**. 5(12): 777-787, 2010.
- Adams, J.A. **Human Memory**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1967.
- Aronson, E. and et al. **The Jigsaw Classroom**. Beverly Hills. CA & London: Sage Publications, 1978.
- Atkinson, R.C. and Shiffrin, R.M. "Human memory: A proposed system and its control processes. In K.W. Spence & J.T. Spence(Eds.)", **The psychology of learning and motivation:Advances in research and theory (2)**. 1(2): 89-195; April, 1986.
- Clark, R.C. **Index card games for ESL**. Brattleboro: Pro Lingua Associates, 1982.
- Gagne, R.M. **The conditions of learning**. New York: Holt Rinehart and Winston, 1994.
- Hake, R. "Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses", **American Journal of physics**. 66(1): 64-74, October, 1998.
- Johnson, D.W. and Johnson, R.T. "Instructional goal structure: Cooperative, competitive, or individualistic", **Review of Educational Research**. 44(2): 213-240; June, 1974.
- Justi, R and J. Gilbert. "The role of analog model in the understanding of the nature of model in chemistry", **Metaphor and Analogy in Science Education**. Netherlands: Springer: 119-130; Winter, 2006.
- Klopfer, L.E. "Evaluation of learning in science", **Handbook on formative and summative evaluation of student learning**. New York: McGraw-Hill book company, 574-580, 1971.
- Pines, A.L. and West, L.H.T. "Conceptual Understanding and Science Learning: An Interpretation of Research within a Source of Knowledge Framework", **Science Education**. 70(5):583-604; October, 1985.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Robinson, F. Diane. "Active Learning in a Large-Enrollment Introductory Biology Class: Problem Solving Formative Feedback, and Teaching as Learning", **Dissertation Abstracts International**. 67(8): 5-10; February, 2007.
- Roth, W.M. "Experimenting in constructivist high school physics laboratory", **Journal Res Science Teach.** 31(2): 197; February, 1994.
- Shyr, W.J. and Hsu, C.H. "Hands – on activities to enhance renewable energy learning", **Global Journal of Engineering Education.** 12(1): 24-28; October, 2010.
- Steinbrink, J.J. and Stahl, R.J. "Jigsaw III = Jigsaw II +Cooperative Test Review: Application to the Social Student Classroom", In **Cooperative Learning in Social Studies: A Handbook for Teachers.** p. 131-152. California: Addison-Wesley Publishing Company, 1994.
- Taber, K.S. "Mediating mental models of metals: acknowledging the priority of the Learner's prior Learning", **Science Education.** 87(5): 732-7 58; September, 2003.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา
เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก

แบบทดสอบวัดความเข้าใจในมติวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา

เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก

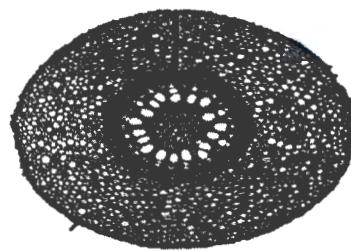
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

คำชี้แจง: 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก มีจำนวน 30 ข้อ

คะแนนเต็ม 30 คะแนน

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. บริเวณเครื่องหมายปีกการประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อพอกได



1. Parenchyma

2. Collenchyma

3. Sclerenchyma

4. Phloem

ก. ข้อ 1, 2 และ 3

ข. ข้อ 1, 3 และ 4

ค. ข้อ 2, 3 และ 4

ง. ข้อ 1, 2, 3 และ 4

2. ในชั้น Cortex ของพืชใบเลี้ยงคุ้มกันประกอบด้วยเนื้อเยื่อหลายชนิด เช่น Collenchyma, Sclerenchyma และ Parenchyma เพราะอะไร Parenchyma จึงมีโอกาสที่จะเปลี่ยนแปลงเป็น Cork cambium ได้ดีกว่าเนื้อเยื่ออื่นๆ

ก. เพราะเซลล์มีผนังบาง และเป็นเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่

ข. เพราะ Parenchyma ใน Cortex มีมากกว่าเนื้อเยื่อชนิดอื่น

ค. เพราะเป็นเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่เพียงชนิดเดียวในCortex

ง. เพราะมีความสามารถในการแบ่งเซลล์ได้ดีกว่า และเจริญได้เร็วกว่า

3. เนื้อเยื่อในข้อใดที่มีผลต่อการสร้างกิ่งและรากแขนง

1. Endodermis

2. Cortex

3. Cambium

4. Pericycle

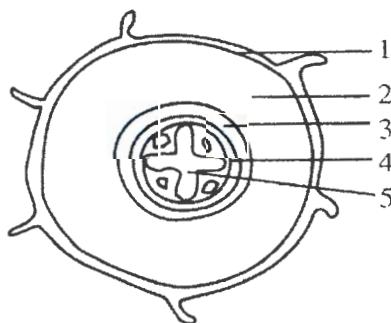
ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 2 และ 3

ค. ข้อ 3 และ 4

ง. ข้อ 2 และ 4

4. น้ำยางจากต้นยางพารา ที่เรากรีดได้ส่วนใหญ่จะได้จากเซลล์ที่พุบในเนื้อเยื่อพากได
- ก. Xylem
 - ข. Cortex
 - ค. Phloem
 - ง. Epidermis
5. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับซีฟทิวบ์ (Sieve tube)
- ก. เป็นเนื้อเยื่อที่ยังมีชีวิตอยู่
 - ข. ช่วยคำจุนลำต้นพืชให้แข็งแรง
 - ค. มีนิวเคลียสและไซโทพลาซึมตลอด
 - ง. ปลายสุดของเซลล์ทั้ง 2 ข้าง จะมีห่อหรือรูเร็กๆ ปรากฏอยู่ (Perforated end wall)
6. ข้อใดเป็นลักษณะที่พบทั้งใน sieve tube member, vessel member และ meristematic cell
- | | | |
|------------|----------------------|--------------------|
| 1. nucleus | 2. primary cell wall | 3. plasma membrane |
| ก. 1 | ข. 2 | |
| ค. 1 และ 2 | ง. 1, 2 และ 3 | |
7. ถ้านำเนื้อเยื่อจากรากของพืชไปเลี้ยงเดี่ยวมาตรวัดด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบว่ากลุ่มท่อน้ำท่ออาหารมีลักษณะอย่างไร
- ก. กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารเรียงแบบกระจายทั่วไป โดยมีโพลีเอ็มเรียงสลับกับไซเลม
 - ข. กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารเรียงแบบเป็นระเบียบ โดยมีโพลีเอ็มเรียงสลับกับไซเลม
 - ค. กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารเรียงแบบกระจายทั่วไป โดยมีโพลีเอ็มเรียงในแนวรัศมีเดียวกับไซเลม
 - ง. กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารเรียงแบบเป็นระเบียบ โดยมีโพลีเอ็มเรียงในแนวรัศมีเดียวกับไซเลม
8. จากแผนภาพภาคตัดขวางของรากพืช รากแขนงเกิดจากเนื้อเยื่อหมายเลขใด และเซลล์ที่เป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อหมายเลข 5 เมื่อเจริญเติบโตแล้วมีลักษณะอย่างไร



- ก. มีผนังเซลล์บาง รูปร่างค่อนข้างกลม
- ข. เป็นเซลล์รูปร่างยาว ผนังเซลล์บาง ผนังเซลล์ด้านหัวท้ายมีลักษณะเป็นแผ่นตะแกรง
- ค. เป็นเซลล์รูปร่างยาว หัวท้ายแหลม มีนิวเคลียสใหญ่
- ง. มีผนังเซลล์หนา ไม่มีชีวิต

9. เอนโดเดอร์มิส เมื่อมีอายุมากจะมีสาร Suberin หรือ Lignin มาเคลือบผนังทำให้เป็นแอบรอบๆ เชลต์ ซึ่งແບນนี้น้ำและอาหารจะลำเลียงผ่านไปได้ยาก เราเรียกແບນนี้ว่าอะไร

- ก. Cork
- ข. Apical meristem
- ค. Primary meristem
- ง. Casparyan strip

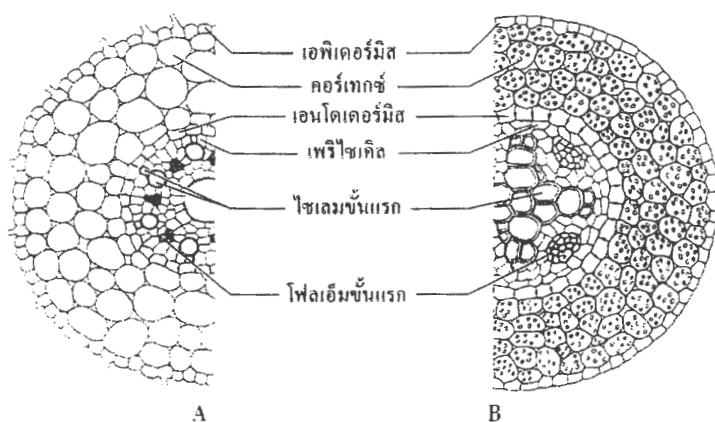
10. รากของกิงต่อนและรากแขนง ต่างกันอย่างไร

- ก. รากกิงต่อนเจริญมาจาก Cambium รากแขนงเจริญมาจาก Cortex
- ข. รากกิงต่อนเจริญมาจาก Cambium รากแขนงเจริญมาจาก Pericycle
- ค. รากกิงต่อนเจริญมาจาก Pericycle รากแขนงเจริญมาจาก Cambium
- ง. รากกิงต่อนเจริญมาจาก Pericycle รากแขนงเจริญมาจาก Epidermis

11. การเรียงตัวของวัสดุคลาร์บันเดลในรากพืชใบเลี้ยงคู่กับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวต่างกันอย่างไร

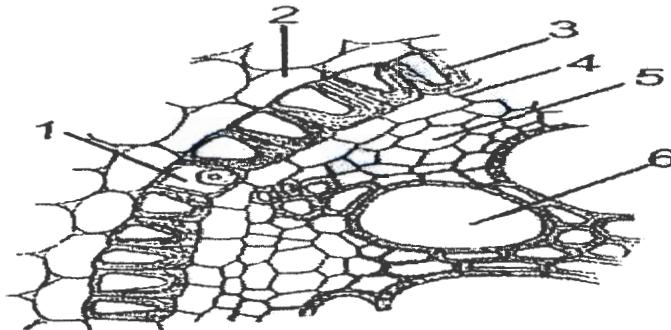
- ก. พืชใบเลี้ยงคู่มีจำนวนแยกของวัสดุคลาร์บันเดลมากกว่าใบเลี้ยงเดี่ยว
- ข. พืชใบเลี้ยงคู่มีจำนวนแยกของวัสดุคลาร์บันเดลน้อยกว่าใบเลี้ยงเดี่ยว
- ค. จำนวนวัสดุคลาร์บันเดลของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่จะมากหรือน้อยกว่าขึ้นกับชนิดของพืช
- ง. จำนวนวัสดุคลาร์บันเดลของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่นั้นมีจำนวนเท่า ๆ กัน เพราะเป็นพืชที่มีห้องลำเลียงเหมือน ๆ กัน

12. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับภาพ A และ B ได้ถูกต้อง



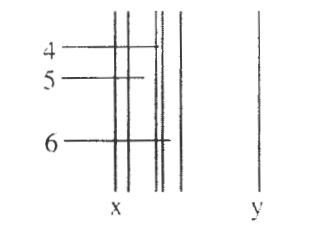
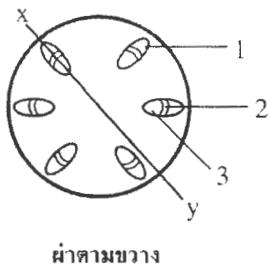
- ก. A รากพืชใบเลี้ยงคู่ B รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
- ข. A รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว B รากพืชใบเลี้ยงคู่
- ค. A ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ B ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
- ง. A ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว B ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่

13. จากภาพข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. หมายเลข 2 แบ่งเซลล์และเจริญพัฒนาให้กำเนิดรากฝอย
- ข. หมายเลข 4 แบ่งเซลล์และเจริญพัฒนาให้กำเนิดรากแขนง
- ค. หมายเลข 5 และ 6 ลำเลียงสารในแนวตั้งโดยอาศัยพลังงาน
- ง. หมายเลข 3 เป็นส่วนที่น้ำสามารถลำเลียงทางด้านข้างผ่านเซลล์ได้
14. ผลกระทบจากการเจริญทุติยภูมิ (Secondary growth) ของพืชใบเลี้ยงคู่ ส่งผลต่อรากอย่างไร
- ก. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น
- ข. มีความยาวและส่วนสูงเพิ่มขึ้นตามลำดับ
- ค. เพิ่มทั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาว
- ง. ทำให้มีอายุยืนยาว
15. การที่ต้นทุเรียนมีขนาดความกว้างของลำต้นใหญ่กว่าต้นมาก ซึ่งมีอายุเท่ากันและปลูกอยู่บริเวณใกล้ๆ กัน เป็น เพราะเหตุใด
- ก. ต้นทุเรียนมีเคมเปี้ยม ต้นมากไปมี
- ข. จำนวนกลุ่มห่อลำเลียงของต้นทุเรียนมีมากกว่าต้นมาก
- ค. ต้นทุเรียนมีการเรียงตัวของกลุ่มห่อลำเลียงเป็นระเบียบมากกว่าต้นมาก
- ง. เซลล์ของต้นทุเรียนแบ่งตัวได้รวดเร็วกว่าเซลล์ของต้นมาก
16. เมื่อต้นมะม่วงมีอายุ 20 ปี ท่านคิดว่ามีส่วนประกอบของเนื้อเยื่อชนิดใดน้อยที่สุด
- ก. ไซเลมขันตัน
- ข. ไซเลมขันที่สอง
- ค. วาสคิวลาร์เคมเปี้ยม
- ง. เอพิเดอร์มิส

17. จากแผนภาพข้างล่างเป็นการผ่าผ่านลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ น้ำและเกลือแร่หล่อผ่านไปในส่วนใด



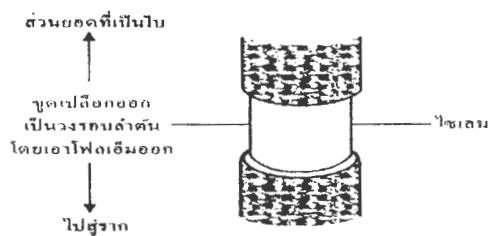
ก. 1 และ 5

ข. 2 และ 4

ค. 3 และ 5

ง. 3 และ 6

18. เมื่อชุดเปลือกไม้ให้เป็นวงโดยลอกชั้นโฟลเอ็มออกจากลำต้นพืชที่ทำหน้าที่สั่งเคราะห์ด้วยแสงโดยเหลือชั้นโซเมอาไว้ ตั้งภาพ



หลังจากนั้นทิ้งไว้ 2-3 อาทิตย์ จะมีลักษณะของลำต้นเป็นแบบใด



ก. 1



ข. 2

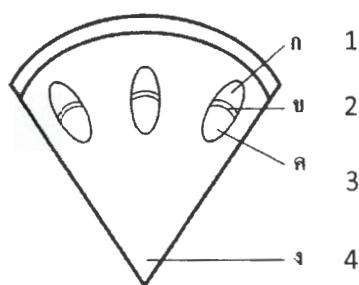


ค. 3



ง. 4

19. จากแผนภาพของลำต้นที่ผ่าตามยาวในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ที่อายุยังน้อยอยู่ ถ้าให้คาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสารกัมมันตรังสีกับใบของพืชต้นนี้ในช่วงกลางวันเนื้อเยื่อใดของพืช ก, ข, ค หรือ ง จะได้รับสารกัมมันตรังสีเป็นกลุ่มแรก



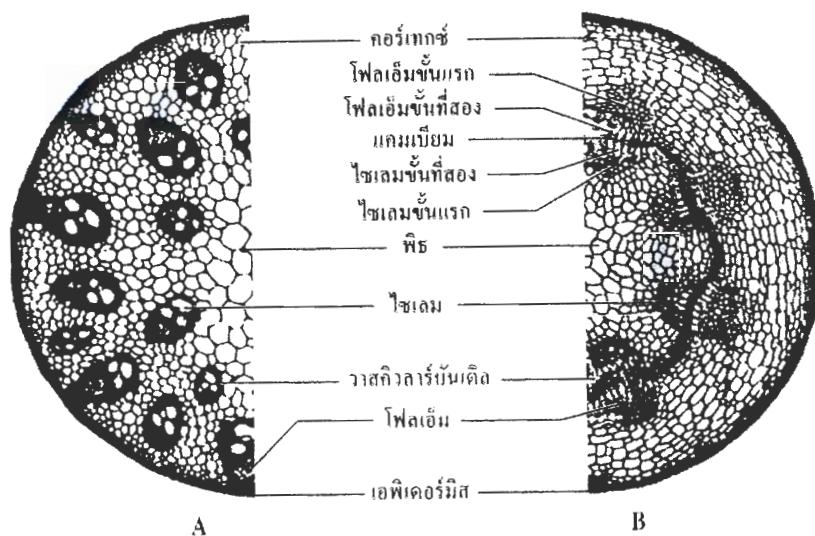
ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

20. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับภาพ A และ B ได้ถูกต้อง



- ก. A รากพืชใบเลี้ยงคู่ B รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
- ข. A รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว B รากพืชใบเลี้ยงคู่
- ค. A ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว B ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่
- ง. A ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ B ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

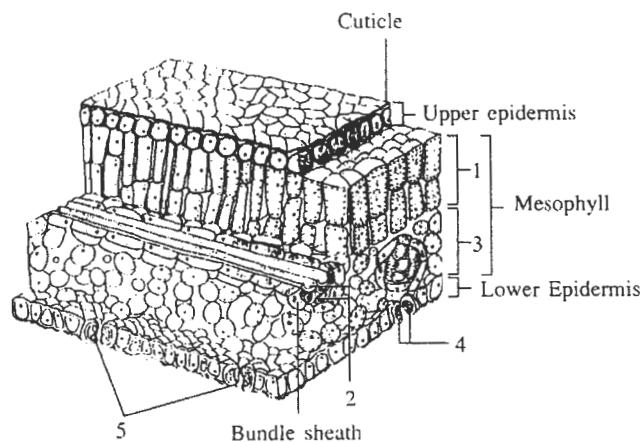
21. ลักษณะในข้อใดไม่ใช่ลักษณะสำคัญของเซลล์ในบริเวณปลายยอด

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1. ผนังเซลล์บาง | 2. รูปร่างกลม |
| 3. เห็นแควิวอลชัดเจน | 4. นิวเคลียสมีขนาดใหญ่ |
| ก. ข้อ 1 และ 2 | ข. ข้อ 2 และ 3 |
| ค. ข้อ 3 และ 4 | ง. ข้อ 1 และ 4 |

22. ถ้าพวงปีของลำต้นพืชมีเซลล์ไชเลมใหญ่ มีແບກกว้าง และสีจาง เป็นพระเหตุได้

- ก. เนื้อเยื่อเจริญในฤดูน้ำน้อย
- ข. วาสกิวาร์แคมเปียมมีขนาดใหญ่
- ค. วาสกิวาร์แคมเปียมมีผนังเซลล์หนา
- ง. วาสกิวาร์แคมเปียมเจริญในฤดูน้ำมาก

23. จากภาพข้างล่าง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นที่บริเวณใด



ก. 1 และ 2

ข. 1 และ 3

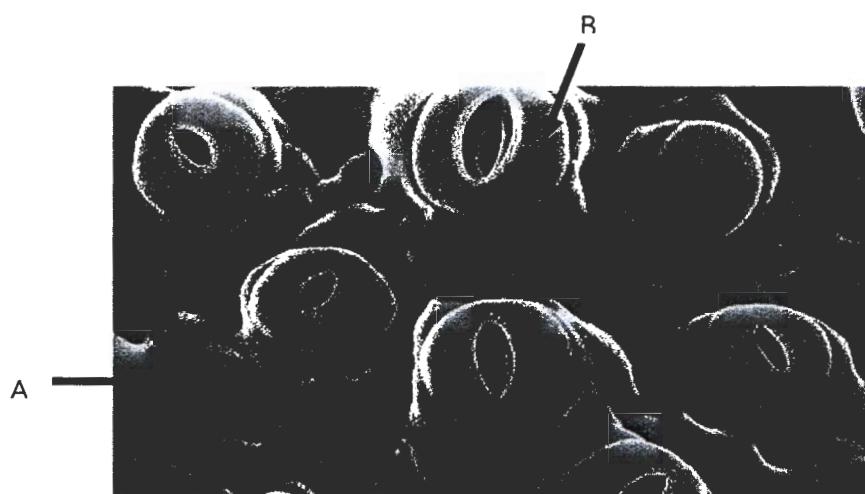
ค. 2 และ 3

ง. 4 และ 5

24. ใบไม้ทั่ว ๆ ไปด้านหลังใบสีเขียวเข้มกว่าด้านท้องใบ เป็นเพราะเหตุใด

- ก. ชั้นเอปิเดอร์มิสด้านหลังใบมีสีเขียวเข้มกว่าด้านท้องใบ
- ข. ชั้นคิวทิเคลื่องด้านท้องใบจะมีมากกว่าด้านหลังใบ
- ค. คลอโรพลาสต์ด้านหลังใบจะมีมากกว่าด้านท้องใบ
- ง. คลอโรพลาสต์ด้านหลังใบมีสีเข้มมากกว่าด้านท้องใบ

25. จากภาพ เซลล์ A เปลี่ยนแปลงมาจากเซลล์ในเนื้อยื่นชนิดใด และเซลล์ B มีโครงสร้างใดที่ไม่พบในเซลล์ A



ก. protoderm และ chloroplast

ข. cork cambium และ primary cell wall

ค. ground meristem และ intercellular space

ง. apical shoot meristem และ secondary cell wall

26. เซลล์คุณและเอพิเดอร์มิสด้านล่างของใบนั้นเป็นเซลล์แถอดีวกัน แต่มีข้อแตกต่างกันอย่างไร
- เอพิเดอร์มิสมีนิวเคลียส เซลล์คุณไม่มีนิวเคลียส
 - เอพิเดอร์มิสมีมีนิวเคลียส เซลล์คุณมีนิวเคลียส
 - เอพิเดอร์มิสมีคลอโรพลาสต์ เซลล์คุณไม่มีคลอโรพลาสต์
 - เอพิเดอร์มิสมีมีคลอโรพลาสต์ เซลล์คุณมีคลอโรพลาสต์
27. ลักษณะใดของใบไม่เกี่ยวข้องกับการสร้างอาหารของใบเลย
- ด้านบนของใบเป็นมันเรียบ มีคิวติเคิลเคลือบ
 - ด้านบนของใบมีสีเขียวเข้มกว่าด้านล่างของใบ
 - ใบมีลักษณะบางและแผ่นแบน
 - มีดท่อน้ำท่ออาหารอยู่ติดกับ Palisade cell
28. บริเวณ Mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อในข้อใด
- Palisade parenchyma, Spongy parenchyma, Vein
 - Palisade parenchyma, Spongy parenchyma, Vein, guard cells
 - Upper epidermis, Palisade parenchyma, Vein
 - Upper epidermis, Palisade parenchyma, Vein, guard cells
29. โครงสร้างส่วนใดของใบที่พับคลอโรพลาสต์อยู่หนาแน่นที่สุด
- Spongy Mesophyll
 - Palisade Mesophyll
 - Epidermis
 - Guard cell
30. พีชนิดหนึ่งมีปากใบ (stomata) ทางด้านบนของใบ (Upper epidermis) หนาแน่นมากกว่าทางด้านล่างของใบ (Lower epidermis) ข้อใดต่อไปนี้จะสอดคล้องกับข้อเท็จจริงข้างต้น
- พีนี้มีใบลอยอยู่ที่ระดับผิวน้ำโดยตลอด
 - พีนี้มีใบลอยอยู่ที่ระดับน้ำพอดีและด้านบนของใบเท่านั้นที่สัมผัสกับบรรยากาศ
 - การมีปากใบทางด้านบนของใบเป็นการเพิ่มความสามารถในการดูดพลังงานแสงอาทิตย์
 - การมีปากใบทางด้านบนของใบทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สกับบรรยากาศได้
- เฉพาะข้อ 1
 - เฉพาะข้อ ข และ ค
 - เฉพาะข้อ ข และ ง
 - เฉพาะข้อ ก, ข และ ง

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ แผนที่ 3

| | | |
|---|-------------------------------|-----------------------|
| รายวิชาชีววิทยา 3 | รหัสวิชา ว 30243 | ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 |
| หน่วยการเรียนที่ 3 | เรื่อง โครงสร้างภายในของลำต้น | เวลา 2 ชั่วโมง |
| ผู้สอน นายภาณุพงษ์ พรมศร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนลพบุรีราษฎร์dagibe | | |

1. มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

2. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับเนื้อเยื่อของพืช โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดูก การแลกเปลี่ยนแก๊สและการหายใจ และกระบวนการลำเลียง

3. สาระสำคัญ

เนื้อเยื่อบริเวณปลายยอดมีส่วนประกอบจากปลายสุดเข้ามาคือ เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด ใบเริ่มเกิด ใบอ่อน และลำต้นอ่อน

โครงสร้างภายในของลำต้นจากนอกสุดไปในสุดคือ เอพิเดอร์มิส คอร์เทกซ์ สเตล มดท่อลำเลียง วาสคิวลาร์เรย์ และพิธ ในรอบ 1 ปีวาสคิวลาร์แคมเบี้ยมของพืชที่มีเนื้อไม้จะมีการสร้างเซลล์สร้างไชเลมและโพลเอมขึ้นที่สองจำนวนมากน้อยต่างกัน ทำให้เกิดเนื้อไม้สีเข้มจากสลับกัน เรียกว่าห่วงปี

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองโครงสร้างภายในของลำต้น
2. สืบค้น อธิบาย และอภิปรายโครงสร้างภายในของลำต้น
3. นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์

5. สาระการเรียนรู้

1. เนื้อเยื่อบริเวณปลายยอด
2. การจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อในลำต้น
3. การเจริญเติบโตของลำต้น

6. การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นเตรียม

- 1.1 ครุแจ้งจุดประสงค์ของการเรียน
- 1.2 ครุให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องโครงสร้างภายในของลำต้น
- 1.3 ครุแนะนำการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคจิกซอว์ (JIGSAW) เช่น ระเบียบของกลุ่ม

บทบาทของนักเรียนในกลุ่ม

2. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

2.1 ครูตามกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความสนใจ โดยให้นักเรียนสังเกตและแสดงความคิดเห็นว่า “เมื่อสังเกตถักชนวนอกของลำต้น นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าลำตันนั้นเป็นลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวหรือลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่”

3. ขั้นปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม

3.1 แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ซึ่งแต่ละกลุ่มมีทั้งคนเรียนเก่งปานกลาง และอ่อน คละกัน (แบ่งไว้ล่วงหน้าแล้ว) แต่ละกลุ่มรับเอกสารการเรียน ได้แก่ ชุดทดลองอย่างง่าย ใบความรู้และใบกิจกรรมสำหรับกลุ่มบ้าน (Home group)

3.2 กลุ่มบ้าน (Home group) ศึกษาภารกิจที่ได้รับมอบหมายซึ่งระบุในใบกิจกรรมที่ 3 โดยแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบหัวข้อที่ให้สมาชิกแต่ละคนไปทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ โดยแบ่งเป็น 4 เรื่องดังนี้

3.2.1 การจัดเรียงตัวของวาสคิวลาร์บันเดล (Vascular bundle)

3.2.2 วาสคิวลาร์แคมเบียม (Vascular cambium)

3.2.3 ขั้นคอร์เทก (Vascular cambium)

3.2.4 บริเวณใจกลางของลำต้น

3.3 ครูนำอภิปรายก่อนการทดลอง เพื่อแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง ดังนี้

3.3.1 นำพืชศึกษาที่เตรียมไว้แล้วตัดลำต้นพืชที่สมบูรณ์มาอย่างละ 4-5

ลำต้น

3.3.2 ใช้ชุดทดลองอย่างง่ายตัดลำต้นพืชตัวอย่างในแนวตามยาว

3.3.3 ใช้พู่กันแตะชิ้นส่วนของลำต้นที่ตัดเป็นชิ้นบางแล้วแขวนในน้ำสีฟานินที่ใส่จานเพาะเชื้อจากลักษณะ

3.3.4 ใช้พู่กันเลือกชิ้นส่วนที่บางและสมบูรณ์ซึ่งย้อมสีแล้วจำนวน 1-2 ชิ้น วางลงบนหยดน้ำบนสไลด์แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ อย่าให้ด้านบนกระจกปิดสไลด์เปียกน้ำ

3.3.5 นำสไลด์ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ เริ่มจากกำลังขยายต่ำก่อนเพื่อศึกษาชิ้นส่วนเนื้อเยื่อที่บางและสมบูรณ์ที่สุด แล้วจึงเปลี่ยนเป็นกำลังขยายสูงขึ้นเพื่อศึกษารายละเอียดของโครงสร้างภายในของลำต้นให้มากขึ้น จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 3

3.4 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) สมาชิกในกลุ่มบ้านแยกย้ายไปรวมกับสมาชิกกลุ่มอื่น ซึ่งได้รับมอบหมายให้ศึกษาในเรื่องเดียวกัน แล้วร่วมกันสืบค้น ทดลอง ทำความเข้าใจในเนื้อหาสาระอย่างละเอียด จากนั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปแนวคิดที่ถูกต้อง

3.4 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) สมาชิกในกลุ่มบ้านแยกย้ายไปรวมกับสมาชิกกลุ่มอื่น ซึ่งได้รับมอบหมายให้ศึกษาในเรื่องเดียวกัน แล้วร่วมกันสืบค้น ทดลอง ทำความเข้าใจในเนื้อหาสาระอย่างละเอียด จากนั้nrร่วมกันอภิปรายและสรุปแนวคิดที่ถูกต้อง

3.5 สมาชิกกลุ่มเชี่ยวชาญกลับไปสู่กลุ่มบ้าน โดยสมาชิกแต่ละคนผลัดเปลี่ยนกันถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาที่ตนรับผิดชอบ ให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มบ้านได้เรียนรู้ร่วมกัน มีการซักถามข้อสงสัย ตอบปัญหา ทบทวน ให้เกิดความเข้าใจอย่างถูกต้อง ชัดเจน

4. ขั้นตรวจสอบผลงานและความเข้าใจ

- 4.1 สุมตัวแทนในแต่ละกลุ่มบ้านเพื่อนำเสนอสรุปเนื้อหาโครงการสร้างภัยในของลำต้น
- 4.2 ครุและนักเรียนร่วมกันซักถามตัวแทนที่อุกมานำเสนอ
- 4.3 ครุเสนอแนะและอธิบายเพิ่มเติม

5. ขั้นประเมินผลการเรียนรู้

- 5.1 สมาชิกทุกคนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 3 โครงการสร้างภัยในของลำต้น
- 5.2 สมาชิกทุกคนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่องโครงการสร้างภัยในของลำต้น แต่ละคนจะได้คะแนนรายบุคคล แล้วนำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มบ้านมารวมกัน หรือหากค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดจะได้รับรางวัล

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 ภาคเรียนที่ 2
2. ใบความรู้ที่ 3 เรื่องโครงการสร้างภัยในของลำต้น
3. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่องโครงการสร้างภัยในของลำต้น
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
5. เว็บไซต์ต่างๆ จากอินเตอร์เน็ต

8. การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องวัด | วิธีวัด | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การวัด |
|--|--|---|--|
| ด้านความรู้ (K) 1. อธิบาย และอภิปรายโครงการสร้างภัยในของลำต้น | การสังเกตจากการตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 3 โครงการสร้างภัยในของลำต้น | ใบกิจกรรมที่ 3 โครงการสร้างภัยในของลำต้น | ตอบคำถามได้ถูกต้อง เกินร้อยละ 80 ขึ้นไป |

| สิ่งที่ต้องวัด | วิธีวัด | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การวัด |
|---|---|---|--|
| | ตรวจแบบทดสอบ ก่อน-หลังเรียน | แบบทดสอบ ก่อน-หลังเรียน | ตอบคำถามได้ถูกต้อง เกินร้อยละ 80 ขึ้นไป |
| ด้านกระบวนการ (P) 2. สืบค้น และทดลอง โครงสร้างภาษาในของลำต้น | ตรวจรายงานการทดลองในใบ กิจกรรมที่ 3 โครงสร้างภาษาใน ของลำต้น | ใบกิจกรรมที่ 3 โครงสร้างภาษาใน ของลำต้น | ตอบคำถามได้ถูกต้อง เกินร้อยละ 80 ขึ้นไป |
| ด้านจิตพิสัย (A) 3. นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ | การสังเกต พฤติกรรมในการทำ กิจกรรมของ นักเรียน | แบบสังเกต พฤติกรรมในการทำ กิจกรรมของ นักเรียน | นักเรียนผ่านเกณฑ์ใน ระดับมากเกินร้อยละ 80 ขึ้นไป |

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/ อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/ แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ ผู้สอน
(.....)

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อคุณ..... ชั้น วันที่.....
คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตรงกับระดับพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

| รายการพฤติกรรม | คะแนนที่ได้ | | | | ข้อเสนอแนะ |
|---|-------------|---|---|---|------------|
| | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 1. การวางแผนการทดลอง | | | | | |
| 1.1 การกำหนดปัญหา | | | | | |
| 1.2 การตั้งสมมติฐาน | | | | | |
| 1.3 การดำเนินการทดลอง | | | | | |
| 1.4 การวางแผนกำหนดขั้นตอนการทำงาน | | | | | |
| 2. การปฏิบัติการทดลอง | | | | | |
| 2.1 ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการทดลอง | | | | | |
| 2.2 ทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด | | | | | |
| 2.3 การบันทึกผลการทดลอง | | | | | |
| 2.4 ทำความสะอาดและเก็บวัสดุ อุปกรณ์ | | | | | |
| 3. การนำเสนอ | | | | | |
| 3.1 การแปลความหมายข้อมูล | | | | | |
| 3.2 การนำเสนอผลการทดลอง | | | | | |
| 3.3 การสรุปผลการทดลอง | | | | | |
| 3.4 การอภิรายและข้อเสนอแนะ | | | | | |
| รวม | | | | | |
| ร้อยละ | | | | | |

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

(ลงชื่อ)..... ผู้ประเมิน
 (.....)

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินการปฏิบัติการทดลอง

| รายการประเมิน | ระดับ คะแนน |
|---|----------------|
| 1. การวางแผนการทดลอง | |
| 1.1 การกำหนดปัญหา | |
| - กำหนดปัญหาได้ชัดเจนสอดคล้องครอบคลุมกับเรื่องที่ศึกษาดีมาก | 4 |
| - กำหนดปัญหาได้ไม่ชัดเจนสอดคล้องครอบคลุมกับเรื่องที่ศึกษาเพียงบางส่วน | 3 |
| - กำหนดปัญหาได้บ้าง แต่ไม่สอดคล้องครอบคลุมกับเรื่องที่ศึกษา | 2 |
| - กำหนดปัญหาไม่ได้ | 1 |
| 1.2 กำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน | |
| - สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล อย่างชัดเจน | 4 |
| - สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลแต่ยังไม่ชัดเจน | 3 |
| - ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา แต่ไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล | 2 |
| - สมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา | 1 |
| 1.3 การดำเนินการทดลอง | |
| - ดำเนินการทดลองได้ถูกต้องครบสมบูรณ์ | 4 |
| - ดำเนินการทดลองได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ | 3 |
| - ดำเนินการทดลองได้ถูกต้องเป็นบางส่วน | 2 |
| - ดำเนินการทดลองไม่เหมาะสม | 1 |
| 1.4 การวางแผนกำหนดขั้นตอนการทำงาน | |
| - ระบุภาระงานและขั้นตอนการทำงานได้ชัดเจน การทำงานทั้งหมดสอดคล้องกับจุดประสงค์ | 4 |
| - ระบุภาระงานได้บ้าง แต่ไม่ครบถ้วนขั้นตอนการทำงานที่กำหนดส่วนใหญ่เหมาะสมดี | 3 |
| แผนการทำงานโดยรวมสอดคล้องกับจุดประสงค์ดี | |
| - ระบุภาระงานและขั้นตอนการทำงานได้พอสมควร ขั้นตอนการทำงานบางส่วนไม่เหมาะสม | 2 |
| สมกับจุดประสงค์ | |
| - ไม่สามารถระบุภาระงาน ไม่ครบถ้วนขั้นตอน แผนการทำงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ | 1 |

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินการปฏิบัติการทดลอง (ต่อ)

| รายการประเมิน | ระดับ คะแนน |
|--|----------------|
| 2. การปฏิบัติการทดลอง | |
| 2.1 การใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทดลอง | |
| - ใช้อุปกรณ์ อุปกรณ์ เครื่องมือได้ถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ อย่างคล่องแคล่ว | 4 |
| - ใช้อุปกรณ์ อุปกรณ์ เครื่องมือได้ถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ แต่ไม่คล่องแคล่ว | 3 |
| - ใช้อุปกรณ์ อุปกรณ์ เครื่องมือได้บางส่วนแต่ไม่คล่องแคล่ว | 2 |
| - ใช้อุปกรณ์ อุปกรณ์ เครื่องมือได้ไม่ถูกต้อง | 1 |
| 2.2 ทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด | |
| - ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง | 4 |
| - ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดได้โดยครูเป็นผู้แนะนำในบางส่วน | 3 |
| - ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดได้ หรือดำเนินการข้ามขั้นตอนที่กำหนด | 2 |
| - ไม่ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดได้ | 1 |
| 2.3 การบันทึกผลการทดลอง | |
| - บันทึกผล อย่างถูกต้องมีระเบียบ และเป็นไปตามการทดลอง | 4 |
| - บันทึกผล ไม่ระบุหน่วย ไม่เป็นระเบียบ และเป็นไปตามการทดลอง | 3 |
| - บันทึกผล ไม่มีการระบุหน่วย และไม่เป็นไปตามการทดลอง | 2 |
| - ไม่มีการบันทึกผล | 1 |
| 2.4 ทำความสะอาดและจัดเก็บอุปกรณ์ | |
| - ดูแลอุปกรณ์/เครื่องมือทดลองอย่างดี มีการทำความสะอาดและเก็บอย่างถูกต้องตามหลักการ | 4 |
| - ดูแลอุปกรณ์/เครื่องมือของทดลอง ทำความสะอาด แต่เก็บไม่ถูกต้อง | 3 |
| - ดูแลอุปกรณ์/เครื่องมือบางส่วน แต่ไม่สนใจทำความสะอาดและเก็บให้เข้าที่ | 2 |
| - ไม่ดูแลอุปกรณ์/เครื่องมือและไม่สนใจทำความสะอาด ไม่เก็บเข้าที่ | 1 |

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินการปฏิบัติการทดลอง (ต่อ)

| รายการประเมิน | ระดับ คะแนน |
|--|----------------|
| 3. การนำเสนอ | |
| 3.1 การแปลความหมายข้อมูล | |
| - บรรยายลักษณะข้อมูลตามข้อมูลที่มีอย่างถูกต้อง | 4 |
| - บรรยายลักษณะข้อมูลตามข้อมูลที่มีถูกต้องพอใช้ | 3 |
| - บรรยายลักษณะข้อมูลตามข้อมูลที่มีถูกต้องบางส่วน | 2 |
| - บรรยายลักษณะข้อมูลนอกเหนือจากที่มี และไม่ถูกต้อง | 1 |
| 3.2 การนำเสนอผลการทดลอง | |
| - จัดกระทำข้อมูลเข้าใจง่าย นำเสนอผลการทดลองเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจนดีมาก | 4 |
| - จัดกระทำข้อมูลเข้าใจง่าย นำเสนอผลการทดลองเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจนพอใช้ | 3 |
| - จัดกระทำข้อมูลเข้าใจพอควร และนำเสนอผลการทดลองไม่เป็นลำดับขั้นตอน | 2 |
| - จัดกระทำข้อมูลไม่เข้าใจ และนำเสนอผลการทดลองไม่เป็นลำดับขั้นตอน | 1 |
| 3.3 การสรุปผลการทดลอง | |
| - สรุปผลการทดลองด้วยตนเองได้ชัดเจนดีมาก ครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์ | 4 |
| - สรุปผลการทดลองได้ชัดเจนดี ค่อนข้างจะครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์ | 3 |
| - สรุปผลการทดลองด้วยตนเองไม่ได้ทั้งหมด ต้องได้รับคำแนะนำเป็นบางส่วน | 2 |
| - สรุปผลการทดลองไม่ได้ | 1 |
| 3.4 การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ | |
| - อภิปรายผลการทดลองถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการทดลอง | 4 |
| - อภิปรายผลการทดลองถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์การทดลองเป็นส่วนใหญ่ | 3 |
| - อภิปรายผลการทดลองถูกต้อง แต่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการทดลองบางส่วน | 2 |
| - อภิปรายผลการทดลองไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ | 1 |

แบบสังเกตพฤติกรรม

รายวิชาชีววิทยา รหัส ว30243

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่องโครงสร้างภายในของพีซดอก

ด้านคุณธรรมจริยธรรม (A) ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยา (ว30243)

เรื่องโครงสร้างภายในของพีชดอก ประเมินด้านคุณธรรมจริยธรรม 5 ข้อดังนี้

1. เข้ารียนตรงเวลา(1 คะแนน)
 2. ตั้งใจเรียน(1 คะแนน)
 3. มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม(1 คะแนน)
 4. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม(1 คะแนน)
 5. มีความซื่อสัตย์ไม่เบิดบานคำตอบในกรอบเฉลยก่อน(1 คะแนน)

แบบสังเกตพฤติกรรม (ต่อ)

| เลขที่ | ชื่อ-สกุล | การประเมินข้อที่ | | | | | รวมคะแนน | ผลการประเมิน |
|--------|-----------|------------------|---|---|---|---|----------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 16 | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | |

(ลงชื่อ).....ผู้ประเมิน
 (.....)

ภาคผนวก ค
ใบกิจกรรมและใบความรู้

ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง โครงสร้างภาษาในของลำต้น รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243
ชื่อครูผู้สอน นายภาณุพงษ์ พรมศร

รายชื่อสมาชิกกลุ่ม

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

คำสั่ง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมต่อไปนี้

สมมติฐานการทดลองนี้ คือ....(ตัวอย่างสมมติฐาน....ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวกับลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่มีโครงสร้างภายในแตกต่างกัน).....

จุดประสงค์การทดลองนี้ คือ.... (ตัวอย่างจุดประสงค์1. นักเรียนทำการทดลองเพื่ออธิบายโครงสร้างภายในของลำต้นได้ 2. นักเรียนเปรียบเทียบข้อแตกต่างโครงสร้างภายในของลำต้นพืชแต่ละชนิดได้ถูกต้อง).....

สารที่เกี่ยวข้อง:

เนื้อเยื่อบริเวณปลายยอดมีส่วนประกอบจากปลายสุดเข้ามา ดังนี้

1. เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด อยู่ปลายสุดมีการแบ่งเซลล์ตลอดเวลา
2. ใบเริ่มเกิด อยู่ตัดเข้ามาเตรียมเจริญเป็นใบอ่อน
3. ใบอ่อน เป็นใบที่ยังเจริญไม่เต็มที่
4. ลำต้นอ่อน เป็นลำต้นที่ยังขยายตัวได้อีก

โครงสร้างภายในของลำต้นจากนอกสุดไปในสุด มีดังนี้

1. เอพิคอร์มิส เป็นเซลล์เรียงกันแطرเดียว บางเซลล์เปลี่ยนไปเป็นขน ด้านนอกมีสารคิวทินเคลือบอยู่

2. คอร์เทกซ์ เป็นเซลล์หลายແลวส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพาร์คิมาและคอลลาเจนคิมาอยู่ใต้ผิวหรือตามสันของลำต้น

3. สตีล เป็นเนื้อเยื่อ 3 ชนิดคือ

- มดท่อลำเลียง อยู่เป็นกลุ่ม ๆ ด้านในเป็นไชเดิมด้านนอกเป็นโพลเมอร์เรียงตัวในรัศมีเดียวกัน

- วิสาหกิริยา เป็นเนื้อเยื่อพาร์คิม่าที่อยู่ระหว่างมัดห่อสำลี เชื่อมต่อระหว่างคอร์เทกซ์และพิธ

- พิธ อยู่ชั้นในสุดเป็นไส้ในของลำต้นประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาร์คิม่า ทำหน้าที่สะสมแป้งหรือสารต่าง ๆ

ในรอบ 1 ปี วิสาหกิริยาจะเปลี่ยนของพิธที่มีเนื้อไม้จะมีการสร้างเซลล์สร้างไชล์ม และเพลเมอชั้นที่สองจำนวนมากน้อยต่างกัน ชั้นอยู่กับปริมาณชาตุอาหารที่ต่างกัน ทำให้เกิดเนื้อไม้สีเข้มจากสลับกันเรียกว่าวงปี ด้านในสุดเรียกว่าแก่นไม้ ถัดออกมายังไนท์ นอกอกมาอีกเรียกว่ากระพี้ นอกสุดเรียกว่าเปลือกไม้

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. ขุดการทดลองอย่างง่าย
2. น้ำกลิ่น
3. สีชาฟานิน
4. พูกัน
5. เข็มเขี่ย
6. สไลด์
7. กระจกปิดสีสีสด
8. กระดาษชำระ
9. ปลั๊กไฟ
10. ajanเพาะเชื้อ
11. กล้องจุลทรรศน์
12. พิชตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ข้าวโพด หญ้า ถั่วงอก ต้นลิงทอง รังจีด เป็นต้น

วิธีการทดลอง

1. นำพิชตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วตัดลำต้นพิชที่สมบูรณ์มาอย่างละ 4-5 ลำต้น
2. ใช้ขุดทดลองอย่างง่ายตัดลำต้นพิชตัวอย่างในแนวตามยาว
3. ใช้พูกันและชิ้นส่วนของลำต้นที่ตัดเป็นชิ้นบางแล้วเชื่อมเข้าด้วยกันที่ใส่ajanเพาะเชื้อ จำนวน 1 ชนิด
4. ใช้พูกันเลือกชิ้นส่วนที่บางและสมบูรณ์ซึ่งย้อมสีแล้วจำนวน 1-2 ชิ้น วางลงบนหยดน้ำบนสไลด์แล้วปิดด้วยกระดาษปิดสไลด์ อย่าให้ด้านบนกระดาษปิดสไลด์เปียกน้ำ

5. นำสไลด์ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ เริ่มจากกำลังขยายต่ำก่อนเพื่อศึกษาขั้นส่วนเนื้อเยื่อที่บางและสมบูรณ์ที่สุด แล้วจึงเปลี่ยนเป็นกำลังขยายสูงขึ้นเพื่อศึกษารายละเอียดของโครงสร้างภายในของลำต้นให้มากขึ้น จากนั้นบันทึกผลการทดลอง ทำการทดลอง 3 ช้ำ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

| พิชตัวอย่าง | ครั้งที่ | ภาพรวมโครงสร้างภาษาในของลำต้น ภาษาไทยถือว่าเป็นภาษาที่มีความซับซ้อนและมีความหลากหลายมากที่สุดในโลก แต่ในความหลากหลายนี้ ก็มีความซับซ้อนที่แตกต่างกันไปตามลำดับ เช่น การใช้คำศัพท์ที่มีความหมายที่ซับซ้อน หรือ การใช้ไวยากรณ์ที่มีความซับซ้อน |
|-------------|----------|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

อภิปรายผลการทดลอง

สรุปผลการทดสอบ

คำแนะนำ : ให้นักเรียนเติมข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง
การทดลองเรื่องโครงสร้างภายในของลำต้น

1. จากการทดลองการจัดเรียงตัวของวัสดุคาวบันเดิลภายในลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวกับลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

2. พืชตัวอย่างชนิดใดสามารถพบว่าสกิวลาร์แคมเปลี่ยนได้

.....

3. เมื่อลำต้นของร่างกายดีและหญ้ามีอายุมากขึ้น ใจกลางของลำต้นจะมีการเปลี่ยนแปลง
 เหมือนกันหรือแตกต่างกัน อย่างไร

.....

4. ทราบได้อย่างไรว่าโครงสร้างตัดตามยาวที่เห็นในกล่องจุลทรรศน์เป็นส่วนของลำต้นใกล้ยอดหรือใกล้โคนลำต้น

.....

5. ความกว้างของชั้นวงปีที่เกิดจากไชเล้มที่มีสีจางบอกให้ทราบถึงอะไร

.....

ใบความรู้ที่ 3

โครงสร้างภายในของลำต้น

โครงสร้างภายในของลำต้น

เนื่องจากลำตันถือว่าเป็นอวัยวะส่วนหนึ่งของพืช เช่นเดียวกับราก ดังนั้น จึงมีเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ เช่นเดียวกัน แต่อาจแตกต่างกันในลักษณะการเรียงตัว อีกทั้งพืชใบเลี้ยงเดียวและพืชใบเลี้ยงคู่ยังมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน ดังเห็นได้จากการทำกิจกรรม

โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่

เมื่อนำลำต้นอ่อนของพืชใบเลี้ยงคู่มาตัดตามขวางแล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะพบว่ามีเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ อยู่เรียงตั้งแต่ชั้นนอกเข้าไปชั้นในได้ดังนี้

1. เอพิเดอร์มิส อยู่ด้านนอกสุดปกติมีอยู่เพียงแฉวเดียว อาจเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์คุ้ม (Guard cell) ชน หรือหนาม ด้านนอกของเอพิเดอร์มิสมีคิวทินเคลือบอยู่

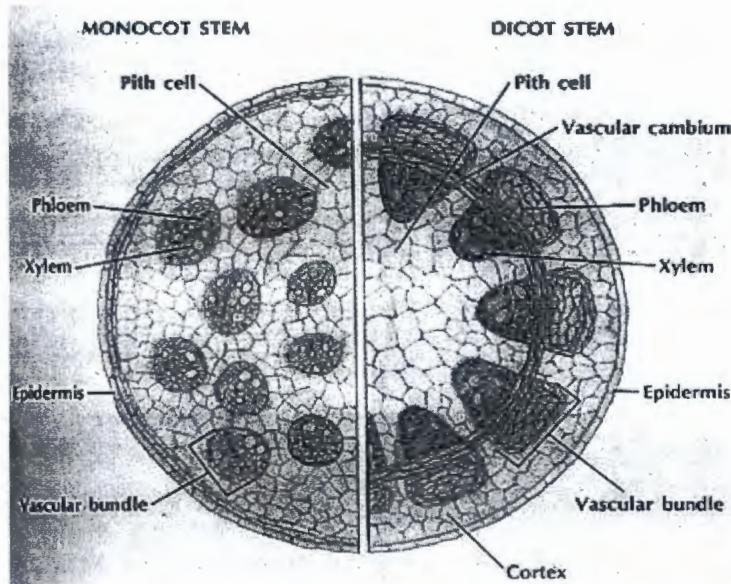
2. คอร์เทกซ์ ชั้นคอร์เทกซ์ของลำต้นแคบกว่าของราก เซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ส่วนใหญ่เป็นเซลล์พาร์เชนช์ (Parenchyma เป็นเนื้อเยื่อชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วย Parenchyma cell หมายความว่าคำเดียวกันอาจใช้เป็นชนิดของเซลล์ หรือชนิดของเนื้อเยื่อก็ได้) เซลล์บริเวณด้านนอก 2-3 顆า ที่อยู่ติดกับเอพิเดอร์มิสเป็นเซลล์คอลเลกติฟที่ช่วยให้ลำต้นมีความแข็งแรงขึ้น และมีเนื้อเยื่อที่สเกลอเรติกีมาแทรกอยู่ทั่ว ๆ ไปในระยะแรกที่ลำต้นยังอ่อนอยู่ พาร์เชนช์มีคลอโรพลาสต์ช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสง เรียกเซลล์นี้ว่า คลอเรนช์มา (Chlorenchyma) การแตกกิ่งของลำต้นแตกมาจากชั้นคอร์เทกซ์นี้ ชั้นคอร์เทกซ์สั้นสุดที่โอบโดยเอพิเดอร์มิส ในลำต้นพืชส่วนใหญ่จะเห็นโอบโดยเอพิเดอร์มิสได้ไม่ชัดเจนหรืออาจจะไม่มีต่างจากรากที่เห็นได้อย่างชัดเจน

เมื่อลำต้นเจริญเติบโตมากยิ่งขึ้น เซลล์พาร์เชนช์หรือคอลเลกติฟในชั้นคอร์เทกซ์จะแปรสภาพเป็นคอร์กแคมเบียม (Cork cambium) ซึ่งจะแบ่งตัวตลอดเวลาให้คอร์ก หรือ เพลลีม (Phellem) ทางด้านนอกเซลล์เหล่านี้มีอายุสั้นมากและตายเร็ว และมีสารพากซูเบอร์น หรือลิกนินมาสะสม ทำให้ชั้นคอร์กหนาขึ้น และดันเอพิเดอร์มิสให้หลุดร่วงไป

3. สตีล ในลำต้นชั้นนี้จะกว้างมากไม่สามารถแบ่งแยกออกจากคอร์เทกซ์ได้ชัดเจน ซึ่งแตกต่างจากรากที่แบ่งชั้นเห็นได้ชัดเจนกว่า ชั้นนี้มีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

- 3.1 วาสคิวลาดาร์บันเดล หรือมัดห่อลำเลียง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อไชเลมอยู่ด้านในและโฟลเอิมอยู่ด้านนอก มัดห่อลำเลียงจะเรียงตัวอยู่ในแนวรัศมีเดียวกัน และเรียงอยู่รอบลำต้นอย่างมีระเบียบ ระหว่างเนื้อเยื่อหั้งสองชนิดมีวาสคิวลาดาร์แคมเบียมอยู่ตรงกลางในพืชใบเลี้ยงคู่

- 3.2 พิธ เป็นเนื้อเยื่อชั้นในสุดของลำต้น เนื้อเยื่อส่วนนี้คือพาร์เชนช์ ทำหน้าที่สะสมอาหารพากแป้งหรือสารอื่น ๆ เช่น ลิกนิน ผลึกแทนนิน (Tannin) เป็นต้น



รูปที่ 1 โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (รูปด้านซ้าย) และ โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ (รูปด้านขวา)

โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ในการเจริญเติบโตขึ้นตัน (Primary growth) ของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ นั้น ส่วนใหญ่จะมีขั้นของเนื้อเยื่อต่าง ๆ คล้ายกัน คือ มีขั้นเอพิเดอร์มิส คอร์เทกซ์ และสตีล เหมือนกัน ส่วนลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป คือ

-คอร์เทกซ์ ที่อยู่ระหว่างเอพิเดอร์มิสกับวัสดุคิวาร์บันเดลจะแคบกว่า เพราะมีขั้นของ เชลล์อยู่เพียง 1-2 ชั้น

-วัสดุคิวาร์บันเดล กระจายอยู่ทั่วไปในขั้นคอร์เทกซ์ และไม่เรียงเป็นวงรอบลำต้นแบบ พืชใบเลี้ยงคู่ วัสดุคิวาร์บันเดลมักมีมากบริเวณใกล้อดิเดอร์มิส บริเวณด้านเข้าไปใจกลางลำต้น จะมี วัสดุคิวาร์บันเดลน้อยลง

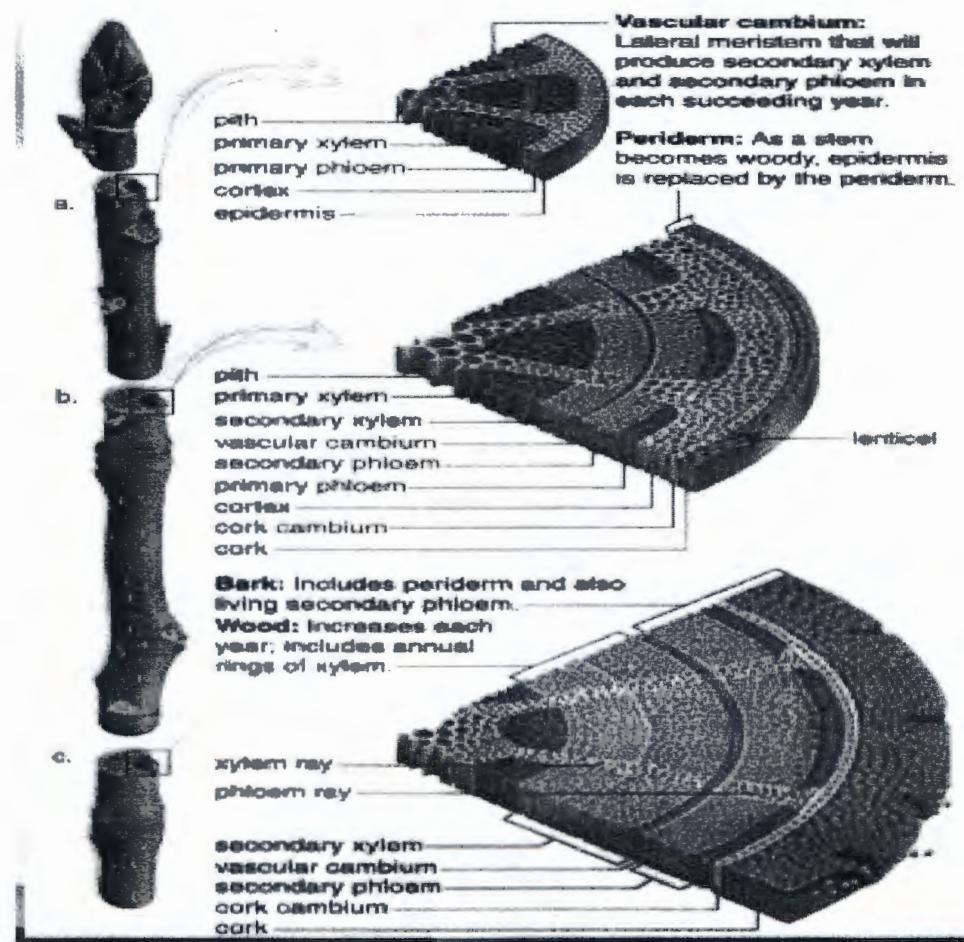
-วัสดุคิวาร์บันเดล ไม่มีแคมเบียม หรือไม่มีวัสดุคิวาร์แคมเบียมคั่นระหว่างเซลล์ กับโพลีเอ็ม จึงไม่มีการเจริญเติบโตขึ้นที่สอง (secondary growth) พืชใบเลี้ยงเดี่ยวส่วนใหญ่จึงไม่ เพิ่มขนาดทางด้านข้าง (คือไม่อ้วนขึ้น) มีแต่การเพิ่มความสูงเท่านั้น ยกเว้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด เช่น จันทน์ผา จันทร์แดง หมายความมากเมีย ว่าทางจะระเข้ ที่มีแคมเบียมซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญ จึง แบ่งตัวได้และทำให้เกิดการเจริญเติบโตขึ้นที่สอง ทำให้ลำต้นอ้วนขึ้น คล้ายกับลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ นอกจากนี้เมื่อลำต้นมีอายุมากขึ้น ยังสามารถสร้างคอร์กได้อีกด้วย

- ว่าสคิวลาร์บันเดลของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ยังมีบันเดลซีท ซึ่งประกอบด้วย เนื้อเยื่อพาร์คิมาที่สะสมแป้ง หรือเนื้อเยื่อสเกลอเรคิมาส้อมรอบเป็นการป้องกันว่าสคิวลาร์บันเดลไว้

- พืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด ที่จากกลางของลำต้น (พิธ) ไม่มีว่าสคิวลาร์บันเดล มีแต่เนื้อเยื่อพาร์คิมาซึ่งจะแห้งตายไปตั้งแต่พิธยังอ่อนอยู่ กลายเป็นช่องกลวง เรียกว่า ช่องพิธ (Pith cavity) เช่นลำต้นของหญ้า และไผ่

วงปี (annual ring)

ในพืชใบเลี้ยงคู่เมื่ออายุมากขึ้น เกิดการเจริญขึ้นที่สอง vascular cambium แบ่งตัวเข้าด้านในให้ secondary xylem จำนวนมาก และตันกลุ่มของ primary xylem เข้าไปในใจกลางลำต้น secondary xylem ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า เนื้อไม้ (wood) ถ้าในปีหนึ่ง ๆ มีปริมาณน้ำในดินไม่เท่ากัน เช่น ช่วงต้นปี ฝนตกชุก น้ำมาก เซลล์จะมีขนาดใหญ่ ผนังบาง สีค่อนข้างขาว เนื้อไม้ช่วงนี้ เรียกว่า เนื้อไม้ต้นฤดู (spring wood) ต่อมาในช่วงปลายปี ฤดูแล้ง น้ำน้อย vascular cambium แบ่งตัวได้ น้อย เซลล์มีขนาดเล็ก ผนังหนา มีสารสะสมภายในเซลล์มาก เนื้อไม้ช่วงนี้จะมีสีเข้มกว่า เรียกว่า เนื้อไม้ปลายฤดู (summer wood) เมื่อเกิดเนื้อไม้ทั้งสองฤดูจึงครบปีพอดี ในปีถัดไปจะเกิดลักษณะเดียวกันอีก ทำให้เห็นเนื้อไม้เป็นวง ๆ เนื่องจากมีเนื้อไม้ 2 ชนิดที่ ลักษณะแตกต่างกัน วงของเนื้อไม้ ดังกล่าวเรียกว่า วงปี



รูปที่ 2 การเจริญเติบโตของลำต้น ทั้งขั้นปฐมภูมิและขั้นทุติภูมิ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะที่แตกต่างระหว่างลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดียว

| ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ | ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดียว |
|--|--|
| 1. วัสดุวลาบันเดิล เรียงเป็นระเบียบในแนวรัศมี | 1. วัสดุวลาบันเดิลกระจัดกระจายทั่วลำต้น |
| 2. มีแคมเบียมระหว่างโพลเอ็มและไซเลม จึงมีการเจริญเติบโตขั้นที่สอง ทำให้ลำต้นอ้วนขึ้น | 2. ส่วนใหญ่ไม่มีแคมเบียมระหว่างโพลเอ็มและไซเลม จึงไม่เพิ่มขนาดทางด้านข้าง มีแต่การเพิ่มความสูง |
| 3. ขั้นคอร์เทกซ์รวมกับโพลเอ็มที่มีอายุมากถูกดันเปลือกไม้ | 3. ขั้นคอร์เทกซ์บาง ๆ ไม่มีการรวมตัวเป็นเปลือกไม้ |
| 4. เมื่อพืชอายุมากขึ้น ไซเลมที่มีอายุมากจะถูกดันเข้าไปข้างในถูกดันไม้เนื้อแข็ง | 4. ไม่มีการสร้างไม้เนื้อแข็งและกลางลำต้นอาจหลง |

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ ง.1 ผลคะแนนก่อนเรียนรายบุคคล

| นักเรียน คนที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน ทันที | คะแนนหลังเรียน 30 วัน |
|-------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | 10 | 27 | 26 |
| 2 | 12 | 25 | 26 |
| 3 | 9 | 24 | 26 |
| 4 | 12 | 26 | 27 |
| 5 | 15 | 26 | 24 |
| 6 | 10 | 27 | 30 |
| 7 | 15 | 29 | 26 |
| 8 | 11 | 30 | 27 |
| 9 | 7 | 29 | 28 |
| 10 | 9 | 28 | 29 |
| 11 | 11 | 27 | 30 |
| 12 | 9 | 28 | 28 |
| 13 | 9 | 29 | 26 |
| 14 | 12 | 28 | 28 |
| 15 | 7 | 25 | 26 |
| 16 | 9 | 26 | 26 |
| 17 | 11 | 25 | 26 |
| 18 | 6 | 22 | 27 |
| 19 | 9 | 21 | 26 |
| 20 | 13 | 27 | 27 |
| 21 | 6 | 26 | 25 |
| 22 | 8 | 24 | 23 |
| 23 | 4 | 24 | 24 |
| 24 | 10 | 26 | 26 |
| 25 | 11 | 18 | 18 |
| 26 | 17 | 26 | 26 |
| 27 | 12 | 16 | 23 |

ตารางที่ ง.1 ผลคะแนนก่อนเรียนรายบุคคล (ต่อ)

| นักเรียน คนที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน ทันที | คะแนนหลังเรียน 30 วัน |
|-------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|
| 28 | 12 | 28 | 25 |
| 29 | 13 | 27 | 25 |
| 30 | 9 | 16 | 22 |
| 31 | 12 | 17 | 20 |
| 32 | 9 | 28 | 25 |
| 33 | 15 | 24 | 24 |
| 34 | 11 | 23 | 26 |
| 35 | 14 | 20 | 22 |
| 36 | 6 | 24 | 25 |

ตารางที่ ง.2 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

| คนที่ | pretest | posttest | %pretest | %posttest | %Actual <g> | %possible <g> | <g> |
|-------|---------|----------|----------|-----------|-------------|---------------|------|
| 1 | 6 | 26 | 20.00 | 86.67 | 66.67 | 80.00 | 0.83 |
| 2 | 10 | 27 | 33.33 | 90.00 | 56.67 | 66.67 | 0.85 |
| 3 | 8 | 23 | 26.67 | 76.67 | 50.00 | 73.33 | 0.68 |
| 4 | 9 | 26 | 30.00 | 86.67 | 56.67 | 70.00 | 0.81 |
| 5 | 13 | 26 | 43.33 | 86.67 | 43.33 | 56.67 | 0.76 |
| 6 | 8 | 28 | 26.67 | 93.33 | 66.67 | 73.33 | 0.91 |
| 7 | 12 | 28 | 40.00 | 93.33 | 53.33 | 60.00 | 0.89 |
| 8 | 10 | 24 | 33.33 | 80.00 | 46.67 | 66.67 | 0.70 |
| 9 | 8 | 26 | 26.67 | 86.67 | 60.00 | 73.33 | 0.82 |
| 10 | 9 | 26 | 30.00 | 86.67 | 56.67 | 70.00 | 0.81 |
| 11 | 12 | 23 | 40.00 | 76.67 | 36.67 | 60.00 | 0.61 |
| 12 | 8 | 25 | 26.67 | 83.33 | 56.67 | 73.33 | 0.77 |
| 13 | 8 | 25 | 26.67 | 83.33 | 56.67 | 73.33 | 0.77 |
| 14 | 11 | 24 | 36.67 | 80.00 | 43.33 | 63.33 | 0.68 |
| 15 | 6 | 27 | 20.00 | 90.00 | 70.00 | 80.00 | 0.88 |
| 16 | 10 | 26 | 33.33 | 86.67 | 53.33 | 66.67 | 0.80 |
| 17 | 14 | 27 | 46.67 | 90.00 | 43.33 | 53.33 | 0.81 |
| 18 | 5 | 21 | 16.67 | 70.00 | 53.33 | 83.33 | 0.64 |
| 19 | 10 | 24 | 33.33 | 80.00 | 46.67 | 66.67 | 0.70 |

ตารางที่ ง.2 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล (ต่อ)

| คนที่ | pretest | posttest | %pretest | %posttest | %Actual <g> | %possible <g> | <g> |
|-------|---------|----------|----------|-----------|-------------|---------------|------|
| 20 | 10 | 28 | 33.33 | 93.33 | 60.00 | 66.67 | 0.90 |
| 21 | 4 | 26 | 13.33 | 86.67 | 73.33 | 86.67 | 0.85 |
| 22 | 7 | 24 | 23.33 | 80.00 | 56.67 | 76.67 | 0.74 |
| 23 | 3 | 26 | 10.00 | 86.67 | 76.67 | 90.00 | 0.85 |
| 24 | 10 | 25 | 33.33 | 83.33 | 50.00 | 66.67 | 0.75 |
| 25 | 7 | 20 | 23.33 | 66.67 | 43.33 | 76.67 | 0.57 |
| 26 | 12 | 25 | 40.00 | 83.33 | 43.33 | 60.00 | 0.72 |
| 27 | 10 | 19 | 33.33 | 63.33 | 30.00 | 66.67 | 0.45 |
| 28 | 12 | 27 | 40.00 | 90.00 | 50.00 | 60.00 | 0.83 |
| 29 | 11 | 26 | 36.67 | 86.67 | 50.00 | 63.33 | 0.79 |
| 30 | 5 | 20 | 16.67 | 66.67 | 50.00 | 83.33 | 0.60 |
| 31 | 13 | 22 | 43.33 | 73.33 | 30.00 | 56.67 | 0.53 |
| 32 | 6 | 27 | 20.00 | 90.00 | 70.00 | 80.00 | 0.88 |
| 33 | 14 | 22 | 46.67 | 73.33 | 26.67 | 53.33 | 0.50 |
| 34 | 11 | 23 | 36.67 | 76.67 | 40.00 | 63.33 | 0.63 |
| 35 | 13 | 19 | 43.33 | 63.33 | 20.00 | 56.67 | 0.35 |
| 36 | 6 | 23 | 20.00 | 76.67 | 56.67 | 80.00 | 0.71 |

ตารางที่ ง.3 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนข้อสอบแบบรายชื่อจำนวน 30 ข้อ

| ข้อที่ | pretest | posttest | %pretest | %posttest | <g> |
|--------|---------|----------|----------|-----------|------|
| 1 | 11 | 27 | 30.56 | 75.00 | 0.64 |
| 2 | 10 | 17 | 27.78 | 47.22 | 0.27 |
| 3 | 9 | 24 | 25.00 | 66.67 | 0.56 |
| 4 | 10 | 25 | 27.78 | 69.44 | 0.58 |
| 5 | 4 | 23 | 11.11 | 63.89 | 0.59 |
| 6 | 8 | 23 | 22.22 | 63.89 | 0.54 |
| 7 | 20 | 29 | 55.56 | 80.56 | 0.56 |
| 8 | 16 | 30 | 44.44 | 83.33 | 0.70 |
| 9 | 19 | 31 | 52.78 | 86.11 | 0.71 |
| 10 | 16 | 27 | 44.44 | 75.00 | 0.55 |
| 11 | 10 | 29 | 27.78 | 80.56 | 0.73 |

ตารางที่ ง.3 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนข้อสอบแบบรายข้อจำนวน 30 ข้อ (ต่อ)

| ข้อที่ | pretest | posttest | %pretest | %posttest | $\langle g \rangle$ |
|--------|---------|----------|----------|-----------|---------------------|
| 12 | 9 | 26 | 25.00 | 72.22 | 0.63 |
| 13 | 8 | 26 | 22.22 | 72.22 | 0.64 |
| 14 | 10 | 27 | 27.78 | 75.00 | 0.65 |
| 15 | 17 | 29 | 47.22 | 80.56 | 0.63 |
| 16 | 5 | 20 | 13.89 | 55.56 | 0.48 |
| 17 | 13 | 31 | 36.11 | 86.11 | 0.78 |
| 18 | 11 | 32 | 30.56 | 88.89 | 0.84 |
| 19 | 10 | 32 | 27.78 | 88.89 | 0.85 |
| 20 | 6 | 31 | 16.67 | 86.11 | 0.83 |
| 21 | 15 | 27 | 41.67 | 75.00 | 0.57 |
| 22 | 15 | 30 | 41.67 | 83.33 | 0.71 |
| 23 | 9 | 29 | 25.00 | 80.56 | 0.74 |
| 24 | 7 | 29 | 19.44 | 80.56 | 0.76 |
| 25 | 10 | 30 | 27.78 | 83.33 | 0.77 |
| 26 | 10 | 33 | 27.78 | 91.67 | 0.88 |
| 27 | 9 | 32 | 25.00 | 88.89 | 0.85 |
| 28 | 11 | 31 | 30.56 | 86.11 | 0.80 |
| 29 | 11 | 31 | 30.56 | 86.11 | 0.80 |
| 30 | 13 | 31 | 36.11 | 86.11 | 0.78 |
| เฉลี่ย | 11.07 | 28.07 | 30.74 | 77.96 | 0.64 |

ตารางที่ ง.4 วิเคราะห์มโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนรายข้อ

| ข้อที่ | pretest | posttest | %pretest | %posttest |
|--------|---------|----------|----------|-----------|
| 1 | 25 | 9 | 69.44 | 25.00 |
| 2 | 26 | 19 | 72.22 | 52.78 |
| 3 | 27 | 12 | 75.00 | 33.33 |
| 4 | 26 | 11 | 72.22 | 30.56 |

ตารางที่ ง.4 วิเคราะห์มโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนรายข้อ (ต่อ)

| ข้อที่ | pretest | posttest | %pretest | %posttest |
|--------|---------|----------|----------|-----------|
| 5 | 32 | 13 | 88.89 | 36.11 |
| 6 | 28 | 13 | 77.78 | 36.11 |
| 7 | 16 | 7 | 44.44 | 19.44 |
| 8 | 20 | 6 | 55.56 | 16.67 |
| 9 | 17 | 5 | 47.22 | 13.89 |
| 10 | 20 | 9 | 55.56 | 25.00 |
| 11 | 26 | 7 | 72.22 | 19.44 |
| 12 | 27 | 10 | 75.00 | 27.78 |
| 13 | 28 | 10 | 77.78 | 27.78 |
| 14 | 26 | 9 | 72.22 | 25.00 |
| 15 | 19 | 7 | 52.78 | 19.44 |
| 16 | 31 | 16 | 86.11 | 44.44 |
| 17 | 23 | 5 | 63.89 | 13.89 |
| 18 | 25 | 4 | 69.44 | 11.11 |
| 19 | 26 | 4 | 72.22 | 11.11 |
| 20 | 30 | 5 | 83.33 | 13.89 |
| 21 | 21 | 9 | 58.33 | 25.00 |
| 22 | 21 | 6 | 58.33 | 16.67 |
| 23 | 27 | 7 | 75.00 | 19.44 |
| 24 | 29 | 7 | 80.56 | 19.44 |
| 25 | 26 | 6 | 72.22 | 16.67 |
| 26 | 26 | 3 | 72.22 | 8.33 |
| 27 | 27 | 4 | 75.00 | 11.11 |
| 28 | 25 | 5 | 69.44 | 13.89 |
| 29 | 25 | 5 | 69.44 | 13.89 |
| 30 | 23 | 5 | 63.89 | 13.89 |
| เฉลี่ย | 24.93 | 7.93 | 69.26 | 22.04 |

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์เครื่องมือ

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจ
มโนมติวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่องโครงสร้างภายในของพืชดอก
แบบปรนัยชนิดตัวเลือก 4 ตัวเลือก โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

ตารางที่ จ.1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ

| ข้อที่ | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | ผลการพิจารณา |
|--------|---------------------------------|---------|---------|-----|------|--------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 8 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 16 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 21 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 22 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 23 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 25 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 26 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 27 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 28 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 30 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |

แบบทดสอบวัดความเข้าใจในมติวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา
เรื่อง โครงสร้างภายในของพืชดอก

ตารางที่ จ.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

| ข้อสอบข้อที่ | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) |
|--------------|------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.63 | 0.51 |
| 2 | 0.67 | 0.48 |
| 3 | 0.43 | 0.40 |
| 4 | 0.60 | 0.46 |
| 5 | 0.67 | 0.44 |
| 6 | 0.80 | 0.42 |
| 7 | 0.80 | 0.37 |
| 8 | 0.47 | 0.48 |
| 9 | 0.77 | 0.53 |
| 10 | 0.77 | 0.36 |
| 11 | 0.80 | 0.62 |
| 12 | 0.37 | 0.45 |
| 13 | 0.80 | 0.57 |
| 14 | 0.60 | 0.38 |
| 15 | 0.80 | 0.60 |
| 16 | 0.40 | 0.41 |
| 17 | 0.80 | 0.40 |
| 18 | 0.37 | 0.47 |
| 19 | 0.40 | 0.44 |
| 20 | 0.47 | 0.48 |
| 21 | 0.60 | 0.46 |
| 22 | 0.60 | 0.38 |
| 23 | 0.80 | 0.60 |
| 24 | 0.40 | 0.41 |
| 25 | 0.80 | 0.40 |

ตารางที่ จ.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ (ต่อ)

| ข้อสอบข้อที่ | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) |
|--------------|------------------------|-----------------------|
| 26 | 0.67 | 0.44 |
| 27 | 0.80 | 0.42 |
| 28 | 0.80 | 0.37 |
| 29 | 0.47 | 0.48 |
| 30 | 0.80 | 0.40 |

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.9 (คำนวณตามสูตรสัมประสิทธิ์เอลฟ่า (α) ของ Cronbach)

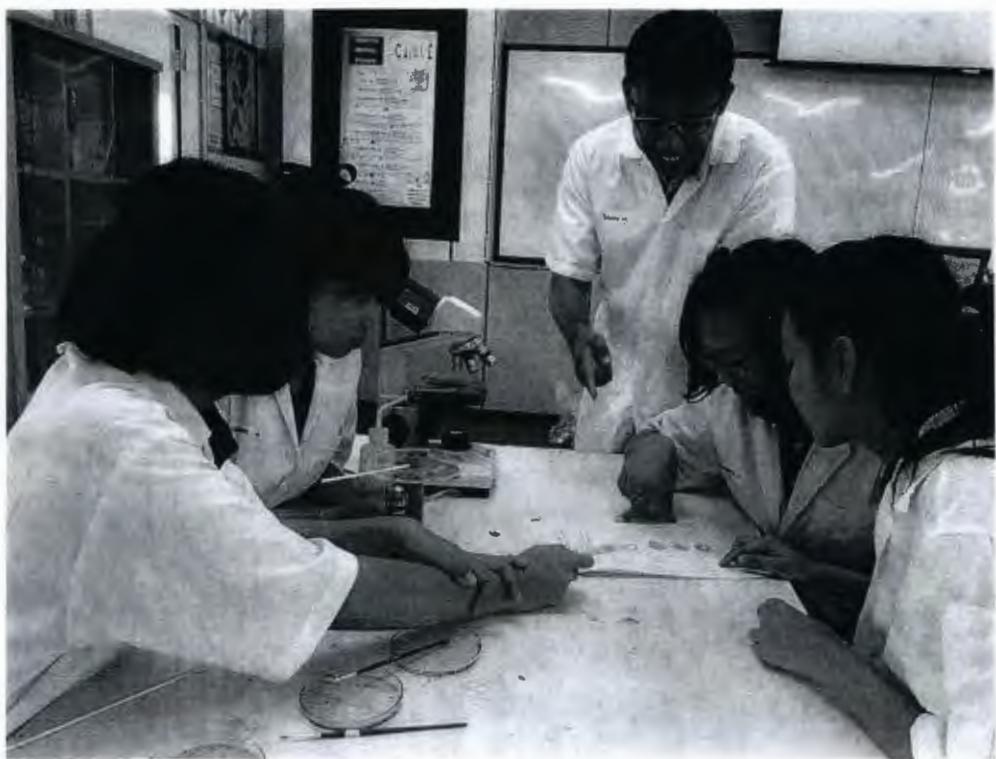
ภาคผนวก ฉ
ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพที่ ฉ.1 การใช้ชุดทดลองอย่างง่ายร่วมกับการจัดการเรียนแบบจีกซอร์



ภาพที่ ฉ.2 การใช้ชุดทดลองอย่างง่าย



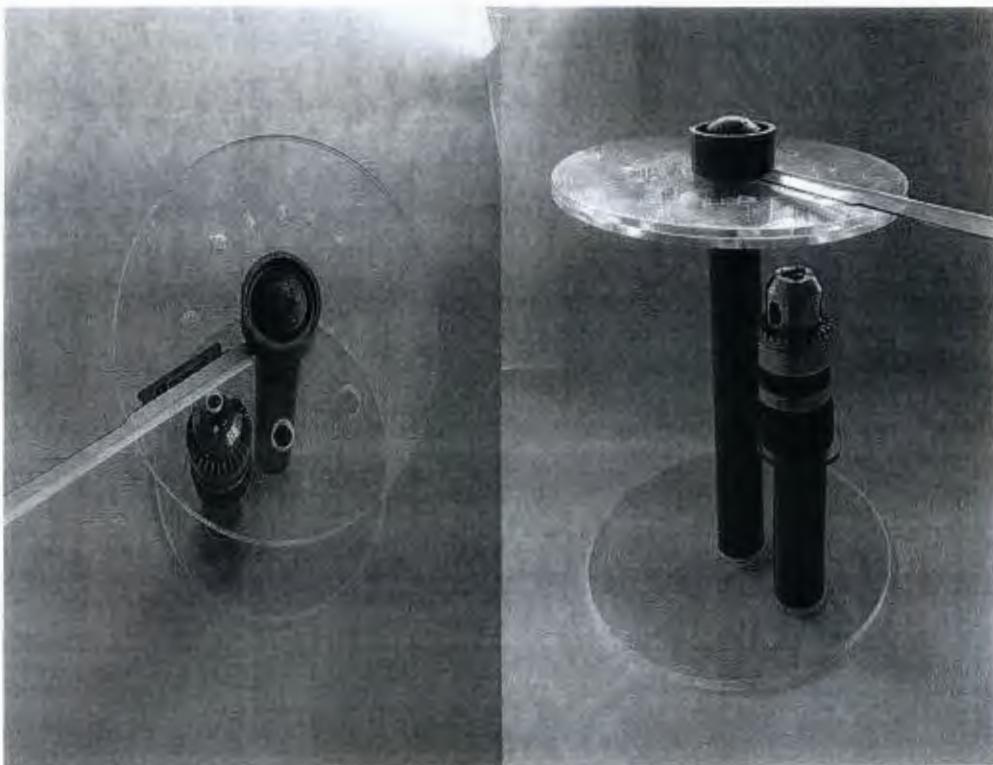
ภาพที่ ฉ.3 กลุ่มบ้าน (Home group)



ภาพที่ ฉ.4 การใช้กล้องจุลทรรศน์ดูภาพโครงสร้างภายในของพีชดอก



ภาพที่ ฉ.5 กลุ่มเชี่ยวชาญ (Expert group)



ภาพที่ ฉ.6 เครื่องตัดเนื้อยื่นพิช

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายภานุพงษ์ พรมศร
ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2548-พ.ศ. 2551 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา^{พ.ศ. 2554 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี}
ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2554- ปัจจุบัน
โรงเรียนลະahanทรายรัชดาภิเษก
อำเภอละหานทราย จังหวัดบุรีรัมย์
ตำแหน่ง ครู ค.ศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนลະหานทรายรัชดาภิเษก
อำเภอละหานทราย จังหวัดบุรีรัมย์
โทรศัพท์ 087-9527025
Email: p_promsorn@hotmail.com