



ใบรับรองวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

วิทยาศาสตร์ศึกษา	ปริญญา	การศึกษา
สาขา		ภาควิชา
เรื่อง	การศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ที่เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	
	The Study of Grade 7 th Students' Conceptions and Creative Thinking in the Unit of Life and Plants Function through an Inquiry-based Instruction	
นามผู้วิจัย	นางสาวเนตรดาว นุ่มเกลี้ยง	
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย		
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	(อาจารย์จิระวรรณ เกษสิงห์, ป.ด.)	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(รองศาสตราจารย์สมบูรณ์ เตชะภิญญาวัฒน์, Ph.D.)	
หัวหน้าภาควิชา	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุดารัตน์ สารสว่าง, Ph.D.)	

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต
และการดำรงชีวิตของพืช ที่เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

The Study of Grade 7th Students' Conceptions and Creative Thinking in the Unit of Life and
Plants Function through an Inquiry-based Instruction

โดย

นางสาวเนตรดาว นุ่มเกลี้ยง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา)

พ.ศ. 2554

เนตรดาว นุ่มเกลี้ยง 2554: การศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ที่เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ปรินญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์จิระวรรณ เกษสิงห์, ปร.ด. 248 หน้า

การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ วัตถุประสงค์ของระยะที่ 1 คือ เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้แนวคิด และการคิดขั้นสูงของนักเรียน ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ผลการวิจัยที่ได้นำไปใช้เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสอนในระยะที่ 2 กลุ่มที่ศึกษาในระยะที่ 1 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 151 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในปีการศึกษา 2552 และครู 3 คน ที่สอนเรื่องดังกล่าว ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ แบบวัดแนวคิด และแบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลสภาพการจัดการเรียนรู้โดยวิธีวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ส่วนข้อมูลจากแบบวัดแนวคิดทำการจัดกลุ่มแนวคิดเป็น 5 กลุ่ม ตาม Westbrook และ Marek และข้อมูลการคิดขั้นสูงทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา วัตถุประสงค์ของการวิจัยระยะที่ 2 คือ เพื่อศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กรณีศึกษาในระยะที่ 2 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 52 คน ที่เรียนหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าว ในปีการศึกษา 2553 โดยให้กรณีศึกษาทำแบบวัดแนวคิดก่อนและหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าว ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการจัดกลุ่มแนวคิดเช่นเดียวกับในระยะที่ 1 เก็บข้อมูลการคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียนโดยใช้แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มและให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ผลการวิจัยระยะที่ 1 พบว่า วิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล ที่ใช้มากที่สุด คือ การบรรยาย ใบกิจกรรม และการตรวจให้คะแนนจากใบกิจกรรมการทดลอง ตามลำดับ นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในทุกแนวคิด แนวคิดที่นักเรียนคลาดเคลื่อนมากที่สุดได้แก่ การตอบสนองต่อแสงของพืช ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ สำหรับการคิดขั้นสูง พบว่า การคิดขั้นสูงที่นักเรียนมีน้อยที่สุดคือ การคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยระยะที่ 2 พบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ โครงสร้างของดอก และปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพิ่มขึ้นมากที่สุด หลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลงในทุกแนวคิด ส่วนการคิดสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนมีการคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น และการคิดริเริ่ม เพิ่มขึ้นหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Netdaow Numkleang 2011: The Study of Grade 7th Students' Conceptions and Creative Thinking in the Unit of Life and Plants Function through an Inquiry-based Instruction. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Miss Jeerawan Ketsing, Ph.D. 248 pages.

This research was divided into two phases. The objective of the first phase was to study the current teaching and learning management, conceptions, and higher order thinking (HOT) of the students in the Unit of Life and Plants Function. The results were used for designing the learning activities in the second phase. The subject of the first phase were 151 7th graders who learnt the Unit of Life and Plants Function in 2009 academic year in a high school located in Kamphaengphet province and 3 teachers who taught the unit. The data was gathered by using a questionnaire, interviews, concept test, and HOT self-assessment. After that, the data about the current teaching and learning management was analyzed through a content analysis. The data collected from concept test was categorized into 5 groups according to Westbrook and Marek. The data with regard to HOT was analyzed by descriptive statistics. The objective of the second phase was to study grade 7th students' conceptions and creative thinking in the Unit of Life and Plants Function after learning the unit inquiry-based instruction. The cases of the second phase were 52 7th graders who learnt the unit in 2010 academic year. The case study was asked to do the concept test before and after they learnt the unit through inquiry-based instruction. The data was analyzed by categorizing into concept groups as same as in the first phase. The data about creative thinking was gathered by utilizing creative thinking tests. The data was analyzed by grouping and scoring by following the researcher's scoring criteria.

The results of the first phase showed that the most teaching method, instructional media and measurement and evaluation method used were lecture, activity sheets and scoring of activity sheets, respectively. The majority of students had alternative concepts in all of the concepts being tested. The concepts that many students had specific misconceptions were phototropism, the meaning and the structure of cell and dicotyledons and monocotyledons. For HOT, the study indicated that the HOT that the students had lowest score was creative thinking. The results of the second phases revealed that after learning the unit through inquiry-based instruction, a number of the students had complete understanding in the concepts of the meaning and the structure of cell, structure of the flower, and factor for photosynthesis. After learning the unit, the number of the students who had alternative understanding was decreased in all of the concepts. For creative thinking, the study showed that the students' fluency thinking, flexibility thinking, and originality thinking were increased after learning the unit via the inquiry-based instruction.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ทุ่มเทเวลา ในการให้ความรู้ คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ และให้กำลังใจใน การทำงานแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อารดา เตชะโกศิยนิช ดร.วสันต์ ทองไทย ดร.ชาตรี ฝ้ายคำตา ดร.เอกรัตน์ ศรีตัญญู และอาจารย์รัชณี โสติดานา ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็น ผู้เชี่ยวชาญในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยจนทำให้การเก็บ รวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลผ่านไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณผู้บริหารสถานศึกษาโรงเรียนกลุ่มที่ศึกษาทุกท่าน ที่กรุณาให้ผู้วิจัยดำเนินการ วิจัยในโรงเรียน และขอบคุณคณะครู และนักเรียน ตลอดจนทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่กรุณา มอบทุนสนับสนุนการศึกษาในระดับปริญญาโท และมอบทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้กราบขอบพระคุณ อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน และขอบใจเพื่อน ๆ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกคนที่ช่วยเหลือ และให้กำลังใจในการเรียนตลอดระยะเวลาในการศึกษา คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดา บุรพคณาจารย์และผู้มี พระคุณทุกท่าน

เนตรดาว นุ่มเกลี้ยง

พฤษภาคม 2554

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(3)
-------------	-----

สารบัญภาพ	(11)
-----------	------

บทที่ 1 บทนำ	1
--------------	---

ความสำคัญของปัญหา	1
-------------------	---

คำถามการวิจัย	4
---------------	---

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
-------------------------	---

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
---------------------------	---

ขอบเขตของการวิจัย	6
-------------------	---

นิยามศัพท์เฉพาะ	7
-----------------	---

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	10
-----------------------	----

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง	12
-------------------------------	----

สภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์	14
--------------------------------------	----

การคิดขั้นสูง	16
---------------	----

แนวคิด	33
--------	----

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	41
--------------------------------------	----

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	46
-----------------------	----

บทที่ 3 วิธีการวิจัย	48
----------------------	----

การดำเนินการวิจัยระยะที่ 1	51
----------------------------	----

การเลือกกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยระยะที่ 1	51
--	----

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยระยะที่ 1	52
-----------------------------------	----

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยระยะที่ 1	67
-------------------------------------	----

การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยระยะที่ 1	72
--	----

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยระยะที่ 1	75
---------------------------------------	----

การดำเนินการวิจัยระยะที่ 2	78
----------------------------	----

การเลือกกรณีศึกษาในงานวิจัยระยะที่ 2	78
--------------------------------------	----

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยระยะที่ 2	78
-----------------------------------	----

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้และการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม	81
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยระยะที่ 2	83
การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยระยะที่ 2	85
การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยระยะที่ 2	87
บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์	90
สภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช	91
แนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	143
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	202
สรุปวิธีดำเนินการวิจัย	202
สรุปผลการวิจัย	207
ข้อเสนอแนะ	208
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	210
ภาคผนวก	221
ภาคผนวก ก ราชานามผู้เชี่ยวชาญ	222
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	224
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์	238
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้	241
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง	244
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างแบบวัดการคิดสร้างสรรค์	246
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	248

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ความหมายและกระบวนการของการคิดขั้นสูง	18
2.2	องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์	26
2.3	กระบวนการคิดสร้างสรรค์	28
2.4	แนวคิดคลาเคื่อนของนักเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช	36
3.1	แผนการจัดการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช	55
3.2	การจัดกลุ่มแนวคิดตาม Westbook and Marek (1991)	76
4.1	ความคิดเห็นของนักเรียนต่อวิธีสอนของครู	97
4.2	สื่อการสอนที่ครูใช้ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช	98
4.3	ความคิดเห็นของนักเรียนต่อวิธีการวัดและประเมินผลที่ครูใช้	99
4.4	ระดับความเข้าใจและเกณฑ์ในการจัดกลุ่มแนวคิดตาม Westbook and Marek (1991)	100
4.5	ความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนตามกลุ่มแนวคิด เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช	101

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.6	ความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียน ตามระดับพฤติกรรมการคิดขั้นสูง ในวิชาวิทยาศาสตร์	139
4.7	ความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามกลุ่ม แนวคิดในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช	144
4.8	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) เรื่อง สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ก่อนและ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	150
4.9	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่ สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและ สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้	152
4.10	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิด คลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	153
4.11	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	154
4.12	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) เรื่อง ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ก่อนและ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	155

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.13	แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อน (PS) เรื่อง ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	156
4.14	แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	156
4.15	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง หน้าที่ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	157
4.16	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง หน้าที่ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	158
4.17	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง หน้าที่ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	159
4.18	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง การออสโมซิส ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	163

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.19	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่ สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง การออสโมซิส ก่อนและ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	164
4.20	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิด คลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง การออสโมซิส ก่อนและหลังเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	165
4.21	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	165
4.22	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) เรื่อง ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก่อนและ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	166
4.23	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่ สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วย แสงของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	166
4.24	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิด คลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	167
4.25	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	168

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.26	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) เรื่อง ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก่อนและหลัง เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	169
4.27	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่ สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	169
4.28	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิด คลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	170
4.29	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ก่อนและหลังเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	173
4.30	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) เรื่อง พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ก่อนและหลังเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	174
4.31	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่ สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืช ใบเลี้ยงคู่ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	175
4.32	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิด คลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ก่อนและ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	175

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.33	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง การลำเลียงอาหารของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	176
4.34	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง การลำเลียงอาหารของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	177
4.35	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง การลำเลียงอาหารของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	178
4.36	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง การลำเลียงอาหารของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	179
4.37	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง การคายน้ำของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	180
4.38	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง การคายน้ำของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	180
4.39	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง การคายน้ำของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	181

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.40	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิด คลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง การคายน้ำของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	181
4.41	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) เรื่อง กระบวนการสืบพันธุ์ของดอก ก่อนและหลังเรียน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	185
4.42	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่ สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง กระบวนการสืบพันธุ์ของดอก ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	185
4.43	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิด คลาดเคลื่อน(SM) เรื่อง กระบวนการสืบพันธุ์ของดอก ก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	186
4.44	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) เรื่อง การตอบสนองต่อแสงของพืช ก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	187
4.45	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่ สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง การตอบสนองต่อแสงของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	188
4.46	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิด คลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง การตอบสนองต่อแสงของพืช ก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	188

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.47	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง การตอบสนองต่อการสัมผัสของ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	189
4.48	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) เรื่อง การตอบสนองต่อการสัมผัสของพืช ก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	190
4.49	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง การตอบสนองต่อการสัมผัสของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	190
4.50	การคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแต่ละประเภท	193

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบในการจัดการเรียนการสอน	14
2.2	แสดงกระบวนการตัดสินใจ	21
3.1	วิธีดำเนินการวิจัย	49
4.1	แผนผังห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	93
4.2	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์	103
4.3	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์	104
4.4	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่ สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ความหมาย และรูปร่างลักษณะของเซลล์	105
4.5	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาด เกลื่อน (SM) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์	105
4.6	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) ที่ผ่านการเรียนรู้ เรื่อง การแพร่	112
4.7	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่ สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง การแพร่	113

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.8	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิด คลาดเคลื่อน (SM) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง การแพร่	114
4.9	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช	121
4.10	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช	122
4.11	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่ สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง การลำเลียงน้ำ ของพืช	123
4.12	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง โครงสร้างของดอก	130
4.13	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง โครงสร้างของดอก	131
4.14	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่ สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง โครงสร้าง ของดอก	131
4.15	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิด คลาดเคลื่อน (SM) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง โครงสร้างของดอก	132

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.16	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ ก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	146
4.17	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ ก่อนและ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	147
4.18	แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และ คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	148
4.19	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิด คลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	149
4.20	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) เรื่อง การแพร่ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้	160
4.21	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง การแพร่ ก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	161
4.22	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิด คลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง การแพร่ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้	162

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.23	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	171
4.24	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่ สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	172
4.25	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง โครงสร้างของดอก ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้	182
4.26	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) เรื่อง โครงสร้างของดอก ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	183
4.27	ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่ สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง โครงสร้างของดอก ก่อนและ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	183
4.28	การเปรียบเทียบคะแนนการคิดสร้างสรรค์ประเภทการคิดคล่อง (Fluency Thinking) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นรายบุคคลหลังเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	194
4.29	การเปรียบเทียบคะแนนการคิดสร้างสรรค์ประเภทการคิดยืดหยุ่น (Flexibility Thinking) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นรายบุคคลหลังเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	196

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

หน้า

4.30

การเปรียบเทียบคะแนนการคิดสร้างสรรค์ประเภทการคิดริเริ่ม (Originality Thinking) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นรายบุคคลหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

198



บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นตัวจักรสำคัญของการพัฒนาประเทศ เพราะความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ได้เข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น และเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น ในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษาที่มีคุณภาพ เพื่อให้คนไทยทุกคนมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอต่อการดำเนินชีวิตในสังคมปัจจุบันอย่างมีความสุข และนำไปสู่การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ [สกศ.], 2544ก)

การให้ความสำคัญและการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ แม้ในปัจจุบันได้มีการให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนมีบทบาทในการลงมือปฏิบัติกิจกรรมและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2546) อย่างไรก็ตามยังพบว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังประสบปัญหาอยู่หลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาเกี่ยวกับแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนที่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์บางครั้งไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ได้ แม้เวลาผ่านไปแนวคิดคลาดเคลื่อนก็ยังคงอยู่กับผู้เรียน (Shepherd and Renner, 1982; Marek, 1986; Westbrook and Marek, 1992) และถ้านักเรียนมีแนวคิดพื้นฐานคลาดเคลื่อนย่อมส่งผลต่อการเข้าใจแนวคิดในระดับที่สูงขึ้น และจากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิดคลาดเคลื่อนอยู่หลายแนวคิด เช่น แนวคิดเรื่อง เซลล์ (Marek, 1986) การแพร่และการออสโมซิส (Westbrook and Marek, 1991; Arthur, 1995) การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Wandersee, 1985; Stavy *et al.*, 1987; Fernando, 2003; Marmaruti and Galanopoulou, 2006;) และการสืบพันธุ์ของพืช (Lumpe and Staver, 1995)

สาเหตุการเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนเกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียนเนื้อหาในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ การถ่ายทอดเนื้อหาหรือข้อมูลที่ผิดพลาดโดยครูผู้สอนไปสู่ผู้เรียน (Helm,

1980; Abraham *et al.*, 1992; Westbrook and Marek, 1992) และการที่ครูผู้สอนไม่มีการตรวจความรู้เดิมและไม่ได้นำความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่มีอยู่เดิมมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้ (Adeniyi, 1985 cited in Westbrook and Marek, 1991; Boujaoude, 1991) นอกจากนี้สาเหตุสำคัญอีกประการที่ส่งผลต่อแนวคิดของผู้เรียนคือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการท่องจำเนื้อหา การถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนสู่ผู้เรียน โดยผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้รับความรู้ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2532) ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบนี้ส่งผลต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้เป็นผลที่เกิดจากการคิด ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญาที่เกิดจากการทำงานในสมองของมนุษย์ต้องอาศัยประสบการณ์และสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยในการแสวงหาคำตอบ การแก้ปัญหา รวมทั้งการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่เป็นไปอย่างมีระบบ (Piaget, 1972; Beyer, 1991; Perkin, 1995 cited in Janssen and Hullu, 2008) จึงกล่าวได้ว่า การคิดมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดขั้นสูง จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2544 การพัฒนาการคิดขั้นสูงเป็นเป้าหมายหนึ่งของการจัดการศึกษา โดยเฉพาะในวิชาวิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2546) เนื่องจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผู้เรียนต้องอาศัยกระบวนการคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และการคิดทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ (Li and Klahr, 2006) และสามารถวิเคราะห์ตัดสินใจข้อมูลได้อย่างมีเหตุผล (สทศ., 2542; สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551)

อย่างไรก็ตามแม้ว่าการคิดขั้นสูง มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ แต่ผลการประเมินด้านมาตรฐานของผู้เรียน พบว่า ความสามารถในการคิดของผู้เรียนอยู่ในระดับปรับปรุง ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่สุดที่จะต้องหาทางแก้ไขปรับปรุงโดยเร่งด่วน สาเหตุสำคัญประการหนึ่งมาจากการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนที่ไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดขั้นสูง การสอนที่เป็นลักษณะบรรยาย ท่องจำ และมีคำตอบสำเร็จเพียงคำตอบเดียว (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2551) ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมการคิดขั้นสูง คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจหรือสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยการจัดสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนกับความรู้ใหม่ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามความถนัดและความสนใจ (สุพรรณิ คงกระนันต์, 2548) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยส่งเสริมให้เกิดกระบวนการต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพช่วยให้เกิดกระบวนการทางปัญญา และนำผู้เรียนไปสู่การสร้างความรู้ความเข้าใจหรือสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

จากงานวิจัยพบว่า การสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับในวงการวิทยาศาสตร์ศึกษาว่าสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น (Yager and Akcay, 2000 cited in National Science Education Standards [NRC.], 1996) การสืบเสาะหาความรู้ คือ การค้นหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยการพิจารณา การสำรวจตรวจสอบอย่างถี่ถ้วนหรือการวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และจะต้องอยู่บนพื้นฐานของการค้นพบ และอยู่ภายใต้การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยรู้มาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ที่ผู้เรียนค้นพบอาจเป็นแนวคิด หลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือเป็นการค้นพบกรรมวิธีในการประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2532) จากการวิจัยของ จันทร์จิรา ภมรศิลปกรรม (2551) ที่ทำการศึกษาการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปิโตรเลียมและพอลิเมอร์เพิ่มขึ้นหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อาทิตยา จิตรเอื้อเพื่อ (2551) ที่ชี้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยส่งเสริมแนวคิดวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การตอบสนองของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

จากความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาแนวคิด และการคิดขั้นสูงของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยผู้วิจัยเลือกหน่วยการเรียนรู้เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชเพื่อใช้ในการศึกษา เนื่องจากแนวคิดในหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นแนวคิดพื้นฐานของแนวคิดเรื่อง เซลล์ การแพร่และการออสโมซิส การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การลำเลียงสารของพืช การสืบพันธุ์ของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช ถ้านักเรียนมีแนวคิดพื้นฐานคลาดเคลื่อนย่อมส่งผลต่อการเข้าใจแนวคิดในระดับที่สูงขึ้นไป ประกอบกับจากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดขั้นสูงในเรื่องนี้น้อย เป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ โดยระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช และนำผลที่ได้ไปใช้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้ในงานวิจัยระยะที่ 2 โดยงานวิจัยระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คำถามวิจัย

ระยะที่ 1

1. สภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช เป็นอย่างไร

1.1 สภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช เป็นอย่างไร

1.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิด เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร

1.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการคิดขั้นสูง เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร

ระยะที่ 2

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิด เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

1.1 เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

1.2 เพื่อสำรวจแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

1.3 เพื่อสำรวจการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มี เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

2. เพื่อศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. เพื่อศึกษาการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในเรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช รวมทั้งได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์และการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเพื่อปรับใช้ในการสอนเรื่องอื่น

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้มีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. สถานที่ดำเนินการวิจัย คือ โรงเรียนสอนดีวิทยาการ (นามสมมติ) ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในจังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. กรณีกิจการของงานวิจัยนี้แบ่งออกตามระยะการวิจัยได้ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวน 151 คน ที่ผ่านการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในปีการศึกษา 2552 ของ โรงเรียนสอนดีวิทยาการ

2.2 ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ของ โรงเรียนสอนดีวิทยาการ จำนวน 3 คน

ระยะที่ 2 การศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน ที่เรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียน สอนดีวิทยาการ

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิต ของพืช ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งครอบคลุมแนวคิดหลัก 6 แนวคิด ได้แก่ เซลล์ การแพร่และการออสโมซิส การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การลำเลียงสารของพืช การสืบพันธุ์ของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช

4. ระยะเวลาดำเนินการวิจัย คือ ระยะเวลาที่ 1 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 และระยะที่ 2 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้คำศัพท์ในความหมายที่กำหนดขอบเขตไว้เฉพาะ ดังนี้

สภาพการจัดการเรียนรู้ หมายถึง บริบทของโรงเรียนและห้องเรียน ภูมิหลังของครู ภูมิหลังของนักเรียน วิธีสอน สื่อการสอน การวัดและการประเมินผล ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งวัดได้แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนและการสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึกจากนักเรียน โดยใช้คำถามจากแบบสอบถามดังกล่าว

แนวคิดเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หมายถึง ความรู้และความเข้าใจของนักเรียนในเรื่อง เซลล์ การแพร่และออสโมซิส การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การลำเลียงสารของพืช การสืบพันธุ์ของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช ซึ่งวัดได้จากแบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

การคิดขั้นสูง หมายถึง การคิดแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงของนักเรียน สัมภาษณ์นักเรียนและประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูงที่ครูจัดและแบบสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงของนักเรียน

การคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดคล่อง (Fluency Thinking) การคิดยืดหยุ่น (Flexibility Thinking) และการคิดริเริ่ม (Originality Thinking) ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งวัดได้จากคะแนนของนักเรียนจากการทำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การแพร่และการออสโมซิส (แผนที่ 2) การลำเลียงสารของพืช (แผนที่ 4) และการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช (แผนที่ 6)

นิยามศัพท์เฉพาะของการคิดสร้างสรรค์แต่ละประเภท มีดังนี้

การคิดคล่อง หมายถึง ปริมาณการคิดของนักเรียนในเรื่อง การแพร่และการออสโมซิส การลำเลียงสารของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช ภายในเวลาที่กำหนด

การคิดยืดหยุ่น หมายถึง กลุ่มการคิดของนักเรียนในเรื่อง การแพร่และการออสโมซิส การลำเลียงสารของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช

การคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ของนักเรียนที่แตกต่างจากความคิดของคนอื่น ในเรื่อง การแพร่และการออสโมซิส การลำเลียงสารของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนแสวงหาคำตอบหรือความรู้ด้วยตนเอง โดยมี 5 ขั้นตอน ตามแนวทางของ สสวท. (2546) ดังนี้

ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนจากการใช้คำถามจากสถานการณ์ จากรูปภาพ จากความสนใจของนักเรียน จากความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ สร้างคำถาม เกิดการอภิปราย กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในขั้นตอนนี้ได้สอดแทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ คือ การใช้เทคนิคระดมสมอง การใช้คำถาม สถานการณ์ การวาดภาพ การอภิปราย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น และการคิดริเริ่ม

ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย เกิดอยากเรียนรู้ และทำความเข้าใจประเด็นจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียนแล้ว ในขั้นสำรวจและค้นหามีการสอดแทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ คือ การใช้เทคนิคระดมสมองให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ตั้งคำถาม ตั้งปัญหา กำหนดตัวแปร ตั้งสมมติฐาน ออกแบบกิจกรรมการทดลอง ระบุอุปกรณ์การทดลองและสารเคมี ออกแบบตารางบันทึกผล คิดวิธีการนำเสนอ ร่วมกันอภิปราย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น และการคิดริเริ่ม

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explantion) เมื่อได้ข้อมูลเพียงพอจากขั้นสำรวจและค้นหา จึงให้นักเรียนนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลในรูปแบบต่าง ๆ ในขั้นตอนนี้ได้สอดแทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ คือ การใช้เทคนิคระดมสมอง

การใช้คำถาม ให้นักเรียนคิดวิธีนำเสนอข้อมูล การอภิปราย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น และการคิดริเริ่ม

ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นมาเชื่อมโยง กับความรู้เดิมหรือความรู้ใหม่จากข้อมูล จากสถานการณ์ จากวิทัศน์ จากรูปภาพ จากของจริงมาใช้ อธิบายสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และทำให้เกิดความรู้ ที่กว้างขึ้น ในขั้นตอนนี้ได้สอดแทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ คือ การใช้คำถาม การใช้ สถานการณ์ และการใช้เทคนิคระดมสมอง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น และการคิดริเริ่ม

ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีการ ต่าง ๆ เช่น การตอบคำถาม การทำใบงาน การทำใบกิจกรรมการทดลอง ในขั้นตอนนี้จะประเมิน การคิดสร้างสรรค์ประเภทการคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น และการคิดริเริ่ม โดยให้นักเรียนทำแบบวัด การคิดสร้างสรรค์หลังจบแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการแพร่และการออสโมซิส การลำเลียงสาร ของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ วัตถุประสงค์ของระยะที่ 1 เพื่อการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช และมีวัตถุประสงค์ของระยะที่ 2 เพื่อศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อสร้างกรอบแนวคิดการทำวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. สภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
3. การคิดขั้นสูง
 - 3.1 ความหมายของการคิดและการคิดขั้นสูง
 - 3.2 การคิดแก้ปัญหา
 - 3.3 การคิดตัดสินใจ
 - 3.4 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.5 การคิดสร้างสรรค์
 - 3.5.1 ความหมายของการคิดสร้างสรรค์
 - 3.5.2 องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์

3.5.3 กระบวนการคิดสร้างสรรค์

3.5.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

4. แนวคิด

4.1 ความหมายของแนวคิด

4.2 การสร้างแนวคิด

4.3 แนวคิดคลาดเคลื่อน

4.4 การจัดกลุ่มแนวคิด

4.5 การวัดแนวคิด

5. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

5.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

5.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.3 ระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

1. แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่สำคัญและเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางซึ่งมีทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และของ วีก็อตสกี (Vygotsky) เป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีนี้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544; ทิศนา แจมมี, 2552) ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่ตั้งอยู่บนฐานแนวคิดของเพียเจต์จะอธิบายพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลว่า ประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการคือ กระบวนการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางสติปัญญาเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่ โดยอธิบายว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับ และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสถานะให้อยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) ปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลใหม่หรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้นโดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2550)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่ตั้งอยู่บนฐานแนวคิดของวีก็อตสกี ถือว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่นโดยให้ความสำคัญกับวัฒนธรรม ทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนมากขึ้น (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2550) ซึ่งมีผู้วิจัยนำทฤษฎีตามแนวคิดของวีก็อตสกีนี้ มาทำการศึกษาและพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์หรือทัศนคติต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยนำมาใช้เป็นกรอบในการวิจัย (Howe, 1996; Hodson and Hodson, 1998)

การสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองได้มีการพัฒนาขึ้นไว้หลากหลาย Driver and Oldham (1986 อ้างใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544) ได้ระบุลักษณะและขั้นตอนของการสอนไว้ว่าประกอบด้วย ขั้นนำ ขั้นสังเกตความคิด ขั้นปรับเปลี่ยนแนวคิด ขั้นนำความคิดไปใช้และขั้นทบทวน ซึ่งการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เน้นความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนและความสำคัญของความรู้เดิม การนำทฤษฎีการเรียนรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่ง Suaunders (1992 อ้างใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544) ได้เสนอแนะไว้

ว่าการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ใช่การท่องจำข้อมูลแต่เป็นการแสวงหาความหมาย โดยการปรับโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนให้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เกี่ยวกับโลกภายนอก เพื่อให้เกิดสภาพดังกล่าว ผู้เรียนต้องได้รับประสบการณ์ทางประสาทสัมผัสจำนวนมากและมีโอกาสที่จะปรับภาวะไม่สมดุลที่เกิดขึ้น ลักษณะของการสอนวิทยาศาสตร์ควรประกอบด้วยการลงมือปฏิบัติ การมีส่วนร่วมในการใช้ความคิด การทำงานกลุ่มและการประเมินผลที่หลากหลาย

2. การนำทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

Saunders (1992 อ้างใน พิมพ์พันธ์ เดชะคุป, 2544) ได้เสนอไว้ว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่เน้นการท่องจำ แต่เป็นการแสวงหาความหมายโดยการปรับโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียน ผู้เรียนต้องได้รับประสบการณ์ทางประสาทสัมผัสและมีโอกาสที่จะปรับภาวะไม่สมดุลที่เกิดขึ้น ซึ่งลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

2.1 การลงมือปฏิบัติ

เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรง ลงมือปฏิบัติกิจกรรมทดลอง อย่างไรก็ตามกิจกรรมปฏิบัติการไม่ใช่มีประสิทธิภาพที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายเสมอไป เพราะการทดลองที่ผู้สอนกำหนดแนวทางให้กับผู้เรียน โดยที่นักเรียนไม่ได้คิดออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ผู้เรียนมักไม่มีประสบการณ์ของภาวะสมดุล เพราะผู้เรียนไม่ได้ใช้โครงสร้างทางปัญญาของตนเองในการคาดคะเนสิ่งที่สังเกตเห็น

2.2 การมีส่วนร่วมในการใช้ความคิด

จัดสภาพห้องเรียนให้ผู้เรียนใช้ความคิดด้วยตนเอง กิจกรรมที่เน้นการคิด เช่น การอธิบาย การตีความหมายข้อมูล การโต้เถียงเชิงสร้างสรรค์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา การกำหนดสมมติฐานที่หลากหลาย การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน เป็นต้น

2.3 การทำงานกลุ่ม

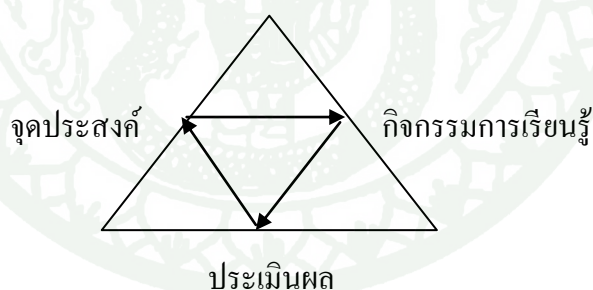
จัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยกระตุ้นกิจกรรมทางความคิดระดับสูงระหว่างสมาชิกในกลุ่มได้มากกว่าการให้ฟังบรรยาย ทำให้มีโอกาสเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญาได้

2.4 การประเมินผล

การประเมินผลที่ใช้ข้อทดสอบที่เน้นกิจกรรมการคิดระดับสูง จัดเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเองมากขึ้น

สภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับกระบวนการสอนเป็นองค์ประกอบสำคัญเพราะการเรียนการสอนเป็นการจัดกิจกรรมประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน โดยคำนึงถึงองค์ประกอบหลายด้านซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ (อรรถัย มูลคำ และ สุวิทย์ มูลคำ, 2544) การจัดการเรียนการสอนนั้นผู้สอนต้องเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบ มีองค์ประกอบสำคัญที่ผู้สอนต้องคำนึงอยู่ 3 ประการคือ ประการที่ 1 ในการสอนแต่ละครั้งจะต้องมีการกำหนดจุดประสงค์หรือต้องรู้จุดประสงค์ของการสอน ประการที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และประการสุดท้ายเมื่อดำเนินการสอนตามกิจกรรมการเรียนรู้แล้วต้องมีการประเมินผลตามพฤติกรรมหรือเงื่อนไขตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์นั้น ดังแสดงในภาพที่ 2.1 (จ่านง พรายเข้มแข, 2526)



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบในการจัดการเรียนการสอน

ที่มา: จ่านง พรายเข้มแข (2526)

ดังนั้นสรุปได้ว่า การเรียนการสอนเป็นการถ่ายทอดความรู้ ทักษะและเจตคติที่มีการเตรียมการมีการวางแผนตามหลักวิชา มีขั้นตอนหรือกระบวนการสอนที่เป็นแบบแผนชัดเจน มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย อีกทั้งการสอนต้องคำนึงถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญ เปลี่ยนแปลงจากการถ่ายทอดความรู้มาเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (ทิสนา แคมมณี, 2552)

แนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เป็นไปตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ การสอนจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้เทคนิคและวิธีสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนค้นพบ และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนจัดสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศที่กระตุ้นจิตใจและเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้การคิดขั้นสูง มีการจัดการเรียนการสอนตามลำดับขั้นการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ได้ทำการทดลองและลงมือปฏิบัติจริง จัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนกับความรู้ใหม่ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมตามความถนัดและความสนใจ (สุพรรณิ คงกระนนต์, 2548)

สภาพการเรียนการสอนประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ผู้สอน ผู้เรียน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องมุ่งไปที่ผู้สอน ส่วนการเรียนกิจกรรมดังกล่าวต้องมุ่งไปที่ผู้เรียน อย่างไรก็ตามแม้ในปัจจุบันมีการให้ความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยผู้เรียนมีบทบาทในการทำกิจกรรมและลงมือปฏิบัติ (สสวท., 2545) แต่ยังคงพบว่าสภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังประสบกับปัญหาอยู่ คือ ครูผู้สอนเน้นสอนแบบวิชาการและเน้นการท่องจำ ครูผู้สอนส่วนใหญ่มีความเคยชินกับการสอนในลักษณะผู้สอนเป็นศูนย์กลาง ประกอบกับไม่ได้รับการช่วยเหลือให้ฝึกทักษะและการปฏิบัติตามการสอนตามแนวคิดใหม่อย่างเพียงพอ การสอนโดยครูผู้สอนเป็นศูนย์กลางจึงยังคงครอบงำอย่างเหนียวแน่นมาจนถึงปัจจุบัน (สกส., 2551; ทิศนา แจมมณี, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยที่ชี้ว่า สภาพการจัดการเรียนการสอนของครูสอนวิทยาศาสตร์ยังมีปัญหาอยู่หลายด้าน เช่น ด้านเนื้อหาวิชา วิธีสอน แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล สาเหตุมาจากความเข้าใจและความสามารถของครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอน รวมทั้งปัญหาความไม่ตั้งใจเรียนของนักเรียน (จอมใจ เมี่ยมรทา, 2540; บัญชา โพธิ์เสภา, 2544) และมีผลวิจัยของวรรณทิพา รอดแรงคำ (2551) พบว่าแม้ครูวิทยาศาสตร์จะจัดกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทั้งเหตุผลและการคิดสร้างสรรค์ สร้างองค์ความรู้โดยผ่านการสืบเสาะหาความรู้ และครูวิทยาศาสตร์มากกว่าครึ่งมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอน แต่ไม่ได้หมายความว่า ครูวิทยาศาสตร์มีลักษณะดังกล่าวทุกคน แสดงให้เห็นว่า สภาพการจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามแนวปฏิรูปหลักสูตรวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับหนึ่ง แต่ไม่ใช่ครูทุกคนที่ปฏิบัติตามแนวปฏิรูปนี้

การคิดขั้นสูง

1. ความหมายของการคิดและการคิดขั้นสูง

การคิด คือ กระบวนการสติปัญญาเกิดจากการทำงานในสมองของมนุษย์เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยประสบการณ์และสภาพแวดล้อมในการปรับตัวเพื่อนำมาใช้ในการวางแผน การแก้ไขปัญหา การแสวงหาคำตอบ การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ อย่างมีจุดมุ่งหมาย เป็นไปอย่างมีระบบเป็นเหตุเป็นผล สามารถควบคุมจนบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ และเป็นเครื่องมือในการสร้างและพัฒนาความรู้ที่ไม่มีที่สิ้นสุดจนกว่าสมองจะหยุดการทำงาน (Piaget, 1964; Beyer, 1991; เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2545; กรมวิชาการ, 2545; ชาติ แจ่มนุษ, 2545)

Bloom *et al.* (1956) จำแนกระดับของสติปัญญาของการเรียนรู้เป็น 6 ระดับจากขั้นต่ำไปขั้นสูง ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ที่เรียกว่า Bloom's Taxonomy ซึ่งต่อมา Krathwohl (2002) ได้นำ Bloom's Taxonomy มาปรับปรุงและได้จำแนกระดับของสติปัญญาในการเรียนรู้เป็น 6 ระดับ ได้แก่ จำได้ (Remembering) เข้าใจ (Understanding) ประยุกต์ใช้ (Applying) วิเคราะห์ (Analyzing) ประเมินค่า (Evaluating) และการคิดสร้างสรรค์ (Creating) การจำแนกระดับของสติปัญญาดังกล่าว ทำให้สามารถแบ่งระดับของการคิดออกได้เป็น 2 ระดับ คือ การคิดขั้นต่ำ (Lower Order Thinking) และการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking: HOT) การคิดขั้นต่ำประกอบด้วย ความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) ส่วนการคิดขั้นสูงเป็นการคิดที่ต้องอาศัยการคิดขั้นต่ำเป็นพื้นฐานในการคิดที่มีความซับซ้อนเป็นระดับของการคิดที่สูงกว่าความเข้าใจขึ้นไป (Zohar, 2004; Barak and Dori, 2009; ทองสุข รวยสูงเนิน, 2552) การคิดขั้นสูงได้รับการบัญญัติจากนักวิชาการทั้งในไทยและต่างประเทศหลายท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมมาบางส่วนเพื่อเป็นแนวทางให้เกิดความเข้าใจ ดังนี้

Resnick (1987) ให้ความหมายของการคิดขั้นสูงว่า เป็นความสามารถในการสร้างกรอบความคิดโดยมีลำดับขั้นที่ไม่แน่นอน โดยมีวิธีการหรือรูปแบบของการคิดที่มีความซับซ้อน ทำให้สามารถสร้างหรือได้วิธีการในการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย การคิดขั้นสูงมีความเกี่ยวข้องกับ ความไม่แน่นอน การนำไปใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจที่หลากหลายและการกำหนดเป้าหมายด้วยตนเอง

สกศ. (2544ข) ให้ความหมายของการคิดขั้นสูงว่า เป็นคุณลักษณะทางความคิดของมนุษย์ที่ใช้กลยุทธ์ทางความคิดที่ซับซ้อนลึกซึ้ง สร้างสรรค์มีหลักเกณฑ์ที่ต้องอาศัยคุณภาพการคิดขั้นสูงใน

การประมวลองค์ความรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ อาจใช้วิธีการคิดเชิงสร้างสรรค์ คิดแบบมีวิจารณญาณ คิดแก้ปัญหา ฯลฯ เพื่อนำไปสู่คำตอบเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยใช้ทักษะการคิดหลายด้านประกอบกัน หรืออาจเน้นทักษะการคิดด้านใดด้านหนึ่งมากกว่าทักษะความคิดด้านอื่น ซึ่งแล้วแต่เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่ต้องใช้กลยุทธ์ทางความคิดด้านใดไปใช้โดยมิใช่เป็นคุณภาพทางความคิดที่ได้มาจากการจำเท่านั้น

สสวท. (2545) ให้ความหมายของการคิดขั้นสูงว่า เป็นการคิดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการที่ซับซ้อนและมีขั้นตอนการคิดหลายขั้น การฝึกคิดขั้นสูงนี้จะเกิดขึ้นต่อเนื่องมาจากการฝึกทักษะและการคิดระดับต้นที่เน้นความรู้ความจำ ซึ่งประกอบด้วยการจัดจำแนก การสร้างมโนคติ การกำหนดหลักการ การลงข้อสรุปและการสรุปอ้างอิง

จากความหมายของการคิดขั้นสูงข้างต้น พอจะสรุปได้ว่า การคิดขั้นสูงคือ ความสามารถทางระดับสติปัญญาในการคิดที่มีความซับซ้อน โดยอาศัยการคิดขั้นพื้นฐานประสบการณ์เดิมเพื่อนำมาตีความวิเคราะห์ นำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจจนสามารถกำหนดเป้าหมายได้ด้วยตนเอง ทำให้ได้วิธีการในการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย และเมื่อต้องเผชิญกับสิ่งที่ท้าทายก็สามารถหาคำตอบหรือวิธีแก้ไขปัญหาได้อย่างหลากหลาย

ในการวิจัยระยะที่ 1 ผู้วิจัยทำการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ แนวคิด และการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งผู้วิจัยใช้กรอบการคิดขั้นสูงของสสวท. (2545) 4 ประเภท คือ การคิดแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ และจากผลการวิจัยระยะที่ 1 พบว่า การคิดสร้างสรรค์ เป็นการคิดขั้นสูงที่นักเรียนและครูมองว่ามีน้อยที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอก้าวถึงความหมายและกระบวนการของการคิดแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ส่วนรายละเอียดของการคิดสร้างสรรค์จะกล่าวถึงในลำดับต่อไป

ตารางที่ 2.1 ความหมายและกระบวนการของการคิดขั้นสูง

ความหมายของการคิดขั้นสูง	กระบวนการ		
1. การคิดแก้ปัญหา คือ กระบวนการทำงานของสมองในการคิดพิจารณาสิ่งที่กำลังเป็นประเด็นปัญหาโดยอาศัยข้อมูลและประสบการณ์หาแนวทางในการแก้ไขปัญหา นั้นให้หมดไป (สสวท, 2545; สุวิทย์ มูลคำ, 2547; ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551)	ทิสนา แจมมณี และคณะ (2544)	สกศ. (2544ค)	สสวท. (2545)
	1. ระบุปัญหา 2. วิเคราะห์ปัญหา 3. หาทางแก้ปัญหา 4. เลือกทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุด 5. ลงมือแก้ปัญหา 6. รวบรวมข้อมูล 7. ประเมินผล 8. ขั้่นนำไปใช้	1. นำเข้าสู่ปัญหา 2. วิเคราะห์ปัญหา 3. ระบุปัญหา 4. ตั้งวัตถุประสงค์ 5. ตั้งสมมติฐาน 6. ทดลอง/ตรวจสอบ 7. สรุปผล	1. มีปัญหา 2. ทำความเข้าใจ 3. รวบรวมและเลือกวิธีแก้ปัญหา 4. ลงมือแก้ปัญหา 5. ประเมินผล
2. การคิดตัดสินใจ คือ ความเชื่อของแต่ละบุคคลในการพิจารณาเลือกและยอมรับเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการเลือกที่ดีที่สุดเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการปฏิบัติ (Ranyard <i>et al.</i> , 1997; สกศ., 2544ค; สสวท, 2545)	Elias and John (1988)	สสวท. (2545)	Arvai <i>et al.</i> (2004)
	1. กำหนดเป้าหมาย 2. การสร้างทางเลือก 3. คาดการณ์ผลที่ได้ 4. การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด	1. กำหนดเป้าหมาย 2. การสร้างทางเลือก 3. วิเคราะห์ข้อดีข้อเสีย 4. ตัดสินทางเลือก 5. การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด	1. ทำความเข้าใจ 2. กำหนดเป้าหมาย 3. สร้างทางเลือก
3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ กระบวนการคิดในสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยยึดหลักการคิดอย่างมีเหตุผลอาศัยข้อมูลที่เป็นจริงมากกว่าอารมณ์พิจารณาไตร่ตรองก่อนตัดสินใจ (Ennis, 1985; สสวท., 2545; Paul <i>et al.</i> , 2003)	Dressel and Mayhew (1957)	Kneedler (1989)	สสวท. (2545)
	1. การนิยามปัญหา 2. เลือกข้อมูล 3. การระบุข้อตกลง 4. การกำหนด/เลือก 5. การสรุป 6. ประเมินสรุปอ้างอิง	1. การนิยาม 2. การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มี 3. การแก้ปัญหา	1. การสรุปอ้างอิง 2. การยอมรับข้อสรุป 3. ใช้เหตุผลเชิงอนุมาน 4. การประเมินโต้แย้ง

2. การคิดแก้ปัญหา

2.1 ความหมายของการแก้ปัญหา

สกศ (2544: 43) อธิบายการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการทำงานที่สลับซับซ้อนของสมองที่ต้องอาศัยสติปัญญา ทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด การรับรู้ ความชำนาญ รูปแบบพฤติกรรมต่าง ๆ ประสบการณ์เดิมทั้งทางตรงและทางอ้อม มโนคติ กฎเกณฑ์ ข้อสรุป การพิจารณาการสังเกต และการใช้กลยุทธ์ทางปัญญาที่จะวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความรู้ความเข้าใจต่าง ๆ อย่างมีวิจารณญาณ มีเหตุผลและจินตนาการ เพื่อหาแนวทางให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไป บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการและการได้มาซึ่งความรู้ใหม่

สสวท. (2545: 72) ได้อธิบายการแก้ปัญหา หมายถึง การพิจารณาหาเทคนิคที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการ

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 15) ได้อธิบายการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถทางสมองในการจัดสถานะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้นโดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนเข้าสู่ภาวะสมดุลหรือสถานะที่เราคาดหวัง

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551: 153) ได้อธิบายการแก้ปัญหา หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องหรือสิ่งต่าง ๆ ที่คอยก่อกวนสร้างความรำคาญ สร้างความยุ่งยากสับสนและความวิตกกังวล และพยายามหาหนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏ และหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาก่อความรำคาญความวิตกกังวลความยุ่งยากสับสนให้หมดไปอย่างมีขั้นตอน

ดังนั้นจากความหมายที่กล่าวข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการทำงานของสมองในการคิดพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ที่กำลังเป็นประเด็นปัญหา โดยอาศัยข้อมูลและประสบการณ์ มาหาแนวทางในการแก้ไขปัญหานั้นให้หมดไป

2.2 กระบวนการในการแก้ปัญหา

ทศนา แหมมณี และคณะ (2544) กล่าวถึงกระบวนการในการคิดและการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถช่วยให้บุคคลดำเนินการได้อย่างเป็นระเบียบไม่สับสนและสามารถแก้ปัญหาได้ผลซึ่งมีกระบวนการ 7 ขั้นตอน 1) ระบุปัญหา 2) วิเคราะห์ 3) แสวงหาทางแก้ปัญหาหลาย ๆ ทาง 4) เลือกทางแก้ปัญหาคือดีที่สุด 5) ลงมือดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่เลือกไว้ 6) รวบรวมข้อมูล 7) ประเมินผล

สกศ. (2544) กล่าวถึงการแก้ปัญหาว່ประกอบด้วยกระบวนการ 8 ขั้นตอน 1) ขั้นนำเข้าสู่ปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นระบุปัญหา 4) ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์ 5) ขั้นตั้งสมมติฐาน 6) ขั้นทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน 7) ขั้นสรุปผล 8) ขั้นนำไปใช้

สสวท. (2545) กล่าวถึงการแก้ปัญหาว່ประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน 1) มีปัญหา 2) ทำความเข้าใจปัญหา 3) รวบรวมและเลือกวิธีแก้ปัญหา 4) ลงมือแก้ปัญหา 5) ประเมินผลการแก้ปัญหา

3. การคิดตัดสินใจ

3.1 ความหมายของการตัดสินใจ

Ranyard *et al.* (1997) ได้อธิบายการตัดสินใจว่า หมายถึง ความเชื่อในการใช้ชีวิตของแต่ละบุคคลในการเลือก และพิจารณาพร้อมทั้งการยอมรับสิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

สกศ. (2544: 58) ได้อธิบายการตัดสินใจว่า หมายถึง การกระทำของบุคคลในการที่เลือกทางเลือกที่มีอยู่หลาย ๆ ทาง โดยการรวบรวมและประเมินข้อมูลและสิ่งประกอบอื่น ๆ โดยการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเพียงทางเลือกเดียวที่สามารถตอบสนองเป้าหมายหรือความต้องการของผู้เลือกเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติจนกระทั่งนำผลการตัดสินใจไปปฏิบัติ

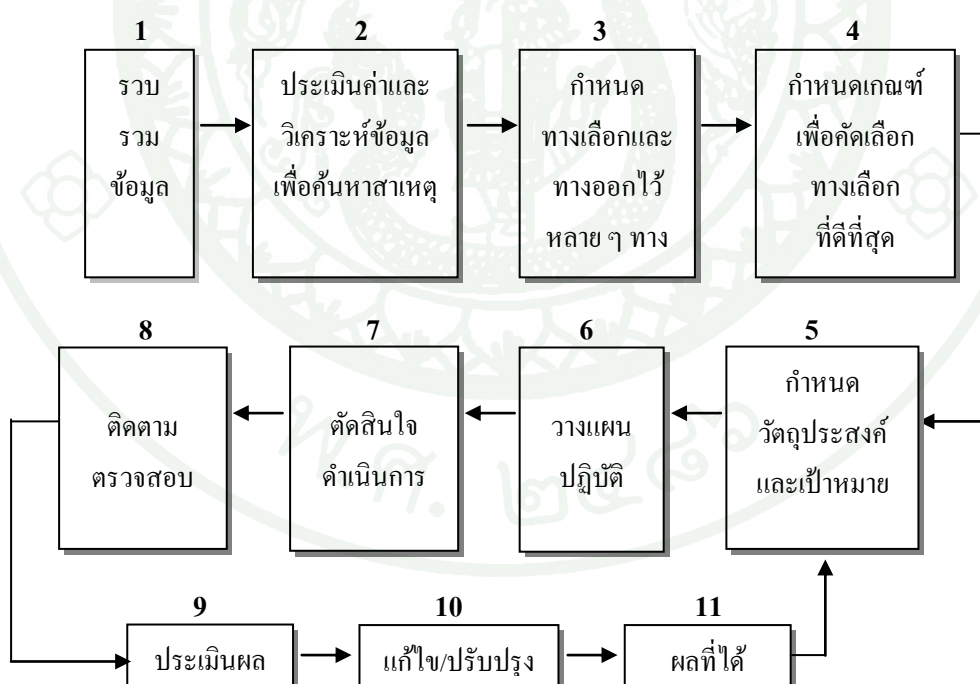
สสวท. (2545: 71) ได้อธิบายการตัดสินใจว่า หมายถึง การพิจารณาสิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

จากความหมายที่กล่าวข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า การแก้ปัญหา หมายถึง ความเชื่อของแต่ละบุคคลในการพิจารณาเลือกพร้อมทั้งยอมรับในสิ่งนั้นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการโดยอาศัยการรวบรวมและประเมินข้อมูล เพื่อใช้ในการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการปฏิบัติ

3.2 กระบวนการในการตัดสินใจ

Elias and John. (1988 อ้างใน สุภรัชต์ คลายมนต์, 2552) กล่าวถึงการตัดสินใจว่าประกอบด้วยกระบวนการตัดสินใจ 5 ขั้นตอน 1) การกำหนดเป้าหมายในการตัดสินใจ 2) การสร้างทางเลือกในการตัดสินใจ 3) การคาดการณ์ผลที่ได้จากทางเลือก 4) การวิเคราะห์และประเมินทางเลือก 5) การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

สกศ. (2544) กล่าวถึงการตัดสินใจว่าประกอบด้วยขั้นตอนกระบวนการตัดสินใจ 11 ขั้นตอน ดังรายละเอียดในภาพที่ 1



ภาพที่ 2.2 แสดงกระบวนการตัดสินใจ

ที่มา: สกศ. (2544: 60)

สสวท. (2545) กล่าวถึงการตัดสินใจว่าประกอบด้วยกระบวนการตัดสินใจ 6 ขั้นตอน
 1) กำหนดเป้าหมายของการตัดสินใจ 2) การสร้างทางเลือก 3) วิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของทางเลือก
 4) จัดลำดับความสำคัญของทางเลือก 5) ตัดสินทางเลือก 6) การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดไปใช้

4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.1 ความหมายของการคิดวิจารณ์

Ennis (1985) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง การคิด
 พิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรทำ
 ช่วยให้เราสามารถตัดสินใจในสภาพการณ์ได้ถูกต้อง

สสวท. (2545: 71) อธิบายไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดอย่างมี
 เหตุผลโดยคำนึงถึงเป้าหมายเป็นหลัก

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2545: 84) อธิบายไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง วิธีการคิด
 อย่างมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ มีหลักฐาน และมีประสิทธิภาพ ก่อนตัดสินใจว่าจะเชื่ออะไร หรือไม่เชื่อ
 อะไร หรือก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะทำหรือไม่ทำอะไร

Paul *et al.* (2003) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง การคิด
 อย่างมีเหตุผลเพื่อการตัดสินใจว่าควรเชื่อสิ่งใดหรือสิ่งใดควรทำ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551: 100) อธิบายไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง
 กระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบ เกี่ยวกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาคลุมเครือ มีความขัดแย้ง
 เพื่อตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือไม่เชื่อ สิ่งใดควรทำสิ่งใดไม่ควรทำ โดยใช้ความรู้ความคิดจาก
 ประสบการณ์ของตนจากข้อมูลที่รอบด้าน ทั้งข้อมูลเชิงวิชาการ ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม และข้อมูล
 ส่วนตัวของบุคคล

ดังนั้นจากความหมายที่กล่าวข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 หมายถึง กระบวนการคิดในสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยยึดหลักการคิดอย่างมีเหตุผล อาศัยข้อมูลที่เป็นจริง
 มากกว่าอารมณ์ พิจารณาไตร่ตรองก่อนตัดสินใจ

4.2 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้มีการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณไว้มากมาย จึงขอสรุปเป็นประเด็นที่น่าสนใจดังต่อไปนี้

Dressel and Mayhew (1957 อ้างใน กรมวิชาการ, 2542) กล่าวถึง การคิดอย่างมี
 วิจารณญาณว่าประกอบด้วยกระบวนการคิด 5 ขั้นตอน 1) การนิยามปัญหา 2) การเลือกข้อมูล
 ที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา 3) การระบุข้อตกลงเบื้องต้น 4) การกำหนดและเลือก
 สมมติฐาน 5) การสรุปอย่างสมเหตุสมผล

Ennis (1985) กล่าวถึง การคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า ประกอบด้วยขั้นตอนกระบวนการ
 การคิด 12 ขั้นตอน 1) การระบุประเด็นคำถามหรือปัญหา 2) การวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง 3) การตั้ง
 คำถาม 4) การพิจารณาความเชื่อถือของแหล่งข้อมูล 5) การตัดสินข้อมูล 6) การใช้เหตุผลเชิง
 นิรนัย 7) การใช้เหตุผลอุปนัย 8) การตัดสินคุณค่า 9) การให้ความหมายคำนิยาม 10) การระบุ
 ข้อสันนิษฐาน 11) การตัดสินใจเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ 12) การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนีดเดอร์ (Kneeder) (กรมวิชาการ, 2542; ทิศนา
 แยมมณี และคณะ, 2544; ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551) กล่าวถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า
 ประกอบด้วยกระบวนการ 3 ขั้นตอน 1) การนิยามและทำความเข้าใจกับปัญหา 2) การพิจารณา
 ตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา 3) การแก้ปัญหาและการลงข้อสรุป

ทิศนา แยมมณี (2544) กล่าวถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าประกอบด้วยกระบวนการ
 10 ขั้นตอน 1) ตั้งเป้าหมายในการคิด 2) ระบุประเด็นในการคิด 3) ประมวลข้อมูล 4) วิเคราะห์
 และเลือกข้อมูลในการนำมาใช้ 5) ประเมินข้อมูล 6) ใช้หลักเหตุผลในการพิจารณาข้อมูลเพื่อหา
 ทางเลือก 7) เลือกทางเลือกที่เหมาะสม 8) ชั่งน้ำหนักผลได้ผลเสีย 9) ไตร่ตรองทบทวนให้
 รอบคอบ 10) ประเมินทางเลือกและลงความเห็นเกี่ยวกับประเด็นที่คิด

สทศ. (2544) กล่าวถึง การคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าประกอบด้วยกระบวนการ 6 ขั้นตอน
 1) การนิยามปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูล 3) การจัดระบบข้อมูล 4) การตั้งสมมติฐาน 5) การสรุป
 อ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ 6) การประเมินสรุปอ้างอิง

สสวท. (2545) กล่าวถึง การคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน 1) การสรุปอ้างอิง 2) การยอมรับข้อสรุป 3) ใช้เหตุผลเชิงอนุมาน 4) การประเมินข้อโต้แย้ง 5) การตีความ

5. การคิดสร้างสรรค์

5.1 ความหมายของการคิดสร้างสรรค์

Guilford (1967 อ้างใน กรมวิชาการ, 2542) อธิบายไว้ว่าการคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และความสามารถในการสร้างสรรค์ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของผลที่จะได้รับการมีความเข้าใจเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

Torrance (1971 อ้างใน สมศักดิ์ ภู่วิภาดาบรรณ, 2544: 1) อธิบายไว้ว่าการคิดสร้างสรรค์ คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้โดยไม่มีขอบเขตจำกัด บุคคลสามารถมีการคิดสร้างสรรค์ในหลายแบบ และผลของการคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นนั้นมีมากมายและไม่มีข้อจำกัดเช่นกัน

สสท. (2544ข: 29) อธิบายไว้ว่าการคิดสร้างสรรค์ คือ กระบวนการทางปัญญาระดับสูงที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลาย ๆ อย่างมารวมกันเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น การคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สร้างสรรค์มีอิสระทางความคิด

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ ดารณี คำจันง (2544: 74) อธิบายไว้ว่าการคิดสร้างสรรค์ คือ จินตนาการประยุกต์ที่สามารถนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์คิดค้นใหม่ทางเทคโนโลยีเป็นความคิดในลักษณะที่คนอื่นคาดไม่ถึง เป็นความคิดหลากหลาย คิดได้กว้างไกล เป็นได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ

สสวท. (2545: 71) อธิบายไว้ว่าการคิดสร้างสรรค์ คือ การคิดแปลกใหม่ที่มีหลายแนวทางในการแก้ปัญหาแทนความคิดเก่าและไม่จำกัดอยู่ในวิธีการใดวิธีการหนึ่ง

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546: 7) อธิบายไว้ว่าการคิดสร้างสรรค์คือ ความสามารถของสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายแง่มุมเรียกว่า ความคิดนอกขนานซึ่งทำให้เกิดความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเกิด

การเรียนรู้เข้าใจ จนเกิดปฏิกิริยาตอบสนองให้เกิดความคิดเชิงจินตนาการ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของการคิดสร้างสรรค์ อันจะนำไปสู่การประดิษฐ์หรือคิดค้นสิ่งแปลกใหม่หรือเพื่อแก้ไขปัญหาซึ่งจะต้องอาศัยการบูรณาการจากประสบการณ์และความรู้ทั้งหมดที่ผ่านมา

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551: 186) อธิบายไว้ว่าการคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการจินตนาการและรวบรวมความรู้ความคิดอย่างหลากหลายและรวดเร็ว แล้วสร้างเป็นความรู้ ความคิดใหม่ของตนเอง สามารถคิดนอกกรอบ ได้มีผลงานการคิด สามารถริเริ่มและสร้างสรรค์ผลงานหรือสิ่งใหม่ๆ ได้

ดังนั้นจากความหมายที่กล่าวข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า การคิดสร้างสรรค์ คือ กระบวนการคิดที่แตกต่างจากแนวคิดเดิม โดยการใช้การคิดที่หลากหลายแปลกใหม่เพื่อสร้างสิ่งใหม่หรือใช้ในการแก้ไขปัญหาให้ดีขึ้น

5.2 องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์

โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงการคิดสร้างสรรค์ มักเข้าใจและมุ่งเน้นไปที่ความคิดริเริ่ม ซึ่งแท้จริงการคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะความคิดอื่น ๆ ด้วย ซึ่งองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.2 ต่อไปนี้ (Guilford (1967 อ้างใน กรมวิชาการ, 2542); อารีรังสินันท์, 2526; สมศักดิ์ ภู่วิภาดา วรธน, 2544; ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์, 2546; พันธุ์ ทองชุมนุญ, 2547; ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551)

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบและความหมาย	พฤติกรรมการคิดสร้างสรรค์	ตัวอย่างการคิดสร้างสรรค์
1. การคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความคิดแปลกใหม่แตกต่าง จากความคิดธรรมดา อาจเกิดจาก การนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัด แปลง และประยุกต์ให้เกิดเป็น สิ่งใหม่	กล้าคิดกล้าแสดงออก, กล้าทดลอง กล้าเสี่ยง เชื้อมั่นในตนเอง อารมณ์ขัน มีความเป็นอิสระ ช่างสังเกต มีความคิดแปลกใหม่ ชอบการผจญภัย อยากรู้ อยากเห็น ไม่คล้อยตามความคิดของคนอื่น อย่างง่าย ๆ	- ให้นักเรียนเขียนเรื่องจากภาพ ที่เห็น - ให้นักเรียนเขียนประโยคจาก สิ่งต่อไปนี้ คือ หูซ้ายหูขวา หูขวาและหูขวาหูขวาอะไรกับทะเล
2. การคิดคล่อง (Fluency) คือ ปริมาณความคิดในเรื่องเดียวกัน กัน ดังนี้ 2.1 ความคิดคล่องด้านถ้อยคำ เป็นการใช้อธิบายอย่างคล่องแคล่ว 2.2 ความคิดคล่องด้านการโยง สัมพันธ์/การหาความสัมพันธ์หรือ การเปรียบเทียบเป็นการคิดหา หาถ้อยคำที่เหมือนหรือคล้ายกันให้ มากที่สุดในเวลาที่กำหนด 2.3. ความคล่องแคล่วด้านการ แสดงออกเป็นความสามารถใน การสร้างประโยค การใช้วลีหรือ ประโยค การนำคำมาเรียงกันอย่าง รวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคตาม ที่ต้องการ 2.4. ความคล่องแคล่วในการคิด /ปริมาณการคิด เป็นความสามารถ ที่คิดได้ภายในเวลาที่กำหนด	มีความเป็นอิสระทางการคิด คิดสิ่งต่าง ๆ ได้หลากหลาย มีปฏิภาณไหวพริบใน การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า กล้าแสดงออก	- จงหาคำที่มีความหมายเช่นเดียวกับ คำว่า “ดี” - จงหาคำที่มีความหมายตรงข้าม กับคำว่า “แข็ง” - จงเขียนประโยคที่ประกอบด้วย คำ 4 คำที่ขึ้นต้นด้วยอักษรหรือ สระ ต่อไปนี้ จ – ช – น ให้ มากประโยคโดยแต่ละประโยค ไม่ซ้ำกัน - จงบอกถึงสิ่งที่กลมและกินได้ - จงบอกถึงสิ่งที่แน่นที่บีบอัด ได้และมีสีส้มมาให้มากที่สุด
3. การคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ประเภทการคิดคล่องแบ่งออกเป็น 3.1. การคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถที่จะพยายามคิด ให้หลายอย่างได้อย่างอิสระ	มีความเป็นอิสระทางการคิด คิดได้หลากหลายทิศทาง	- ให้นักเรียนเขียนเรื่องจากภาพที่ เห็น

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

องค์ประกอบและความหมาย	พฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์	ตัวอย่างการคิดสร้างสรรค์
3.2 การคิดยืดหยุ่นทางด้านการ ดัดแปลง ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ ปัญหา คนที่มีการคิดยืดหยุ่นจะคิด ได้ไม่ซ้ำกันซึ่งความคิดยืดหยุ่นจะ เป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมี ความแปลกแตกต่างออกไปหลัก เลี่ยงการซ้ำซ้อนหรือเพิ่มคุณภาพ ความคิดให้มากขึ้นด้วย		- ให้นักเรียนเขียนประโยชน์จาก สิ่งต่อไปนี้ คือ หูซ้ายหูขวาไว้กับ หูขวาและหูขวาหูขวาไว้กับทะเล

5.3 กระบวนการคิดสร้างสรรค์

กระบวนการคิดสร้างสรรค์ เป็นวิธีการคิดหรือกระบวนการทำงานของสมองอย่างเป็นระบบ และเป็นขั้นตอนเพื่อตอบสนองต่อการแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ ทำให้สามารถคิดแก้ปัญหาได้คล่อง หรือประสบความสำเร็จเป็นกระบวนการที่ไวและตอบสนองต่อปัญหาและต้องการหาคำตอบขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการคิดสร้างสรรค์มีความคล้ายคลึงหรือสอดคล้องกับวิธีการของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างยิ่งโดยมีขั้นตอนดังรายละเอียดในตารางที่ 2.3 ต่อไปนี้ (อารี รังสินันท์, 2526; พันธุ์ ทองชุมนุญ, 2547)

ตารางที่ 2.3 กระบวนการคิดสร้างสรรค์

Wallach	Anderson	Osborn	Jung	Torrance
1. ขั้นตอนเตรียมตัวเป็น การเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับ ปัญหาความรู้ ทักษะและทัศนคติที่มี และการเชื่อมโยง ความสัมพันธ์	1. มีความสนใจรู้ถึง ความต้องการของ จิตใจและสมอง	1. การชี้ถึงปัญหา เป็นการระบุหรือ ทราบประเด็น ปัญหา	1. คิดรวบยอดใช้ ความคิดในสิ่ง ต่าง ๆ ทั้งวัสดุและ ข้อมูลอย่างกระตือ รือร้อนเข้าสู่สมอง	1. การพบความจริง เป็นขั้นของความรู้ ลึกกังวลสับสน เกิดขึ้นในจิตใจแต่ ไม่สามารถบอกได้ ว่าอะไรเป็นสาเหตุ และหาข้อมูลเพื่อ พิจารณาว่าสิ่งนั้น คืออะไร
2. ขั้นพักตัว ข้อมูลอยู่ใน ลักษณะไม่เป็น ระเบียบไม่สามารถ หมวดความคิดจาก ข้อมูลทั้งเก่าและใหม่ จึงปล่อยความคิดไว้	2. รวบรวมข้อมูล ที่มีความสัมพันธ์ และเป็นสิ่งที่ น่าสนใจ	2. การเตรียมและ รวบรวมข้อมูลเป็น ขั้นเตรียมการรวบรวม ข้อมูลเพื่อใช้ ในการคิดแก้ปัญหา	2. ขบวนการเกี่ยวกับ วัสดุเป็นการคิดถึง ข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวม รวมว่าเป็นที่สนใจ หรือมีประโยชน์ หรือไม่เปรียบเทียบ และพักสมอง เมื่อเหนื่อยล้า	2. การค้นพบปัญหา เมื่อพิจารณาจาก ข้อมูลต่าง ๆ โดย รอบคอบจึงเข้าใจ และรับรู้ว่าสิ่งที่ เกิดขึ้นคือปัญหา ที่เกิดขึ้นนั่นเอง
3. ขั้นความคิด กระจางชัดเป็นขั้นที่ ความไม่เป็นระเบียบ สับสนได้ผ่าน การเรียบเรียงและ เชื่อมโยงความ สัมพันธ์ต่าง ๆ เข้า ด้วยกันทำให้มีความ กระจางมองเห็น มโนทัศน์ของ ความคิด	3. ไตร่ตรองใน การวางแผนโครง ร่างและรูปแบบ ของงาน	3. การวิเคราะห์ เป็นขั้นคิดพิจารณา และแจกแจงข้อมูล	3. ทำใจให้ว่างการ หยุดคิดแล้วทำจิต ใจให้ว่าง หันเห ความสนใจไปสิ่ง อื่นๆ ปล่อยจิตได้ สำนึกให้กลไก ความคิดให้ทำงาน ต่อไป	3. การตั้งสมมติ ฐานเมื่อรู้ว่ามี ปัญหาเกิดขึ้นก็จะ พยายามคิดและ ตั้งข้อสมมติฐาน ขึ้นและรวบรวม ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อ นำมาใช้ในการ ร ทดสอบสมมติฐาน

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

Wallach	Anderson	Osborn	Jung	Torrance
4. ขั้นการตรวจสอบเป็นขั้นที่ได้รับความคิดทั้ง 3 ขั้นเพื่อพิสูจน์ว่าเป็นความจริงและถูกต้อง	4. เกิดจินตนาการจากผลข้อ 1-3	4. การใช้ความคิดหรือคัดเลือกทางเลือกเป็นขั้นพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบและหาทางเลือกที่เป็นไปได้ไว้หลาย ๆ ทาง	4. ยูเรคา เกิดความคิดโดยไม่คาดฝัน อาจจะเป็นเวลาไหนก็ได้	4. การค้นพบคำตอบเป็นขั้นของการพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐาน
	5. การคิดและการทำให้กระจ่าง เป็นขั้นที่ทำให้จิตใจกว้างและเกิดความกระจ่างขึ้นในที่สุด	5. สร้างจินตนาการออกมาให้อยู่ในรูปของความจริงและแสดงผลให้เห็นชัด	5. วิพากษ์วิจารณ์ เป็นการวิพากษ์วิจารณ์ต่อความคิดใหม่ที่คิดได้พยายามจัดความคตินั้นให้เป็นรูปร่างเพื่อนำมาใช้ประโยชน์	5. การยอมรับผลจากการค้นพบเป็นขั้นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์ว่าจะแก้ปัญหาให้สำเร็จได้อย่างไรและนำไปสู่หนทางทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ต่อไป
	6. สร้างจินตนาการออกมาในรูปของความจริงและแสดงผลให้เห็นชัด	6. สังเคราะห์หรือการบรรจุชิ้นส่วนต่าง ๆ		
	7. รวบรวมความคิดและแสดงผลงาน	7. การประเมินผล เป็นการคัดเลือกคำตอบที่มี		

5.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

Davis (1973 อ้างใน พันธุ์ ทองชุมนุม, 2547) ได้เสนอแนวการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ว่าควรจะมีการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดสิ่งต่อไปนี้

5.4.1 สอนให้เกิดจินตนาการ

การสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ เป็นการสอนที่มุ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดนิสัยและเจตคติในทางสร้างสรรค์โดยการส่งเสริมความคิดจินตนาการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดแปลกใหม่ และยังไม่มีใครได้แสดงแนวคิดนั้นออกมาก่อน ซึ่งความคิดดังกล่าวอาจจะมองว่าเป็นไปไม่ได้ในขณะนี้แต่ในอนาคตสิ่งเหล่านั้นอาจจะเป็นไปได้ ความคิดที่แปลกแหวกแนวที่นักเรียนแสดงออกมาในรูปของจินตนาการหรือการคิดสร้างสรรค์ มักจะเป็นความคิดที่บางครั้งอาจจะประสบปัญหาเกี่ยวกับภาวการณ์ยอมรับของบุคคลโดยทั่วไป เพราะการคิดสร้างสรรค์ที่แสดงออกมาอาจจะดูแล้วเป็น เรื่องประหลาดน่าตลกขบขัน เพราะคนส่วนใหญ่คุ้นเคยกับสิ่งที่มีมาแต่เดิม ดังนั้น การสอนให้คนเกิดการคิดสร้างสรรค์จะต้องฝึกให้คนเกิดจินตนาการและเคยชิน

5.4.2 สอนให้ผู้เรียนสร้างสรรค์โดยการกระทำ

การเรียนรู้โดยการกระทำ (Learning by Doing) เป็นการเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง เน้นการสร้างสถานการณ์ก่อให้เกิดการปฏิบัติจริงและสถานการณ์ดังกล่าวก่อให้เกิดการสร้างสรรค์ทางความคิดหลายรูปแบบ เช่น นักเรียนได้รู้สึกแปลกประหลาดกับสิ่งที่ได้ค้นพบหรือเจอจากการได้ลงมือปฏิบัติจริงหรือการให้นักเรียนได้บรรยายความรู้สึกจริงๆ กับเรื่องที่ประสบอยู่เพราะการที่นักเรียนได้บรรยายความรู้สึกที่แท้จริงออกมานั้น เป็นการกลั่นกรองความคิดความรู้สึกที่มีออกมาโดยผ่านกระบวนการของเขาเองซึ่งถือเป็นการเรียนรู้โดยการกระทำนั่นเอง

5.4.3 สอนให้เกิดการรู้จักในวิธีการระดมสมอง

การระดมสมอง (Brainstorming) เป็นวิธีการระดมความคิดเห็น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้บุคคลมีความคิดหลากหลายและหลายทิศทางในช่วงเวลาที่จำกัด หลักของการระดมพลังสมอง ซึ่ง สมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ (2544) ได้กล่าวถึงการสอนด้วยวิธีการระดมสมอง ดังนี้

- (1) ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความเห็นทั้งของตนเองและของคนอื่น
- (2) พยายามหาคำตอบที่แปลกและแตกต่างออกไป
- (3) พยายามหาคำตอบให้ได้มากที่สุด

หัวใจของวิธีการระดมสมอง คือ การไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือการตัดสินว่าถูกผิด เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มได้เสนอความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ทำให้เกิดข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหามากมาย

บุญชม ศรีสะอาด (2537) กล่าวถึงข้อดีของวิธีการระดมสมองว่า เป็นวิธีที่ใช้ได้ดีเมื่อผู้สอนต้องการกระตุ้นให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ในประเด็นใดประเด็นหนึ่ง ช่วยให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดใหม่ ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น และช่วยให้สามารถตัดสินใจหรือแก้ปัญหาได้ดี นอกจากนี้ประสิทธิภาพของการสอนด้วยวิธีการระดมสมองต้องให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจว่าวิธีการดังกล่าวต้องการให้ผู้เรียนได้เสนอความคิดเห็นให้มากที่สุด ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความเห็นของคนอื่น ไม่มีการบังคับให้ผู้เรียนทุกคนแสดงความคิดเห็น การเสนอความคิดเห็นที่แปลกเป็นสิ่งที่พึงปรารถนาในการเสนอความคิดเห็นอาจเป็นการปรับปรุงแนวคิดของคนอื่นก็ได้ มีการจดบันทึกแนวคิดทุกอย่างที่ผู้เรียนเสนอบนกระดานดำ หรือแผ่นกระดาษที่เตรียมไว้ให้ทุกคนเพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นและเก็บไว้เพื่อจัดหมวดหมู่ สรุป และประเมินผลต่อไป ในการจัดที่นั่งควรจัดแบบครึ่งวงกลมเพื่อสะดวกต่อการประเมินผล หลังจากการระดมสมองแล้ว ควรมีการจัดหมวดหมู่อภิปราย ทบทวนความคิดเพื่อตัดสินว่า มีวิธีใดบ้างที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้โดยทั่วไปจะให้ผู้เสนอความคิดด้วยปากเปล่า แต่ถ้าเป็นกลุ่มใหญ่อาจให้ผู้เรียนเขียนใส่กระดาษรวบรวมไว้

นอกจากนี้ สมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ (2544) ได้กล่าวถึงเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

5.4.4 สอนให้คิดสิ่งประดิษฐ์

การพัฒนาการคิดสร้างสรรค์โดยยึดหลัก การสร้างสรรค์ทุกชนิดเกิดขึ้นจากการ จูงใจออกแบบของผู้ประดิษฐ์คิดค้นหรือ Creative by Design ซึ่งเพอร์กินส์มีความเชื่อว่า ความรู้ทุกประเภทไม่ว่าจะมีลักษณะเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ล้วนเกิดจากการจูงใจออกแบบของมนุษย์ทั้ง

สิ้น โดยผ่านการวิเคราะห์ในแง่การออกแบบ 4 ประการ คือ จุดประสงค์การออกแบบ โครงสร้าง รูปแบบจำลอง เหตุผลและข้อโต้แย้ง ในการวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ในแง่ของการออกแบบทำให้ผู้เรียน เข้าใจได้อย่างลึกซึ้ง มองเห็นจุดที่น่าปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงของสิ่งนั้น ให้สวยงามหรือเกิด ประโยชน์มากยิ่งขึ้น อันนำไปสู่การพัฒนาความคิดเพื่อการออกแบบหรือประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ของ ผู้เรียนให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

5.5 สภาพที่ก่อให้เกิดการคิดสร้างสรรค์

5.5.1 การคิดสร้างสรรค์จะไม่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมที่ปิดกั้นความคิดหรือขาดเสรีภาพในการคิด การจัดการเรียนการสอนเป็นแบบที่ผู้สอนบอกหมด เช่น บอกความรู้ บอกวิธีการ ทดลอง บอกผลการทดลอง ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับไม่จำเป็นต้องคิดเน้นการจำ การคิดสร้างสรรค์ก็ไม่เกิดขึ้น แต่ถ้าผู้สอนเปิดกว้างให้ผู้เรียนมีโอกาสซักถาม มีการอภิปรายผล การคิดสร้างสรรค์ก็เกิดขึ้น ผู้เรียนแก้ปัญหาเองโดยผู้สอนเป็นผู้ตั้งปัญหาให้ยังทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น การให้ผู้เรียนลองผิดลองถูก มีโอกาสในการจัดกิจกรรมการเรียน เลือกปัญหา เลือกหัวข้อที่จะเรียน ไปศึกษานอกสถานที่ ทำงานเป็นกลุ่ม และการค้นคว้าอิสระรายบุคคลจะส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เป็นอย่างมาก

นอกจากนี้บรรยากาศในห้องเรียน โดยเฉพาะพฤติกรรมของผู้สอนจะต้องไม่ปิดกั้นความคิดหรือการแสดงออกของผู้เรียน เช่น ผู้สอนไม่พูดดับบทเรียน ไม่แสดงอาการข่มขู่นักเรียน ทั้งลักษณะท่าทางและการใช้วาจา ไม่รับฟังข้อเสนอของผู้เรียน ไม่ให้เหตุผลในการตอบ ใจไม่กว้าง ใช้อารมณ์ บรรยากาศเช่นนี้จะทำให้ผู้เรียนท้อแท้ไม่ยอมแสดงความคิดเห็น

5.5.2 การจัดการเรียนการสอนจะต้องส่งเสริมการสืบเสาะหาความรู้หรือการค้นพบด้วยตนเอง กล่าวคือ จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนมีจิตคิดสืบค้นหาความเป็นจริง (Inquiry Mind) ให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้หรือแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนหรือเลือกกิจกรรมการเรียนและใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ให้มาก

5.5.3 ผู้สอนฝึกตนเองให้เป็นครูสร้างสรรค์ กล่าวคือ มีทักษะการถามอย่างสร้างสรรค์ มีทักษะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างสร้างสรรค์ มีทักษะในการรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน และการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีทักษะในการให้แหล่งวิทยาการมาใช้ให้เป็นประโยชน์ มีทักษะในการกระตุ้นกลุ่มหรือนักเรียนที่เฉื่อยชา และมีทักษะในการวัดผลอย่างสร้างสรรค์

Piltz and Sund (1968 อ้างใน สุวัฒน์ นิยมคำ, 2532) กล่าวว่า "ไม่มีความรู้สาขาใดที่จะมีผลให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ได้มากไปกว่าวิทยาศาสตร์ การคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่แฝงอยู่แล้วในการใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับการค้นพบในสิ่งที่ยังไม่ทราบ การค้นพบสิ่งใหม่ จินตนาการ การแก้ปัญหา ผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดล้วนแต่มาจากการคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นวิทยาศาสตร์กับการคิดสร้างสรรค์จึงต้องไปด้วยกัน การสอนจึงต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ด้วย"

แนวคิด

แนวคิดเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์ แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังมีปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์อยู่ (Noh and Scharmann, 1997) ในบางครั้งผู้สอนอาจมีความเชื่อว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจเมื่อได้ผ่านการเรียนมาแล้ว (Gilbert *et al.*, 1982; Pope and Gilbert, 1983) เมื่อสอนเสร็จสิ้นก็ไม่ได้พิจารณาความรู้ของผู้เรียนที่มีอยู่เดิม (Boujaoude, 1991) ซึ่งผู้เรียนอาจไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์หรืออาจมีแนวคิดคลาดเคลื่อนอยู่ (Noh and Scherman, 1997)

1. ความหมายของแนวคิด

De Decco (1974 อ้างใน ปรียาพร วงศ์ อนุตร โรจน์, 2534) ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่าเป็นกลุ่มของเหตุการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่มีลักษณะเฉพาะบางประการ หรือหลายประการร่วมกันอยู่ ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุสิ่งของ สิ่งมีชีวิต ตลอดจนสภาพดินฟ้าอากาศและอื่น ๆ

ปรียาพร วงศ์ อนุตร โรจน์ (2534) ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่า เป็นผลสรุปจากการรับรู้ของเราที่มีต่อสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ ร่วมกัน เป็นการรวบรวมสิ่งที่คล้ายคลึงกันเข้ามารวมกันเป็นรูปแบบอันเดียวกัน

มาลินี จุฑะรพ (2537) ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่าเป็นความเข้าใจในลักษณะของสิ่งเร้าและสามารถแยกแยะประเภทของสิ่งเร้าได้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่า เป็นความรู้ความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดจากการนำการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม

สุรางค์ โกว์ตระกูล (2544) ให้ความหมายของแนวคิดว่าเป็นคำที่เป็นนามธรรมใช้แทน สัตว์ วัตถุ สิ่งของที่ได้จัดไว้ในจำพวกเดียวกัน โดยถือลักษณะร่วมที่สำคัญเป็นเกณฑ์

จากความหมายของแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า แนวคิด หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของ บุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์หรือสภาพแวดล้อม หรือเกิดขึ้นจากการรับรู้ เดิมมาสัมพันธ์กับประสบการณ์ใหม่ ก่อให้เกิดข้อสรุปหรือความหมายของสิ่งนั้น

2. การสร้างแนวคิด

ขบวนการสร้างแนวคิดเป็นกระบวนการทางจิตใจ ซึ่งจะประกอบด้วยการรับรู้ ความจำ การคิดหาเหตุผลและการจัดระเบียบของความคิดให้เป็นหมวดหมู่และหาคุณลักษณะร่วมกัน ผู้เรียน ต้องได้รับความรู้ต่าง ๆ ผ่านการสัมผัสของอวัยวะรับสัมผัสและระบบประสาทส่วนกลางเป็นผู้ทำ หน้าที่จัดระเบียบประสาน แยกแยะความแตกต่าง และเลือกความรู้ที่เข้าสู่สมองทำให้เกิดการรับรู้ ขึ้นภายหลังการรับรู้ ช่วยให้เกิดการแยกแยะความแตกต่างและสรุปรวบยอดได้ (De Cecco, 1968 อ้างใน มาลินี จุฑะรพ, 2537; ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2534) ซึ่ง Ausubel and Sullivan (1970 อ้างใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2534) ได้สรุปขบวนการสร้างแนวคิดไว้ดังนี้

- 2.1 วิเคราะห์และแยกแยะความแตกต่างของกระบวนการสิ่งเร้า
- 2.2 ตั้งสมมติฐานโดยพิจารณาลักษณะร่วมของส่วนย่อยในการย้อนย้อนนั้น
- 2.3 ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง
- 2.4 เลือกข้อสมมติฐานที่สามารถรวมกลุ่มสิ่งเร้า ซึ่งมีลักษณะบางประการรวมกันได้
- 2.5 หาลักษณะจำเพาะของสิ่งเร้ามาสัมพันธ์กับแนวคิดของตน
- 2.6 แยกแยะความแตกต่างระหว่างแนวคิดใหม่กับแนวคิดเดิมเพื่อหา ความสัมพันธ์
- 2.7 สรุปครอบคลุมลักษณะจำเพาะของแนวคิดใหม่ให้ครอบคลุมยังส่วนย่อยทั้งหมด

2.8 หาสัญลักษณ์ทางภาษาเป็นแนวคิดที่รับมาใหม่

นอกจากนี้ พันธุ์ ทองชุมนุญ (2547) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแนวคิด และการสร้างแนวคิดไว้ว่า ผู้สอนต้องคำนึงถึงวัยและวุฒิภาวะที่เหมาะสม หากผู้เรียนยังมีวัยและวุฒิภาวะยังไม่ถึงระดับที่จะรับรู้แนวคิดผู้สอนต้องรอระยะเวลาที่เหมาะสมเสียก่อน และการสร้างแนวคิดมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน กล่าวคือ การเรียนรู้เริ่มต้นจากการสัมผัส รับรู้ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นเบื้องต้นและเมื่อได้รับรู้จากสิ่งที่มีลักษณะร่วมกัน มีความสัมพันธ์กันเพิ่มขึ้นหลาย ๆ ครั้ง ผู้เรียนก็สามารถนำมาสรุปรวมกันเป็นแนวคิด และเมื่อผู้เรียนมีแนวคิดที่มากขึ้นจะทำให้ผู้เรียนสามารถนำแนวคิดที่สรุปรวมกันใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนขั้นสูงและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นในกระบวนการสร้างแนวคิดของผู้เรียน คือ มีการรับรู้ และเกิดการเรียนรู้จนสามารถนำไปแก้ปัญหาได้ ซึ่งการสร้างแนวคิดจะถูกต้องเพียงใดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ คือ อายุ ระดับสติปัญญา ความพร้อมของสิ่งแวดล้อม จินตภาพ ความจำ ภาษา นอกจากนี้ในการสร้างแนวคิดของผู้เรียนจะต้องคำนึงถึง สภาพความพร้อมของผู้เรียนทั้งสภาพร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา รวมทั้งประสบการณ์และความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งจะนี้เป็นพื้นฐานในการเรียนระดับสูง และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เพราะเมื่อผู้เรียนต้องการเรียนรู้จะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการฝึกฝน จนเกิดแนวคิดขึ้นได้

3. แนวคิดคลาดเคลื่อน

แนวคิดคลาดเคลื่อน เป็นส่วนหนึ่งของความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดหลาย ๆ แนวคิดที่เชื่อมโยงกัน และผู้เรียนจะนำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ทำความเข้าใจกับประสบการณ์ที่เกิดขึ้น (Southerland *et al.*, 2001) ผู้เรียนมักมีแนวคิดคลาดเคลื่อนโดยมีความเข้าใจที่แตกต่างไปจากสิ่งที่ผู้สอนถ่ายทอดจากการจัดการเรียนรู้ (Bar *et al.* 1994) และถ้าผู้เรียนมีแนวคิดพื้นฐานคลาดเคลื่อนย่อมส่งผลต่อการเข้าใจแนวคิดในระดับที่สูงขึ้น

3.1 แนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

แนวคิดเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช เป็นแนวคิดหนึ่งที่มีความสำคัญในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นแนวคิดพื้นฐานในการศึกษาแนวคิดอื่น ๆ ของวิชาชีววิทยา เช่น แนวคิดเรื่อง เซลล์ การแพร่และการออสโมซิส การสังเคราะห์ด้วยแสง

ของพืช การลำเลียงสารของพืช การสืบพันธุ์ของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช อย่างไรก็ตาม จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชหลายแนวคิด เช่น แนวคิดเรื่อง เซลล์ (Marek, 1986) การแพร่และการออสโมซิส (Westbrook and Marek, 1991; Arthur, 1995; สำเร็จ สรรขาว, 2540) การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Wandersee, 1985; Stavy *et al.*, 1987; Fernando, 2003; Bell, 2005; Marmaruti and Galanopoulou, 2006) และการสืบพันธุ์ของพืช (Lumpe and Staver, 1995) ซึ่งแนวคิดคลาดเคลื่อนดังกล่าวผู้วิจัยขอนำเสนอ ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

แนวคิดหลัก	แนวคิดคลาดเคลื่อน
1. การแพร่และการออสโมซิส	นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่อง การแพร่ กล่าวคือ นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการแพร่ว่าเป็นกระบวนการออสโมซิส และนักเรียนมีการนำเรื่องอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแพร่ เช่น ความตึงความหนาแน่น แรง การละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มาอธิบายกระบวนการแพร่ และ นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนสีของน้ำเมื่อหยดสีลงไปว่าเมื่อเวลาผ่านไปสีจะจางหายไป สีเกิดการสลายตัว สีเกิดการเปลี่ยนรูปร่าง และนักเรียนมีแนวคิดเรื่อง การออสโมซิส กล่าวคือ นักเรียนมีความเข้าใจว่า เยื่อเลือกผ่านเป็นเยื่อที่ยอมให้สารทุกชนิดผ่าน หรือให้เฉพาะน้ำผ่านเท่านั้น และนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการออสโมซิสว่า เป็นการเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมากไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยกว่า (Westbrook and Marek, 1991; Arthur, 1995; สำเร็จ สรรขาว, 2540)
2. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่อง ปัจจัยในการสังเคราะห์แสงของพืช และผลจากการสังเคราะห์แสงของพืช กล่าวคือนักเรียนมีความเข้าใจว่า วิตามิน ดิน แร่ธาตุ แก๊สไนโตรเจน แก๊สออกซิเจน น้ำตาลกลูโคส เป็นปัจจัยในการสังเคราะห์แสงของพืช ในขณะที่นักเรียนมีความเข้าใจว่า สารอาหาร โปรตีน แร่ธาตุ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Bell, 1985; Wandersee, 1985; Stavy <i>et al.</i> , 1987; Fernando, 2003; Marmaruti and Galanopoulou, 2006)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

แนวคิดหลัก	แนวคิดคลาดเคลื่อน
3. การตอบสนองต่อ สิ่งเร้าของพืช	นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่อง การตอบสนองต่อแสงของพืช กล่าวคือ นักเรียนมีความเข้าใจว่า การที่ต้นไม้อ่อน เข้าหาแสงเพราะ ต้นไม้นี้ต้องการรับแสงเพื่อสร้างอาหาร (อาทิตยา จิตรเอื้อเฟื้อ, 2551)

3.2 สาเหตุการเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อน

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังประสบปัญหาอยู่หลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปัญหาเกี่ยวกับแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนที่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์บางครั้งไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ได้ แม้เวลาผ่านไปแนวคิดคลาดเคลื่อนก็ยังคงอยู่กับผู้เรียน (Shepherd and Renner, 1982; Marek, 1986; Westbrook and Marek, 1992) สาเหตุการเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนเกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียน เนื้อหาในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ การถ่ายทอดเนื้อหา หรือข้อมูลที่ผิดพลาดโดยครูผู้สอนไปสู่ผู้เรียน (Helm, 1980; Abraham *et al.*, 1992; Westbrook and Marek, 1992) และการที่ครูผู้สอนไม่มีการตรวจความรู้เดิมและไม่ได้นำความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่มีอยู่เดิมมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้ (Adeniyi, 1985 cited in Westbrook and Marek, 1991; Boujaoude, 1991) นอกจากนี้สาเหตุสำคัญอีกประการที่ส่งผลต่อแนวคิดของผู้เรียนคือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการท่องจำเนื้อหา การถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนสู่ผู้เรียนโดย ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้รับความรู้ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2532)

4. การจัดกลุ่มแนวคิด

การจัดกลุ่มแนวคิดได้มีการจัดกลุ่มแนวคิดออกเป็นหลายกลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมและสรุปการจัดกลุ่มแนวคิดดังนี้

4.1 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 4 กลุ่ม (Marek, 1986) มีการจัดกลุ่มแนวคิด ดังนี้

4.1.1 แนวคิดถูกต้อง (Sound Understanding: SU) หมายถึง การให้เหตุผลทั้งหมดเป็นคำตอบที่ถูกต้อง

4.1.2 แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding: PU) หมายถึง การให้เหตุผลมีอย่างน้อย 1 องค์ประกอบเป็นคำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ทั้งหมด

4.1.3 แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misunderstanding: SM) หมายถึง การให้เหตุผลทั้งหมดไม่มีสัมพันธ์กัน หรือให้เหตุผลที่ผิด

4.1.4 ไม่มีเหตุผล (No Response: N) หมายถึง คำตอบที่แสดงถึงความไม่เข้าใจในแนวคิดนั้น ๆ

4.2 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม (Westbrook and Marek, 1991; Haidar, 1997) มีการจัดกลุ่มแนวคิด ดังนี้

4.2.1 แนวคิดสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU หรือ Sound Understanding: SU) คือ นักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบ

4.2.2 แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (Partial Understanding: PU) คือ นักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ แต่ไม่ครบถ้วนและไม่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนอยู่ในคำตอบ

4.2.3 แนวคิดสมบูรณ์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception: PS) คือ นักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์อย่างน้อย 1

องค์ประกอบแต่ไม่ครบถ้วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนอยู่ในคำตอบ

4.2.4 แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misconception: SM) คือ นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ หรือไม่เป็นเหตุเป็นผลกัน หรือไม่ตอบคำถาม

4.2.5 ไม่มีแนวคิด (No Understanding: N) คือ นักเรียนไม่ตอบคำถาม ทวนคำถาม ตอบว่าไม่รู้

4.3 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 6 กลุ่ม (Abraham *et al.*, 1992) มีการจัดกลุ่ม ดังนี้

4.3.1 แนวคิดถูกต้อง (Sound Understanding: SU) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

4.3.2 แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding) หมายถึง คำตอบที่อย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ครบถ้วน

4.3.3 แนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception) หมายถึง คำตอบมีบางองค์ประกอบเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ และบางองค์ประกอบเป็นแนวคิดคลาดเคลื่อน

4.3.4 แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misconception) หมายถึง คำตอบทั้งหมด ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์

4.3.5 ไม่มีแนวคิด (No Understanding) หมายถึง พูดยทวนคำถาม หรือ ไม่อธิบายเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม

4.3.6 ไม่มีคำตอบ (No Response) หมายถึง ตอบว่าไม่ทราบ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดของ Westbrook and Marek (1991) ซึ่งจัดกลุ่มแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ แนวคิดสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (Partial Understanding: PU) แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with

Specific Misconception: PS) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misconception: SM) และไม่มีแนวคิด (No Understanding: N) ดังรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

5. การวัดแนวคิด

การวัดแนวคิดของผู้เรียนทำให้ผู้สอนรู้ว่า ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดที่ได้เรียนรู้อย่างไร ในการวัดแนวคิดมีหลายวิธี ดังนี้

5.1 การสัมภาษณ์ วิธีการวัดแนวคิดลักษณะนี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ดังที่ Saouma (1991) ใช้วิธีการสัมภาษณ์เพื่อวัดแนวคิดของนักเรียนเรื่อง การเผาไหม้ โดยครูผู้สอน ใช้การสาธิต และการทดลอง เพื่อให้ให้นักเรียนอภิปรายแนวคิดเกี่ยวกับการเผาไหม้ดังกล่าว นอกจากนี้ การสัมภาษณ์ผู้สอนยังมีการใช้สถานการณ์ แผนภาพ และของจริง เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน (Osborn and Gilbert, 1980 อ้างใน รัตนา เสงสุข, 2540)

5.2 แบบคำถามปลายเปิด การวัดแนวคิดด้วยวิธีการนี้ทำให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้ความเข้าใจได้อย่างเต็มที่ มีอิสระในการตอบคำถาม นอกจากนี้ยังเหมาะสมในการใช้วัดความรู้ในระดับของการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ และการประเมิน (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2542) ดังที่ Marek (1986) ใช้ข้อคำถามปลายเปิดโดยกำหนดสถานการณ์เรื่อง การแพร่ และให้ผู้เรียนอธิบายเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

5.3 แบบเลือกตอบ การวัดแนวคิดด้วยวิธีนี้มี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรก แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-Choice Items) ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในรูปของแบบวัดความรู้ นำมาศึกษาผลการเรียนรู้ในรูปของความรู้ ความเข้าใจ การตัดสินใจ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการทำนายผล แบบทดสอบลักษณะนี้อาจมีข้อผิดพลาดจากการเดาน้อยกว่าแบบทดสอบชนิดถูกผิด เนื่องจากสามารถใช้วัดความคิดของนักเรียนในระดับสูง เช่น ระดับการคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลซึ่งแบบทดสอบแบบถูกผิด จะวัดได้เพียงระดับความรู้ ความจำและความเข้าใจ (เขาวดี วิบูลย์ศรี, 2540) ลักษณะที่สอง แบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 2 ส่วน (The Two-tier Diagnostic test) เหมาะสำหรับวัดแนวคิดของนักเรียน พัฒนามาจากแบบสัมภาษณ์หรือคำถามปลายเปิด ทำให้แบบทดสอบมีตัวเลือกที่ใกล้เคียงกับคำตอบของผู้เรียน สอดคล้องกับผู้สอนในการวัดแนวคิดของผู้เรียนครั้งละจำนวนมาก ดังที่ Arthur (1995) ใช้แบบทดสอบดังกล่าววัดแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนเรื่อง การแพร่และการออสโมซิส ส่วนแรกเป็นคำถามชนิดเลือกตอบ

ซึ่งมีตัวเลือก 2, 3 หรือ 4 ตัวเลือก ส่วนสอง ประกอบด้วยเหตุผล 4 ข้อ ที่เป็นไปได้ของส่วนแรก ซึ่งมี 1 ข้อที่เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ ส่วนอีก 3 ข้อ อยู่บนพื้นฐานของแนวคิดคลาดเคลื่อน และมีพื้นที่ให้นักเรียนแสดงเหตุผลในการเลือกคำตอบด้านล่างตัวเลือก

จากการวัดแนวคิดที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยเลือกแบบวัดแนวคิดแบบคำถามปลายเปิด ในงานวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากวิธีดังกล่าวมีความเหมาะสมในการวัดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนโดย ผู้เรียนมีอิสระในการตอบคำถาม ได้แสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมโดยใช้ภาษาและแสดง ความคิดเห็นของตนเอง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากงานวิจัยพบว่า การสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับในวงการ วิทยาศาสตร์ศึกษาว่าสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น (Yager and Akcay, 2000 cited in National Science Education Standards [NRC.], 1996) การสืบเสาะหาความรู้ คือ การค้นหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยการพิจารณา การสำรวจตรวจสอบอย่างถี่ถ้วนหรือ การวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และจะต้องอยู่บนพื้นฐานของการค้นพบ และอยู่ภายใต้การใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยรู้มาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ สิ่ง que ผู้เรียนค้นพบอาจเป็นแนวคิด หลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือ เป็นการค้นพบกรรมวิธีในการประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2532)

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ทิสนา แคมมณี (2552) ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการดำเนินการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้ผู้เรียน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2550) ให้ความหมายว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน

ชาตรี เกิดธรรม (2542) ให้ความหมายว่า เป็นวิธีสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางทางความคิดหาเหตุผล จะค้นพบความรู้ หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ต้องด้วยตนเองโดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เองและสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ดังนั้นกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การดำเนินการสอนโดยเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ (สทศ., 2544) โดย National Science Education Standard (NSES) ของประเทศสหรัฐอเมริกา (NRC, 2000 อ้างใน อาทิตยา จิตรเอื้อเฟื้อ, 2551) ได้กำหนดมาตรฐานของการสืบเสาะหาความรู้ของวิทยาศาสตร์ทุกระดับชั้นว่า ผู้เรียนต้องมีความสามารถที่จำเป็นต่อการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างคำถาม สำรวจ และการทดลองซึ่งอาจเกิดขึ้นในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน โดยมีหลักการ ดังนี้

2.1 การเสนอปัญหาในห้องเรียน ต้องเป็นปัญหาที่มีความหมายต่อผู้เรียน หรือเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงกับผู้เรียน

2.2 ข้อมูลที่นำมาใช้ในห้องเรียน ต้องมีความเหมาะสม สร้างความสนใจให้กับผู้เรียน โดยให้นักเรียนได้อภิปราย การทดลอง เป็นต้น

2.3 สื่อ วัสดุและอุปกรณ์มีความเหมาะสม เพียงพอ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้และสามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการของผู้เรียน

2.4 กำหนดคำถามที่แนะแนวทางการสืบเสาะ

2.5 สมมติฐานเกิดจากการอภิปรายและการใช้คำถาม

2.6 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจะต้องอยู่ในสถานะที่มีแรงกดดันน้อย มีการยอมรับความผิดพลาดของผู้เรียน และให้ความสำคัญกับการบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ

2.7 การสรุปบทเรียน สรุปผลจากข้อมูลการทดลองและการอภิปราย

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามกรอบของสสวท. (2546) มี 5 ขั้นตอน (5Es) ดังนี้

ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) การนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรือเริ่มจากความสนใจของตัวผู้เรียนเอง เกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เป็น เรื่องที่น่าสนใจจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น ๆ หรือเป็นเรื่องที่สามารถเชื่อมโยงกับ ความรู้เดิมที่เรียนรู้อยู่แล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาถ้า ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ผู้สอนอาจเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อนให้ ตั้งคำถาม เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและผู้เรียนส่วนใหญ่ยอมรับจึงให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา และร่วมกันกำหนดขอบเขตแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานลงมือ ปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งอาจจะทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาค สนามการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบ แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ โดยต้องมีหลักฐานและ เหตุผลรองรับ

ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือ แนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ซึ่ง จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไปทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

นอกจากนี้ในปัจจุบัน BSCS 5Es Instructional Model ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพิ่มเติมโดย Arthur Eisenkraft ศาสตราจารย์ด้านฟิสิกส์ศึกษาจากมหาวิทยาลัย Massachusetts เป็น 7Es ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฉบับปรับปรุงใหม่นี้ไม่ได้เพิ่มความซับซ้อนแต่เป็นการขยายขั้นการสอนเพื่อเน้นกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบการสอนเดิมให้เด่นชัดมากขึ้น โดยในขั้น คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) จะเพิ่มเป็น 2 ขั้นย่อย ได้แก่ การหาความรู้เดิมของผู้เรียน (Elicit) และ การสร้างความสนใจ (Engage) และขั้นขยายความรู้ (Elaboration) จะเพิ่มเป็น 2 ขั้นย่อย ได้แก่ การขยายความรู้ (Expand) เพื่อลงลึกเพื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจมากขึ้นและการประยุกต์ใช้ความรู้ (Extend) เพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ เพื่อความคงทนและการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Eisenkraft, 2003 อ้างใน พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, ม.ป.ป.)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้การสอนแบบสืบเสาะตามกรอบของ สสวท. (2546) ซึ่งมี ขั้นตอนของการสอน 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation)

3. ระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

3.1 การสาธิต (Demonstration) ผู้สอนสาธิตหน้าชั้นเรียน โดยผู้สอนเป็นผู้กำหนดปัญหา ดำเนินการทดลองให้ผู้เรียนสังเกต และให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง ซึ่งการสาธิตเหมาะกับการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่มีขนาดใหญ่ อาจใช้ร่วมกับการบรรยาย และช่วยแก้ปัญหาเรื่องข้อจำกัดของเวลาและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ (Llewellyn, 2003 อ้างใน พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, ม.ป.ป.)

3.2 Guided-Inquiry มีลักษณะผู้สอนเป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบและวางแผนการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล และเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยผู้เรียนทำการทดลองตามกิจกรรมตามแนวทางที่ผู้สอนกำหนด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่พบมากในแบบเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ข้อดีของ Guided-Inquiry คือ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนบริหารจัดการเวลาและห้องเรียนได้ ใช้เวลาไม่มาก สามารถเตรียมอุปกรณ์และการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สามารถเปรียบเทียบความถูกต้องของผลการทดลองระหว่างกลุ่มได้ (Llewellyn, 2003 อ้างใน พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, ม.ป.ป.; Bell *et al.*, 2005; Carin and Sund (1980 อ้างใน พิมพันธ์ เชชะคุปต์, 2550)

3.3 Less Guided-Inquiry เป็นวิธีสอนที่ผู้เป็นผู้กำหนดปัญหา หรือร่วมกันกำหนดปัญหา พร้อมกับผู้เรียน แต่ผู้เรียนจะเป็นผู้วางแผนหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง ทำการทดลอง จนถึงวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก Carin and Sund (1980 อ้างใน พิมพันธ์ เชชะคุปต์, 2550)

3.3 Unguided-Inquiry เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาด้วยตัวเองตลอดจนการวางแผน การทดลอง ดำเนินการทดลอง เก็บข้อมูล จนถึงวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง วิธีนี้ผู้เรียนจะมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ ผู้สอนและเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น โดยอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาได้ ซึ่งอาจจะเรียกวิธีการนี้ว่า วิธีสืบเสาะแบบอิสระ (Free Inquiry) Carin and Sund (1980 อ้างใน พิมพันธ์ เชชะคุปต์, 2550)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำเร็จ สระขาว (2540) ได้ศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่อง การแพร่และออสโมซิส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 213 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสำรวจแนวคิด เรื่อง การแพร่และออสโมซิส ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องการแพร่และ ออสโมซิสว่า การแพร่เป็นการละลายหรือเป็นปฏิกิริยาของสาร และเป็นการเคลื่อนที่ของสารจาก บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยไปยังที่มีความเข้มข้นของสารมากกว่าและจะหยุดการเคลื่อนที่ เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล ส่วนการออสโมซิสเป็นการเคลื่อนที่ของน้ำจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของ สารมากไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยกว่า และมีแนวคิดว่าเยื่อเลือกผ่านเป็นเยื่อที่ยอมให้ สารทุกชนิดผ่านหรือให้เฉพาะน้ำผ่านเท่านั้น นอกจากนี้มีแนวคิดว่าการแพร่และออสโมซิสจะ ไม่เกิดขึ้นในเซลล์ที่ตายแล้ว

บัวรอย หม่องกิ (2547) ได้ศึกษาการออกแบบกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมความ สามารถทางความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช และพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาการคิด สร้างสรรค์ของนักเรียนได้ หลังหลังเรียนด้วยกิจกรรมการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมี การคิดสร้างสรรค์ประเภท การคิดคล่อง การคิดริเริ่ม และการคิดละเอียดละออ เพิ่มขึ้น

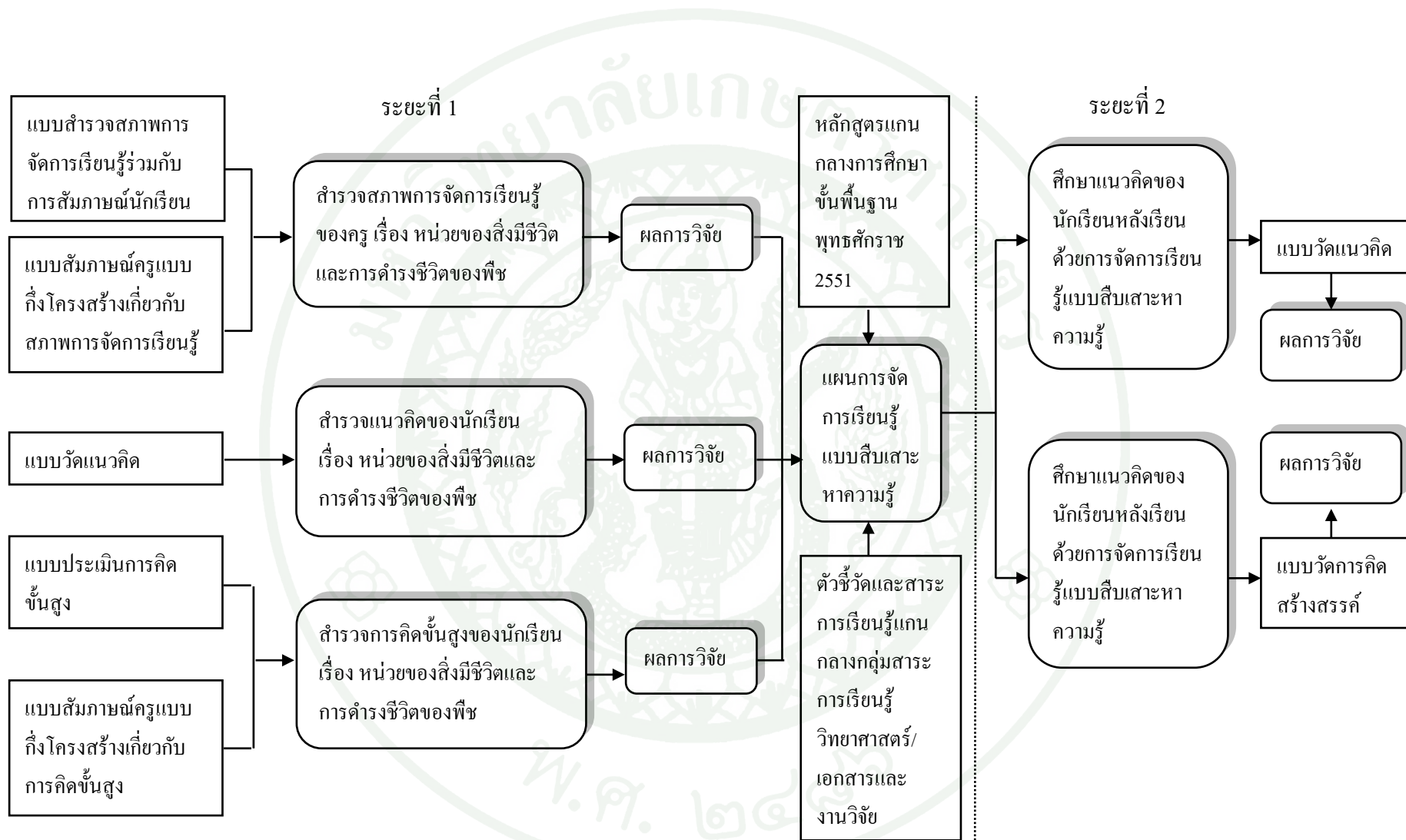
อาทิตยา จิตรเอื้อเพื่อ (2551) ได้ศึกษาการส่งเสริมแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการคิด อย่างมีวิจารณญาณเรื่อง การตอบสนองของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีสืบเสาะ หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม แบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตอย่างมี ส่วนร่วม บันทึกภาคสนาม สัมภาษณ์ ระยะที่ 2 สร้างและพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัย ระยะที่ 3 นำหน่วยการเรียนรู้ไปใช้และประเมินผล เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสำรวจ แนวคิดเรื่อง การตอบสนองของพืช ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียน พัฒนาความรู้ความเข้าใจและการให้เหตุผลเกี่ยวกับแนวคิดเรื่อง การตอบสนองของพืชได้และ กิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาและส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณของนักเรียนได้

Westbrook and Marek (1991) ได้ศึกษาแนวคิดเรื่อง การแพร่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และนิสิตมหาวิทยาลัยปี 1 สาขาสัตววิทยา โดยทำการสุ่มตัวอย่างระดับชั้นละ 100 คน จำนวนทั้งหมด 300 คน ซึ่งในการวัดแนวคิดนี้ผู้วิจัยใช้แบบวัดแนวคิด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และนิสิตมหาวิทยาลัย ปีที่ 1 ไม่มีแนวคิดสมบูรณ์ในเรื่อง การแพร่ รวมทั้งนักเรียนแต่ละระดับมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิดในลักษณะไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาแนวคิดคลาดเคลื่อนพบว่า มีนิสิตมหาวิทยาลัยปี 1 จำนวนมากมีแนวคิดคลาดเคลื่อน เนื่องจากการใช้ภาษาและศัพท์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยแบบกรณีศึกษา (Case Study) เรื่อง การศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีวิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังแสดงในภาพที่ 3.1 จากภาพงานวิจัยระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะศึกษา 1.1) สภาพการจัดการเรียนรู้ของครู โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนโดยใช้แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ร่วมกับการสัมภาษณ์นักเรียน และใช้แบบสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช 1.2) แนวคิดของนักเรียน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนโดยใช้วัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช 1.3) การคิดขั้นสูงของนักเรียน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนโดยใช้แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงวิชาวิทยาศาสตร์ และใช้แบบสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงของนักเรียนการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูงของนักเรียน จากนั้นนำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อใช้ในงานวิจัยระยะที่ 2 ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้



ภาพที่ 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

ซึ่งรายละเอียดในแต่ละระยะของการวิจัยมีดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1

1. การเลือกกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยระยะที่ 1

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยระยะที่ 1

3. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยระยะที่ 1

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยระยะที่ 1

5. การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยระยะที่ 1

ระยะที่ 2

1. การเลือกกรณีศึกษาในงานวิจัยระยะที่ 2

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยระยะที่ 2

3. การนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้และการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

4. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยระยะที่ 2

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยระยะที่ 2

6. การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยระยะที่ 2

การดำเนินการวิจัยระยะที่ 1

1. การเลือกกลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยระยะที่ 1

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยระยะที่ 1 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวน 151 คน ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนสอนดีพิทยาการ (นามสมมติ) จังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การมัธยมศึกษาเขต 41 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ และครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในโรงเรียนดังกล่าว จำนวน 3 คน

ในการเลือกนักเรียนเพื่อใช้เป็นกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยระยะที่ 1 กลุ่มที่ศึกษาที่ถูกเลือกจะต้องผ่านเกณฑ์ ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นทั้ง 3 ข้อ ดังนี้

1. เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสอนดีพิทยาการ ซึ่งผู้วิจัยเป็นครูประจำการอยู่
2. เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตมาแล้ว ในปีการศึกษา 2552
3. เป็นนักเรียนห้องเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 ห้องเรียน

ในการเลือกครูเพื่อใช้เป็นกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยระยะที่ 1 กลุ่มที่ศึกษาที่ถูกเลือกจะต้องผ่านเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นทั้ง 3 ข้อ ดังนี้

1. เป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสอนดีพิทยาการ ซึ่งผู้วิจัยเป็นครูประจำการอยู่
2. เป็นครูผู้สอนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนเรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตมาแล้ว ในปีการศึกษา 2552

3. เป็นครูผู้สอนนักเรียนห้องเก่ง ปานกลาง และอ่อน ที่ผู้วิจัยเลือกเป็นกรณีศึกษา

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยระยะที่ 1

การวิจัยระยะที่ 1 มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การติดต่อและสร้างความสัมพันธ์กับกลุ่มที่ศึกษา

ในขั้นนี้ ผู้วิจัยติดต่อไปยังกลุ่มที่ศึกษาคือ ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 คน โดยใช้การติดต่อทั้งการพบปะกันโดยตรงและทางโทรศัพท์ ซึ่งในระหว่างการติดต่อผู้วิจัยดำเนินการในช่วงที่ครูว่างจากภาระงาน ในระหว่างการติดต่อผู้วิจัยใช้วาจาที่สุภาพ อ่อนน้อมในการขอความร่วมมือจากครูในการทำวิจัย พร้อมทั้งชี้แจงรายละเอียดของงานวิจัย วัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล จริยธรรมในการวิจัยที่ผู้วิจัยพึงปฏิบัติต่อผู้ให้ข้อมูลทั้งครูและนักเรียน รวมทั้งขอความอนุเคราะห์จากครู ในการชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาทราบถึงรายละเอียดของการวิจัยนี้ด้วย จากนั้นทำการนัดหมายเวลากับครูและนักเรียนเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2 การสำรวจสภาพการจัดการเรียนรู้ แนวคิด และการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

ในการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากครูโดยการสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structure Interview) เกี่ยวกับบริบทของโรงเรียนและห้องเรียน ภูมิหลังของครู ภูมิหลังของนักเรียน วิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล ที่ครูใช้ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช มาแล้วในปีการศึกษา 2552 โดยให้นักเรียนทำแบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช จากนั้นสุ่มนักเรียน 5 คน จากแต่ละห้อง รวม 15 คน มาทำการสัมภาษณ์เพื่อหาข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับวิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผลของครู

ในการศึกษาแนวคิดเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้นักเรียนทั้งหมด 151 คน ทำแบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งแบบวัดครอบคลุมแนวคิดหลัก 6 แนวคิด ได้แก่ 1) เซลล์ 2) การแพร่และการออสโมซิส 3) การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 4) การลำเลียงสารของพืช 5) การสืบพันธุ์ของพืช และ 6) การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช

ในการสำรวจการคิดขั้นสูงของนักเรียน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยให้นักเรียนทำ แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูง 4 ประเภท ได้แก่ การคิดแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ การคิด อย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ โดยให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับพฤติกรรมที่บ่งชี้ การคิดขั้นสูงในแต่ละประเภทว่าตนเองมีพฤติกรรมดังกล่าวในระดับใด ระหว่าง มาก ปานกลาง น้อย และไม่ได้ปฏิบัติ และเก็บรวบรวมข้อมูลจากครูโดยการสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับการคิดขั้นสูง ของนักเรียน และสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูที่ ส่งเสริมการคิดขั้นสูงของนักเรียน

ในระยะที่ 1 ของการวิจัย เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้จึงพบว่า นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์และการคิดสร้างสรรค์ค่อนข้างต่ำ ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้เกี่ยวข้องกับ การสอนของครู ผู้วิจัยจึงออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการพัฒนา แนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิตและ การดำรงชีวิตของพืช เพื่อนำไปใช้ในงานวิจัยระยะที่ 2 ดังนั้นขั้นตอนที่ 2 ของงานวิจัยระยะที่ 1 คือ การออกแบบ

2.3 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิตและ การดำรงชีวิตของพืช

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีจำนวน ทั้งหมด 6 แผน ครอบคลุมแนวคิดหลัก 6 แนวคิด ได้แก่ เซลล์ การแพร่และออสโมซิส การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การลำเลียงสารของพืช การสืบพันธุ์ของพืช และการตอบสนองต่อ สิ่งเร้าของพืช ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 แผน แผนละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 18 คาบเรียน รายละเอียดและขั้นตอนในการสร้างออกแบบแผน การจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ตามแนวทาง ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2546)

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา มาตรฐานการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน และหน่วยการเรียนรู้เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขั้นที่ 3 กำหนดโครงสร้างรายวิชาและจัดทำหน่วยการเรียนรู้เนื้อหา 6 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

ขั้นที่ 4 สำนวสภาพการจัดการเรียนรู้ แนวคิด และการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

ขั้นที่ 5 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ และการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความคิดรวบยอด กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล สื่อและแหล่งการเรียนรู้ ใบความรู้และใบงาน

ขั้นที่ 6 ส่งแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ ความถูกต้อง และเหมาะสมของแผนและกิจกรรมที่ใช้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ มาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 7 ส่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาให้ผู้เชี่ยวชาญทำการตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของแผนและกิจกรรมที่ใช้จากนั้นแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วจากขั้นที่ 7 ไปใช้สอนกับกรณีศึกษาในงานวิจัยระยะที่ 2

ตารางที่ 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

แผนที่/ ชม.	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน ของนักเรียนจากระยะที่ 1	ลักษณะกิจกรรม	การส่งเสริมแนวคิด	การส่งเสริม การคิดสร้างสรรค์
1	ตัวชี้วัด	1. แนวคิดเรื่อง เซลล์	1. ใช้คำถามและให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง	1. ใช้คำถามให้ร่วม	
3 ชม.	- สังเกตและอธิบายรูปร่าง ลักษณะเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์ เดียวและเซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลาย เซลล์	1.1 แนวคิดเรื่อง ความหมาย และรูปร่างลักษณะของเซลล์ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยอธิบายความหมายของ เซลล์และวาดภาพรูปร่าง ลักษณะของเซลล์คลาดเคลื่อน โดยนักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน ว่า เซลล์เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง เซลล์เป็นแหล่งกำเนิดของ สิ่งมีชีวิต เซลล์เป็นสิ่งที่อยู่ใน ร่างกายของสิ่งมีชีวิต เซลล์เป็น สิ่งที่ใช้ในการสืบพันธุ์	เซลล์ วาดรูปตามความเข้าใจ 2. ครูยกสถานการณ์ “ถ้าจะศึกษาเซลล์ของสิ่งมีชีวิต จะใช้วิธีการใด” ให้นักเรียนคิดและเขียนวิธีการ ให้ได้มากที่สุดในเวลาที่กำหนด 3. ครูนำภาพหัวหอมแดง สำหรับหั่นหั่นและ มนุษย์ มาให้นักเรียนศึกษาและยกสถานการณ์ว่า “ถ้าใช้กล้องจุลทรรศน์ศึกษาเซลล์ดังกล่าว นักเรียน คิดว่าจะมีลักษณะอย่างไร” ให้นักเรียนคิดและวาดรูป ตามความเข้าใจ 4. นักเรียนนำเสนอเซลล์ที่ได้วาดรูปตามความเข้าใจ และร่วมกันอภิปราย 5. ครูใช้คำถาม “สามารถใช้เซลล์สัตว์ชนิดใดได้บ้าง ในการนำมาศึกษาเซลล์ ในลักษณะเดียวกับเชื้อบูซัง แก้ม ให้คิดหาคำตอบให้ได้มากที่สุดในเวลาที่กำหนด	1. ใช้คำถามให้ร่วม กันอภิปราย 3. ใช้ภาพและ สถานการณ์หา ความรู้เดิม 4. การอภิปราย	2. ใช้สถานการณ์ กระตุ้นให้คิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม 5. ใช้คำถามให้ คิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม
	- สังเกตและอธิบายรูปร่าง ลักษณะเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์ เดียวและเซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลาย เซลล์				
	- สังเกตและเปรียบเทียบส่วน ประกอบสำคัญของเซลล์พืชและ เซลล์สัตว์				
	- ทดลองและอธิบายหน้าที่ของ ส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์ พืชและเซลล์สัตว์				

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่/ ชม.	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน ของนักเรียนจากระยะที่ 1	ลักษณะกิจกรรม	การส่งเสริมแนวคิด	การส่งเสริม การคิดสร้างสรรค์
	- ทดลองและอธิบายหน้าที่ของ ส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์ พืชและเซลล์สัตว์	1.2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและ สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยนักเรียนสลับสิ่งมีชีวิต	6. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “เซลล์พืชและ เซลล์สัตว์” โดยให้นักเรียนร่วมกันตั้งปัญหาของ กิจกรรม	6. กิจกรรมที่ 1	6. ใช้เทคนิคระดม สมอง และกระตุ้น ให้คิดริเริ่มใน
	จุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านความรู้	เซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลาย เซลล์	7. นักเรียนเตรียมสไลด์สด โดยครูสาธิตการเตรียม สไลด์สดของเซลล์เชื้อเห็ดหอมแดง เซลล์ของใบ สาหร่ายหางกระรอก และให้ลงมือปฏิบัติตามและ นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์	7. กิจกรรมที่ 1	การตั้งปัญหา
	1. อธิบายความหมายของเซลล์ได้	เซลล์และให้เหตุผลในการระบุ	8. นักเรียนนำเสนอผลของกิจกรรม และอภิปราย ร่วมกัน โดยครูใช้คำถามและคู่มือวิทัศน์	8. ใช้คำถาม/ วิทัศน์	
	2. อธิบายรูปร่างลักษณะของ เซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและ สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ได้	นักเรียนใช้เหตุผลเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ ชนิดของสิ่งมีชีวิต	9. ครูนำวิทัศน์เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและ สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ มาให้นักเรียนดูและอภิปรายโดย ใช้คำถาม	9. ใช้คำถามให้ อภิปราย/ วิทัศน์	
	3. ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของ เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้	จำนวนเซลล์ ขนาดหรือรูปร่าง ของสิ่งมีชีวิตและส่วนประกอบ	10. นักเรียนทำใบงานที่ 1	10. ใบงานที่ 1	
	4. อธิบายหน้าที่ของส่วน ประกอบที่สำคัญของเซลล์พืช และเซลล์สัตว์ได้	ของเซลล์ในการระบุสิ่งมีชีวิต เซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลาย เซลล์			
	5. เปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างของเซลล์พืชและเซลล์ สัตว์ได้				

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่/ ชม.	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน ของนักเรียนจากระยะที่ 1	ลักษณะกิจกรรม	การส่งเสริมแนวคิด	การส่งเสริม การคิดสร้างสรรค์
	ด้านทักษะ/กระบวนการ 6. ทำการศึกษาและสังเกตเซลล์ พืชและเซลล์สัตว์โดยใช้กล้อง จุลทรรศน์ได้ ด้านคุณลักษณะ 7. มีส่วนร่วมในกิจกรรม	1.3 ส่วนประกอบสำคัญใน เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ นักเรียนระบุส่วนประกอบ สำคัญในเซลล์พืชและเซลล์ สัตว์สลับกัน			
2 3 ชม.	ตัวชี้วัด - ทดลองและอธิบายกระบวนการ สารผ่านเซลล์โดยการแพร่และ ออสโมซิส - ทดลองและอธิบายกระบวนการ สารผ่านเซลล์ โดยการแพร่และ ออสโมซิส ด้านความรู้ 1. อธิบายกระบวนการแพร่ได้	2. การแพร่และการออสโมซิส 2.1 การแพร่ นักเรียนวาดภาพลำดับ การเปลี่ยนแปลงของการนำ เกลือต่างหทัยมใส่ลงในน้ำ คลาดเคลื่อน และให้เหตุผล การเปลี่ยนแปลงคลาดเคลื่อน โดยนักเรียนอธิบายการเปลี่ยน แปลงทางกายภาพว่า เมื่อนำ เกลือต่างหทัยมใส่ลงในน้ำจะ เกิดปฏิกิริยา เกิดการละลาย	1. ครูนำนํ้าหอมมาฉีดในห้องเรียน (นักเรียน ไม่ทราบ) จากนั้นใช้คำถามให้อภิปราย 2. ครูใช้สถานการณ์ให้นักเรียนช่วยกันคิด และทำนาย คำตอบในเรื่อง ลูกโป่งข้าวโพด 3. นำเสนอผลและอภิปรายและร่วมกัน 4. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2 เรื่อง “นํ้าหอมและลูกโป่ง ข้าวโพด” ดังนี้ 4.1 ตอนที่ 1 มีขั้นตอนการทดลองมาให้ 4.2 ตอนที่ 2 ไม่มีขั้นตอนการทดลองมาให้ แต่ให้คิดออกแบบการทดลอง (สถานการณ์ในข้อ 2)	1. ใช้คำถามให้อภิปราย 2. ใช้คำถามให้อภิปราย/ทำนาย 3. การอภิปราย	2. ใช้เทคนิคระดมสมอง/ใช้คำถาม 4. ใช้สถานการณ์และกระตุ้นให้คิดคล่อง คิดยืดหยุ่นและคิดริเริ่ม

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่/ ชม.	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน ของนักเรียนจากระยะที่ 1	ลักษณะกิจกรรม	การส่งเสริมแนวคิด	การส่งเสริม การคิดสร้างสรรค์
	2. อธิบายกระบวนการออสโมซิส ได้ ด้านทักษะ/กระบวนการ 3. ทำการทดลองกระบวนการ แพร่และกระบวนการออสโมซิส ได้ ด้านคุณลักษณะ 4. มีส่วนร่วมในกิจกรรม	เกิดไอน้ำ เกิดฟอง เกิดน้ำเดือด เกิดสารเนื้อเดียว น้ำใสขึ้น เกิดการออสโมซิส และไม่เกิด การเปลี่ยนแปลง 2.2 การออสโมซิส นักเรียนอธิบายการเปลี่ยน แปลงทางกายภาพของไข่และ ให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลง คลาดเคลื่อน โดยนักเรียน เข้าใจว่าเมื่อเวลาผ่านไปไข่จะ แตก ไข่จะจมหรือลอย หรือไม่ เกิดการเปลี่ยนแปลง	4.3 นักเรียนนำเสนอวิธีการทดลองและร่วมกัน สรุปวิธีการในการทดลอง 4.4 ให้นักเรียนคิดและตั้งสมมติฐาน ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม จากนั้นครูคอยแนะนำ และชี้แจงที่ถูกต้องเพิ่มเติม 5. นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง และอภิปรายร่วม กันโดยครูใช้คำถาม 6. ครูใช้คำถามให้นักเรียนได้อภิปราย/ยกตัวอย่าง/ การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในเวลาที่กำหนด 7. นักเรียนทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ชุดที่ 1 เรื่อง การแพร่และการออสโมซิส 8. นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง การแพร่และ การออสโมซิส	5. ใช้คำถามให้ อภิปราย 6. ใช้คำถามให้ อภิปราย 7. แบบวัดการคิด สร้างสรรค์ชุดที่ 1 8. ใบงานที่ 2	5. ใช้เทคนิคระดม สมอง/ใช้คำถาม 6. ใช้สถานการณ์ และกระตุ้นให้ คิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม
3 3 ชม.	ตัวชี้วัด - ทดลองหาปัจจัยบางประการที่ จำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืชและอธิบายว่า แสง	3. การสังเคราะห์ด้วยแสงของ พืช 3.1 ปัจจัยในการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช	1. นักเรียนอภิปรายเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงโดย ครูใช้คำถาม 2. ครูนำกระถางต้นขาบ่างใบสีเขียวก และต้น คริสต์มาส	1. ใช้คำถามให้ อภิปราย 2. ใช้คำถามให้ อภิปราย	

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่/ ชม.	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน ของนักเรียนจากระยะที่ 1	ลักษณะกิจกรรม	การส่งเสริมแนวคิด	การส่งเสริม การคิดสร้างสรรค์
	คลอโรฟิลล์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ เป็นปัจจัยที่จำเป็นต้องใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง - ทดลองและอธิบายผลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช - อธิบายความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ด้านความรู้ 1. อธิบายความหมายและความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ 2. บอกปัจจัยที่จำเป็นที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้ 3. บอกผลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้	นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า ดิน แร่ธาตุ อากาศ แก๊สออกซิเจน แก๊สไนโตรเจน แป้ง น้ำตาล อาหาร ใบไม้ และลำต้น เป็นปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 3.2 ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า อาหาร แป้ง แร่ธาตุ อากาศ แก๊สคาร์บอน ไดออกไซด์ ใบ ลำต้น ผลไม้ ต้นไม้ เป็นผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	3. ครุภัณฑ์กระถางต้นขบาใบสีเขียวและมัดกิ่งอยู่ในถุงพลาสติกใส 2 ถุงโดยถุงหนึ่งบรรจุโซเดียมไฮดรอกไซด์ไว้ และใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 4. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 3 ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดย 4.1 ตอนที่ 1 เรื่อง สารสีเขียวกับการสังเคราะห์แสง มีขั้นตอนการทดลองแต่นักเรียนตั้งปัญหา สมมติฐาน ตัวแปร ระบุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง 4.2 ตอนที่ 2 เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับการสังเคราะห์ด้วยแสง มีลักษณะเช่นเดียวกับข้อ 4.1 4.3 ตอนที่ 3 เรื่อง แสงกับการสังเคราะห์ด้วยแสง ไม่มีขั้นตอนการทดลองแต่ให้นักเรียนคิดออกแบบการทดลองเองและระบุองค์ประกอบเหมือนกับข้อ 4.1 และ 4.2 5. นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง	3. ใช้คำถามให้อภิปราย 4. กิจกรรมที่ 3	4. ใช้เทคนิคระดมสมองและกระตุ้นให้คิดริเริ่ม

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่/ ชม.	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน ของนักเรียนจากระยะที่ 1	ลักษณะกิจกรรม	การส่งเสริมแนวคิด	การส่งเสริม การคิดสร้างสรรค์
	กระบวนการ		และอภิปรายและสรุปร่วมกันโดยครูใช้คำถาม		
	4. ทดลองเพื่อตรวจสอบได้ว่า คลอโรฟิลล์ และคาร์บอนไดออก ไซด์ เป็นปัจจัยที่จำเป็นในการ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช		6. ครูสาธิตแก๊สที่เกิดขึ้นในการสังเคราะห์ด้วยแสง จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายโดยใช้คำถาม 7. ให้นักเรียนคิดและออกแบบการทดลองในเรื่อง มาออกแบบการทดลองเรื่อง ผลจากการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืชกันเถอะ ลงในใบกิจกรรมที่ 4	6. สาธิต/ใช้คำถาม ให้อภิปราย 7. กิจกรรมที่ 4	7. ใช้สถานการณ์ /ใช้คำถามให้ อภิปราย
	5. ออกแบบการทดลองเพื่อตรวจ สอบได้ว่า แสง และน้ำตาล เป็น ปัจจัยที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช		8. นักเรียนนำเสนอและอภิปรายและสรุปร่วมกันถึง ปัจจัย ผลที่ได้และความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วย แสงโดยครูใช้คำถาม	8. ใช้คำถามให้ อภิปราย	
	6. ออกแบบการทดลองเพื่อตรวจ สอบได้ว่า น้ำตาลเป็นผลที่ได้จาก การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช		9. ครูนำต้นกระบองเพชรมาให้ให้นักเรียนศึกษาและ ร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถาม และให้เขียนกราฟ ความเข้มของแสงต่อการสังเคราะห์แสง	9. ใช้คำถามให้ อภิปราย	
	ด้านคุณลักษณะ		10. นักเรียนเขียนแผนภาพ/วาดรูป หรืออื่น ๆ ตาม ความเข้าใจโดยให้ครอบคลุมเรื่อง ปัจจัย ผลที่ได้ และ ความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสง	10. ผลงานนักเรียน	
	7. มีส่วนร่วมในกิจกรรม		11. นักเรียนทำใบงานที่ 3 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วย แสงของพืช	11. ใบงานที่ 3	

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่/ ชม.	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน ของนักเรียนจากระยะที่ 1	ลักษณะกิจกรรม	การส่งเสริมแนวคิด	การส่งเสริม การคิดสร้างสรรค์
4 3 ชม.	ตัวชี้วัด 8. ทดลองและอธิบายกลุ่มเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำของพืช 9. สังเกตและอธิบายโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับระบบลำเลียงน้ำและอาหารของพืช จุดประสงค์การเรียนรู้ด้านความรู้ 1. อธิบายหน้าที่และความสำคัญของขนรากในการลำเลียงน้ำของพืชได้ 2. ระบุโครงสร้างที่ใช้ในการลำเลียงน้ำและลำเลียงอาหารของพืชได้ 3. อธิบายกระบวนการลำเลียงน้ำและการลำเลียงอาหารได้	4. การลำเลียงสารของพืช 4.1 การลำเลียงน้ำของพืช นักเรียนวาดภาพลำต้นเทียนตัดตามยาวคลาดเคลื่อนและ นักเรียนมีความเข้าใจ น้ำสีแดงเป็นอาหารของต้นเทียน ท่อลำเลียงอาหารลำเลียงน้ำ จึงเปลี่ยนเป็นสีแดง น้ำสีแดงเป็นอาหารของต้นเทียนและ เมื่อนำลำต้นเทียนตัดตามขวางจะเห็นท่อลำเลียงเป็นระเบียบ	1. ครูนำภาพต้นไม้ที่สูงที่สุดในโลกมาให้ให้นักเรียนศึกษาและร่วมกันอภิปราย 2. นักเรียนนำเสนอคำตอบ 3. ครูใช้คำถามให้นักเรียนอภิปราย 4. ให้นักเรียนศึกษาและสังเกตขนรากและครูใช้คำถามให้ร่วมกันอภิปราย 5. ครูนำต้นเทียนที่แช่อยู่ในขวดที่บรรจุน้ำสีแดงและน้ำปกติมาให้ให้นักเรียนศึกษาสังเกตและใช้คำถามให้นักเรียนอภิปราย 6. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 5 เรื่อง “โครงสร้างในการลำเลียงน้ำของพืช” โดย 6.1 ให้นักเรียนคิดและตั้งปัญหาพร้อมทั้งออกแบบวิธีการศึกษาด้นเทียนจากข้อ 5 และระบุอุปกรณ์และออกแบบการบันทึกผล 6.2 นักเรียนนำเสนอวิธีการและร่วมกันสรุปวิธีการที่ใช้ในการศึกษา	1. ใช้คำถามให้ อภิปราย 3. ใช้คำถามให้ อภิปราย 4. ใช้คำถาม ให้ อภิปราย 6. กิจกรรมที่ 5	6. ใช้เทคนิคระดมสมองและกระตุ้นให้คิดริเริ่ม

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่/ ชม.	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน ของนักเรียนจากระยะที่ 1	ลักษณะกิจกรรม	การส่งเสริมแนวคิด	การส่งเสริม การคิดสร้างสรรค์
4.	ระบุโครงสร้างของพืชที่ทำหน้าที่คายน้ำและปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำได้	4.2 พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ นักเรียนสลับพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และอธิบายเหตุผลคลาดเคลื่อนโดยนักเรียนใช้เหตุผลด้านจำนวนเซลล์ ลักษณะเซลล์ รากฝอย จำนวนใบ ชนิดของพืช ตำแหน่งของท่อลำเลียง และสังเกตลักษณะจากรูปภาพมาใช้ในการระบุภาพพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	7. ครูใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันจากผลของกิจกรรมที่ 5 8. ครูใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อนำไปสู่กิจกรรมที่ 6 เรื่อง “การคายน้ำ” 9. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6 เรื่อง “การคายน้ำ” โดย 9.1 ให้นักเรียนคิดและตั้งปัญหาพร้อมทั้งออกแบบวิธีการศึกษา ระบุอุปกรณ์ที่ใช้ และออกแบบการบันทึกผลเอง 9.2 นักเรียนนำเสนอวิธีการและร่วมกันสรุป สรุปวิธีการที่จะใช้ในการศึกษา และลงมือทำ 10. นักเรียนนำเสนอผลของกิจกรรมที่ 6 และอภิปรายร่วมกันโดยครูใช้คำถาม	7. ใช้คำถามให้อภิปราย 8. ใช้คำถามให้อภิปราย 9. กิจกรรมที่ 6	9. ใช้เทคนิคระดมสมองและกระตุ้นให้คิดริเริ่ม
5.	อธิบายความสำคัญการคายน้ำและการลำเลียงน้ำของพืชได้	4.3 การลำเลียงอาหาร นักเรียนอธิบายลักษณะท่อลำเลียงอาหาร หน้าที่ของท่อลำเลียงอาหาร และทิศทางของท่อลำเลียงอาหารและท่อ	11. ครูนำใบว่านกาบหอยที่ขยี้ในถุงพลาสติกโดยมีไอน้ำเกาะอยู่ และให้นักเรียนอภิปรายโดยใช้คำถาม 12. ครูนำภาพเซลล์คุมมาให้ให้นักเรียนศึกษาสังเกตและให้นักเรียนอภิปรายและสรุปร่วมกันโดยครูใช้คำถาม	11. ใช้คำถามให้อภิปราย 12. ใช้คำถามให้อภิปราย	
ด้านทักษะ/กระบวนการ	6. เตรียมสไลด์เนื้อเยื่อพืชเพื่อศึกษาโครงสร้างในการลำเลียงน้ำและการคายน้ำของพืชได้				
ด้านคุณลักษณะ	7. มีส่วนร่วมในกิจกรรม				

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่/ ชม.	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน ของนักเรียนจากระยะที่ 1	ลักษณะกิจกรรม	การส่งเสริมแนวคิด	การส่งเสริม การคิดสร้างสรรค์
		ลำเลียงน้ำคลาดเคลื่อน โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่าท่อลำเลียงอาหารมีหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ การลำเลียงอาหารมีทิศทางเดียวและการลำเลียงน้ำมีหลายทิศทาง	13. ครูนำภาพทิศทางการลำเลียงน้ำและอาหารของพืช มาให้นักเรียนศึกษาและร่วมกันอภิปราย โดยครูใช้คำถาม 14. ให้นักเรียนเขียนกราฟเรื่อง บังคับในการคายน้ำ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยครูใช้คำถาม 15. นักเรียนทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ชุดที่ 2 เรื่อง การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช 16. นักเรียนทำใบงานที่ 4 เรื่อง การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช	13. ศึกษาภาพ/ใช้คำถามให้อภิปราย 14. เขียนกราฟ/ใช้คำถามให้อภิปราย 15. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ชุด 2 16. ใบงานที่ 4	15. ใช้แบบวัดให้คิดคลอง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม
5 3 ชม.	ตัวชี้วัด 10. ทดลองและอธิบายโครงสร้างของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ของพืช 11. อธิบายกระบวนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอกและการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชโดยใช้ส่วนของพืช	5. การสืบพันธุ์ของพืช 5.1 โครงสร้างของดอก นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า ใบ ก้าน ลำต้น เป็นโครงสร้างของดอก	1. ครูเปิดเพลงอุทยานดอกไม้ ให้นักเรียนตั้งใจฟัง 2. ให้นักเรียนระบุนชนิดดอกไม้ที่อยู่ในเพลงและดอกไม้ที่นักเรียนรู้จักมาให้มากที่สุดในเวลาที่กำหนด 3. ให้นักเรียนวาดรูปโครงสร้างและส่วนประกอบของดอกตามความเข้าใจของนักเรียน 4. นักเรียนนำเสนอคำตอบและร่วมกันอภิปรายโดยครูใช้คำถาม 5. ให้นักเรียนนำดอกไม้มากลุ่มละ 5 ชนิด	3. วาดรูป/ใช้คำถามให้อภิปราย 4. ใช้คำถามให้อภิปราย 5. ใช้คำถามอภิปราย	2. ฝึกให้คิดคลอง และคิดยืดหยุ่น

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

[illegible]

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่/ ชม.	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน ของนักเรียนจากระยะที่ 1	ลักษณะกิจกรรม	การส่งเสริมแนวคิด	การส่งเสริม การคิดสร้างสรรค์
			10. ครูนำภาพดอกไม้แปลก ๆ มาให้นักเรียนศึกษา และสังเกต ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยครูใช้ คำถาม	10. ใช้คำถามให้ อภิปราย	
			11. นักเรียนทำใบงานที่ 5 เรื่อง “การสืบพันธุ์ของพืช	11. ใบงานที่ 5	
6 3 ชม.	ตัวชี้วัด 12. ทดลองและอธิบาย การตอบ สนอง ของพืชต่อแสง น้ำ และ การสัมผัส จุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านความรู้ 1. อธิบายการตอบสนองของพืช ต่อน้ำ แสง และการสัมผัสได้ 2. ยกตัวอย่างพืชที่ตอบสนองต่อ สิ่งเร้าบางชนิดได้ ด้านทักษะ/กระบวนการ 3. ออกแบบและทำการทดลอง พร้อมทั้งอธิบายได้ว่าพืชมี	6. การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของ พืช 6.1 การตอบสนองต่อแสง ของพืช นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน ว่า เมื่อกระถางต้นไม้ล้มลง ต้นไม้จะตายเหี่ยวเฉา ไม่เจริญ เติบโต เพราะต้นไม้ไม่ได้รับ แสงแดด อาหาร การลำเลียง อาหารไม่สะดวก ต้นไม้เจริญ เติบโตตามปกติ ต้นไม้ไม่เจริญ ตามแนวนอน ใบไม้เปลี่ยนสี และต้นไม้งอกขึ้นด้านบน	1. ครูนำภาพดอกพุดตานเวลาเช้า และดอกทาน ตะวัน มาให้นักเรียนศึกษาและสังเกต และให้ ร่วมกันอภิปราย โดยครูใช้คำถาม 2. ให้นักเรียนช่วยกันคิดและยกตัวอย่างการตอบ สนองต่อสิ่งเร้าของพืชที่นักเรียนรู้จักมาให้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด 3. นักเรียนนำเสนอคำตอบ ร่วมกันอภิปรายโดยครู ใช้คำถาม 4. ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 8 เรื่อง “การตอบสนอง ต่อสิ่งเร้าของพืช” โดย 4.1 ให้นักเรียนช่วยกันคิดออกแบบและทำการ ศึกษา การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช 3 ชนิด ได้แก่ แสง การสัมผัส และน้ำ	1. ภาพดอกไม้/ใช้ คำถามให้อภิปราย 3. ใช้คำถามให้ อภิปราย 4. กิจกรรมที่ 8	2. ใช้เทคนิคระดม สมองและกระตุ้น ให้คิดยืดหยุ่น และ คิดคล่อง 4. ใช้เทคนิคระดม สมองและให้คิด ริเริ่ม

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่/ ชม.	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน ของนักเรียนจากระยะที่ 1	ลักษณะกิจกรรม	การส่งเสริมแนวคิด	การส่งเสริม การคิดสร้างสรรค์
การตอบสนองต่อแสงและ การสัมผัส ด้านคุณลักษณะ 4. มีส่วนร่วมในกิจกรรม		6.2 การตอบสนองต่อการสัมผัสของพืช นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนโดยมีความเข้าใจว่า การเปลี่ยนแปลงของไมยราพเมื่อถูกสัมผัสเป็นการป้องกันอันตราย หรือต้นไมยราพจะตายเมื่อถูกสัมผัส	4.2 ให้นักเรียน ตั้งปัญหา ระบุนอุปกรณ์และ ออกแบบการบันทึกผลการศึกษา และลงมือทำการศึกษาตามที่ได้คิดไว้	5. ใช้คำถามให้อภิปราย 6. ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง/ใช้คำถามให้อภิปราย 7. แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ชุดที่ 3 8. ใบงานที่ 6	7. ใช้แบบฝึกให้คิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม
			5. นักเรียนนำเสนอผลการศึกษา และอภิปรายร่วมกันโดยครูใช้คำถาม		
			6. ครูนำต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิงมาให้ให้นักเรียนศึกษา และสังเกต และให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยครูใช้คำถาม		
			7. นักเรียนทำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ชุดที่ 3 เรื่อง “การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช”		
			8. นักเรียนทำใบงานที่ 6 เรื่อง การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช		

3. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยระยะที่ 1

3.1 แบบสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้าง

จุดประสงค์ของแบบสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับสภาพจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช แบบสัมภาษณ์ประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 4 ข้อ ที่ถามเกี่ยวกับ บริบทของโรงเรียนและห้องเรียน ภูมิหลังของครู ภูมิหลังของนักเรียน วิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล มีขั้นตอนการสร้าง ตามลำดับดังนี้

ขั้นที่ 1 ร่างประเด็นและข้อคำถามที่ต้องการสำรวจในแบบสัมภาษณ์ โดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งประสบการณ์การสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของผู้วิจัยเอง

ขั้นที่ 2 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบประเด็นและข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์ว่าครอบคลุม ตรงตามวัตถุประสงค์ และสามารถตอบคำถามการวิจัยได้หรือไม่ จากนั้นนำแบบสัมภาษณ์มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 3 นำแบบสัมภาษณ์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรง (Validity) ของประเด็นและข้อคำถามว่าครอบคลุมตรงตามวัตถุประสงค์ และสามารถตอบคำถามการวิจัยได้หรือไม่ จากนั้นนำแบบสัมภาษณ์มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 4 นำแบบสัมภาษณ์ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับครูที่มีประสบการณ์การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา เพื่อดูปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการสัมภาษณ์ทั้งในด้านการสื่อสาร ด้านภาษา ข้อคำถาม จากนั้นนำคำถามในแบบสัมภาษณ์มาปรับปรุงแก้ไข และส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้งก่อนนำไปใช้สัมภาษณ์กับกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้

ขั้นที่ 5 ทำการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ไปใช้สัมภาษณ์ครูที่เป็นกลุ่มที่ศึกษา

3.2 แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

จุดประสงค์ของแบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ ศาสนา อาชีพของบิดาและมารดา สถานภาพครอบครัว เกรดวิชาวิทยาศาสตร์ และเกรดเฉลี่ยปีการศึกษา 2551 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6) และปีการศึกษา 2552 ที่ผ่านมา ข้อคำถามมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดและรายการ (Checklist)

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิธีสอนของครูในแต่ละหัวข้อ วิธีสอนที่นักเรียนต้องการมากที่สุด สื่อการสอนที่ครูใช้ และวิธีให้คะแนนการเรียนรู้ของนักเรียน ข้อคำถามมีลักษณะเป็นแบบสอบถามรายการ (Checklist) และแบบจัดอันดับ (Rank Order)

การประเมินพฤติกรรมความคิดขั้นสูงของนักเรียนในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งเป็นความคิดเห็นของนักเรียนที่แสดงถึงลักษณะในการคิดขั้นสูง 4 ประเภท ได้แก่ การคิดแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ และการประเมินครูด้านการส่งเสริมหรือจัดสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูงซึ่งมีลักษณะเป็นแบบจัดอันดับ (Rank Order)

แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ตามลำดับดังนี้

ขั้นที่ 1 ร่างประเด็นและข้อคำถามที่ต้องการสำรวจในแบบสอบถาม โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบบสอบถามประกอบด้วย 2 ตอน ดังกล่าวข้างต้น

ขั้นที่ 2 ส่งแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบประเด็นและข้อคำถาม ในแบบสอบถามว่าครอบคลุมตรงตามวัตถุประสงค์และสามารถตอบคำถามการวิจัยได้หรือไม่ จากนั้นนำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 3 นำแบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านระเบียบวิธีวิจัย การวัดและประเมินผลตรวจสอบความตรง (Validity) ในประเด็นและข้อคำถามในแบบสอบถามว่าครอบคลุมตรงตามวัตถุประสงค์และสามารถตอบคำถามการวิจัยได้หรือไม่ จากนั้นนำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 4 นำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาจำนวน 50 คน เพื่อดูปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำแบบสอบถามในด้านความเหมาะสมของภาษา และเวลาในการทำแบบสอบถาม รวมทั้งสัมภาษณ์นักเรียนที่มีพฤติกรรมไม่เข้าใจคำถามหรือไม่ตอบข้อคำถาม จากนั้นนำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไข และส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง

ขั้นที่ 5 นำแบบสอบถามที่ได้รับการแก้ไขแล้วจากการส่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบในข้อที่ 4 ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มที่ศึกษา

3.3 แบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจแนวคิดของนักเรียน คือ แบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช แบบวัดแนวคิดครอบคลุมแนวคิดหลัก 6 แนวคิด คือ เซลล์ การแพร่และออสโมซิส การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การลำเลียงสารของพืช การสืบพันธุ์ของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช ซึ่งแบบวัดแนวคิดนี้ มีลักษณะเป็นคำถาม ปลายเปิดที่ยกสถานการณ์ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลในการตอบ แบบวัดประกอบด้วยข้อคำถาม จำนวน 16 ข้อ โดยข้อคำถาม 1 ข้อจะวัดเพียง 1 แนวคิด สำหรับการสร้างและพัฒนาแบบวัดแนวคิด นี้มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสาร หนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ ตำราชีวิตและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช

2551 เพื่อวิเคราะห์หาแนวคิดที่สำคัญในเรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชและศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นที่ 2 สร้างโครงสร้างของแบบวัดแนวคิด ข้อคำถาม และกรอบของคำตอบ

ขั้นที่ 3 นำแบบวัดแนวคิดที่สร้างขึ้น รวมทั้งโครงสร้างของแบบวัดเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้างแบบวัด เนื้อหา ภาพประกอบ ภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของข้อคำถาม และคำตอบ แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 4 นำแบบวัดแนวคิดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 คน ตรวจสอบความตรง (Validity) ในด้านความถูกต้องของโครงสร้างแบบวัด เนื้อหา ภาพประกอบ ภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของข้อคำถาม และคำตอบ จากนั้นนำแบบวัดแนวคิดมาปรับปรุงตามผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ

ขั้นที่ 5 นำแบบวัดแนวคิดไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา จำนวน 52 คน เพื่อดูความเหมาะสมของภาษา ภาพประกอบ และเวลาในการทำแบบวัดแนวคิด รวมทั้งสัมภาษณ์นักเรียนที่มีพฤติกรรมไม่เข้าใจคำถาม ตอบไม่ตรงคำถาม และไม่ตอบคำถาม จากนั้นนำแบบวัดแนวคิดมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 ส่งแบบวัดแนวคิดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสม ของภาษาและภาพประกอบอีกครั้ง จากนั้นนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่น่าพอใจ

ขั้นที่ 7 นำแบบวัดแนวคิดไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มที่ศึกษา

3.4 แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของพืช

แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคิดขั้นสูงของ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของพืช

ข้อคำถาม มีลักษณะเป็นแบบจัดอันดับ (Rank Order) ซึ่งเป็นความคิดเห็นของนักเรียนที่แสดงถึงลักษณะในการคิดขั้นสูง 4 ประเภท ได้แก่ การคิดแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ และการประเมิน ครูด้านการส่งเสริมหรือจัดสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูงซึ่งมีลักษณะเป็นแบบจัดอันดับ (Rank Order)

แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของพืช มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ตามลำดับดังนี้

ขั้นที่ 1 ร่างประเด็นและข้อคำถามที่ต้องการสำรวจในแบบประเมิน โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสอบถามประกอบข้อคำถามดังกล่าวข้างต้น

ขั้นที่ 2 ส่งแบบประเมิน ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบประเด็นและข้อคำถามในแบบประเมินว่า ครอบคลุมตรงตามวัตถุประสงค์และสามารถตอบคำถามการวิจัยได้หรือไม่ จากนั้นนำแบบประเมินมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 3 นำแบบประเมินที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านระเบียบวิธีวิจัย การวัดและประเมินผลตรวจสอบความตรง (Validity) ในประเด็นและข้อคำถามในแบบประเมิน ว่า ครอบคลุมตรงตามวัตถุประสงค์และสามารถตอบคำถามการวิจัยได้หรือไม่ จากนั้นนำแบบประเมินมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 4 นำแบบประเมินไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาจำนวน 50 คน เพื่อดูปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำแบบประเมิน ในด้านความเหมาะสมของภาษา และเวลาในการทำแบบประเมิน รวมทั้งสัมภาษณ์นักเรียนที่มีพฤติกรรมไม่เข้าใจคำถามหรือไม่ตอบข้อคำถาม จากนั้นนำแบบประเมินมาปรับปรุงแก้ไข และส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง

ขั้นที่ 5 นำแบบประเมินที่ได้รับการแก้ไขแล้วจากการส่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบในข้อที่ 4 ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มที่ศึกษา

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยระยะที่ 1

4.1 การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structure Interview)

การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช และเพื่อศึกษา การคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ครูทั้ง 3 คน ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยทำการสัมภาษณ์ครูแต่ละคนในเดือนธันวาคม 2552 ใช้เวลาในการสัมภาษณ์คนละ ประมาณ 45 นาที มีรายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ ดังนี้

ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมก่อนการสัมภาษณ์ โดยทำการซักซ้อมเกี่ยวกับคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ การใช้กิริยาจาที่สุภาพเรียบร้อย การแต่งกายดูกาลเทศะ การเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ได้แก่ เครื่องบันทึกเสียงปากกา และกระดาษ

ขั้นการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยกล่าวทักทายชี้แจงวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์เพื่อให้ครูเห็นถึงความสำคัญของการตอบคำถาม และสร้างความไว้วางใจแก่ครูว่าจะไม่มีการเปิดเผยข้อมูลผู้ให้สัมภาษณ์ ขออนุญาตในการบันทึกเสียงขณะสัมภาษณ์ ขณะทำการสัมภาษณ์ผู้วิจัยสร้างบรรยากาศให้ครูรู้สึกสบายใจและไว้วางใจ เพื่อให้ครูแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่และเต็มใจให้ข้อมูลตามความเป็นจริง ผู้วิจัยใช้คำที่สุภาพ น้ำเสียงที่แสดงถึงความเป็นมิตรและให้เกียรติฟังด้วยความตั้งใจ เป็นกลางไม่แสดงพฤติกรรมที่แสดงความสงสัยหรือไม่ยอมรับคำตอบของครูและพยายาม ให้ครูแสดงความคิดเห็นที่ตรงกับประเด็นที่ต้องการศึกษา

ขั้นเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยกล่าวขอบคุณครูด้วยความจริงใจ และกล่าวขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งต่อไป

4.2 แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาทั้งหมด 151 คน ทำแบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้ในเดือนธันวาคม 2552 ใช้เวลาในการทำประมาณ 30 นาที มีรายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถามดังนี้

ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการใช้แบบสอบถาม ผู้วิจัยต้องขอความร่วมมือจากครูที่สอนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการนัดหมายเวลากับนักเรียน โดยสอบถามตารางเรียนจากครูในช่วงโมงที่ไม่มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อเวลาเรียนของนักเรียนและเวลาสอนของครู อีกทั้งเพื่อให้ให้นักเรียนให้ข้อมูลได้อย่างเต็มที่

ขั้นการใช้แบบสอบถาม เมื่อถึงกำหนดนัดหมาย ผู้วิจัยเป็นผู้เข้าไปเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำแบบสอบถาม อธิบายคำชี้แจงเพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญและให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลในแบบสอบถาม และสร้างความไว้วางใจว่าจะไม่มีการเปิดเผยข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน และข้อมูลที่ให้ไม่มีผลต่อการตัดสินผลการเรียนของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนตอบคำถามตรงตามความเป็นจริง

ขั้นเสร็จสิ้นการทำแบบสอบถาม ผู้วิจัยตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลที่นักเรียนตอบในแบบสอบถาม จากนั้นกล่าวขอบคุณนักเรียนด้วยความจริงใจ

4.3 แบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

แบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจแนวคิดเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาทั้งหมด 151 คน ทำแบบวัดแนวคิดในเดือนธันวาคม 2552 โดยใช้เวลาในการทำแบบวัดแนวคิดประมาณ 2 ชั่วโมง มีรายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดแนวคิด ดังนี้

ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยขอความร่วมมือจากครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการนัดหมายเวลากับนักเรียนโดยสอบถามตารางเรียนจากครูในช่วงเวลาที่ไม่มีการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ไม่ส่งผลกระทบต่อเวลาเรียนของนักเรียน และเวลาสอนของครู อีกทั้งเพื่อให้นักเรียนทำแบบวัดได้อย่างเต็มที่

ขั้นการใช้แบบวัดแนวคิด เมื่อถึงกำหนดนัดหมาย ผู้วิจัยเป็นผู้เข้าไปเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวัดแนวคิด อธิบายคำชี้แจงเพื่อให้ให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญ และขอความร่วมมือในการให้ข้อมูล และสร้างความไว้วางใจแก่นักเรียนว่าจะไม่มีการเปิดเผยข้อมูลของผู้ให้ข้อมูล รวมทั้งไม่มีผลต่อการตัดสินผลการเรียนของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนตอบแบบวัดแนวคิดอย่างเต็มความสามารถ

ขั้นเสร็จสิ้นการใช้แบบวัดแนวคิด ผู้วิจัยตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลในการตอบแบบวัดแนวคิดของนักเรียน จากนั้นกล่าวขอบคุณนักเรียนด้วยความจริงใจ

4.4 แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของพืช

แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคิดขั้นสูง เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาทั้งหมด 151 คน ทำแบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงในเดือนธันวาคม 2552 ใช้เวลาในการทำประมาณ 15 นาที มีรายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบบประเมิน ดังนี้

ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการใช้แบบประเมิน ผู้วิจัยต้องขอความร่วมมือจากครูที่สอนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการนัดหมายเวลากับนักเรียนโดยสอบถามตารางเรียนจากครูในช่วงเวลาที่ไม่มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ไม่ส่งผลกระทบต่อเวลาเรียนของนักเรียนและเวลาสอนของครู อีกทั้งเพื่อให้ให้นักเรียนให้ข้อมูลได้อย่างเต็มที่

ขั้นการใช้แบบประเมิน เมื่อถึงกำหนดนัดหมาย ผู้วิจัยเป็นผู้เข้าไปเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำแบบประเมิน อธิบายคำชี้แจงเพื่อให้ให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญและให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลในแบบประเมิน และสร้างความไว้วางใจว่าจะ

ไม่มีการเปิดเผยข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน และข้อมูลที่ไม่ให้ไม่มีผลต่อการตัดสินผลการเรียนของนักเรียนเพื่อให้ให้นักเรียนตอบคำถามตรงตามความเป็นจริง

ขั้นเสร็จสิ้นการทำแบบประเมิน ผู้วิจัยตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลที่นักเรียนตอบในแบบประเมิน จากนั้นกล่าวขอบคุณนักเรียนด้วยความจริงใจ

5. การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยระยะที่ 1

คำถามวิจัยข้อที่ 1 สภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและ การดำรงชีวิต เป็นอย่างไร

- คำถามวิจัยข้อที่ 1.1 สภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิต เป็นอย่างไร

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1.1 เกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิต ผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิต และแบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิต โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแต่ละเครื่องมือ ดังนี้

การสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครู ใช้วิธีวิเคราะห์แบบอุปนัย (Induction Analysis) (สุรางค์ จันทวานิช, 2552) โดยแยกประเด็นในการวิเคราะห์ออกเป็น 6 ประเด็น คือ บริบทของโรงเรียนและห้องเรียน ภูมิหลังของครู ภูมิหลังของนักเรียน วิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล

แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาความถี่ และร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละวิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล

- คำถามวิจัยข้อที่ 1.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิดเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช เป็นอย่างไร

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1.2 ผู้วิจัยใช้แบบวัดแนวคิด วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิต ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดจากนั้นนำคำตอบที่ได้มาทำการวิเคราะห์คำตอบเป็นรายชื่อโดยอ่านคำตอบของนักเรียนทุกคนทีละข้ออย่างละเอียดและจัดแบ่งกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยใช้กรอบแนวคิดของ Westbrook and Marek (1991) ซึ่งจัดแบ่งกลุ่มแนวคิดเป็น 5 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 3.1 จากนั้น หาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มคำตอบ

ตารางที่ 3.2 การจัดกลุ่มแนวคิดตาม Westbrook and Marek (1991)

กลุ่มแนวคิด	เกณฑ์ในการจัดกลุ่ม	ตัวอย่างแนวคิดเรื่องปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
1. แนวคิดสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)	นักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบ	น้ำ แสง คลอโรฟิลล์ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
2. แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (Partial Understanding: PU)	นักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ แต่ไม่ครบถ้วนและไม่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนอยู่ในคำตอบ	แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และแสง เป็นปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
3. แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception: PS)	นักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ แต่ไม่ครบถ้วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนอยู่ในคำตอบ	แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แป้ง คลอโรฟิลล์ และ แสง เป็นปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misconception: SM)	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ หรือไม่สาเหตุเป็นผลกัน	แก๊สออกซิเจน แร่ธาตุ ดิน เป็นปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
5. ไม่มีแนวคิด (No Understanding: N)	นักเรียนไม่ตอบคำถาม ทวนคำถาม ตอบว่าไม่รู้ และตอบไม่ตรงคำถาม	ไม่ตอบคำถาม

- คำถามวิจัยข้อที่ 1.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการคิดขั้นสูงเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของพืช เป็นอย่างไร

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1.3 ผู้วิจัยใช้แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงของนักเรียนและประเมินการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูงของครู และสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึกจากนักเรียน โดยใช้ข้อคำถามเกี่ยวกับแบบประเมิน และการสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงของนักเรียน และการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูงของครู โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ดังนี้

แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ หาค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละของการคิดขั้นสูงของนักเรียน 5 ประเด็น คือ การคิดแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ และการประเมินครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูง

การสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงของนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูใช้วิธีวิเคราะห์แบบอุปนัย (Induction Analysis) (สุรางค์ จันทวานิช, 2552) โดยแยกประเด็นในการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ประเด็น คือ การคิดแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดสร้างสรรค์

การดำเนินการวิจัยระยะที่ 2

1. การเลือกกรณีศึกษาในงานวิจัยระยะที่ 2

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยระยะที่ 2 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนสอนดีวิทยาการ (นามสมมติ) จังหวัดกำแพงเพชร ตั้งกวดสำนักงานเขตพื้นที่การมัธยมศึกษาเขต 41 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

ในการเลือกนักเรียนเพื่อใช้เป็นกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยระยะที่ 1 กลุ่มที่ศึกษาที่ถูกเลือกจะต้องผ่านเกณฑ์ ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นทั้ง 3 ข้อ ดังนี้

1. เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสอนดีวิทยาการ ซึ่งผู้วิจัยเป็นครูประจำการอยู่
2. เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ยังไม่ได้ผ่านการเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตมาแล้ว ในปีการศึกษา 2552
3. เป็นนักเรียนปานกลาง 1 ห้องเรียน

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยระยะที่ 2

การวิจัยระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการ พัฒนาแนวคิด และการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเรื่อง หน่วยของ สิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช โดยในการวิจัยระยะนี้ ผู้วิจัยจะนำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่พัฒนาขึ้นมาใช้สอน เรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของพืชกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกรณีศึกษา จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การติดต่อและสร้างความสัมพันธ์กับกรณีศึกษา

การวิจัยระยะที่ 2 เริ่มต้นโดยการติดต่อและสร้างความคุ้นเคยกับครูและนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษาเนื่องจากผู้วิจัยไม่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง แต่ให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นผู้สอนและเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช จากนั้นผู้วิจัยให้ครูนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปใช้ในการสอน ในระหว่างเรียนมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ และเมื่อจบหน่วยการเรียนรู้ครูเก็บรวบรวมข้อมูลแนวคิดของ นักเรียนหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อีกครั้งในขั้นตอนต่าง ๆ ของการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยจะเข้าไปสังเกตแบบมีส่วนร่วมตั้งแต่ต้นจนเสร็จสิ้นการวิจัย โดยมีรายละเอียดของการติดต่อและสร้างความสัมพันธ์กับกรณีศึกษา ดังนี้

โดยผู้วิจัยติดต่อไปยังครูรัชนิ (นามสมมติ) ที่สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการส่วนตัวโดยเป็นครูที่สอน นักเรียนห้องที่เป็นกรณีศึกษา ในปีการศึกษา 2553 เพื่อชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการทำวิจัย วัตถุประสงค์ของการวิจัย ลักษณะการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอความร่วมมือจากครูในการทำวิจัย รวมทั้งการชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงการวิจัยในครั้งนี้ด้วย จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการติดต่อขอความร่วมมือในการทำวิจัยอย่างเป็นทางการโดยการทำหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถึงผู้อำนวยการ โรงเรียนสอนศิวิลวิทยาการ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลในการทำวิจัย

2.2 ขั้นซักซ้อมความเข้าใจและสร้างความสัมพันธ์กับครู

เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง แต่จะให้ครูที่สอนรายวิชาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูล ส่วนผู้วิจัยจะเข้าไปสังเกตแบบมีส่วนร่วม ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการทำวิจัยในครั้งนี้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องชี้แจงและซักซ้อมความเข้าใจให้กับครูเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกับวัตถุประสงค์ และนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างถูกต้องกับสิ่งที่ต้องการจะศึกษา ถึงแม้ว่าผู้วิจัยจะปฏิบัติงานอยู่ในโรงเรียนแห่งนี้ แต่ก็ต้องสร้างความสัมพันธ์ ความคุ้นเคยกับครูโดยการพูดคุยและการช่วยเหลืองานด้านการเรียนการสอน เช่น ช่วยงานด้านดูแลนักเรียนเมื่อครูไม่อยู่ และช่วยเหลืองานต่าง ๆ ตาม

แต่โอกาสที่เอื้ออำนวยเหมาะสมและสมควร จนมีลักษณะการแสดงออกที่เป็นธรรมชาติ ซึ่งเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่สร้างความตรงภายในของงานวิจัยที่มีลักษณะเป็น Phenomenological Validity

2.3 ขั้นชักซ้อมความเข้าใจและสร้างความสัมพันธ์กับนักเรียน

เนื่องจากการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเป็นเพียงผู้เข้ามาสังเกตแบบมีส่วนร่วมในห้องเรียน ส่วนครูจะเป็นผู้ที่เก็บรวบรวมข้อมูล ดังนั้นอาจทำให้นักเรียนเกิดภาวะตึงเครียดและไม่เป็นไปตามธรรมชาติเมื่ออยู่ในห้องเรียน ซึ่งอาจจะส่งผลต่อความตรงในข้อมูลที่ได้ ผู้วิจัยจึงต้องมีแนวทางในการสร้างบรรยากาศและความไว้วางใจต่อนักเรียนเพื่อขจัดความบิดเบือนของข้อมูล (Bias) ที่ไม่เป็นไปตามความเป็นจริงและเป็นวิธีการหนึ่งที่สร้างความตรงภายในของงานวิจัยดังนี้

2.3.1 Phenomenological Validity

เกิดจากผู้ถูกวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รู้สึกคุ้นเคยกับผู้วิจัยที่เข้ามาสังเกตแบบมีส่วนร่วมในห้องเรียน จนมีพฤติกรรมและการแสดงออกที่เป็นไปตามธรรมชาติโดยผู้วิจัยอาจจะขอความร่วมมือจากครู เพื่อแนะนำผู้วิจัยถึงการเข้ามามีส่วนร่วมในห้องเรียนเพื่ออะไร รวมทั้งผู้วิจัยได้ชี้แจงรายละเอียด วัตถุประสงค์ของการวิจัยลักษณะการเก็บรวบรวมข้อมูลและร่วมพูดคุยให้นักเรียนได้ซักถามถึงการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อเป็นการสร้างบรรยากาศความคุ้นเคยระหว่างผู้วิจัยและนักเรียน

2.3.2 Ecological Validity

เกิดจากการทำวิจัยในสภาพแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติโดยผู้วิจัยเข้ามาสังเกตแบบมีส่วนร่วมในห้องเรียนแต่เป็นไปในลักษณะที่ไม่เข้ามารบกวนการเรียนการสอนระหว่างครูและนักเรียน

2.3.3 Contextual Validity

เกิดจากการวิจัยที่ศึกษาปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมที่เป็นปกติธรรมดาโดยผู้วิจัยทำการศึกษาและสังเกตอย่างมีส่วนร่วมในระหว่างการเรียนการสอนโดยเป็นไปอย่าง

เป็นจริงไม่นำความคิดเห็นส่วนตัวเข้ามาเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ได้

3. การนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้และการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

การนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้และการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามนี้ผู้วิจัยไม่ได้เป็นผู้ลงมือสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง แต่จะเข้าไปสังเกตการสอนแบบไม่มีส่วนร่วมตั้งแต่ต้นจนเสร็จสิ้นการวิจัย และจะให้ครูเป็นผู้ลงมือเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกรณีศึกษา โดยระยะเวลาที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลมีทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน และเครื่องมือที่ใช้ในเก็บข้อมูล คือ แบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช และแบบวัดการคิดสร้างสรรค์

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเรียน

ในขั้นนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลแนวคิด เรื่อง หน่วยของ สิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชของนักเรียน ก่อนที่จะเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 6 แผน โดยครูผู้สอนให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งเป็นแบบวัดชุดเดียวกับที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 1 รายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.1.1 ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมของเครื่องมือด้านเอกสารให้ครบตามจำนวนนักเรียนที่ต้องการวัด ซึ่งอาจจะต้องเตรียมมาเพิ่มเติมเพื่อป้องกันความผิดพลาดในกรณีที่แบบวัดแนวคิดมีปัญหาเกิดขึ้น

3.1.2 ขั้นการวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เมื่อถึงเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะนำแบบวัดแนวคิดที่ได้เตรียมไว้มาให้ครู จากนั้นให้ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวัดแนวคิดในครั้งนี้ พร้อมทั้งอธิบายคำชี้แจงเพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญและขอความร่วมมือในการให้ข้อมูลและสร้างความไว้วางใจแก่นักเรียนว่า จะไม่มีการเปิดเผยข้อมูลผู้ให้ข้อมูลข้อมูลนี้เป็นความลับรวมทั้งไม่มีผลต่อการตัดสินผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด เพื่อให้นักเรียนตอบแบบวัดแนวคิดอย่างเต็มที่และเต็มความสามารถมากที่สุด

3.1.3 ขั้นเสร็จสิ้นการวัดแนวคิด ครูตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลในการตอบแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และทำการเก็บรวบรวมแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์จากนักเรียน

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเรียน

ในขั้นนี้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 4 และ 6 ได้แก่ แบบวัดการคิดสร้างสรรค์เรื่อง การแพร่และการออสโมซิส แบบวัดการคิดสร้างสรรค์เรื่องการลำเลียงสารของพืช และแบบวัดการคิดสร้างสรรค์เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.2.1 ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการวัดการคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมของเครื่องมือด้านเอกสารให้ครบตามจำนวนนักเรียนที่ต้องการวัด ซึ่งอาจจะต้องเตรียมมาเพิ่มเติมเพื่อป้องกันความผิดพลาดในกรณีที่แบบวัดการคิดสร้างสรรค์มีปัญหาเกิดขึ้น

3.2.2 ขั้นการวัดการคิดสร้างสรรค์ เมื่อถึงเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะนำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ที่ได้เตรียมไว้มาให้ครู จากนั้นให้ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวัดแนวคิดในครั้งนี้ พร้อมทั้งอธิบายคำชี้แจงเพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญและขอความร่วมมือในการให้ข้อมูลและสร้างความไว้วางใจแก่นักเรียนว่า จะไม่มีการเปิดเผยข้อมูลผู้ให้ข้อมูลข้อมูลนี้เป็นความลับรวมทั้งไม่มีผลต่อการตัดสินผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด เพื่อให้นักเรียนตอบแบบวัดการคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มที่และเต็มความสามารถมากที่สุด

3.2.3 ขั้นเสร็จสิ้นการวัดการคิดสร้างสรรค์ ครูตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลในการตอบแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และทำการเก็บรวบรวมแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์จากนักเรียน

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังเรียน

ในขั้นนี้ ครูผู้สอนจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแนวคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 6 แผน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดวิชา

วิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งเป็นแบบวัดชุดเดียวกับที่ใช้ก่อนเรียนโดยมีรายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.3.1 ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมของเครื่องมือด้านเอกสารให้ครบตามจำนวนนักเรียนที่ต้องการวัด ซึ่งอาจจะต้องเตรียม มาเพิ่มเติม เพื่อป้องกันความผิดพลาดในกรณีที่แบบวัดแนวคิดมีปัญหาเกิดขึ้น

3.3.2 ขั้นการวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เมื่อถึงเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยจะนำแบบวัดแนวคิดที่ได้เตรียมไว้มาให้ครู จากนั้นให้ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวัดแนวคิดในครั้งนี้ พร้อมทั้งอธิบายคำชี้แจง เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญและขอความร่วมมือในการให้ข้อมูลและสร้างความไว้วางใจแก่นักเรียนว่า จะไม่มีการเปิดเผยข้อมูลผู้ให้ข้อมูล ข้อมูลนี้เป็นความลับ รวมทั้งไม่มีผลต่อการตัดสิน ผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด เพื่อให้นักเรียนตอบแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่และเต็มความสามารถมากที่สุด

3.3.3 ขั้นเสร็จสิ้นการวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ ครูตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลในการตอบแบบวัดแนวคิดของนักเรียนและทำการเก็บรวบรวมแบบวัดแนวคิดจากนักเรียน

4. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยระยะที่ 2

4.1 แบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจแนวคิดของนักเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช คือ แบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบวัดชุดเดียวกับที่ใช้ในงานวิจัยระยะที่ 1 โดยแบบวัดแนวคิดครอบคลุมแนวคิดหลัก 6 แนวคิด คือ เซลล์ การแพร่และออสโมซิส การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การลำเลียงสารของพืช การสืบพันธุ์ของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชลักษณะของคำถามในแบบวัดแนวคิดเป็นคำถามปลายเปิดที่ยกสถานการณ์ให้นักเรียนได้แสดงผลในการตอบ แบบวัดประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 16 ข้อ โดยข้อคำถาม 1 ข้อจะวัดเพียง 1 แนวคิด ในส่วนขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือได้ดังที่กล่าวมาแล้วในงานวิจัยระยะที่ 1

4.2 แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ เรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน คือ แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การแพร่และการออสโมซิส (แผน 2) แบบวัดการคิดสร้างสรรค์เรื่องการลำเลียงสารของพืช (แผน 4) และแบบวัดการคิดสร้างสรรค์เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช (แผน 6) โดยแบบวัดการคิดสร้างสรรค์แต่ละชุดมีข้อคำถามที่แตกต่างกันตามเนื้อหาที่สอนในแต่ละแผน แต่ทุกชุดออกแบบให้สามารถวัดการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ 3 ประเภทเหมือนกัน คือ การคิดคล่อง (Fluency Thinking) การคิดยืดหยุ่น (Flexibility Thinking) และการคิดริเริ่ม (Originality Thinking) ลักษณะของคำถามในแบบวัดการคิดสร้างสรรค์เป็นคำถามปลายเปิดให้นักเรียนนำแนวคิดเรื่อง การแพร่และการออสโมซิส การลำเลียงสารของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช มาคิดสิ่งประดิษฐ์ภายในเวลาที่กำหนด

แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือตามลำดับดังนี้

ขั้นที่ 1 ร่างประเด็นและข้อคำถามที่ต้องการวัดในแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ โดยศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 2 ส่งแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบประเด็น และข้อคำถามในแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ว่า ครอบคลุมตรงตามวัตถุประสงค์ และสามารถตอบ คำถามการวิจัย ได้หรือไม่ จากนั้นนำการคิดสร้างสรรค์ มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 3 นำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรง (Validity) ในประเด็นและข้อคำถามในแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ว่า ครอบคลุมตรงตามวัตถุประสงค์และสามารถตอบคำถามการวิจัยได้หรือไม่ จากนั้นนำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 4 นำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา จำนวน 15 คน เพื่อดูปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำแบบสอบถามในด้านความเหมาะสมของภาษา และเวลาในการทำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์รวมทั้งสัมภาษณ์นักเรียนที่มีพฤติกรรมไม่เข้าใจคำถาม

หรือไม่ตอบข้อคำถาม จากนั้นนำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ตามมาปรับปรุงแก้ไข และส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง

ขั้นที่ 5 นำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ ที่ได้รับการแก้ไขแล้วจากการส่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบในข้อที่ 4 ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มที่ศึกษา

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยระยะที่ 2

5.1 แบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

แบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการพัฒนาแนวคิด เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยให้ นักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาทั้งหมด 52 คน ทำแบบวัดแนวคิดในก่อนเรียนเดือนพฤษภาคม 2553 และหลังเรียน เดือนสิงหาคม 2553 โดยใช้เวลาในการทำแบบวัดแนวคิดประมาณ 2 ชั่วโมง มีรายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดแนวคิด ดังนี้

5.1.1 ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการวัดแนวคิด ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ ด้านเอกสารให้ครบตามจำนวนนักเรียนที่ต้องการวัด ซึ่งอาจจะต้องเตรียมมาเพิ่มเติม เพื่อป้องกันความผิดพลาดในกรณีที่แบบวัดแนวคิดมีปัญหาเกิดขึ้น และผู้วิจัยขอความร่วมมือจากครูผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการนัดหมายเวลากับนักเรียน โดยสอบถามตารางเรียนจากครูในชั่วโมงที่ไม่มีการจัดการเรียนการสอน เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อเวลาเรียนของนักเรียนและเวลาสอนของครู อีกทั้งเพื่อให้นักเรียนทำแบบวัดได้อย่างเต็มที่

5.1.2 ขั้นการวัดแนวคิด เมื่อถึงเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะนำแบบวัดที่ได้เตรียมไว้มาให้ครู จากนั้นให้ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวัดแนวคิดในครั้งนี้ พร้อมทั้งอธิบาย คำชี้แจงเพื่อให้ นักเรียนเห็นถึงความสำคัญและขอความร่วมมือ ในการให้ข้อมูลและสร้างความไว้วางใจ แก่นักเรียนว่าจะไม่มีการเปิดเผยข้อมูลผู้ให้ข้อมูลข้อมูลนี้ เป็นความลับรวมทั้งไม่มีผลต่อการตัดสินผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด เพื่อให้นักเรียนตอบแบบวัดอย่างเต็มที่และเต็มความสามารถมากที่สุด

5.1.3 ขั้นเสร็จสิ้นการวัดแนวคิด ครูตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลในการตอบแบบวัดของนักเรียน และทำการเก็บรวบรวมแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากนักเรียน

5.2 แบบวัดการคิดสร้างสรรค์

แบบวัดการคิดสร้างสรรค์มีทั้งหมด 3 ฉบับคือ แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การแพร่ และการออสโมซิส (แผน 2) แบบวัดการคิดสร้างสรรค์เรื่องการลำเลียงสารของพืช (แผน 4) และแบบวัดการคิดสร้างสรรค์เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช (แผน 6) ตามลำดับ โดยผู้วิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาทั้งหมด 52 คน ทำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียน 3 ครั้ง คือ หลังจบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ที่ 4 และ 6 ตามลำดับ ในระหว่างเดือนพฤษภาคม 2553 ถึงเดือนสิงหาคม 2553 โดยใช้เวลาในการทำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ประมาณ 15 นาที มีรายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ดังนี้

5.2.1 ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการวัดการคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมของเครื่องมือด้านเอกสารให้ครบตามจำนวนนักเรียนที่ต้องการวัด ซึ่งอาจจะต้องเตรียมมาเพิ่มเติมเพื่อป้องกันความผิดพลาดในกรณีที่แบบวัดการคิดสร้างสรรค์มีปัญหาเกิดขึ้น

5.2.2 ขั้นการวัดการคิดสร้างสรรค์ เมื่อถึงเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะนำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ที่ได้เตรียมไว้มาให้ครู จากนั้นให้ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวัดการคิดสร้างสรรค์ในครั้งนี้ พร้อมทั้งอธิบายคำชี้แจงเพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญและขอความร่วมมือในการให้ข้อมูลและสร้างความไว้วางใจแก่นักเรียนว่า จะไม่มีการเปิดเผยข้อมูลผู้ให้ข้อมูลข้อมูลนี้เป็นความลับรวมทั้งไม่มีผลต่อการตัดสินผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด เพื่อให้นักเรียนตอบแบบวัดการคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มที่และเต็มความสามารถมากที่สุด

5.2.3 ขั้นเสร็จสิ้นการวัดการคิดสร้างสรรค์ ครูตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลในการตอบแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และทำการเก็บรวบรวมแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากนักเรียน

6. การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยระยะที่ 2

คำถามวิจัยข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิดเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ผู้วิจัยใช้แบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิต ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดจากนั้นนำคำตอบที่ได้มาทำการวิเคราะห์คำตอบเป็นรายข้อโดยอ่านคำตอบของนักเรียนทุกคนทีละข้ออย่างละเอียดและจัดแบ่งกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยใช้กรอบแนวคิดของ Westbrook and Marek (1991) ซึ่งจัดแบ่งกลุ่มแนวคิดเป็น 5 กลุ่ม จากนั้นหาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มคำตอบ มีรายละเอียดการวิเคราะห์เช่นเดียวกับงานวิจัยระยะที่ 1

คำถามวิจัยข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการคิดสร้างสรรค์เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 3 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 3 ฉบับ ที่ทำการวัดหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 2 ที่ 4 และ 6 คือ แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การแพร่และการออสโมซิส แบบวัดการคิดสร้างสรรค์เรื่อง การลำเลียงสารของพืช และแบบวัดการคิดสร้างสรรค์เรื่อง การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช ตามลำดับ แบบวัดการคิดสร้างสรรค์แต่ละฉบับสามารถวัดการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ 3 ประเภท คือ การคิดคล่อง (Fluency Thinking) การคิดยืดหยุ่น (Flexibility Thinking) และการคิดริเริ่ม (Originality Thinking) (Torrance, 1992) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จาก แบบวัดแต่ละฉบับโดยอ่านคำตอบของนักเรียนทุกคนเป็นรายข้ออย่างละเอียด แล้วทำการจัดกลุ่มและหาความถี่ของคำตอบแล้วให้คะแนนการคิดสร้างสรรค์ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (สุมาลี กาญจนชาติ, 2525) ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนการคิดคล่อง (Fluency Thinking)

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ของแบบฝึกการคิดสร้างสรรค์ โดยให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับนักเรียนคนอื่นหรือไม่

ตัวอย่างคำตอบ แบบฝึกการคิดสร้างสรรค์มีคำถามว่า ถ้าไม่มีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โลกใบนี้จะเป็นอย่างไร เด็กชาย ก เขียนคำตอบดังนี้ ไม่มีต้นไม้ โลกร้อนมนุษย์ ไม่มีอากาศหายใจ โลกเต็มไปด้วยมลพิษ น้ำท่วมไม่มีร่มเงา

คะแนนความคิดคล่อง ให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ดังนั้นเด็กชาย ก ได้คะแนนการคิดยืดหยุ่นทั้งหมด 6 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนการคิดยืดหยุ่น (Flexibility Thinking)

พิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีคิดที่มีรูปแบบแล้วให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่ จากตัวอย่างคำตอบของการคิดคล่องนำมาจัดกลุ่มคำตอบจากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด ดังนี้

คำตอบที่ 1	ผลที่เกี่ยวข้องกับพืช	ให้ 1 คะแนน
คำตอบที่ 2, 5	ผลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ	ให้ 1 คะแนน
คำตอบที่ 3	ผลที่เกี่ยวข้องกับทางด้านอากาศ	ให้ 1 คะแนน
คำตอบที่ 4	ผลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม	ให้ 1 คะแนน

คะแนนความคิดคล่องให้คะแนนกลุ่มคำตอบละ 1 คะแนน ดังนั้นเด็กชาย ก ได้คะแนนการคิดยืดหยุ่นทั้งหมด 4 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนการคิดริเริ่ม (Flexibility Thinking)

พิจารณาจากคำตอบของนักเรียนที่ไม่ซ้ำกับนักเรียนคนอื่น โดยหาความถี่จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด และนำมาจัดเรียงตามความถี่ของคำตอบ

จากตัวอย่างคำตอบของการคิดคล่องในข้อ 4.1 นำคำตอบของนักเรียนทั้งหมดหาความถี่จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมดและนำมาจัดเรียงตามความถี่ของคำตอบ ดังนี้

คำตอบที่ 1	ไม่มีต้นไม้	มีความถี่ 23
คำตอบที่ 2	โลกร้อน	มีความถี่ 21

คำตอบที่ 3	มนุษย์ไม่มีอากาศหายใจ	มีความถี่ 33
คำตอบที่ 4	โลกเต็มไปด้วยมลพิษ	มีความถี่ 5
คำตอบที่ 5	น้ำท่วม	มีความถี่ 20
คำตอบที่ 6	ไม่มีร่มเงา	มีความถี่ 15

เกณฑ์ในการให้คะแนนจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมด

คำตอบที่มีความถี่อยู่ระหว่าง 1-2	ให้ 5 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่อยู่ระหว่าง 3-4	ให้ 4 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่อยู่ระหว่าง 5-6	ให้ 3 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่อยู่ระหว่าง 7-8	ให้ 2 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่อยู่ระหว่าง 9-10	ให้ 1 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เกิน 11 ขึ้นไป	ให้ 0 คะแนน

จากความถี่ของคะแนนดังกล่าวเด็กชาย ก จะได้คะแนนด้านความคิดริเริ่มทั้งหมด

3 คะแนน

จริยธรรมในการวิจัย

จริยธรรมในการวิจัยเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการทำงานวิจัยเชิงคุณภาพ เนื่องจากผู้วิจัยได้เข้ามาทำวิจัยในประเด็นที่ต้องการศึกษา ดังนั้นในขั้นแรกผู้วิจัยต้องขอความยินยอมจากบุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการวิจัยนี้ ไม่ว่าจะเป็นผู้อำนวยการโรงเรียน ครู และนักเรียน และเมื่อผู้วิจัยเข้ามาทำวิจัย ผู้วิจัยได้แสดงตนว่าเป็นผู้วิจัย และแจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยและกระบวนการวิจัยอย่างชัดเจน ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการนำข้อมูลมาใช้ ผู้วิจัยคำนึงถึงสิทธิความเป็นส่วนตัวของผู้ให้ข้อมูลโดยการปกปิดชื่อจริงของกลุ่มที่ศึกษาและ ชื่อโรงเรียนที่ดำเนินการวิจัยเพื่อไม่ให้ผู้ให้ข้อมูลได้รับความเดือดร้อนจากผลการวิจัย และในกรณีที่มิภาพที่ปรากฏใบหน้า ผู้วิจัยจะหลีกเลี่ยงการแสดงผลภาพเหล่านั้นในงานวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในการนำเสนอผลการวิจัยผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับของคำถามวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

คำถามวิจัยข้อที่ 1 สภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช เป็นอย่างไร

- คำถามวิจัยข้อที่ 1.1 สภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช เป็นอย่างไร

- คำถามวิจัยข้อที่ 1.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิดเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร

- คำถามวิจัยข้อที่ 1.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการคิดขั้นสูงเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร

ระยะที่ 2 การศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คำถามวิจัยข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิดเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คำถามวิจัยข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการคิดสร้างสรรค์เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

คำถามวิจัยข้อที่ 1 สภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช เป็นอย่างไร

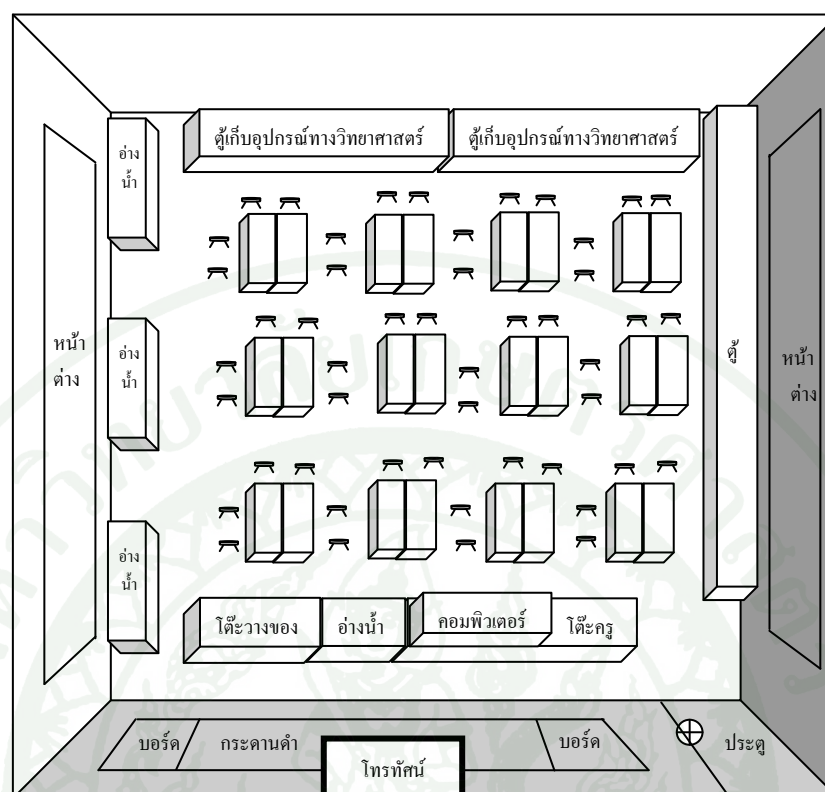
คำถามวิจัยข้อที่ 1.1 สภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช เป็นอย่างไร

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1.1 ผู้วิจัยทำการสำรวจสภาพการจัดการเรียนรู้โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากครูและนักเรียนจากโรงเรียนสอนดีพิทยาคาร (นามสมมติ) โดยสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structure Interview) เกี่ยวกับภูมิหลังของครู ภูมิหลังของนักเรียน วิธีสอน สื่อการสอน การวัดและประเมินผลและเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในปีการศึกษา 2552 โดยการสุ่มตัวอย่างนักเรียนแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากห้องเก่ง ห้องปานกลาง และห้องอ่อน อย่างละ 1 ห้องเรียนรวม 3 ห้องเรียนรวมเป็นจำนวนนักเรียน 151 คน แล้วให้นักเรียนทำแบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช จากนั้นสุ่มนักเรียนจำนวน 5 คน จากแต่ละห้องเรียนรวม 15 คน มาสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับวิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผลของครู จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูและนักเรียน โดยวิธีวิเคราะห์แบบอุปนัย (Induction Analysis) (สุรางค์ จันทวานิช, 2552) โดยแยกประเด็นในการวิเคราะห์ออกเป็น 6 ประเด็น คือ บริบทของโรงเรียนและห้องเรียน ภูมิหลังของครู ภูมิหลังของนักเรียน วิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล ส่วนข้อมูลจากแบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์โดยหาความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละวิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล โดยผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย ตามลำดับดังนี้ คือ บริบทของโรงเรียนและห้องเรียน ภูมิหลังของครู ภูมิหลังของนักเรียน วิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล

บริบทของโรงเรียนและห้องเรียน

โรงเรียนสอนดีวิทยาการ ตั้งอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ นับถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2554) โรงเรียนสอนดีวิทยาการ ก่อตั้งมาแล้ว 100 ปี โรงเรียนมีพื้นที่จำนวน 84 ไร่ ดำเนินการจัดการเรียนการสอน 12 ระดับชั้น ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 มีระดับชั้นละ 10 ห้องเรียน ส่วนในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4-6 มีระดับชั้นละ 11 ห้องเรียน ในแต่ละห้องเรียนมีนักเรียนประมาณ 50 คน โรงเรียนมีจำนวนนักเรียนประมาณ 2,900 คนและมีจำนวนครูประมาณ 140 คน โรงเรียนสอนดีวิทยาการมีอาคารเรียน 6 หลัง โรงฝึกงาน 5 หลัง และมีหอประชุม โรงอาหาร ห้องสมุด สนาม ฟุตบอล สนามบาสเกตบอล และพุทธสถาน อย่างละ 1 แห่ง นอกจากนี้โรงเรียนมีแหล่งเรียนรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียน คือ สวนพฤกษศาสตร์ ห้องพิพิธภัณฑ์พืช และห้องเรียนสีเขียว อีกทั้งในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมีการใช้หลักสูตรการเรียนการสอนพิเศษ คือ ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นห้องเรียนที่จะได้รับการพัฒนาและส่งเสริมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม อาทิ การเข้าค่าย วิทยาศาสตร์ การศึกษาดูงานและการฝึกงานกับนักวิจัยในมหาวิทยาลัยหรือในหน่วยงานภาครัฐและเอกชน

สภาพห้องเรียนที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คือ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ตั้งอยู่บนชั้น 4 ของอาคารสูง 6 ชั้น โดยห้องปฏิบัติการ ๑ มีตำแหน่งอยู่ริมสุดติดบันไดทางขึ้นลง ห้องปฏิบัติการ ๑ มีขนาดประมาณ 80 ตารางเมตร ในการจัดโต๊ะสำหรับนักเรียนใช้วิธีนำโต๊ะ 2 ตัว (ขนาดตัวละ 0.6×1.2 เมตร) มาประกบกันทำให้ได้โต๊ะนักเรียนทั้งหมด 12 โต๊ะ โดยแต่ละโต๊ะมีเก้าอี้ให้นักเรียนนั่งโต๊ะละประมาณ 4-5 ตัว ส่วนโต๊ะครูมีขนาด 0.5×1.2 เมตร ลักษณะเป็นโต๊ะยาว มีอ่างน้ำอยู่ด้านริมซ้ายมือและมีตำแหน่งอยู่ตรงกลางด้านหน้าห้องปฏิบัติการ ๑ ด้านหลังโต๊ะครูมีกระดานดำ 1 แผ่น ด้านข้างของกระดานดำทั้งสองด้านมีบริเวณว่างไว้สำหรับจัดบอร์ดแสดงผลงานนักเรียน และบริเวณผนังหน้าห้องเหนือกระดานดำมีโทรทัศน์ 1 เครื่อง ติดตั้งอยู่ด้านซ้ายของห้องมีอ่างน้ำจำนวน 3 อ่างไว้สำหรับล้างอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง ด้านขวาของห้องมีตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์การทดลอง และสารเคมีติดตั้งไว้ตลอดแนวผนังห้อง และทั้งด้านซ้ายและขวาของห้องยังมีหน้าต่างตลอดความยาวจึงทำให้ในห้องปฏิบัติการ ๑ มีแสงสว่างเพียงพอและมีอากาศถ่ายเทได้อย่างไรก็ตามบางครั้งอาจมีเสียงรบกวนจากสนามบาสเกตบอลที่อยู่ติดกับอาคารเรียน ส่วนด้านหลังห้องปฏิบัติการ ๑ มีตู้เก็บอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง นอกจากนี้ภายในห้องปฏิบัติการ ๑ ยังมีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ ไมโครโฟน และเครื่องเล่นซีดี ซึ่งตั้งอยู่บนโต๊ะครู แผ่นผนังของห้องปฏิบัติการ ๑ แสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แผนผังห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ภูมิหลังของครู

ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนสอนดีวิทยาการมีจำนวนทั้งหมด 3 คน ได้แก่ ครูรัชณี คุรุภาวิ และครูณิษฐ (นามสมมติ) โดยภูมิหลังของครูแต่ละคนมีดังนี้

ครูรัชณี อายุ 41 ปี เป็นครูประจำการโรงเรียนสอนดีพิทยาคารและมีประสบการณ์การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 19 ปี (นับถึงปีการศึกษา 2552) ครูรัชณีมีสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี เกียรตินิยมอันดับ 1 จากวิทยาลัยครูแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ศึกษาสาตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนเคมี จากมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ ในภาคต้น ปีการศึกษา 2552 ครูรัชณีมีภาระงานสอน จำนวน 18 คาบต่อสัปดาห์ (คาบละ 50 นาที) โดยสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 คาบต่อสัปดาห์และวิชาเคมีพื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 8 คาบ ต่อสัปดาห์ นอกจากนี้ครูยังรับผิดชอบงานพัสดุกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อีกด้วยในช่วง 3 ปี ที่ผ่านมา (พ.ศ. 2551-2553) ครูยังเคยเข้าร่วมการอบรมในหัวข้อการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ จากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 1 ครั้ง แต่ไม่เคยเข้าร่วมการอบรมการสอนอื่น ๆ ที่เหมาะสมในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

ครูภาวิ อายุ 49 ปี เป็นครูประจำการ โรงเรียนสอนดีวิทยาการ มีประสบการณ์การสอนวิชา วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 26 ปี (นับถึงปีการศึกษา 2552) ครูภาวิสำเร็จการ ศึกษาระดับปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากวิทยาลัยครูแห่งหนึ่งใน กรุงเทพมหานคร และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา ฟิสิกส์ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ ในภาคต้น ปีการศึกษา 2552 ครูภาวิ มีภาระงานสอนจำนวน 18 คาบต่อสัปดาห์ โดยสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 จำนวน 6 คาบ และวิชาฟิสิกส์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 12 คาบ นอกจากนี้ ครูภาวิมีภาระงานอื่นนอกจากงานสอน ได้แก่ งานปกครอง (หัวหน้าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4) และครูผู้ดูแลห้องเรียนสีเขียว ในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2551-2553) ครูภาวิไม่เคยเข้าร่วมการ อบรมในหัวข้อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หรือการสอนรูปแบบอื่น ๆ ที่เหมาะสม ของการเรียนรู้ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

ครูมณีนุชอายุ 25 ปี เป็นครูอัตราจ้าง โรงเรียนสอนดีวิทยาการ มีประสบการณ์การสอนวิชา วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ปี (นับถึงปีการศึกษา 2552) ครูมณีนุชสำเร็จการศึกษา ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี จากมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในจังหวัด พิษณุโลก และสำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู จากมหาวิทยาลัยราชภัฏ แห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร ในภาคต้น ปีการศึกษา 2552 ครูมณีนุชมีภาระงานสอน จำนวน 21 คาบต่อสัปดาห์ โดยสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 21 คาบ นอกจากงานสอน ครูมณีนุชยังรับผิดชอบงานธุรการ ในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2551-2553) ครูมณีนุชไม่เคยเข้าร่วมการอบรมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หรือการสอน อื่น ๆ ที่เหมาะสมในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

ภูมิหลังของนักเรียน

ในระยะที่ 1 ของการวิจัย ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชมาแล้ว โดยผู้วิจัยทำการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้นักเรียนจำนวน 3 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด 10 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 151 คน เป็นนักเรียนหญิง 73 คน และนักเรียนชาย 78 คน นักเรียนมีอายุระหว่าง 12-13 ปี นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 70) มีเกรดเฉลี่ยสะสมทุกวิชาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2551 อยู่ระหว่าง 3.50-4.00 ส่วนเกรดวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 45) มีผลการเรียนในระดับดีเยี่ยม (เกรด 4) รองลงมาคือดีมาก (เกรด 3.5 ร้อยละ 31) และดี (เกรด 3 ร้อยละ 15) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเกรดเฉลี่ยสะสมทุกวิชาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2552 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 65) มีเกรดเฉลี่ยสะสมทุกวิชาอยู่ในช่วง 3.00-3.50 ส่วนเกรดวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 49) มีผลการเรียนในระดับดีเยี่ยม (เกรด 4) มากที่สุด รองลงมาคือ ดี (เกรด 3 ร้อยละ 19) และดีมาก (เกรด 3.5 ร้อยละ 11) ตามลำดับ นอกจากนี้ นักเรียนทุกคนนับถือศาสนาพุทธ และนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80) อาศัยอยู่กับบิดาและมารดา เมื่อพิจารณาอาชีพของบิดาและมารดาของนักเรียนพบว่า ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 30) ประกอบอาชีพค้าขาย รองลงมาคือ รับราชการ (ร้อยละ 27)

วิธีสอน

จากการสัมภาษณ์ครูทั้ง 3 คน เป็นรายบุคคลพบว่า วิธีสอนที่ครูใช้ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชคือ การทดลอง การบรรยาย และการอภิปราย โดยครูทั้งสามคนเน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการทดลองเป็นกลุ่มย่อย (4-5 คน) อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์เชิงลึกพบว่า ครูแต่ละคนมีวิธีสอนที่แตกต่างกันในรายละเอียด กล่าวคือ ในการสอนของครูรัชณีจะให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการทดลอง โดยก่อนทำการทดลองครูรัชณีจะไม่แนะแนวทางให้นักเรียนมากนัก แต่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ระหว่างการทำกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง หลังจากการทดลองครูรัชณีและนักเรียนร่วมกันสรุปการทดลอง จากนั้นครูรัชณีจะอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจแนวคิดได้สมบูรณ์ ดังที่ครูรัชณีกล่าวในการสัมภาษณ์ตอนหนึ่งว่า

วิธีสอนที่ใช้จะเน้นกิจกรรมการทดลองเป็นหลัก ตอนแรกจะไม่ได้อธิบายอะไรให้นักเรียนมากเท่าไร แต่จะให้นักเรียนเรียนรู้เองจากการทดลอง แต่นักเรียนคงเรียนรู้ได้ไม่หมดหรอก แต่หลังจากทำกิจกรรมการทดลองเสร็จท้ายชั่วโมงครูจะร่วมกันอภิปรายกับนักเรียน และสรุปร่วมกันอีกทีหนึ่ง และถ้านักเรียนไม่เข้าใจตรงไหนครูก็จะอธิบายให้นักเรียนให้เข้าใจ

(ครูรัชณี สัมภาษณ์: 1 ธันวาคม 2552)

สำหรับครูภาวิจะสอนโดยเน้นการสอดแทรกกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ อาทิ การนั่งสมาธิก่อนเรียน การใช้คำถาม เช่น ก่อนสอนแนวคิดเรื่อง เซลล์ ครูภาวิให้นักเรียนนั่งสมาธิประมาณ 5 นาที ในแนวคิดเรื่องลำเลียงสารของพืช ครูจะให้นักเรียนตอบคำถามว่าแนวคิดดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้อย่างไร และให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนุกสนานก่อนการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือในระหว่างการเรียนรู้ เช่น ก่อนสอนแนวคิด เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ครูภาวิจะเล่นกลให้นักเรียนดูซึ่งเป็นกิจกรรมเพิ่มเติมจากเนื้อหา

ส่วนครูมณีนุชสอนโดยเน้นการบรรยายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาก่อนทำกิจกรรม จากนั้นจึงทำการสาธิตให้นักเรียนสังเกตแล้วจึงให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปก่อนแล้วจากการฟังครูบรรยาย ดังที่ครูมณีนุชให้สัมภาษณ์ว่า “...ดิฉันใช้วิธีบรรยายเนื้อหาให้นักเรียนรู้ก่อนว่าเนื้อหาที่จะเรียนนี้มีเรื่องเกี่ยวกับอะไรและเป็นอย่างไรบ้าง เพื่อให้นักเรียนได้เห็นภาพรวมก่อนแล้วก็สาธิตแล้วจึงค่อยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ...”

(ครูมณีนุช สัมภาษณ์: 1 ธันวาคม 2552)

ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูทั้งสามคน มีความสอดคล้องกับผลที่ได้จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน เกี่ยวกับวิธีสอนของครูที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเห็นว่า วิธีสอนที่ครูใช้เป็นส่วนใหญ่ในทุกแนวคิด คือ การบรรยาย การทดลอง การสาธิต และการอภิปรายตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความคิดเห็นของนักเรียนต่อวิธีสอนของครู

แนวคิด	วิธีสอนของครู (ร้อยละ)									
	การทดลอง	การบรรยาย	การสาธิต	การอภิปราย	การมอบหมายงาน	การแก้ปัญหา	การได้แสดงความคิดเห็น	การทำรายงาน	การนำเสนอ	การแลกเปลี่ยนเรียนรู้
เซลล์	85	89	41	23	10	14	15	3	3	1
การแพร่และออสโมซิส	86	87	49	23	6	12	19	2	3	1
การสังเคราะห์ด้วยแสง	87	88	36	19	34	14	15	2	2	1
การลำเลียงสารในพืช	84	86	37	17	6	13	17	3	3	0
การสืบพันธุ์ของพืช	78	88	34	21	15	10	15	2	2	0
การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช	84	86	35	22	34	12	20	2	3	1

หมายเหตุ: ใน 1 แนวคิดสามารถตอบวิธีสอนที่ครูใช้ได้มากกว่า 1 วิธี

สื่อการสอน

จากการสัมภาษณ์ครูแต่ละคนเกี่ยวกับสื่อการสอนที่ครูใช้ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช พบว่า สื่อการสอนที่ครูทั้ง 3 คนใช้เป็นหลัก ได้แก่ ใบความรู้ ใบกิจกรรม การทดลอง และแบบฝึกหัด ดังที่ครูรัชนิกล่าว่า “...สื่อการสอนที่ใช้จะเป็นเอกสารประกอบการเรียนเป็นหลักก็จะมีใบความรู้ ใบกิจกรรมการทดลอง และแบบฝึกหัด...” (ครูรัชนิ สัมภาษณ์: 1 ธันวาคม 2552) ส่วนครูณิษฐกล่าวว่า “...ในบางเนื้อหานอกจากจะใช้ใบความรู้ ใบกิจกรรมการทดลอง และแบบฝึกหัด แล้วก็จะใช้แผ่นใส ภาพสี แล้วก็ Power Point ด้วย” (ครูณิษฐ สัมภาษณ์: 1 ธันวาคม 2552) จากการสัมภาษณ์พบว่า ครูทั้งสามคนจะใช้สื่อการสอนทั้งหมดร่วมกัน ซึ่งครูรัชนิจะเป็นผู้เตรียมสื่อกระดาษและถ่ายเอกสารให้นักเรียน ในการแจกสื่อใบความรู้ ใบกิจกรรมการทดลอง และแบบฝึกหัด ครูจะทยอยแจกให้นักเรียนตามกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติในแต่ละแนวคิดย่อย เมื่อสิ้นภาคเรียนที่ 1 ครูจะให้นักเรียนรวบรวมใบความรู้ ใบกิจกรรมการทดลอง และแบบฝึกหัดทั้งหมดเก็บรวมเป็นเล่มเอกสารประกอบการเรียนของตนเอง นอกจากนี้สื่อการสอนที่

ครูใช้เป็นบางครั้ง ได้แก่ แบบจำลองโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ แผ่นใส ภาพสี และ Power Point

ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูสอดคล้องกับข้อมูลจากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับสื่อที่ครูใช้ในการสอน ซึ่งพบว่า สื่อการสอนที่ครูใช้ในทุกแนวคิด ได้แก่ ใบความรู้ ใบกิจกรรมการทดลอง และแบบฝึกหัด ส่วนสื่อการสอนที่ครูใช้ในบางแนวคิด ได้แก่ แบบจำลอง แผ่นใส ภาพสี และ Power Point ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สื่อการสอนที่ครูใช้ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

แนวคิด	สื่อการสอน
เซลล์	ใบความรู้ ใบกิจกรรมการทดลอง แบบฝึกหัด แบบจำลอง
การแพร่และออสโมซิส	ใบความรู้ ใบกิจกรรมการทดลอง แบบฝึกหัด
การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	ใบความรู้ ใบกิจกรรมการทดลอง แบบฝึกหัด Power Point
การลำเลียงสารของพืช	ใบความรู้ ใบกิจกรรมการทดลอง แบบฝึกหัด
การสืบพันธุ์ของพืช	ใบความรู้ ใบกิจกรรมการทดลอง แบบฝึกหัด แผ่นใส ภาพสี
การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช	ใบความรู้ ใบกิจกรรมการทดลอง แบบฝึกหัด

การวัดผลและการประเมินผล

จากการสัมภาษณ์ครูทั้ง 3 คน เกี่ยวกับการวัดและการประเมินผลที่ครูใช้ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช พบว่า วิธีวัดผลและประเมินผลส่วนใหญ่ที่ครูใช้ คือ การตรวจให้คะแนนใบกิจกรรมการทดลอง และแบบฝึกหัด การตอบคำถามของนักเรียนระหว่างเรียน การทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งมีทั้งการให้คะแนนรายกลุ่มและรายบุคคล ดังที่ครูรัชณีกล่าวว่า “...การให้คะแนนนักเรียน ไม่เน้นการสอบเลย แต่เน้นที่คะแนนการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองและแบบฝึกหัดเป็นหลักมากกว่า...” (ครูรัชณี สัมภาษณ์: 1 ธันวาคม 2552) ส่วนครูปภาวีกล่าวว่า “...คะแนนที่ให้นักเรียนมีทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน แล้วก็หลังเรียน ถ้าก่อนเรียนจะให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย แต่ละเรื่องก็ประมาณ 10 ข้อ ถ้าเป็นคะแนนระหว่างเรียนก็จะใช้การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เวลาที่ครูถามแล้วนักเรียนคนไหนตอบคำถามบ้างก็ให้คะแนน และในเวลาทำกิจกรรมการทดลองนักเรียนเป็นอย่างไรบ้างให้ความร่วมมือในกลุ่มไหม อาจให้คะแนน

เป็นรายคนหรือรายกลุ่ม ถ้าเป็นหลังเรียนก็ให้คะแนนจากใบกิจกรรมการทดลอง แบบฝึกหัด แล้วก็ให้ทำข้อสอบบ้าง...” (ครูปภาวิ สัมภาษณ์: 1 ธันวาคม 2552) ครูณีนุชให้สัมภาษณ์ว่า “...ก่อนจะขึ้นเรื่องใหม่ก็จะสุ่มนักเรียนให้ตอบคำถาม แล้วก็ให้คะแนนเป็นรายคนหรือให้เป็นกลุ่ม ถ้าหลังเรียนก็จะให้คะแนนจากใบกิจกรรมการทดลอง การทำแบบฝึกหัด และให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยในแต่ละเรื่อง...” (ครูณีนุช สัมภาษณ์: 1 ธันวาคม 2552)

ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูทั้งสามคนมีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับวิธีวัดผลและประเมินผลที่ครูใช้ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 75) มองว่า ครูใช้การตรวจสอบ ใบงาน และแบบฝึกหัด ในระดับมาก นักเรียนร้อยละ 60 มองว่า ครูใช้การสังเกตพฤติกรรมด้านความสนใจ และการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนใน ระดับปานกลาง และนักเรียนร้อยละ 47 มีความเห็นว่า ครูใช้การทดสอบกับนักเรียนในระดับมาก ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความคิดเห็นของนักเรียนต่อวิธีการวัดและประเมินผลที่ครูใช้

วิธีวัดและประเมินผล	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่ได้ปฏิบัติ
การตรวจสอบ ใบงาน และแบบฝึกหัด	75	23	1	1
การสังเกตพฤติกรรมด้านความสนใจ และการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	32	60	6	2
การทดสอบ	47	41	10	2

คำถามวิจัยข้อที่ 1.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิด เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1.2 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสอนดีพิทยาคาร โดยการสุ่มตัวอย่างนักเรียนแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากห้องเก่ง ห้องปานกลาง และห้องอ่อน อย่างละ 1 ห้องเรียน รวม 3 ห้องเรียน (151 คน) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ผู้วิจัยทำการวัดแนวคิดของนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช โดยแบบวัดแนวคิดครอบคลุมแนวคิดหลัก 6 แนวคิด ได้แก่ เซลล์ การแพร่และการออสโมซิส การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การลำเลียงสารของพืช การสืบพันธุ์ของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ แนวคิดสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (Partial Understanding: PU) แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception: PS) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misconception: SM) และไม่มีแนวคิด (No Understanding: N) โดยทำการวิเคราะห์ตามกรอบแนวคิดของ Westbrook and Marek (1991) รายละเอียดของกรอบการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ระดับความเข้าใจและเกณฑ์ในการจัดกลุ่มแนวคิดตาม Westbrook and Marek (1991)

ระดับความเข้าใจ	เกณฑ์ในการจัดกลุ่ม	ตัวอย่างแนวคิดเรื่อง ปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
1. แนวคิดสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)	นักเรียน มีแนวคิดสอดคล้องกับทฤษฎี ของนักวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบ	น้ำ แสง คลอโรฟิลล์ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
2. แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (Partial Understanding: PU)	นักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ แต่ไม่ครบถ้วนและไม่มีแนวคิดคลาด	แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และแสง เป็นปัจจัย ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
3. แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception: PS)	นักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ แต่ไม่ครบถ้วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนปรากฏ	แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แป้ง คลอโรฟิลล์ แสง เป็นปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจ	เกณฑ์ในการจัดกลุ่ม	ตัวอย่างแนวคิดเรื่อง ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misconception : SM)	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับ ทฤษฎี ของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ เป็นเหตุเป็นผลกัน และตอบไม่ตรง คำถาม	แก๊สออกซิเจน แร่ธาตุ เป็นปัจจัยใน การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
5. ไม่มีแนวคิด (No Understanding: N)	นักเรียนไม่ตอบคำถาม ทวนคำถาม ตอบว่าไม่รู้	ไม่ตอบคำถาม

จากการตรวจคำตอบของนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) นอกจากนี้ถึงแม้นักเรียนจะเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชไปแล้ว แต่ยังพบว่า นักเรียนจำนวนมากยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่องดังกล่าว ผู้วิจัยนำเสนอภาพรวมของแนวคิดของนักเรียน ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนตามกลุ่มแนวคิด เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

แนวคิดที่วัด	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)				
	CU	PU	PS	SM	N
1. เซลล์					
1.1 ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์	2 (1.99)	19 (12.58)	50 (33.1)	80 (52.98)	0 (0)
1.2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์	0 (0)	22 (14.57)	82 (54.30)	47 (31.13)	0 (0)
1.3 ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	10 (6.62)	37 (24.50)	59 (39.10)	45 (29.80)	0 (0)
1.4 หน้าที่ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	2 (1.32)	26 (17.22)	94 (62.30)	29 (19.21)	0 (0)

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

แนวคิดที่วัด	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)				
	CU	PU	PS	SM	N
2. การแพร่และการออสโมซิส					
2.1 การแพร่	0 (0)	37 (24.50)	57 (37.70)	57 (37.75)	0 (0)
2.2 การออสโมซิส	0 (0)	51 (33.77)	76 (50.30)	24 (15.89)	0 (0)
3. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช					
3.1 ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	29 (19.20)	33 (21.85)	80 (53.00)	9 (5.96)	0 (0)
3.1 ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	14 (9.27)	27 (17.88)	61 (40.4)	49 (32.45)	0 (0)
4. การลำเลียงสารในพืช					
4.1 การลำเลียงน้ำของพืช	3 (1.99)	71 (47.02)	41 (27.20)	36 (23.84)	0 (0)
4.2 พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่	16 (10.60)	20 (13.25)	39 (25.80)	76 (50.33)	0 (0)
4.3 การลำเลียงอาหารของพืช	0 (0)	16 (10.60)	62 (41.10)	73 (48.34)	0 (0)
4.4 การคายน้ำของพืช	5 (3.31)	68 (45.03)	53 (35.10)	25 (16.56)	0 (0)
5. การสืบพันธุ์ของพืชดอก					
5.1 โครงสร้างของดอก	35 (23.18)	5 (3.31)	103(68.21)	8 (5.30)	0 (0)
5.2 กระบวนการสืบพันธุ์ของดอก	2 (1.32)	47 (31.13)	65 (43.05)	36 (23.84)	1 (0.66)
6. การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช					
6.1 การตอบสนองต่อแสง	0 (0)	29 (19.21)	26 (17.22)	96 (63.58)	0 (0)
6.2 การตอบสนองต่อการสัมผัส	0 (0)	98 (64.90)	48 (31.79)	5 (3.31)	0 (0)

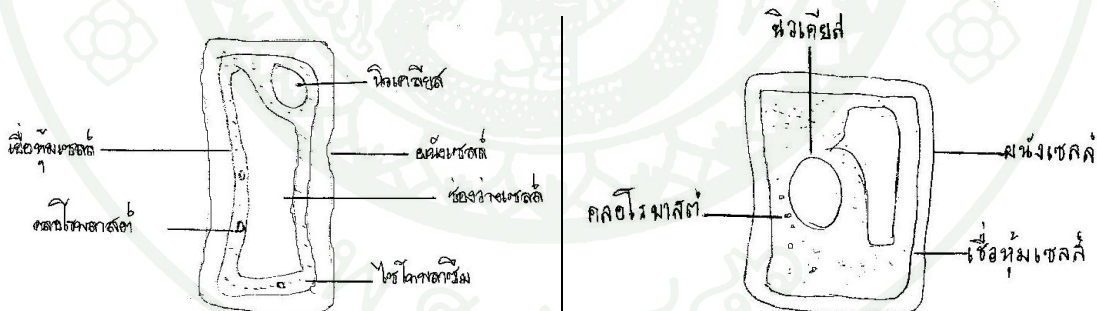
จากตารางแสดงให้เห็นว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในทุกแนวคิด และมี 5 แนวคิดที่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มากที่สุด คือ การตอบสนองต่อแสงของพืช ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ การลำเลียงอาหารของพืช และการแพร่ตามลำดับ นอกจากนี้มีนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ในเกือบทุกแนวคิด ได้แก่ เรื่อง โครงสร้างของดอก หน้าที่ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การออสโมซิส

กระบวนการสืบพันธุ์ของดอก การอาหารของพืช ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ การแพร่ การคายน้ำของพืช การตอบสนองต่อการสัมผัส และความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ ตามลำดับ นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดย 5 แนวคิดที่นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) มากที่สุด คือ การตอบสนองต่อการสัมผัส การลำเลียงน้ำของพืช การคายน้ำ การออสโมซิส และกระบวนการสืบพันธุ์ของพืช ตามลำดับ ในการนำเสนอผลการวิจัยผู้วิจัยจะนำเสนอโดยเรียงลำดับตามแนวคิดหลักและแนวคิดย่อย ดังต่อไปนี้

1. เซลล์

1.1 ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายความหมายของเซลล์พร้อมวาดภาพประกอบการอธิบาย จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ร้อยละ 1.99 (2 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่า เซลล์ คือ หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต พร้อมวาดภาพรูปร่างลักษณะของเซลล์ได้อย่างสมบูรณ์ ดังตัวอย่างภาพที่ 4.2



เซลล์ คือ สิ่งที่เล็กที่สุดภายในร่างกายหรือในสิ่งมีชีวิต เซลล์สัตว์ไม่มีผนังเซลล์เซลล์พืชมีผนังเซลล์

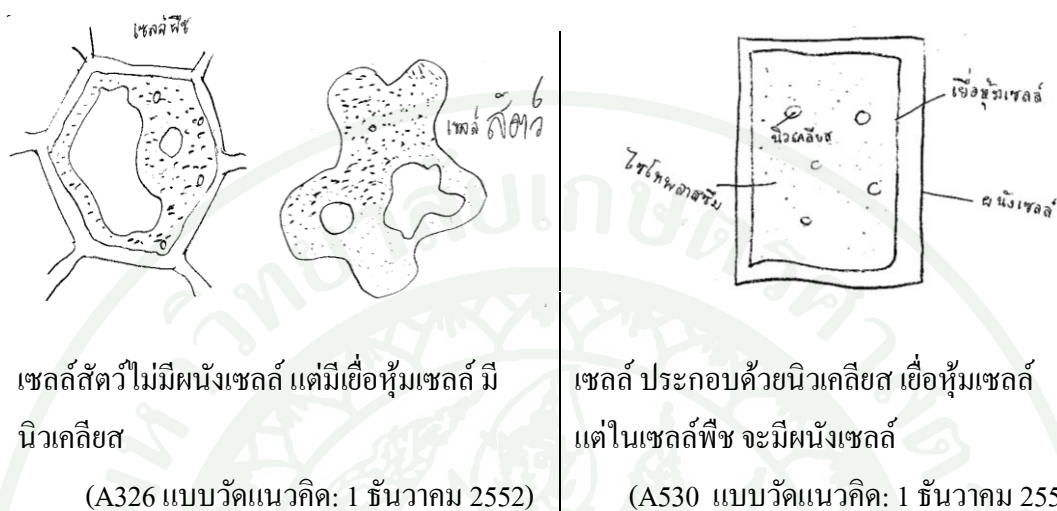
(A308 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

เซลล์ คือ หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต ในเซลล์พืช ประกอบด้วย ผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส ไซโทพลาซึม คลอโรพลาสต์

(A346 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

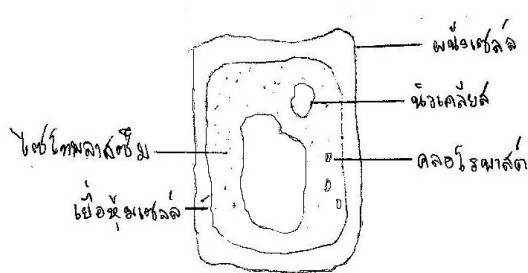
ภาพที่ 4.2 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดแบบสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 12.58 (19 คน) โดย นักเรียนสามารถวาดภาพแสดงลักษณะของเซลล์ แต่ไม่สามารถอธิบายความหมายของเซลล์ได้ ดังตัวอย่างภาพที่ 4.3



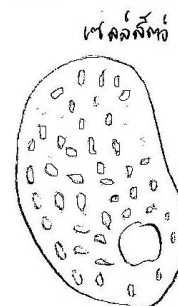
ภาพที่ 4.3 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ที่ผ่านการเรียนรู้ เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ร้อยละ 33.1 (50 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ของนักเรียนได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของเซลล์ได้สมบูรณ์ แต่วาดภาพรูปร่างลักษณะของเซลล์คลาดเคลื่อน กลุ่มสอง นักเรียนสามารถวาดภาพรูปร่างลักษณะของเซลล์สมบูรณ์ แต่อธิบายความหมายของเซลล์คลาดเคลื่อน กลุ่มสาม นักเรียนอธิบายความหมายของเซลล์ได้บางส่วน แต่วาดภาพรูปร่างลักษณะของเซลล์คลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่า นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า เซลล์เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง เซลล์เป็นแหล่งกำเนิดสิ่งมีชีวิต เซลล์เป็นสิ่งที่อยู่ในร่างกายสิ่งมีชีวิต ดังตัวอย่างภาพที่ 4.4



เซลล์ คือ สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กที่สุดของ
สิ่งมีชีวิต ประกอบด้วย ผนังเซลล์ นิวเคลียส
เยื่อหุ้มเซลล์

(A331 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

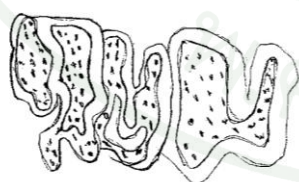


เซลล์ คือ สิ่งที่เล็กที่สุด ซึ่งเราไม่สามารถมอง
เห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น เซลล์พืช เซลล์สัตว์

(A328 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

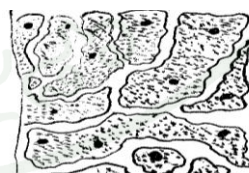
ภาพที่ 4.4 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาด
เคลื่อนบางส่วน (PS) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 52.98 (80 คน) โดยจัดกลุ่ม
แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนอธิบายความหมายของ
เซลล์และวาดภาพรูปร่างลักษณะของเซลล์คลาดเคลื่อน กลุ่มสอง นักเรียนวาดภาพรูปร่างลักษณะ
ของเซลล์คลาดเคลื่อน ไม่อธิบายความหมายของเซลล์ แต่กล่าวถึงเซลล์ในด้านอื่น ๆ เช่น รูปร่าง
ลักษณะของเซลล์ ส่วนประกอบของเซลล์ เป็นต้น เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่า
นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า เซลล์เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง เซลล์เป็นแหล่งกำเนิดของสิ่งมีชีวิต
เซลล์เป็นสิ่งที่อยู่ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต เซลล์เป็นสิ่งที่ใช้ในการสืบพันธุ์ ดังตัวอย่างในภาพที่ 4.5



เซลล์ มีจุดตรงกลาง และเป็นจุดเล็ก ๆ ลักษณะ
นี้เป็นตัวเซลล์ชนิดต่าง ๆ

(A532 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)



เซลล์พืช คือ เซลล์ที่เป็นพืช ส่วนเซลล์สัตว์ คือ
เซลล์ที่เป็นสัตว์

(A1014 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ภาพที่ 4.5 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)
ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์

1.2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ผู้วิจัยให้รูปภาพสิ่งมีชีวิต 5 ชนิด (อะมีบา กบ พารามีเซียม ตั๊กแตน และกุหลาบ) และให้นักเรียนระบุว่าจากภาพสิ่งมีชีวิตใดบ้างที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ พร้อมอธิบายเหตุผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ไม่มีนักเรียนคนใดมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) อย่างไรก็ตามมีนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 14.57 (22 คน) โดยนักเรียนสามารถระบุได้ว่า พารามีเซียม และ อะมีบา เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ส่วน กบ ตั๊กแตน และ กุหลาบ เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลว่า อะมีบา และพารามีเซียม เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวเพราะประกอบขึ้นด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว และดำเนินกิจกรรมการดำรงชีวิตทั้งหมดภายในเซลล์เพียงหนึ่งเซลล์ ส่วนกบ ตั๊กแตน และกุหลาบ เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เพราะประกอบขึ้นด้วยเซลล์หลายชนิด มีการเรียงตัวของเซลล์เป็นเนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบ อวัยวะ และเป็นรูปร่างของสิ่งมีชีวิต ดังตัวอย่าง

สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว คือภาพ ก (อะมีบา) และ ค (พารามีเซียม) สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ คือ ภาพ ข (กบ) ภาพ ง (ตั๊กแตน) และภาพ จ (ดอกกุหลาบ)

(A343 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

พารามีเซียม อะมีบา เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ส่วน กบ ตั๊กแตน กุหลาบ เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

(A511 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ร้อยละ 54.30 (82 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน(PS) ของนักเรียนได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนระบุสิ่งมีชีวิตได้สมบูรณ์ แต่ให้เหตุผลในการระบุสิ่งมีชีวิตคลาดเคลื่อน กลุ่มสอง นักเรียนสลับสิ่งมีชีวิตบางส่วนและให้เหตุผลในการระบุสิ่งมีชีวิตคลาดเคลื่อน กลุ่มสาม นักเรียนสลับสิ่งมีชีวิตบางส่วนและไม่ให้เหตุผล เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่า นักเรียนใช้เหตุผลเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ ชนิดของสิ่งมีชีวิต จำนวนเซลล์ ขนาดหรือรูปร่างของสิ่งมีชีวิต และส่วนประกอบสำคัญของเซลล์ ดังตัวอย่าง

ภาพ ก (อะมิบา) เซลล์เดียว เพราะอะมิบา เป็นสัตว์ประเภทปรสิต ภาพ ข (กบ) หลายเซลล์ เพราะกบ เป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ ภาพ ค (พารามีเซียม) เซลล์เดียว เพราะพารามีเซียมเป็น สัตว์ปรสิต ภาพ ง (ตึกเตน) หลายเซลล์เพราะตึกเตนเป็น สัตว์ชนิดหนึ่งซึ่งไม่ใช่ปรสิต ภาพ จ (กุหลาบ) หลายเซลล์ เพราะเป็นพืช

(A552 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ คือ ภาพ จ (กุหลาบ) ก (อะมิบา) ค (พารามีเซียม) ง (ตึกเตน) ส่วนสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว คือ ข (กบ)

(A1049 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 31.13 (47 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรก นักเรียนสลับสิ่งมีชีวิตและให้เหตุผลในการระบุสิ่งมีชีวิตคลาดเคลื่อน กลุ่มสอง นักเรียนสลับสิ่งมีชีวิตและไม่ให้เหตุผลในการระบุสิ่งมีชีวิต เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่า นักเรียนใช้เหตุผลเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ ชนิดของสิ่งมีชีวิต จำนวนเซลล์ ขนาดหรือรูปร่างของสิ่งมีชีวิต และส่วนประกอบของเซลล์ ดังตัวอย่าง

กบ ตึกเตน กุหลาบ น่าจะเป็นเซลล์เดียว ส่วนอะมิบา พารามีเซียม เซลล์น่าจะมีหลายเซลล์ เพราะ เซลล์สามารถแตกออกมาเป็นกลุ่มย่อยได้ ส่วนกบจะไม่สามารถแตกออกได้

(A1018 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

กบ ตึกเตน กุหลาบ อะมิบา พารามีเซียม เพราะดูตามรูปที่กำหนดมา

(A509 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

1.3 ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ผู้วิจัยให้นักเรียนระบุส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ว่ามีส่วนประกอบใดบ้างที่เหมือนและแตกต่างกัน จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ร้อยละ 6.62 (10 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่า ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่เหมือนกัน

คือ นิวเคลียส เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม ส่วนประกอบสำคัญที่ต่างกันคือ ผนังเซลล์ คลอโรพลาสต์ ที่พบเฉพาะในเซลล์พืช แต่ในเซลล์สัตว์ไม่พบส่วนประกอบดังกล่าว ดังตัวอย่าง

นิวเคลียส เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม พบได้ทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ส่วน
ผนังเซลล์ คลอโรพลาสต์ พบได้แต่ในเซลล์พืชเท่านั้น ในเซลล์สัตว์ไม่มี

(A309 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

เยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส ไซโทพลาซึม มีเหมือนกันทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ แต่
ในเซลล์พืชจะมี ผนังเซลล์ คลอโรพลาสต์ แต่ในเซลล์สัตว์ไม่มี”

(A330 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 24.50 (37 คน) โดย
นักเรียนสามารถตอบได้ว่า ส่วนประกอบสำคัญที่เหมือนและต่างกัน ในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มี
อะไรบ้าง แต่ละบุไม่ครบทุกส่วนประกอบ ดังตัวอย่าง

เยื่อหุ้มเซลล์ พบในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ผนังเซลล์ พบได้เฉพาะในเซลล์พืช”

(A337 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

สิ่งที่เหมือนกันในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ คือ นิวเคลียส เยื่อหุ้มเซลล์ สิ่งที่ต่างกัน คือ
ผนังเซลล์ คลอโรพลาสต์

(A302 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน(PS) ร้อยละ 39.10
(59 คน) โดยนักเรียนบอกส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์สลับกัน และระบุไม่ครบทุก
ส่วนประกอบ ดังตัวอย่าง

สิ่งที่เหมือนกันในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ คือ นิวเคลียส ผนังเซลล์ สิ่งที่ต่างกัน คือ
คลอโรพลาสต์ ที่พบได้แต่ในเซลล์พืช

(A515 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นิวเคลียส ผนังเซลล์ ไซโทพลาซึม พบทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ส่วนเซลล์พืชมี
คลอโรพลาสต์ แต่ไม่มีเยื่อหุ้มเซลล์ ส่วนเซลล์สัตว์มีเยื่อหุ้มเซลล์ แต่ไม่มีคลอโรพลาสต์

(A331 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนร้อยละ 29.80 (45 คน) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียน
สลับส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่เหมือนและแตกต่าง ดังตัวอย่าง

ในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีสิ่งที่เหมือนกัน คือ ผนังเซลล์ มีสิ่งที่ต่างกัน คือ นิวเคลียส
ที่พบแต่ในเซลล์สัตว์เท่านั้นในเซลล์สัตว์ไม่มี

(A525 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นิวเคลียส ผนังเซลล์ ไซโทพลาซึม พบทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ส่วนเซลล์พืช
มีคลอโรพลาสต์ แต่ไม่มีเยื่อหุ้มเซลล์ ส่วนเซลล์สัตว์มีเยื่อหุ้มเซลล์ แต่ไม่มีคลอโรพลาสต์

(A321 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

1.4 หน้าที่ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง หน้าที่ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและ
เซลล์สัตว์ ผู้วิจัยให้นักเรียนระบุส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ (นิวเคลียส เยื่อหุ้ม
เซลล์ ไซโทพลาซึม ผนังเซลล์ และคลอโรพลาสต์) และให้อธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบดังกล่าว
จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ร้อยละ 1.32 (2 คน) โดยนักเรียน
สามารถตอบได้ว่า เยื่อหุ้มเซลล์ มีหน้าที่คัดเลือกสารที่เข้าและออกจากเซลล์ ห่อหุ้มส่วนต่าง ๆ ภายในเซลล์
ในเซลล์ ไซโทพลาซึม มีสารจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของเซลล์ นิวเคลียส ควบคุมลักษณะทาง
พันธุกรรม และควบคุมการทำงานของเซลล์ ผนังเซลล์ ทำให้เซลล์คงรูป ป้องกันอันตรายให้เซลล์
คลอโรพลาสต์ ทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ดังตัวอย่าง

เยื่อหุ้มเซลล์ เป็นเยื่อบาง ๆ ห่อหุ้มเซลล์ มีหน้าที่คัดเลือกสารที่เข้าและออกของ
เซลล์ ไซโทพลาซึม มีลักษณะเป็นของเหลวรอบ ๆ เซลล์ มีสารต่าง ๆ ในการดำรง
ดำรงชีวิตที่จำเป็นของเซลล์ นิวเคลียส จะคอยควบคุมการทำงานของเซลล์ ถ่ายทอด
ลักษณะทางพันธุกรรมด้วย ผนังเซลล์ ทำให้เซลล์คงรูปอยู่ได้ และคอยป้องกัน

อันตรายด้านนอกให้กับเซลล์ และคลอโรพลาสต์เกี่ยวข้องกับสังเคราะห์แสงของพืช การสร้างอาหารของพืช

(A318 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนร้อยละ 17.22 (26 คน) มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้บางส่วน แต่ไม่ครบทุกส่วนประกอบ ดังตัวอย่าง

เยื่อหุ้มเซลล์ ห่อหุ้มส่วนประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ คลอโรพลาสต์ สังเคราะห์แสง ไซโทพลาซึม ของ เหลวที่อยู่รอบๆ เซลล์ นิวเคลียส ควบคุมการทำงานของเซลล์ ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ผนังเซลล์ ป้องกันอันตรายด้านนอก

(A330 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนร้อยละ 62.30 (94 คน) มีแนวคิดสมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยนักเรียนสามารถอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้บางส่วน แต่ไม่ครบทุกส่วนประกอบ และการอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบมีแนวคิดคลาดเคลื่อน ดังตัวอย่าง

ผนังเซลล์ ควบคุมการเข้าออกของสาร นิวเคลียส ควบคุมการทำงานของเซลล์

(A530 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ผนังเซลล์ ป้องกันอันตรายให้เซลล์ นิวเคลียส เป็นชีวิตของเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ คอยป้องกันเซลล์ไม่ให้มีอันตราย

(A522 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 19.21 (29 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนเข้าใจหน้าที่ของส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์สลับกัน กลุ่มสอง นักเรียนไม่อธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ แต่ตอบคำถามเกี่ยวกับส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ในประเด็นอื่น ดังตัวอย่าง

เชื้อหุ้มเซลล์ ป้องกันสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรคที่เข้ามาภายในเซลล์

(A531 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

เซลล์พืช ป้องกันอันตรายและแมลงอันตรายหลายอย่าง เซลล์สัตว์ ปกป้องเซลล์

(A1046 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

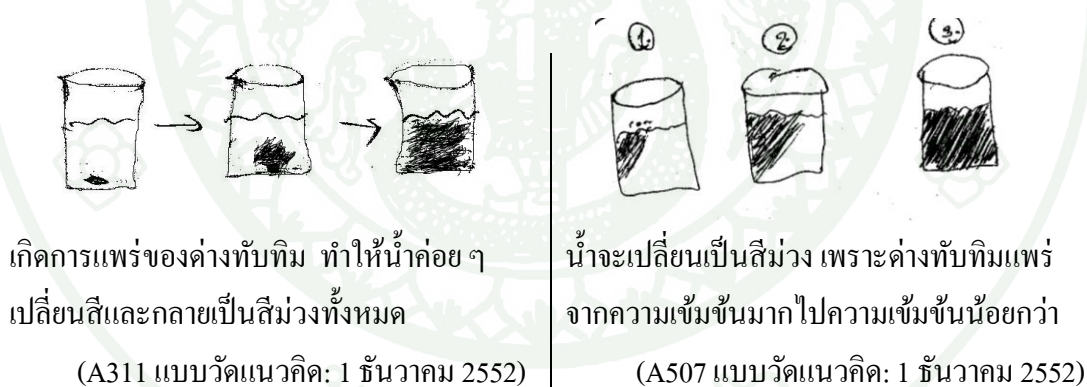
1.5 การอภิปรายผลแนวคิด เรื่อง เซลล์

จากการวัดแนวคิด เรื่อง เซลล์ ของนักเรียน พบว่า แม้นักเรียนผ่านการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์ แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) จากการวัดแนวคิด เรื่อง เซลล์ พบว่า นักเรียนไม่มีความเข้าใจคำว่า เซลล์ ซึ่งพิจารณาได้จากคำตอบของนักเรียน เช่น ในการวาดภาพ รูปร่างลักษณะของเซลล์ และให้ความหมายของเซลล์ พบว่า มีนักเรียนบางกลุ่มสามารถวาดภาพ แสดงรูปร่างลักษณะของเซลล์ได้ แต่ให้ความหมายของเซลล์คลาดเคลื่อน ในขณะที่มีนักเรียน บางกลุ่มสามารถระบุถึงมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ได้สมบูรณ์ แต่ให้เหตุผลของการ ระบุสิ่งมีชีวิตดังกล่าวคลาดเคลื่อนหรือไม่สามารถให้เหตุผลได้ แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ของ นักเรียนอาจมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนรู้ที่ครูไม่ได้มีการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนมา ก่อน และไม่มีการนำความรู้เดิมมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนทำให้แนวคิด คลาดเคลื่อนยังคงอยู่ในนักเรียน (Adeniyi, 1985 cited in Westbrook and Marek , 1991) การจัดการ เรียนรู้ที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนที่มีอยู่เดิมไม่เพียงพอที่สร้างแนวคิด วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน (Westbrook and Marek, 1991) ซึ่งสอดคล้องกับ Hewson and Hewson (1984) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับความรู้ความเข้าใจของนักเรียนที่มีอยู่เดิม เมื่อครูสอนแนวคิดใหม่ให้กับนักเรียน แต่นักเรียนอาจเกิดความสับสน และขัดแย้งกับความรู้ที่มีอยู่ แม้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดใหม่ ก็ไม่อาจปรับเปลี่ยนแนวคิดไปเป็น แนวคิดวิทยาศาสตร์ได้

2. การแพร่และการออสโมซิส

2.1 การแพร่

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การแพร่ ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ว่า ถ้านักเรียน นำเกลือต่างทึบทมใส่ลงในน้ำแล้วให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลา 5 นาที นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใด พร้อมทั้งวาดภาพลำดับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นดังกล่าว จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) แต่นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 24.50 (37 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ของนักเรียน ได้ 3 กลุ่มคือ กลุ่มแรก นักเรียนวาดภาพลำดับการเปลี่ยนแปลงของการนำเกลือต่างทึบทมใส่ลงในน้ำได้สมบูรณ์ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้ แต่สามารถอธิบายกระบวนการแพร่ในระดับโมเลกุลได้บางส่วน กลุ่มสอง นักเรียนวาดภาพลำดับการเปลี่ยนแปลงของการนำเกลือต่างทึบทมใส่ลงในน้ำได้สมบูรณ์ แต่ให้เหตุผลได้เฉพาะที่เป็นการสังเกตการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ กลุ่มสาม นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลที่เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้ แต่ไม่สามารถวาดภาพแสดงลำดับการเปลี่ยนแปลงได้ ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน(PU) ที่ผ่านการเรียนรู้ เรื่อง การแพร่

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน(PS) ร้อยละ 37.70 (57 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้ แต่วาดภาพลำดับการเปลี่ยนแปลงของการนำเกลือต่างทึบทมใส่ลงในน้ำคลาดเคลื่อน กลุ่มสอง นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้ แต่วาดภาพลำดับการเปลี่ยนแปลงคลาดเคลื่อน และอธิบายกระบวนการแพร่ใน

ระดับโมเลกุลคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่า นักเรียนให้เหตุผลของการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพว่า เมื่อนำเกล็ดต่างทับทิมใส่ลงในน้ำจะเกิดปฏิกิริยา เกิดการละลาย เกิดไอน้ำ เกิดฟอง เกิดน้ำเดือด เกิดสารเนื้อเดียว เกิดการออสโมซิส และน้ำใสขึ้น ดังภาพที่ 4.7



เมื่อเวลาผ่านไป น้ำจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีม่วง
เพราะว่าต่างทับทิมทำปฏิกิริยากับน้ำ

(A1011 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

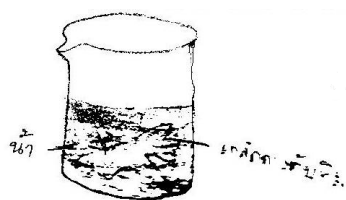


เกิดการแพร่ขึ้น น้ำเปลี่ยนเป็นสีม่วง และ
น้ำกับต่างทับทิมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน เนื่อง
จากเกล็ดต่างทับทิมมีอนุภาคเล็กกว่าน้ำ
จนน้ำและต่างทับทิมเป็นเนื้อเดียวกัน

(A313 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ไม่สมบูรณ์ และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง การแพร่

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 37.75 (57 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนวาดภาพลำดับการเปลี่ยนแปลงของการนำเกล็ดต่างทับทิมใส่ลงในน้ำคลาดเคลื่อน และให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงคลาดเคลื่อน กลุ่มสอง นักเรียนไม่วาดภาพลำดับการเปลี่ยนแปลง และให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงของเกล็ดต่างทับทิมใส่ลงในน้ำคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่า นักเรียน นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพว่า เมื่อนำเกล็ดต่างทับทิมใส่ลงในน้ำจะเกิดปฏิกิริยา เกิดการละลาย เกิดไอน้ำ เกิดฟอง เกิดน้ำเดือด เกิดสารเนื้อเดียว เกิดการออสโมซิส น้ำใสขึ้น และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ดังภาพที่ 4.8



จะเกิดการออสโมซิสขึ้น เมื่อนำเกลือต่างทึบทม
มาใส่ในบีกเกอร์ที่มีน้ำ ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ของ
น้ำจากน้ำมากไปหาน้ำน้อย

(A509 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)



เกลือต่างทึบทม
ใส่ลงในน้ำ

เกิดการละลายระหว่างต่างทึบทมและน้ำ

(A341 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ภาพที่ 4.8 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)
ที่ผ่านการเรียน เรื่อง การแพร่

2.2 การออสโมซิส

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การออสโมซิส ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ว่า ถ้านักเรียนพลอกเปลือกไข่ดิบด้านใดด้านหนึ่งโดยให้เหลือเยื่อบาง ๆ โดยไม่ให้ไข่แตกและเจาะเปลือกไข่อีกด้านหนึ่ง นำหลอดมาใส่และอุดบริเวณรอยต่อด้วยดินน้ำมัน จากนั้นนำไข่ด้านที่เหลือเยื่อบาง ๆ แช่น้ำ (มีภาพประกอบ) ถ้าเวลาผ่านไป 15 นาที นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใด จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนไม่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) แต่นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 33.77 (51 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนมีความเข้าใจว่า เมื่อเวลาผ่านไปจะเกิดการออสโมซิส สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของไข่จากการสังเกตทางกายภาพ (หลอดมีของเหลวจากไข่ไหลออกมา) และให้เหตุผล การแปลงดังกล่าวในระดับโมเลกุลได้บางส่วน (อนุภาคน้ำ) กลุ่มสอง นักเรียนมีความเข้าใจว่า เมื่อเวลาผ่านไปจะเกิดการออสโมซิส สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของไข่จากการสังเกตทางกายภาพ (หลอดมีของเหลวจากไข่ไหลออกมา) แต่ไม่สามารถให้เหตุผลการแปลงดังกล่าวในระดับโมเลกุลได้ ดังตัวอย่าง

ของเหลวภายในไข่ขึ้นไปในหลอด เพราะเกิดการออสโมซิส และจะก็ล้นออกมาจากหลอดเรื่อย ๆ

(A546 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552))

หลอดจะมีไข้แดงลอยขึ้นมาที่หลอด เพราะเกิดการออสโมซิสของน้ำเข้ามา
ภายในไข้

(A1009 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ร้อยละ 50.30 (76 คน) โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่า เมื่อเวลาผ่านไปจะเกิดการออสโมซิสของน้ำ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของไข้จากการสังเกตทางกายภาพ (หลอดมีของเหลวจากไข้ไหลออกมา) แต่ให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อน พบว่า นักเรียนเข้าใจว่าสาเหตุที่มีของเหลวจากไข้ไหลออกมา เกิดขึ้นเนื่องจาก แรงดัน หรือ การดูดน้ำของไข้ ดังตัวอย่าง

เกิดการออสโมซิสของน้ำ ไข้ที่อยู่ข้างในจะไหลออกมาจากหลอด เกิดขึ้นเพราะน้ำที่อยู่ได้เยื่อไข้ จะดันไข้ขาวออกมาเพราะน้ำเป็นของเหลวไม่คงที่ จึงทำให้น้ำดันไข้ออกมาอย่างช้า ๆ

(A529 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ไข้แดงจะขึ้นตามหลอดเพราะถูกดูดขึ้นมาตามหลอดเพราะแรงดันจากน้ำ หรือเกิดการออสโมซิสของน้ำ เข้ามาแทนที่ไข้ ทำให้หลอดดูดไข้แดงขึ้น ไป

(A333 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 15.89 (24 คน) โดยนักเรียนจัดกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของไข้และให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวคลาดเคลื่อน กลุ่มสอง นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของไข้คลาดเคลื่อน แต่ไม่ให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อน พบว่า นักเรียนเข้าใจว่า เมื่อเวลาผ่านไปไข้จะแตก ไข้จะลอยและจม หรือไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง สาเหตุเนื่องจาก แรงดัน ไข้แช่นาน ไข้ดูดน้ำ ดังตัวอย่าง

เมื่อเวลาผ่านไป ไข้จะลอยขึ้นมา

(A1045 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ไข้จะแตกหรือแยกออก เนื่องจากแช่นานเกินไป

(A315 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

2.3 การอภิปรายผลแนวคิด เรื่อง การแพร่และการออสโมซิส

จากการวัดแนวคิด เรื่อง การแพร่และการออสโมซิส ของนักเรียน พบว่า แม้นักเรียน ผ่านการเรียนรู้เรื่อง การแพร่และการออสโมซิส แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ซึ่งแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ของนักเรียน เรื่อง การแพร่และการออสโมซิส อาจมีสาเหตุมา จากการจัดการเรียนรู้ที่ครูไม่ได้มีการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และไม่มีการนำความรู้เดิม มาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน หรือเกิดจากการถ่ายทอดความรู้หรือข้อมูลที่ ผิดพลาดจากครูไปสู่ผู้เรียน (Adeniyi, 1985 cited in Westbrook and Marek, 1991) จากการวัด แนวคิดเรื่อง การแพร่และการออสโมซิส พบว่า ประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนก็มีผลต่อ การเข้าใจแนวคิดเรื่อง การแพร่ ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Westbrook and Marek (1991) ที่ ศึกษาแนวคิดของนักเรียนและพบว่าประสบการณ์ ส่วนบุคคลมีผลต่อการลดความเข้าใจในแนวคิด ของนักเรียน กล่าวคือ การที่นักเรียนวาดภาพน้ำ เปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้มทันทีเมื่อใส่ต่างทับทมลงไป ในน้ำ และการอธิบายว่า น้ำเปลี่ยนสีเป็นสีม่วง เมื่อใส่ต่างทับทมลงไป ในน้ำ ซึ่งในความเป็นจริงสี ของต่างทับทมมีการเจือจางและมีลำดับการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการแพร่ แสดงให้เห็นว่า ระหว่างผลที่ได้จากการสังเกตของนักเรียนและสิ่งเป็นจริง ไม่สอดคล้องกัน และส่งผลต่อความเข้าใจ ของนักเรียนในกระบวนการแพร่ในระดับโมเลกุล นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับ Westbrook and Marek (1991) ที่พบว่า ถ้านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งอาจส่งผลให้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องอื่นตามไปด้วย เช่น นักเรียนนำแนวคิดเรื่อง การละลาย การเกิดปฏิกิริยา มาใช้อธิบายการเกิดกระบวนการแพร่ของต่างทับทมหรือนักเรียนนำแนวคิดคลาด เคลื่อนเรื่อง การออสโมซิส มาใช้อธิบายกระบวนการแพร่ โดยอธิบายว่า เมื่อใส่ต่างทับทมลงไป ในน้ำจะเกิดกระบวนการออสโมซิสหรือน้ำในกระบวนการแพร่เกี่ยวข้องกับน้ำในกระบวนการ ออสโมซิส หรือกล่าวถึงเยื่อหุ้มเซลล์ในกระบวนการแพร่ที่เกิดขึ้น นอกจากนี้แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนอาจเกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่เพียงพอต่อการสร้างแนวคิด วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนเพราะถึงแม้ว่านักเรียนได้ผ่านการเรียนรู้เรื่องการแพร่และการออสโมซิส แต่ผลวิจัยยังชี้ให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ซึ่ง Westbrook and Marek (1991) กล่าวว่า iva เป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับแนวคิดคลาดเคลื่อน ของนักเรียนที่มีอยู่เดิม นอกจากนี้ Hewson and Hewson (1984) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมี ความสัมพันธ์กับความรู้ความเข้าใจของนักเรียนที่มีอยู่เดิม เมื่อครูสอนแนวคิดใหม่ให้กับนักเรียนแต่ นักเรียนอาจเกิดความสับสนและขัดแย้งกับความรู้ที่มีอยู่ แม้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดใหม่ก็ไม่อาจ ปรับเปลี่ยนแนวคิดไปเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้

3. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

3.1 ปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ผู้วิจัยให้ นักเรียนระบุปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ด้วยแสงว่ามีอะไรบ้าง จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนมี แนวคิดสมบูรณ์ (CU) ร้อยละ 19.20 (29 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่า ปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช คือ น้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ คลอโรฟิลล์ และแสง ดังตัวอย่าง

ปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ แสง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
คลอโรฟิลล์ และน้ำ

(A317 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ คลอโรฟิลล์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
น้ำ และแสง

(A324 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 21.85 (33 คน) โดย นักเรียนสามารถตอบปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้บางปฏิกิริยา ดังตัวอย่าง

ปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และแสง

(A526 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ น้ำ คลอโรฟิลล์ และ แสง

(A548 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ร้อยละ 53.00 (80 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้ไม่ครบทุกและ คำตอบบางส่วน of นักเรียนคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนของคำตอบ พบว่า นักเรียน คิดว่า ดิน แร่ธาตุ อากาศ แก๊สออกซิเจน แก๊สไนโตรเจน แป้ง น้ำตาล อาหาร ใบไม้ ลำต้น เป็นปฏิกิริยา

ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ดังตัวอย่าง

ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ อาหาร แก๊สออกซิเจน ดิน น้ำ และ แสง
(A1019 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ แสง ดิน แร่ธาตุ และ แสง
(A1028 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 5.96 (9 คน) โดยนักเรียนตอบปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนของคำตอบพบว่า นักเรียนคิดว่า ดิน แร่ธาตุ อากาศ แก๊สออกซิเจน แก๊สไนโตรเจน แสง น้ำตาล อาหาร ใบไม้ ลำต้น และนักเรียนส่วนหนึ่งอธิบายการสังเคราะห์แสงของพืช แต่ไม่ระบุปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ดังตัวอย่าง

ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ ดิน แร่ธาตุ ใบไม้
(A550 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ แร่ธาตุ ใบไม้
(A1034 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

3.2 ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ผู้วิจัยให้นักเรียนระบุผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชว่ามีอะไรบ้าง จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ร้อยละ 9.27 (14 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่าผลผลิตจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ น้ำ แก๊สออกซิเจน และน้ำตาลกลูโคส ดังตัวอย่าง

ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ น้ำตาลกลูโคส น้ำ แก๊สออกซิเจน
(A310 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ แก๊สออกซิเจน น้ำตาลกลูโคส และน้ำ

(A336 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 9.6 (5คน) เป็นร้อยละ 38.5 (20คน) โดยนักเรียนสามารถตอบผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้บางชนิด ดังตัวอย่าง

เมื่อพืชสังเคราะห์แสงแล้วจะได้ น้ำ แก๊สออกซิเจน

(A314 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

แก๊สออกซิเจน น้ำตาลกลูโคส เป็นผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

(A320 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน(PS) ร้อยละ 40.4 (61 คน) นักเรียนสามารถตอบได้ว่า ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมีอะไรบ้าง แต่ตอบไม่ครบทุกชนิด และคำตอบบางส่วนของนักเรียนมีความคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนของนักเรียน พบว่า นักเรียนคิดว่า อาหาร แป้ง แร่ธาตุ อากาศ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ คือ ผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังตัวอย่าง

แป้ง น้ำตาลกลูโคส และออกซิเจน เป็นผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

(A515 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

แป้ง น้ำตาลกลูโคส และออกซิเจน เป็นผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

(A1045 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 32.45 (49 คน) โดยนักเรียนคิดว่า อาหาร แป้ง แร่ธาตุ อากาศ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ใบ ลำต้น ผลไม้ ต้นไม้ คือ ผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง และนักเรียนส่วนหนึ่งอธิบายการสังเคราะห์แสงของพืช แต่ระบุไม่ระบุผลผลิตจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ดังตัวอย่าง

พืชสามารถสร้างอาหารได้โดยการสังเคราะห์แสง

(A545 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

3.3 การอภิปรายผลแนวคิด เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

จากการวัดแนวคิด เรื่อง ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และผลจากการสังเคราะห์แสงของพืช พบว่า แม้นักเรียนผ่านการเรียนรู้ในเรื่องดังกล่าว แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) สอดคล้องกับ Stavy *et al.* (1987); Lumpe and Staver (1995); Fernando (2003); Bell (1985); Marmaruti and Galanopoulou (2006) ที่ศึกษาแนวคิดของนักเรียนเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเรื่อง ปัจจัยในการสังเคราะห์แสงของพืช และผลจากการสังเคราะห์แสงของพืช กล่าวคือ นักเรียนมีความเข้าใจว่า วิตามิน แร่ธาตุ ดิน แก๊สไนโตรเจน แก๊สออกซิเจน น้ำตาลกลูโคส เป็นปัจจัยในการสังเคราะห์แสงของพืช ในขณะที่นักเรียนมีความเข้าใจว่า สารอาหาร โปรตีน แร่ธาตุ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช แนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนดังกล่าวอาจมีสาเหตุมาจาก นักเรียนเกิดความสับสนระหว่างกระบวนการสร้างอาหารและอาหารของพืช รวมทั้งการนำประสบการณ์จากสภาพแวดล้อมมาใช้ในการอธิบายแนวคิดในเรื่องดังกล่าว สาเหตุที่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่เพียงพอต่อการสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน แมื่อนักเรียนจะผ่านการเรียนรู้เรื่องดังกล่าวมาแล้ว Stavy *et al.* (1987) กล่าวไว้ว่า แนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกิดขึ้นจากประสบการณ์การเรียนรู้ จากสภาพแวดล้อมของนักเรียนซึ่งมีความคงทนและเปลี่ยนแปลงยาก ดังนั้นการสอนที่สามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดของนักเรียนได้ต้องสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจแตกต่างจากการสอนเดิม ซึ่งจะช่วยพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนให้มากขึ้น

4. การลำเลียงสารของพืช

4.1 การลำเลียงน้ำของพืช

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับต้นเทียนแช่น้ำในโหลแก้วที่บรรจุน้ำที่ผสมสีแดงเป็นเวลา 3 วัน (มีรูปภาพประกอบ) และให้นักเรียนอธิบายว่า ต้นเทียนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และเป็นเพราะสาเหตุใด พร้อมวาดภาพประกอบเมื่อนำต้นเทียนดังกล่าวมาตัดตามขวางและส่องดูด้วยแว่นขยาย จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ร้อยละ 1.99 (3 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ ราก ลำต้น และใบของต้นเทียนบางส่วนกลายเป็นสีแดงเนื่องจากต้นเทียน มีการลำเลียงน้ำโดยใช้กลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำที่เรียงต่อกันเป็นท่อต่อเนื่องจากราก ลำต้น จนถึงใบ เมื่อวาดภาพลำต้นเทียนตัดตามยาว นักเรียนวาดภาพได้สมบูรณ์โดยแสดงสีแดงเป็นบางส่วนและเป็นแนวยาวตลอดลำต้นเทียน ดังภาพที่ 4.9



ท่อลำเลียงน้ำของลำต้นเทียนมีสีแดง ๆ รวมถึง ราก ลำต้น และใบก็จะมีสีแดง ตามท่อลำเลียงที่ลำเลียงน้ำสีแดงขึ้น ท่อลำเลียงจะมีลักษณะเป็นท่อยาวต่อกันตลอด ทั้งต้นเทียน ตั้งแต่ ราก ลำต้น จนถึงใบ เป็นกลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำจึงลำเลียงน้ำไปเลี้ยงยังส่วนต่าง ๆ

(A328 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)



ต้นเทียนมีกลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ คือ ไซเลม มีลักษณะเป็นท่อยาวต่อ ๆ กัน ตั้งแต่ ราก ลำต้น ของต้นเทียน ใบ ทำให้เมื่อแช่ ต้นเทียนไว้ในน้ำสีแดง ต้นเทียนจึงลำเลียงน้ำขึ้นไป ทำให้ราก ใบ ลำต้น กลายเป็นสีแดง

(A336 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ภาพที่ 4.9 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช

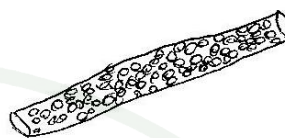
นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 47.02 (71 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนสามารถวาดภาพลำต้นเทียนตัดตามยาวนักเรียนวาดภาพได้สมบูรณ์ และสามารถตอบได้ว่า ต้นเทียนเปลี่ยนเป็นสีแดงบางบริเวณ

เท่านั้น (ราก ใบ ลำต้น) แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าเป็นเพราะสาเหตุใด กลุ่มสอง นักเรียนสามารถตอบได้ว่า ต้นเทียนเปลี่ยนเป็นสีแดงบางบริเวณเท่านั้น (ราก ใบ ลำต้น) แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าเป็นเพราะสาเหตุใด และไม่วาดภาพลำต้นเทียนตัดตามยาว ดังภาพที่ 4.10



ต้นเทียนจุดน้ำขึ้นไปบนลำต้น ส่งผลให้ลำต้นมีสีแดง เมื่อผ่าตามยาวดู ตรงบริเวณที่ลำเทียนจะมีเส้นยาว ๆ

(A342 แบบวัดแนวคิด: 3 พฤษภาคม 2553)

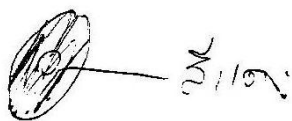


ใบของต้นเทียนจะเป็นสีแดง และที่ลำเทียนน้ำจะเป็นสีแดง ที่ลำเทียนน้ำลำเทียนน้ำสีแดงไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของลำต้น และใบ

(A310 แบบวัดแนวคิด: 3 พฤษภาคม 2553)

ภาพที่ 4.10 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ที่ผ่านการเรียนรู้ เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ร้อยละ 27.20 (41 คน) โดยจัดกลุ่มนักเรียนแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนตอบได้ว่า ต้นเทียนเปลี่ยนเป็นสีแดงบางบริเวณเท่านั้น (ราก ใบ ลำต้น) แต่นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าเป็นเพราะสาเหตุใด และไม่วาดภาพลำต้นเทียนตัดตามยาวคลาดเคลื่อน กลุ่มสอง นักเรียนตอบได้ว่า ต้นเทียนเปลี่ยนเป็นสีแดงบางบริเวณเท่านั้น (ราก ใบ ลำต้น) แต่อธิบายสาเหตุบางส่วนคลาดเคลื่อน และไม่วาดภาพลำต้นเทียนตัดตามยาวคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจว่า น้ำสีแดงเป็นอาหารของต้นเทียนที่ลำเลียงอาหารเปลี่ยนเป็นสีแดง น้ำสีแดงเป็นอาหารของต้นเทียน เมื่อนำลำต้นเทียนตัดตามขวางจะเห็นที่ลำเลียงเป็นระเบียบ ดังภาพที่ 4.11



ดินเหนียวจะเกิดการเปลี่ยนแปลง คือ ลำต้นเหนียวจะดูดน้ำแดงที่แช่ไว้อยู่ในลำต้น ทำให้ลำต้นเปลี่ยนเป็นสีแดง แล้วเมื่อลำต้นเหนียวมาตัดตามยาว แล้วส่องดูด้วยแว่นขยายจะเห็นว่า ภายในลำต้นเหนียวมีน้ำสีแดงอยู่ตามเซลล์เล็ก ๆ ของลำต้น

(A318 แบบวัดแนวคิด: 3 พฤษภาคม 2553)



ดินเหนียวมีสีแดง และดินเหนียวที่ตัดแล้วจะเห็นท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหารเป็นสีแดง เพราะดินเหนียวดูดซับน้ำขึ้นไปหล่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของต้น ซึ่งถ้าดินเหนียวในดินอยู่ในดินก็จะดูดซึมแร่ธาตุไปหล่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของต้นเช่นกัน

(A32 แบบวัดแนวคิด: 3 พฤษภาคม 2553)

ภาพที่ 4.11 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 23.84 (36 คน) โดยจัดกลุ่มนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ได้ 2 กลุ่ม คือ นักเรียนไม่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของดินเหนียว แต่นักเรียนอธิบายกระบวนการลำเลียงน้ำและวาดภาพลำต้นเหนียวตัดตามยาวคลาดเคลื่อนกลุ่มสอง นักเรียนตอบไม่ตรงคำถาม

4.2 พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ผู้วิจัยให้รูปภาพตัดขวางลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ (ภาพ ก) และรูปภาพตัดขวางลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ภาพ ข) และให้นักเรียนระบุว่า จากภาพพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวคือภาพใด พร้อมอธิบายเหตุผล จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ร้อยละ 10.60 (16 คน) โดยนักเรียนสามารถระบุได้ว่า พืชใบเลี้ยงคู่ คือ ภาพ ก และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ ภาพ ข และสามารถอธิบายเหตุผลได้ สมบูรณ์ว่า ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่มีการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงเป็นระเบียบ ส่วนลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงที่กระจายตัว ดังตัวอย่าง

ภาพ ก คือ พืชใบเลี้ยงคู่ เพราะมีการจัดเรียงตัวเป็นระเบียบของท่อลำเลียง ภาพ ข คือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยว เพราะการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงกระจัดกระจายไม่เป็นระเบียบ

(A319 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ใบเลี้ยงเดี่ยว คือ ภาพ ข ส่วนใบเลี้ยงคู่ คือ ภาพ ก เพราะใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีท่อลำเลียงจะมีท่อลำเลียงไม่สวย ไม่เป็นระเบียบ ส่วนใบเลี้ยงคู่จะมีท่อลำเลียงจัดเรียงกันเป็นระเบียบ

(A501 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 13.25 (20 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนสามารถระบุได้ว่าภาพใดเป็นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และนักเรียนสามารถให้เหตุผลได้บางส่วน กลุ่มสองนักเรียนสามารถระบุได้ว่า ภาพใดเป็นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว แต่นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลได้ ดังตัวอย่าง

ภาพ ก คือ พืชใบเลี้ยงคู่ เพราะมีการจัดเรียงตัวเป็นระเบียบของท่อลำเลียง ภาพ ข คือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยว เพราะการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงกระจัดกระจายไม่เป็นระเบียบ

(A540 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ภาพ ก เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ และ ภาพ ข เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

(A1028 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ร้อยละ 25.80 (39 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนระบุภาพพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวผิด แต่สามารถให้เหตุผลบางส่วนได้ กลุ่มสอง นักเรียนระบุภาพพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้ แต่ให้เหตุผลคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่า นักเรียนใช้เหตุผลด้าน จำนวนเซลล์ รากฝอย จำนวนใบ ลักษณะเซลล์ ชนิดของพืช ในการระบุภาพพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ดังตัวอย่าง

ภาพ ก เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เพราะการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงเป็นกลุ่ม มีระเบียบ
ภาพ ข เป็นพืชใบเลี้ยงคู่

(A310 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ข เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และ ก เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ เพราะพืชใบเลี้ยงเดี่ยวส่วนใหญ่จะเป็นปล้อง เช่น ไม้ หญ้า ถั่ว ส่วนพืชใบเลี้ยงคู่จะมีลำต้นที่หนา และมีเปลือกไว้เป็นส่วนใหญ่

(A518 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 50.33 (76 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ของนักเรียนได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนสลับพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และอธิบายเหตุผลตามลักษณะใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว กลุ่มสอง นักเรียนสลับพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และอธิบายเหตุผลคลาดเคลื่อน กลุ่มสาม นักเรียนสลับพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว แต่ไม่อธิบายเหตุผล เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่า นักเรียนใช้เหตุผลด้าน จำนวนเซลล์ ลักษณะเซลล์ รากฝอย จำนวนใบ ชนิดของพืช ตำแหน่งของท่อลำเลียง และสังเกตลักษณะจากรูปภาพ ในการระบุภาพพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ดังตัวอย่าง

ภาพ ก ใบเลี้ยงเดี่ยว เพราะจัดเรียงเป็นแถว ภาพ ข เป็นใบเลี้ยงคู่ เพราะอยู่ไม่เป็นระเบียบ

(A340 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ภาพ ก เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เพราะมีท่อลำเลียงอาหารรูปทรงแบน ภาพ ข เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ เพราะมีท่อลำเลียงอาหารทรงกลม

(A523 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

4.3 การลำเลียงอาหารของพืช

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การลำเลียงอาหารของพืช ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายลักษณะและหน้าที่ของท่อลำเลียงและเปรียบเทียบทิศทางการลำเลียงอาหารและการลำเลียงน้ำของพืช จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนไม่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) แต่นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 10.60 (16 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ของ

นักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนอธิบายลักษณะและหน้าที่ของท่อลำเลียงอาหารได้บางส่วน แต่อธิบายทิศทางการลำเลียงอาหารและการลำเลียงน้ำของพืชได้สมบูรณ์ กลุ่มสอง นักเรียนอธิบายลักษณะและหน้าที่ของท่อลำเลียงอาหารและอธิบายทิศทางการลำเลียงอาหารและการลำเลียงน้ำของพืชได้บางส่วน ตัวอย่าง

ท่อลำเลียงอาหาร มีทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร ในพืช ส่วนทิศทางการลำเลียงอาหาร จะมีทิศทางจากบนลงล่าง ล่างขึ้นบน

(A302 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ท่อลำเลียงอาหาร มีลักษณะเป็นท่อ ทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร มีทิศทางการลำเลียงอาหารบนลงล่าง ถ้าลำเลียงน้ำจะมีทิศทางล่างขึ้นบน

(A512 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ร้อยละ 41.10 (62 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนอธิบายลักษณะท่อลำเลียงอาหารและหน้าที่ของท่อลำเลียงอาหารได้บางส่วน แต่อธิบายทิศทางการลำเลียงอาหารและการลำเลียงน้ำคลาดเคลื่อน กลุ่มสอง นักเรียนอธิบายลักษณะท่อลำเลียงอาหารและหน้าที่ของท่อลำเลียงอาหารคลาดเคลื่อนบางส่วน แต่สามารถอธิบายทิศทางการลำเลียงอาหารและท่อลำเลียงน้ำได้บางส่วน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจว่า ท่อลำเลียงอาหารมีหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ การลำเลียงอาหารมีทิศทางเดียว และการลำเลียงน้ำมีหลายทิศทาง ดังตัวอย่าง

ท่อลำเลียงอาหาร ใช้สำหรับลำเลียงอาหาร ทิศทางการลำเลียงอาหารในพืชจะมี จะมีทิศทางจากบนลงล่างอย่างเดียว แต่ถ้าลำเลียงน้ำจะมีทิศทางจากล่างขึ้นบน

(A522 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ท่อลำเลียงอาหาร เป็นท่อ ที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและลำเลียงอาหาร มีทิศทางการลำเลียงอาหารจากบนลงล่าง ล่างขึ้นบน ถ้าทิศทางการลำเลียงน้ำจะมีทิศทางล่างขึ้นบน

(A536 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 48.34 (73 คน) โดยนักเรียนอธิบายลักษณะท่อลำเลียงอาหาร หน้าที่ของท่อลำเลียงอาหาร และทิศทางของท่อลำเลียงอาหารและท่อลำเลียงน้ำคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจว่า ท่อลำเลียงอาหารมีหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ การลำเลียงอาหารมีทิศทางเดียว และการลำเลียงน้ำมีหลายทิศทาง ดังตัวอย่าง

ท่อลำเลียงอาหาร มีหน้าที่ลำเลียงอาหาร คือ น้ำ แร่ธาตุ จากดิน แล้วลำเลียงไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของพืช มีทิศทางจากล่างขึ้นบน

(A501 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ท่อลำเลียงอาหาร ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ มีทิศทางการลำเลียงจากล่างขึ้นบน แต่ถ้าเป็นทิศทางในการลำเลียงน้ำจะมีทิศทางจากบนลงล่าง

(A1009 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

4.4 การคายน้ำของพืช

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การคายน้ำของพืช ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ว่า ถ้าครูให้นักเรียนนำถุงพลาสติกใสคลุมใบของต้นไม้มัดบริเวณปลายถุง (มีรูปภาพประกอบ) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใด จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่านักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ร้อยละ 3.31 (5 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่า มีไอน้ำเกาะบริเวณถุงพลาสติกใส เนื่องจากใบไม้เกิดการคายน้ำซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ของน้ำในพืชออกสู่ภายนอกในรูปของไอน้ำ และส่วนใหญ่เกิดที่ปากใบ ดังตัวอย่าง

จะมีไอน้ำเกาะบริเวณถุงพลาสติกใส เพราะใบไม้มีการคายน้ำ ทำให้มีไอน้ำเกาะบริเวณข้างถุงพลาสติก ใบไม้เกิดการคายน้ำซึ่งเป็นการเคลื่อนที่จากภายในออกสู่ภายนอกของน้ำจะเกิดที่ปากใบ

(A306 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

มีไอน้ำเกาะอยู่ที่ถุงพลาสติก เพราะพืชมีการคายน้ำออกมาทางปากใบโดยน้ำภายในใบจะออกมานอกใบ ทำให้เมื่อนำถุงพลาสติกไปคลุมใบไม้ ทำให้เกิดไอน้ำมาเกาะอยู่ที่ถุงพลาสติกได้

(A339 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 45.03 (68 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนตอบได้ว่า มีไอน้ำเกาะบริเวณถุงพลาสติกได้ เพราะใบไม้เกิดการคายน้ำ แต่ไม่สามารถอธิบายอธิบายกระบวนการคายน้ำได้ กลุ่มสอง นักเรียนตอบได้ว่า มีไอน้ำเกาะบริเวณถุงพลาสติกได้ เพราะใบไม้เกิดการคายน้ำ และสามารถอธิบายกระบวนการคายน้ำได้บางส่วน ดังแสดงตัวอย่าง

จะมีละอองน้ำติดอยู่ในถุงเต็มไปหมด เพราะใบไม้เกิดการคายน้ำ จึงมีไอน้ำเกาะที่ถุงพลาสติกได้

(A515 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

จะมีไอน้ำเกาะอยู่ที่บริเวณถุงพลาสติกได้ เพราะเกิดจากการคายน้ำของพืช

(A1047 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ร้อยละ 35.10 (53 คน) โดยนักเรียนตอบได้ว่า มีไอน้ำเกาะบริเวณถุงพลาสติกได้ เพราะใบไม้เกิดการคายน้ำ แต่นักเรียนอธิบายกระบวนการคายน้ำคลาดเคลื่อน โดยนักเรียนเข้าใจว่า ใบไม้คายน้ำเพื่อสังเคราะห์แสง เพื่อคายออกซิเจน เพื่อหายใจ เพื่อระเหยน้ำ ใบไม้เหี่ยว ใบไม้ไม่ได้รับอากาศ ดังตัวอย่าง

ในถุงมีน้ำอยู่ เพราะพืชคายน้ำ ออกมาตลอด เพราะพืชต้องหายใจ

(A521 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

จะมีละอองน้ำเกาะอยู่บริเวณข้างในถุงเป็นจำนวนมาก ที่เป็นอย่างนี้ เพราะพืชมีการคายน้ำตลอดเวลาในการสังเคราะห์แสง เมื่อพืชคายน้ำมาเลี้ยง และก็ต้องคายน้ำเช่นเดียวกันตลอดเวลา ดังนั้นใบจึงเป็นที่คายน้ำ และเปรียบเสมือนห้องอาหารของพืช

(A535 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 16.56 (25 คน) โดยนักเรียนตอบว่า เมื่อนำถุงพลาสติกใสคลุมต้นไม้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ใบไม้จะเหี่ยว ต้นไม้ตาย ต้นไม้ไม่เจริญเติบโต ต้นไม้เจริญเติบโต เกิดการระเหยของน้ำ ใบไม้เปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็น สีเหลืองหรือสีน้ำตาล ต้นไม้ไม่เกิดการสังเคราะห์แสง ต้นไม้ไม่ได้รับอากาศ ดังตัวอย่าง

ใบไม้เกิดการเหี่ยวเฉา เพราะไม่ได้รับอากาศ จากภายนอกเพราะโดนมดสูงไว้

(A1039 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ต้นไม้ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ เพราะไม่ได้รับอากาศ ทำให้ต้นไม้ตาย

(A521 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

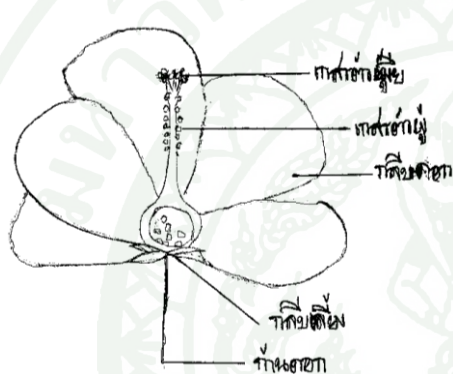
4.5 การอภิปรายผลแนวคิดเรื่อง การลำเลียงสารของพืช

จากการวัดแนวคิด เรื่อง การลำเลียงสารของพืชของนักเรียน พบว่า แม้นักเรียนผ่านการเรียนรู้ เรื่อง การลำเลียงสารของพืช แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) จากงานวิจัย พบว่า ส่วนใหญ่นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น การเปลี่ยนสีของต้นเทียน เนื่องจากต้นเทียนลำเลียงน้ำสีแดงขึ้นไป หรือการเกิดไอน้ำเกาะที่ถุงพลาสติกใสเนื่องจากใบไม้เกิดการคายน้ำ แต่เมื่อให้นักเรียนอธิบายสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว นักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นเพราะสาเหตุใด แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจหรือเรียนรู้จากประสบการณ์จากสิ่งแวดล้อมการสังเกตลักษณะทางกายภาพที่เป็นรูปธรรมได้มากกว่าสิ่งที่ป็นนามธรรม ดังที่ Stavy *et al.* (1987) กล่าวว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์และสิ่งแวดล้อม และจากการวัดแนวคิดของนักเรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนอยู่ ซึ่งสาเหตุของการเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนดังกล่าวอาจเกิดขึ้นจากการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ของผู้ที่ไม่ได้ตรวจสอบความรู้เดิมหรือแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนที่มีอยู่เดิม ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน ดังนั้นแม้ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนก็ไม่เพียงพอต่อการสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ (Adeniyi, 1985 cited in Westbrook and Marek, 1991)

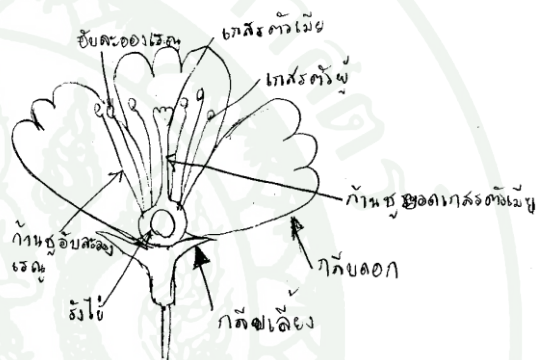
5. การสืบพันธุ์ของพืช

5.1 โครงสร้างของดอก

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง โครงสร้างของดอก ผู้วิจัย ให้นักเรียนวาดภาพ โครงสร้างของดอก พร้อมระบุส่วนประกอบของโครงสร้างดอก จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียน มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ร้อยละ 23.18 (35 คน) โดยนักเรียนสามารถวาดภาพโครงสร้างของดอก และระบุส่วนประกอบของดอกได้ครบถ้วน ดังภาพที่ 4.12



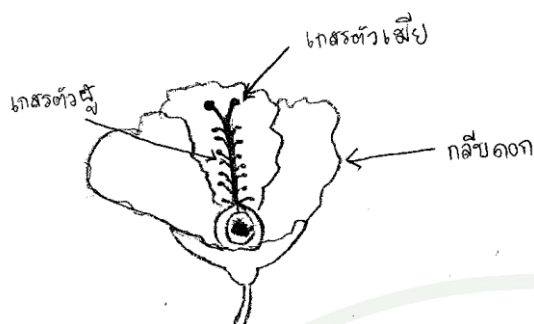
(A348 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)



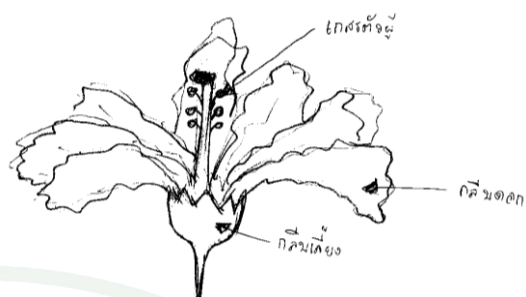
(A536 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ภาพที่ 4.12 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง โครงสร้างของดอก

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 3.31 (5 คน) โดยนักเรียนสามารถวาดภาพโครงสร้างของดอกได้ แต่ระบุส่วนประกอบของดอกไม่ครบถ้วน ดังภาพที่ 4.13



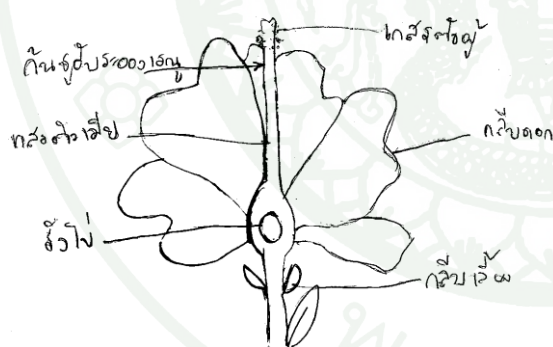
(A312 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)



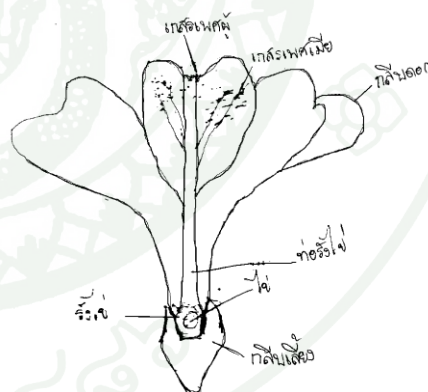
(A532 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ภาพที่ 4.13 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง โครงสร้างของดอก

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ร้อยละ 68.21 (103 คน) โดยนักเรียนวาดภาพโครงสร้างของดอกสมบูรณ์ แต่ระบุส่วนประกอบของโครงสร้างดอกคลาดเคลื่อน ดังภาพที่ 4.14



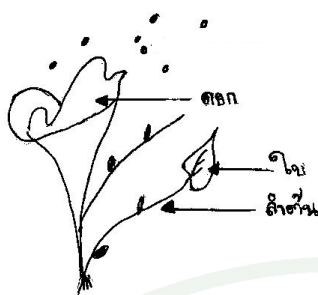
(A349 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)



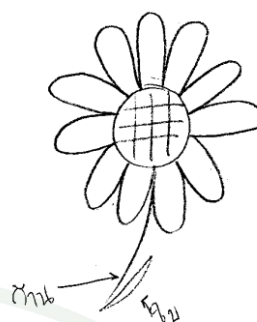
(A524 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ภาพที่ 4.14 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่ม แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง โครงสร้างของดอก

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 5.30 (8 คน) โดยนักเรียนไม่ระบุส่วนประกอบของโครงสร้างดอก เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่า นักเรียนระบุดอก ใบ ก้าน ลำต้น เป็นโครงสร้างดอก ดังภาพที่ 4.15



(A1045 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)



(A1046 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ภาพที่ 4.15 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ที่ผ่านการเรียน เรื่อง โครงสร้างของดอก

5.2 กระบวนการสืบพันธุ์ของดอก

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง กระบวนการสืบพันธุ์ของดอก ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ว่า เมื่อแมลงบินมาตอมดอกไม้จะนำละอองเรณูมาตกลงบนเกสรตัวเมียด้วย นักเรียนคิดว่าถ้าละอองเรณูตกลงบนเกสรตัวเมียแล้ว ลำดับต่อไปจะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใด จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ร้อยละ 1.32 (2 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่า เมื่อละอองเรณูตกลงบนยอดเกสรตัวเมียจะงอกเป็นหลอดแทงผ่านยอดและก้านเกสรตัวเมียจนถึงรังไข่ ภายในหลอดมีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จะเข้าไปผสมกับเซลล์ไข่ภายในออวูล เกิดการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์ไข่ในออวูล ต่อมาออวูลเจริญเป็นเมล็ด ส่วนรังไข่เจริญเป็นผล ดังแสดงตัวอย่าง

ถ้าละอองเรณูตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย แล้วผลที่เกิดขึ้น คือ เกิดการปฏิสนธิขึ้น โดยละอองเรณู ก็จะสร้างเป็นหลอดแล้วก็แทงผ่านยอดก้านเกสรตัวเมียไปจนถึงรังไข่ แล้วก็เจาะเข้าไปในหลอดก็มีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ เมื่อเจอเซลล์ไข่ก็จะผสมกันในออวูล เกิดการปฏิสนธิขึ้น และออวูลก็จะเป็นเมล็ด รังไข่ก็จะเป็นผล ที่เรากินต่อไป

(A304 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

จะเกิดการปฏิสนธิขึ้น ระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้กับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย โดยละอองเรณูที่ตกลงบนยอดเกสรตัวเมียจะมีหลอดงอกออกมา แล้วก็แทงตั้งแต่ยอดเกสรตัวเมีย เรื่อยลงผ่านก้านเกสรตัวเมีย ลงมาเรื่อย ๆ จนถึงรังไข่ ภายในรังไข่มีอวุล ภายในอวุลมีเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย คือ ไข่ หลอดก็จะเจาะเข้าไปเจอกับไข่แล้วก็ปฏิสนธิกัน อวุลที่อยู่ในรังไข่ก็จะ เป็นเมล็ด ส่วนรังไข่ก็จะกลายเป็นผล

(A317 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 31.13 (47 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการสืบพันธุ์ของพืชได้บางส่วน ดังแสดงตัวอย่าง

เกิดการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย

(A1021 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

จะเกิดการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย ภายในรังไข่และก็จะเกิดเป็นผลไม้

(A1050 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ร้อยละ 43.05 (65 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการสืบพันธุ์ของพืชได้บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจว่า หลังการปฏิสนธิจะเกิดเป็นดอกไม้ เกิดเป็นต้นไม้ เกิดเป็นดอกสมบูรณ์เพศ เกิดการผสมพันธุ์ ออวุลเจริญเป็นผล รังไข่เจริญเป็นเมล็ด รังไข่กลายเป็นอวุล ดังตัวอย่าง

ละอองเรณูจะงอกเข้าไปหลอดของเกสรตัวเมีย จากนั้นก็จะเข้าไปผสมพันธุ์กับรังไข่ที่อยู่ภายในเกสรตัวเมีย จากนั้นรังไข่จะพัฒนาไปเป็นเมล็ด และออวุลในรังไข่จะพัฒนาไปเป็นผล

(A328 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ละอองเรณูที่มีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ จะเข้าไปปฏิสนธิกับรังไข่ทำให้รังไข่กลายเป็นอวุล และมีผลเกิดขึ้น

(A340 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 23.84 (36 คน) โดยนักเรียนอธิบายกระบวนการสืบพันธุ์ของดอกคลาดเคลื่อนว่า เมื่อเกิดการปฏิสนธิจะเกิดเป็นดอกไม้ เกิดเป็นต้นไม้ เกิดเป็นใบ เกิดการขยายพันธุ์ เกิดออกลูกอยู่ในดอกไม้ เกิดการขยายตัว เกิดการผสมพันธุ์ ต้นไม้มีลักษณะเปลี่ยนไป ดังตัวอย่าง

เกิดการขยายพันธุ์ใหม่ คือ เมื่อละอองเรณูตกลงบนเกสรตัวเมียก็จะเกิดต้นใหม่
เกิดขึ้น แล้วพอโตก็จะมีผลออกมา

(A1001 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ทำให้เกิดดอกไม้ขึ้นมา

(A1033 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

5.3 การอภิปรายผลแนวคิดเรื่อง การสืบพันธุ์ของดอก

จากการวัดแนวคิด เรื่อง การสืบพันธุ์ของดอก ของนักเรียน พบว่า แม้นักเรียนผ่านการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของดอก แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) จากการวิจัย พบว่า ส่วนใหญ่นักเรียนระบุโครงสร้างดอกที่สังเกตเห็นภายนอก (กลีบเลี้ยง กลีบดอก) ได้มากกว่าโครงสร้างดอกที่สังเกตเห็นได้ยากกว่า (เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย) สาเหตุอาจเกิดจากโครงสร้างดอก เป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ เช่น การสังเกตจากสภาพแวดล้อม ดังนั้นนักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้ในแนวคิดดังกล่าวจากสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามมีนักเรียนบางคนที่มีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับโครงสร้างดอกซึ่งสาเหตุการเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนดังกล่าว อาจเกิดขึ้นจากประสบการณ์การเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมของนักเรียนคลาดเคลื่อนซึ่งมีความคงทนและเปลี่ยนแปลงยาก (Stavy et al., 1987) ดังนั้นเมื่อครูจัดประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ให้กับนักเรียนโดยที่ไม่มีการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ไม่มีการนำความรู้เดิมมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ แม้ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนก็ไม่เพียงพอต่อการสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนและแนวคิดคลาดเคลื่อนก็ยังคงอยู่กับนักเรียน (Adeniyi, 1985 cited in Westbrook and Marek, 1991)

6. การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช

6.1 การตอบสนองต่อแสงของพืช

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การตอบสนองต่อแสงของพืช ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ คือ นายเขียวได้รับต้นไม้ม้าจากเพื่อนเป็นของขวัญวันเกิด เขาจึงนำกระถางต้นไม้ม้าไว้ในสวนหน้าบ้าน ต่อมาสุนัขของเขาได้ทำกระถางต้นไม้ม้า (มีรูปภาพประกอบ) นักเรียนคิดว่าถ้ากระถางต้นไม้ม้ายังอยู่ในลักษณะนี้อีก 1 เดือนจะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใด จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนไม่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) แต่นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 19.21 (29 คน) โดยนักเรียนตอบได้ว่า ต้นไม้ม้าเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยปลายยอดของพืชสูงขึ้น แต่ไม่สามารถให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ว่า แสงทำให้สารเคมีชนิดหนึ่งในเนื้อเยื่อกระจายไปทางด้านตรงข้ามกับแสง มีผลทำให้เซลล์ด้านที่อยู่ตรงข้ามกับแสงยืดตัวได้ด้านที่ถูกแสงทำให้ปลายยอดพืชเอนเข้าหาแสง ดังตัวอย่าง

ยอดของต้นไม้ม้าจะเอนขึ้น เพราะเป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้า คือ แสง

(A544 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ต้นไม้ม้าจะตั้งขึ้น เอนเข้าหาแสง เพราะต้นไม้ม้าจะมีการตอบสนองต่อแสง

(A1011 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ร้อยละ 17.22 (26 คน) โดยนักเรียนตอบได้ว่า ต้นไม้ม้าเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยปลายยอดของพืชสูงขึ้น แต่นักเรียนให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนดังกล่าวพบว่า นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า สาเหตุที่ปลายยอดของพืชสูงขึ้นเกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกหรือเกิดจากพืชต้องการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังแสดงตัวอย่าง

ยอดต้นไม้ม้าจะสูงขึ้นเข้าหาแสง เพราะแสงเป็นส่วนหนึ่งของการสังเคราะห์แสงของต้นไม้ม้า

(A308 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ต้นไม้เกิดการตอบสนองต่อสิ่งเร้า คือ ยอด ลำต้น หรือส่วนต่าง ๆ จะชูขึ้นเข้าหาแสง เพราะพืชต้องการแสงในการสังเคราะห์แสง

(A543 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 63.58 (96 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ของนักเรียนได้ 5 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนมีความเข้าใจว่า ต้นไม้ตายเหี่ยวเฉาหรือไม่เจริญเติบโต เพราะต้นไม้ไม่ได้รับแสงแดด น้ำ อาหาร และการลำเลียงอาหารไม่สะดวก แรงโน้มถ่วงของโลก กลุ่มสอง นักเรียนมีความเข้าใจว่า ต้นไม้เจริญเติบโตตามปกติ กลุ่มสาม ต้นไม้จะเจริญตามแนวนอน กลุ่มสี่ ใบไม้เปลี่ยนสี กลุ่มห้า ต้นไม้งอกขึ้นด้านบน

ต้นไม้จะค่อย ๆ ตาย เพราะไม่ได้สังเคราะห์แสง จึงสร้างอาหารไม่ได้จึงตายในที่สุด

(A502 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ต้นไม้จะเอียงตามพื้นของพื้นที่ที่กระถางล้มลง

(A519 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

6.2 การตอบสนองต่อการสัมผัสของพืช

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การตอบสนองต่อการสัมผัสของพืช ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ คือ ถ้านักเรียนสัมผัสต้นไม้ยวบ นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใดจากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนไม่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) แต่นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ร้อยละ 64.90 (98 คน) โดยนักเรียนตอบได้ว่า ใบของต้นไม้ยวบจะหุบลงทันทีเมื่อถูกสัมผัส แต่นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ ดังแสดงตัวอย่าง

ไม้ยวบจะหุบใบลง เพราะต้นไม้ยวบตอบสนองต่อสิ่งเร้า ทำให้ไม้ยวบเมื่อโดนสัมผัสจึงหุบลง แต่เวลาผ่านไป ก็จะบานใหม่เหมือนเดิม

(A303 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ใบของต้นไมยราบจะหุบลง เพราะเมื่อต้นไมยราบถูกสัมผัสก็จะหุบลง เพราะ
ตอบสนองต่อการสัมผัส

(A1035 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ร้อยละ
31.79 (48 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่า ใบของต้นไมยราบจะหุบลงทันทีเมื่อถูกสัมผัส แต่
ให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่า
สาเหตุที่ใบไมยราบหุบเกิดขึ้นจาก การป้องกันศัตรู ป้องกันอันตราย เพื่อมีชีวิตรอด เกิดปฏิกิริยา
เกิดภาวะการขาดน้ำ ดังตัวอย่าง

ถ้าเราไปสัมผัสต้นไมยราบ ต้นไมยราบจะเกิดปฏิกิริยากับเราโดยการหุบใบ เกิดจาก
เราไปสัมผัสต้นไมยราบ เพราะมือของเราไปสัมผัสกับต้นไมยราบ จึงเกิดการเปลี่ยน
แปลงโดยการหุบ

(A329 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

ต้นไมยราบจะหุบใบลง และเมื่อเวลาผ่านไปสักพักใบมันถึงจะบานออก เพราะมันจะ
เป็นการป้องกันตนเองจากศัตรูของต้นไมยราบ

(A541 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

นอกจากนี้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 3.31 (5 คน) โดยนักเรียนมี
ความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของไมยราบและให้เหตุผลคลาดเคลื่อนว่า เมื่อสัมผัสถูกต้นไมยราบ
จะทำให้ต้นไมยราบป้องกันอันตราย หรือตาย เมื่อถูกสัมผัส ดังตัวอย่าง

ต้นไมยราบอาจตายได้ เมื่อถูกสัมผัสจากเรา

(A1014 แบบวัดแนวคิด: 1 ธันวาคม 2552)

6.3 การอภิปรายผลแนวคิด เรื่อง การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช

จากการวัดแนวคิด เรื่อง การตอบสนองต่อแสงของพืช และการตอบสนองต่อการสัมผัสของนักเรียน พบว่า แม้นักเรียนผ่านการเรียนรู้ในเรื่องดังกล่าว แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) สอดคล้องกับ อาทิตยา จิตรเอื้อเฟื้อ (2551) ที่ศึกษาแนวคิด เรื่อง การตอบสนองต่อแสงของพืช และพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยคิดว่า การที่ต้นไม้อื่นเข้าหาแสงเพราะต้นไม้ต้องการรับแสงเพื่อสร้างอาหาร นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Hersbey (2004) ที่ศึกษาแนวคิด เรื่อง การตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอกของพืช และพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่อง การตอบสนองต่อแสง โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าปลายยอดของพืชจะเจริญโค้งงอเข้าหาแสง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ สาเหตุที่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องดังกล่าว อาจเกิดขึ้นจากประสบการณ์การเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมของนักเรียนซึ่งมีความคงทนและเปลี่ยนแปลงยาก (Stavy *et al.* 1987) เมื่อพิจารณาจากคำตอบของนักเรียน พบว่าคำตอบของนักเรียนมาจากการสังเกตเหตุการณ์จากสภาพแวดล้อม นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้แต่ไม่สามารถอธิบายกระบวนการในระดับโมเลกุลได้ นอกจากนี้ Hersbey (2004) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การตอบสนองสิ่งเร้าภายนอกของพืชไว้ว่า ครูควรสอนสิ่งที่เป็นนามธรรม ซึ่งเป็นสิ่งที่ยากต่อความเข้าใจของนักเรียนให้กลายเป็นรูปธรรม เพื่อให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น วิธีการดังกล่าว เช่น การใช้รูปภาพประกอบ

คำถามวิจัยข้อที่ 1.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการคิดขั้นสูง เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1.3 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชมา ในปีการศึกษา 2552 โดยให้นักเรียนทบทวนประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูง 4 ประเภท ได้แก่ การคิดแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ โดยให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับพฤติกรรมที่บ่งชี้การคิดขั้นสูงในแต่ละประเภทว่าตนเองมีพฤติกรรมดังกล่าวในระดับมาก ปานกลาง น้อย หรือไม่ได้ปฏิบัติ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ หาค่าเฉลี่ย และร้อยละของการคิดขั้นสูงของนักเรียน และทำการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 คน เกี่ยวกับการคิดขั้นสูงของนักเรียน และทำการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูงของนักเรียนเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงของนักเรียน (Triangulation) จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มองว่าตนเองมีการคิดขั้นสูงในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาความถี่ และร้อยละของนักเรียนในด้านการคิดสร้างสรรค์ พบว่า มีนักเรียนจำนวนมากที่ประเมินว่าตนเองมีการคิดสร้างสรรค์ในระดับน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียน ตามระดับพฤติกรรมการคิดขั้นสูงในวิชา วิทยาศาสตร์

รายการพฤติกรรมที่แสดงการคิดขั้นสูง	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่ได้ปฏิบัติ
การคิดแก้ปัญหา				
เมื่อประสบกับปัญหาในระหว่างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	44	99	1	0
ฉันพร้อมรับรู้และทำความเข้าใจในสภาพปัญหาที่กำลังเกิดขึ้นอยู่เสมอ	(30.56)	(68.75)	(0.69)	(30.56)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันพยายามค้นหาสาเหตุของปัญหาที่กำลังเกิดขึ้นอยู่เสมอ	23	113	8	0
	(15.97)	(78.47)	(5.56)	(0)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันค้นคว้ารวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาก็เหมาะสม	38	91	14	1
	(26.39)	(63.19)	(9.72)	(0.69)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันจะนำวิธีการที่เลือกไว้อย่างเหมาะสมมาแก้ปัญหานั้น	42	89	12	1
	(29.17)	(61.81)	(8.33)	(0.69)

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

รายการพฤติกรรมที่แสดงการคิดขั้นสูง	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่ได้ปฏิบัติ
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อฉันการแก้ไขปัญหได้แล้ว	26	103	15	0
ฉันจะประเมินความสำเร็จในการแก้ไขปัญหานั้นด้วย	(18.06)	(71.53)	(10.4)	(0)
การคิดตัดสินใจ				
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อฉันต้องตัดสินใจเรื่องใด	48	95	1	0
ฉันจะทำความเข้าใจและตั้งเป้าหมายเรื่องนั้นก่อน	(33.33)	(65.97)	(0.69)	(0)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันจะสร้างทางเลือกไว้	40	87	17	0
หลาย ๆ ทางก่อนตัดสินใจเรื่องใดก็ตาม	(27.78)	(60.42)	(11.8)	(0)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ฉันจะหาข้อดีและข้อเสียใน	40	87	17	0
แต่ละทางเลือกก่อนที่จะตัดสินใจเลือก	(28.47)	(61.11)	(10.40)	(0)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันจะจัดลำดับทางเลือกที่ คิด	44	80	17	3
ว่าเป็นทางเลือกที่ดีไว้ก่อนจะตัดสินใจเลือก	(30.56)	(55.56)	(11.8)	(2.08)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันจะตัดสินใจเลือกทาง เลือก	48	79	15	2
ที่ดีที่สุดเพียงทางเลือกเดียวจากการเรียงลำดับ	(33.33)	(54.86)	(10.40)	(1.39)
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ				
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันมักจะเกิดประเด็นคำถาม	33	93	17	1
หรือปัญหาที่ต้องการจะหาคำตอบอยู่เสมอ	(22.92)	(64.58)	(11.80)	(0.69)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันจะแสวงหาสาเหตุของ	18	96	28	2
ปัญหาและหาเหตุผลของสิ่งต่าง ๆ	(12.5)	(66.67)	(19.40)	(1.39)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันจะหาความเป็นไปได้โดย	30	87	25	2
อาศัยการรวบรวมข้อมูลก่อนตัดสินใจ	(20.83)	(60.42)	(17.40)	(1.39)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันจะยอมรับข้อมูลหรือแนว	27	83	34	0
คิดของคนมากกว่ายึดติดกับความคิดของคนอื่น	(18.75)	(57.64)	(23.60)	(0)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันจะใช้เหตุผลโดยตรง	31	85	28	0
อย่างรอบคอบไม่ว่าคนอื่นจะเห็นด้วยหรือไม่	(21.53)	(59.03)	(19.40)	(0)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันจะยังไม่ตัดสินใจ ถ้ายัง	40	91	12	1
ไม่มีหลักฐานหรือเหตุผลเพียงพอ	(27.78)	(63.19)	(8.33)	(0.69)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันจะตีความและสรุปได้	30	85	29	0
โดยอาศัยข้อเท็จจริง หลักฐานจากแหล่งต่าง ๆ	(20.83)	(59.03)	(20.10)	(0)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันจะนำข้อมูลจากแหล่ง	30	85	28	1
ต่างๆ เปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล	(20.83)	(59.03)	(19.40)	(0.69)

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

รายการพฤติกรรมที่แสดงการคิดขั้นสูง	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่ได้ปฏิบัติ
การคิดสร้างสรรค์				
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันสามารถคิดหาคำตอบได้	14	74	54	2
หลายคำตอบแม้มีเวลาจำกัด	(9.72)	(51.39)	(36.11)	(1.39)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันสามารถคิดแก้ปัญหาเดียว	15	72	55	2
กันได้หลายวิธี	(13.89)	(50.00)	(38.19)	(1.39)
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ฉันสามารถคิดอะไรได้แปลก	12	73	56	3
ใหม่ และไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไปของผู้อื่น	(18.06)	(50.69)	(38.89)	(2.08)

ข้อมูลจากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มองว่าตนเองมีพฤติกรรมการคิดขั้นสูงประเภท การคิดแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในระดับปานกลางและมาก ในขณะที่การคิดขั้นสูงประเภทการคิดสร้างสรรค์ นักเรียนส่วนใหญ่ประเมินว่าตนเองว่ามีพฤติกรรมการคิดสร้างสรรค์ ในระดับปานกลางและน้อย ข้อมูลดังกล่าวมีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสามคนเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงของนักเรียน ซึ่งพบว่า ครูทุกคนมีความเห็นตรงกันว่า นักเรียนมีการคิดขั้นสูงในประเภท การคิดสร้างสรรค์ค่อนข้างน้อย ดังที่ครูรัชนี้และครูณิษฐาให้สัมภาษณ์ว่า

...เวลาในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีเวลาก่อนข้างน้อย เพราะโรงเรียนมีกิจกรรมเยอะและเนื้อหาที่มีการปฏิบัติการทดลองค่อนข้างมากและมีเกือบทุกเนื้อหาที่ทำได้ การส่งเสริมให้นักเรียนคิดขั้นสูงคงไม่ค่อยมีหรืออาจไม่มีเลย แต่ถ้ามองตอนที่นักเรียนทำการทดลอง นักเรียนก็จะต้องคิดในขณะที่ทำงาน แต่ครูคงไม่ได้เฉพาะเจาะจงหรือกว่าเป็นการฝึกการคิดสูงประเภทไหน เช่น ตอนที่นักเรียนกำลังทดลองเมื่อเกิดปัญหาขึ้นนักเรียนต้องคิดและหาทางแก้ปัญหา นั่น เป็นลักษณะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน แต่อาจเป็นแค่ส่วนหนึ่งของการคิดขั้นสูงเท่านั้น เพราะตัวครูเองก็ไม่ค่อยได้ส่งเสริมเท่าที่ควร เพราะมีข้อจำกัดในเรื่องเวลาและคิดว่าการคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดที่นักเรียนไม่ค่อยมี และในกิจกรรมต่าง ๆ ก็ไม่ค่อยส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมากนัก...

(ครูรัชนี้ สัมภาษณ์: 1 ธันวาคม 2552)

...ถ้าครูให้นักเรียนคิดทำอะไรทำอะไรที่แปลกจากกิจกรรมที่ครูในห้อง นักเรียนจะไม่
ไม่สามารถทำได้หรือคิดไม่ได้เลย ไม่คิดนอกกรอบและรอให้ครูสั่งอย่างเดียว ถ้าเราใช้
คำถามถามนักเรียน ส่วนใหญ่ก็ไม่ค่อยตอบ ไม่กล้าแสดงความคิดเห็นที่แตกต่าง เลยคิดว่า
การคิดสร้างสรรค์นี่จะเป็นการคิดที่เป็นปัญหาสำหรับนักเรียนมากสุด...

(क्रमฉินุข สัมภาษณ์: 1 ธันวาคม 2552)

ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับข้อมูลจากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูที่ช่วยส่งเสริมการคิดขั้นสูงของนักเรียน ซึ่งพบว่า ส่วนใหญ่กิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดช่วยส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ในระดับน้อย (64 คน ร้อยละ 44.44) ส่วนการคิดแก้ปัญหา (94 คน ร้อยละ 65.28) การคิดตัดสินใจ (96 คน ร้อยละ 66.67) และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (103 คน ร้อยละ 71.53) นักเรียนเห็นว่ากิจกรรมของครูช่วยส่งเสริมการคิดเหล่านี้ในระดับปานกลาง

ผลจากการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การคิดสร้างสรรค์ เป็นการคิดขั้นสูงที่ทั้งครูและนักเรียนมีความเห็นตรงกันว่า นักเรียนมีการคิดสร้างสรรค์ค่อนข้างน้อยซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากเวลาในการสอนที่มีจำกัด ส่งผลให้ครูไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้เต็มที่สอดคล้องกับ สสวท. (2545) และงานวิจัยของ รุสราญ อะหลี (2553) ที่ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดขั้นสูง และพบว่า พฤติกรรมการสอนของครู ประสิทธิภาพในการสอนของครู และภาระงานสอนของครูจะส่งผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน นอกจากนี้การที่นักเรียนมีการคิดสร้างสรรค์น้อย อาจมีสาเหตุมาจากการที่ครูไม่ได้ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ จึงทำให้ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียนน้อย ดังนั้นครูจึงมีบทบาทสำคัญในการช่วยกระตุ้นการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ดังที่ยุพิน พิพิธกุล (2531) เสนอว่า การที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ได้ดีครูควรใช้เทคนิคการสอนหรือสื่อการสอนเป็นเครื่องช่วยนักเรียนในการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์มากกว่าการสอนโดยเน้นเพียงเนื้อหา

**แนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต
และการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้**

การวิจัยระยะนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการพัฒนาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของพืช การวิจัยระยะที่ 2 ประกอบด้วยคำถามวิจัย 2 ข้อคือ ข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิด เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นอย่างไร และคำถามวิจัยข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ที่ผ่านการเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 1 ห้องเรียน (52 คน) ซึ่งนักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีลักษณะคล้ายคลึงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ทำการศึกษาในการวิจัยระยะที่ 1 ในการนำเสนอผลการวิจัยจะนำเสนอโดยเรียงลำดับตามคำถามวิจัย

คำถามวิจัยข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิดเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดแนวคิดเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช (แบบวัดชุดเดียวกับการวิจัยใน ระยะที่ 1) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสอนดีพิทยาคาร จำนวน 1 ห้องเรียน (52 คน) ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ผู้วิจัยทำการวัดแนวคิดของนักเรียนก่อนและหลังเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชด้วยการสอนสืบเสาะหาความรู้ โดยแบบวัดแนวคิดครอบคลุม 6 แนวคิดหลักได้แก่ เซลล์ การแพร่และการออสโมซิส การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การลำเลียงสารของพืช การสืบพันธุ์ของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีเดียวกับการวิจัยระยะที่ 1 คือ การจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ แนวคิดสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (Partial Understanding: PU) แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception: PS) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misconception: SM) และไม่มีแนวคิด (No Understanding: N) โดยทำการวิเคราะห์ตามกรอบ แนวคิดของ Westbrook and Marek (1991)

จากการตรวจแบบวัดแนวคิดก่อนและหลังเรียน พบว่า หลังเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) และมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเรียน ขณะที่จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) หลังเรียนมีจำนวนลดลงจากก่อนเรียน และหลังจากเรียนด้วย การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า ไม่มีนักเรียนคนใดที่ไม่มีแนวคิด (N) ผู้วิจัยขอนำเสนอภาพรวมของแนวคิดของนักเรียนทั้งก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามกลุ่มแนวคิดในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

แนวคิดที่วัด	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)									
	CU		PU		PS		SM		N	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1. เซลล์										
1.1 ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์	0 (0)	28 (53.9)	0 (0)	11 (21.2)	11 (21.2)	9 (17.3)	33 (63.5)	4 (7.7)	8 (15.4)	0 (0)
1.2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์	0 (0)	0 (0)	5 (9.6)	29 (55.8)	23 (44.2)	19 (36.5)	8 (15.4)	4 (7.7)	16 (30.8)	0 (0)
1.3 ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	0 (0)	8 (15.4)	3 (5.8)	15 (28.9)	2 (3.9)	21 (40.4)	12 (23.1)	8 (15.4)	35 (67.3)	0 (0)
1.4 หน้าที่ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	0 (0)	0 (0)	3 (5.8)	30 (57.7)	5 (9.6)	20 (38.5)	8 (15.4)	2 (3.9)	36 (69.2)	0 (0)
2. การแพร่และการออสโมซิส										
2.1 การแพร่	0 (0)	0 (0)	4 (7.7)	24 (46.2)	7 (13.5)	18 (34.6)	15 (28.8)	10 (19.2)	26 (50.0)	0 (0)
2.2 การออสโมซิส	0 (0)	0 (0)	0 (0)	31 (59.6)	4 (7.7)	20 (38.5)	25 (48.1)	1 (1.9)	23 (42.2)	0 (0)
3. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช										
3.1 ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	0 (0)	12 (23.1)	10 (19.2)	21 (40.4)	21 (40.4)	16 (30.8)	6 (11.5)	3 (5.8)	15 (28.5)	0 (0)
3.2 ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	0 (0)	6 (11.5)	5 (9.6)	20 (38.5)	3 (5.8)	17 (32.7)	20 (38.5)	9 (17.3)	24 (46.2)	0 (0)

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

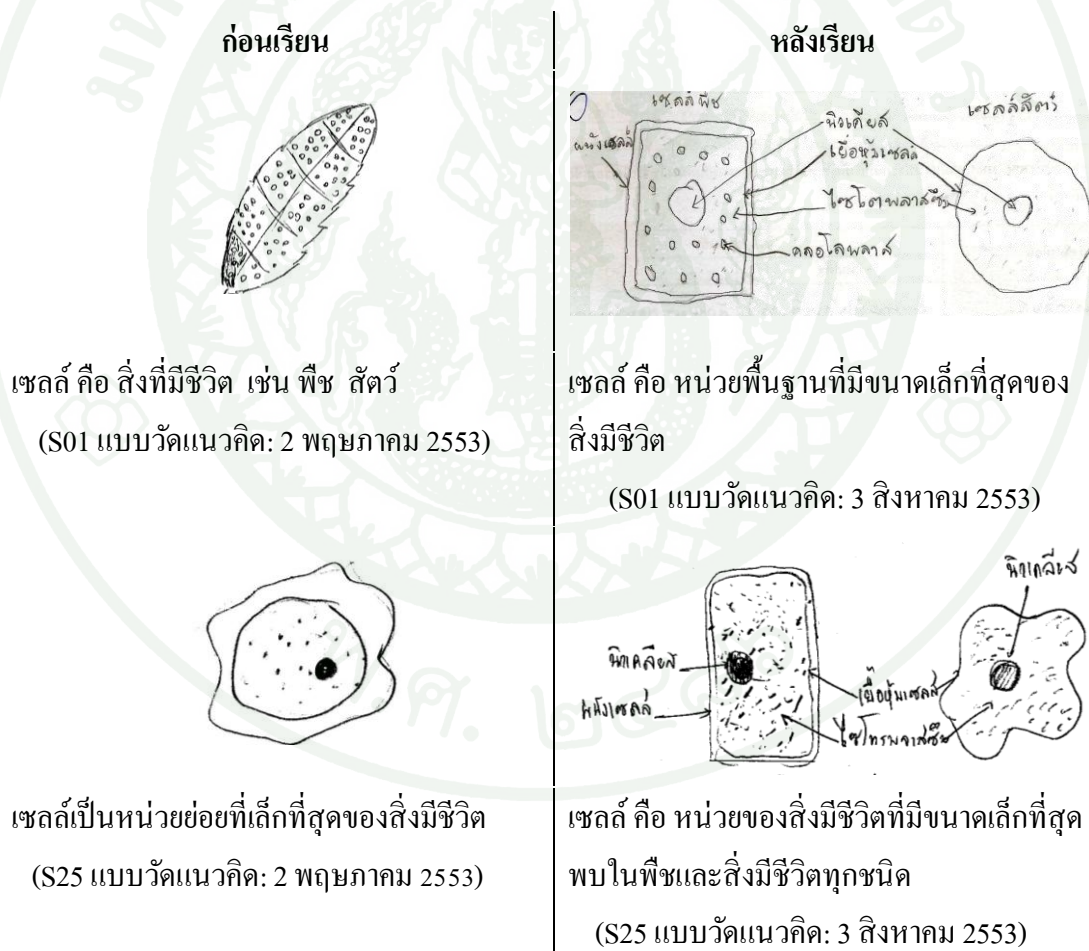
แนวคิดที่วัด	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)									
	CU		PU		PS		SM		N	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
4. การลำเลียงสารของพืช										
4.1 การลำเลียงน้ำของพืช	0 (0)	0 (0)	20 (38.5)	40 (76.9)	27 (51.9)	12 (23.1)	2 (3.8)	0 (0)	3 (5.8)	0 (0)
4.2 พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่	0 (0)	9 (17.3)	6 (11.5)	20 (38.5)	10 (19.2)	6 (11.5)	21 (40.4)	17 (32.7)	15 (28.8)	0 (0)
4.3 การลำเลียงอาหารของพืช	0 (0)	6 (11.5)	7 (13.5)	29 (55.8)	6 (11.5)	15 (28.8)	21 (40.4)	2 (3.8)	18 (34.6)	0 (0)
4.4 การคายน้ำของพืช	0 (0)	2 (3.8)	14 (26.9)	41 (78.8)	12 (23.1)	8 (15.4)	21 (40.4)	1 (1.9)	5 (9.6)	0 (0)
5. การสืบพันธุ์ของพืชดอก										
5.1 โครงสร้างของดอก	0 (0)	28 (53.8)	0 (0)	7 (13.5)	34 (65.4)	17 (32.7)	6 (11.5)	0 (0)	12 (23.1)	0 (0)
5.2 กระบวนการสืบพันธุ์ของดอก	0 (0)	0 (0)	4 (7.7)	35 (67.3)	12 (23.1)	8 (15.4)	19 (36.5)	9 (17.3)	17 (32.7)	0 (0)
6. การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช										
6.1 การตอบสนองต่อแสง	0 (0)	0 (0)	1 (1.9)	19 (36.5)	5 (9.6)	3 (5.8)	37 (71.2)	30 (57.7)	9 (17.3)	0 (0)
6.2 การตอบสนองต่อการสัมผัส	0 (0)	2 (3.8)	23 (44.2)	37 (71.2)	16 (30.8)	13 (25.0)	5 (9.6)	0 (0)	8 (15.4)	0 (0)

จากตารางแสดงให้เห็นว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) และมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เพิ่มมากขึ้นในทุกแนวคิด ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีจำนวนลดลง ในแนวคิดเรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ปัจจัยที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การลำเลียงน้ำของพืช พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ การคายน้ำ โครงสร้างของดอก กระบวนการสืบพันธุ์ของพืช การตอบสนองต่อแสง และการตอบสนองต่อการสัมผัส และนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มีจำนวนลดลงในทุกแนวคิด ในการนำเสนอผลการวิจัยผู้วิจัยจะนำเสนอโดยเรียงลำดับตามแนวคิดหลักและแนวคิดย่อย ดังต่อไปนี้

1. เซลล์

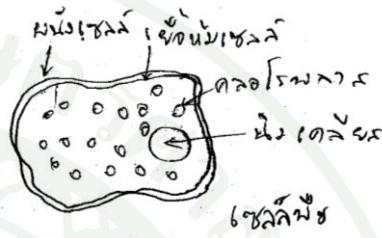
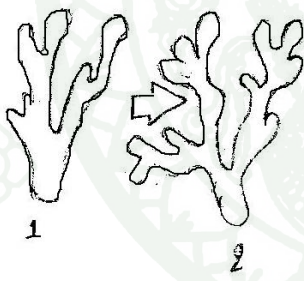
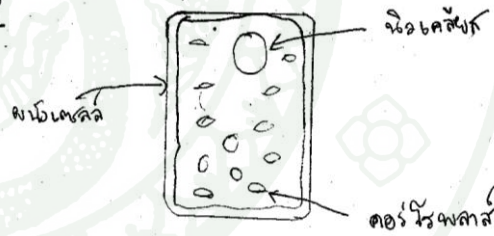
1.1 ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์

ในการวัดแนวคิดของนักเรียนเรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ทั้งก่อน และหลังเรียนผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายความหมายของเซลล์ พร้อมวาดภาพประกอบการอธิบาย จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียน ที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ 53.9 (28 คน) โดยนักเรียนสามารถ ตอบได้ว่า เซลล์ คือ หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต พร้อมวาดภาพรูปร่างลักษณะของเซลล์ได้อย่าง สมบูรณ์ ดังตัวอย่างในภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.16 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้

นอกจากนี้หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน(PU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ21.2 (11 คน) โดยนักเรียนสามารถวาดภาพแสดงลักษณะของเซลล์ได้สมบูรณ์แต่สามารถอธิบายความหมายของเซลล์ได้บางส่วน ดังตัวอย่างใน ภาพที่ 4.17

ก่อนเรียน	หลังเรียน
 เซลล์ มีส่วนประกอบได้แก่ ผนังเซลล์ เนื้อเยื่อ ไซโทพลาสซึมและออร์แกเนล ในออร์แกเนล มีของ เหนียว 6 อย่าง และนิวเคลียส (S10 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	 เซลล์ คือ หน่วยของสิ่งมีชีวิต เช่น เซลล์พืช มีรูปร่างสี่เหลี่ยม มีส่วนประกอบคือ ผนังเซลล์ คลอโรพลาสต์ เยื่อหุ้มเซลล์เป็นต้น (S10 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
 เซลล์ คือ สิ่งที่ทำให้พืชที่ไม่สามารถสืบพันธุ์ได้เปลี่ยนเป็นการแยกเซลล์แทนการสืบพันธุ์ เช่น ไฮดรา (S29 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	 เซลล์ เป็นสิ่งที่เล็กที่สุดในพืชและในเซลล์พืชมี ผนังเซลล์ นิวเคลียส เยื่อหุ้มเซลล์ (S29 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

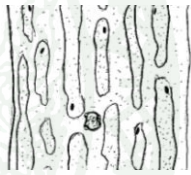
ภาพที่ 4.17 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 21.2 (11 คน) เป็นร้อยละ 17.3 (9 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนสามารถวาดภาพแสดงรูปร่างลักษณะของเซลล์ได้สมบูรณ์ แต่อธิบายความหมายของเซลล์ได้บางส่วนและมีบางส่วนเป็นแนวคิดคลาดเคลื่อน กลุ่มสอง นักเรียนวาดภาพแสดงรูปร่างลักษณะของเซลล์คลาดเคลื่อน แต่อธิบายความหมายของเซลล์ได้สมบูรณ์ ดังตัวอย่างในภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.18 แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 63.5 (33 คน) เป็นร้อยละ 7.7 (4 คน) โดยนักเรียนวาดภาพแสดงรูปร่างลักษณะของเซลล์และอธิบายความหมายของเซลล์คลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาแนวคิดคลาดเคลื่อนดังกล่าวพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจว่า เซลล์ คือ สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กชนิดหนึ่ง ดังตัวอย่างในภาพที่ 4.19

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่ว่าครูรูป เซลล์ คือ เหมือนกับเป็นเชื้อที่นำไปผสมกับเซลล์อื่นก็จะเกิดเซลล์ใหม่ (S32 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	 เซลล์ เป็นสิ่งมีชีวิตที่เล็กที่สุด ได้แก่ เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ (S32 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่ว่าครูรูป เซลล์ คือ สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งที่อยู่ในมนุษย์ พืช และสัตว์ (S36 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553) 	 เซลล์ เป็นสิ่งมีชีวิตที่เล็กที่สุด ได้แก่ เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ (S36 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
เซลล์ คือ สิ่งที่อยู่ในมนุษย์ (S45 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	 เซลล์ เป็นสิ่งมีชีวิตที่เล็กที่สุดมีทั้งสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว อะมีบา (S45 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

ภาพที่ 4.19 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ผู้วิจัยให้รูปภาพสิ่งมีชีวิต 5 ชนิด (อะมีบา พารามีเซียม กบ ตั๊กแตน และกู่หลาบ) และให้นักเรียนระบุว่าจากภาพสิ่งมีชีวิตใดบ้างที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ พร้อมอธิบายเหตุผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทั้งก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไม่มีนักเรียน คนใดที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) อย่างไรก็ตามหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 9.6 (5 คน) เป็นร้อยละ 55.8 (29 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนสามารถระบุได้ว่า อะมีบา และ พารามีเซียม เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ส่วน กบ ตั๊กแตน และ กู่หลาบ เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลได้สมบูรณ์ว่า อะมีบา และ พารามีเซียม เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เพราะประกอบขึ้นด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว และดำเนินกิจกรรมการดำรงชีวิตทั้งหมดภายในเซลล์เพียงหนึ่งเซลล์ ส่วน กบ ตั๊กแตน และ กู่หลาบ เป็น สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เพราะประกอบขึ้นด้วยเซลล์ หลายชนิด มีการเรียงตัวของเซลล์เป็นเนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ และเป็นรูปร่างของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสอง นักเรียนสามารถระบุสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ดังกล่าวได้สมบูรณ์ และสามารถอธิบายเหตุผลได้บางส่วน ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวได้แก่ ภาพ ค (พารามีเซียม) ง (ตั๊กแตน) และ จ (กู่หลาบ) เพราะมันไม่แตก	เซลล์ ก (อะมีบา) ค (พารามีเซียม) เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวเพราะประกอบด้วยเซลล์เพียงหนึ่ง
เซลล์ออกมาจึงมีเซลล์เดียว สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ได้แก่ ภาพ ก (อะมีบา) และภาพ ข (กบ) เพราะมันแตกกระจายออกมาเป็นเซลล์	เซลล์ ส่วน ข (กบ) ง (ตั๊กแตน) และ จ (กู่หลาบ) เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เพราะประกอบขึ้นมาจากหลาย ๆ เซลล์
(S49 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	(S49 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ภาพ ก (อะมิบา) และ ค (พารามีเซียม) มีหลายเซลล์ เพราะเป็นสัตว์ที่มีรูปร่างแปลก ๆ ภาพ ข (กบ) ง (ตั๊กแตน) และจ (กุหลาบ) มีเซลล์เดียว เพราะมีรูปร่างธรรมดา (S42 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ก (อะมิบา) ค (พารามีเซียม) เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ส่วน ข (กบ) ง (ตั๊กแตน) และจ (กุหลาบ) เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ (S42 แบบวัดแนวคิด: 2 สิงหาคม 2553)
สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวคือ ภาพ ข (กบ) และ ง (ตั๊กแตน) เพราะเป็นสิ่งมีชีวิตที่เรียกว่าเซลล์สัตว์ สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ คือ ภาพ ก (อะมิบา) ค (พารามีเซียม) และภาพ จ (กุหลาบ) (S48 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	อะมิบา พารามีเซียม เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ส่วน กบ ตั๊กแตน กุหลาบ เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ (S48 แบบวัดแนวคิด: 2 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 44.2 (23 คน) เป็นร้อยละ 36.5 (19 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนสามารถระบุสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ได้สมบูรณ์แต่ให้เหตุผลคลาดเคลื่อน กลุ่มสอง นักเรียนสลับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ และให้เหตุผลคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาการให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน พบว่า ในการแบ่งแยกสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ นักเรียนใช้เหตุผลเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ จำนวนเซลล์ ขนาดรูปร่าง และส่วนประกอบของเซลล์ ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S52 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	อะมีบา พารามีเซียม เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เพราะ มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ส่วน กบ ตั๊กแตน และกุหลาบ เป็นสิ่งมีชีวิตหลาย เซลล์ เพราะมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (S52 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวคือ ข (กบ) ง (ตั๊กแตน) และจ (กุหลาบ) สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์คือภาพ ก (อะมีบา) และ ค (พารามีเซียม) (S37 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	อะมีบา พารามีเซียม เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เพราะไม่มีผนังเซลล์ ส่วน กบ ตั๊กแตน และ กุหลาบเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์เพราะมีผนัง เซลล์ (S37 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S38 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	พารามีเซียม อะมีบา กุหลาบ เป็นสิ่งมีชีวิต หลายเซลล์ เพราะมีจำนวนมากจึงมีหลาย ๆ เซลล์ ส่วน กบ ตั๊กแตน เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์ เดียว เพราะขนาดใหญ่มองเห็นเป็นหนึ่งเซลล์ (S38 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 15.4 (8 คน) เป็นร้อยละ 7.7 (4 คน) โดยนักเรียนสลับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ และให้เหตุผลคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาการให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน พบว่า นักเรียนให้เหตุผลเกี่ยวกับจำนวนเซลล์ และส่วนประกอบของเซลล์ ในการแบ่งแยกสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)
เรื่อง สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน (Pretest)	หลังเรียน (Posttest)
สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวคือ ข (กบ) ง (ตึกเตตน) และ จ (กุหลาบ) เพราะมีรูปร่างแปลก สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์คือ ภาพ ก (อะมีบา) และ ค (พารามีเซียม) เพราะมีรูปร่างธรรมดา (S25 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	พารามีเซียม เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เพราะมีจำนวนมากจึงมีหลายๆ เซลล์ ส่วน กบ ตึกเตตน เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เพราะขนาดใหญ่จึงมองเห็นเป็นหนึ่งเซลล์ (S25 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ภาพ ก (อะมีบา) และ ค (พารามีเซียม) น่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ส่วน ข (กบ) ง (ตึกเตตน) และ จ (กุหลาบ) น่าจะเป็นเซลล์เดียว (S36 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	อะมีบา พารามีเซียม เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เพราะไม่มีผนังเซลล์ ส่วน กบ ตึกเตตน กุหลาบ เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์เพราะมีผนังเซลล์ (S36 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

1.3 ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

ในการวัดแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ทั้งก่อนและหลังเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนระบุส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ว่ามี ส่วนประกอบใดบ้างที่เหมือนและต่างกัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 0 เป็น ร้อยละ 15.4 (8 คน) โดย นักเรียนสามารถตอบได้ว่า ส่วนประกอบสำคัญที่เหมือนกันในเซลล์พืช และเซลล์สัตว์ คือ นิวเคลียส เยื่อหุ้มเซลล์ และไซโทพลาซึม ส่วนประกอบสำคัญที่พบเฉพาะในเซลล์พืช คือ ผนังเซลล์ และคลอโรพลาสต์ ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU)
เรื่อง ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ก่อนและหลังเรียนด้วย
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S15 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ไซโทพลาซึม นิวเคลียส เยื่อหุ้มเซลล์ เป็นส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ส่วนผนังเซลล์ และคลอโรพลาสต์ พบได้เฉพาะในเซลล์พืช (S15 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S48 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่เหมือนกัน คือ ไซโทพลาซึม นิวเคลียส เยื่อหุ้มเซลล์ และส่วนประกอบสำคัญที่พบในเซลล์พืช คือ ผนังเซลล์ และคลอโรพลาสต์ (S48 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S49 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	นิวเคลียส เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม เป็นส่วนประกอบสำคัญที่พบในเซลล์พืชและเซลล์ ส่วนผนังเซลล์ และคลอโรพลาสต์ พบได้เฉพาะในเซลล์พืช (S49 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 0 เป็น ร้อยละ 5.8 (3 คน) โดยนักเรียนสามารถระบุส่วนประกอบสำคัญที่เหมือนและต่างกันในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้ว่ามีอะไรบ้าง แต่ระบุไม่ครบทุกส่วนประกอบ ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณบางส่วน (PU) เรื่อง ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S34 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	นิวเคลียส เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม พบใน เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ส่วนผนังเซลล์ พบใน เซลล์พืช (S34 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S37 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	นิวเคลียส เยื่อหุ้มเซลล์พบในเซลล์พืชและเซลล์ ส่วนผนังเซลล์ พบในเซลล์พืช (S37 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณไม่สมบูรณและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 3.9 (2 คน) เป็น ร้อยละ 40.4 (21 คน) โดยนักเรียนสามารถระบุส่วนประกอบสำคัญที่เหมือนและต่างกันในเซลล์พืช และเซลล์สัตว์ได้บางส่วน แต่ระบุส่วนประกอบสำคัญบางอย่างคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนของนักเรียนดังกล่าว พบว่า นักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจว่า ผนังเซลล์ และคลอโรพลาสต์เป็นส่วนประกอบที่พบในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์หรือพบเฉพาะในเซลล์สัตว์เท่านั้น ในขณะที่มีนักเรียนบางส่วนเข้าใจว่า ส่วนประกอบสำคัญบางชนิด (นิวเคลียส เยื่อหุ้มเซลล์ และไซโทพลาซึม) พบเฉพาะในเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์เท่านั้น ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อน (PS) ในเรื่อง ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S06 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	เยื่อหุ้มเซลล์ พบในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ส่วนคลอโรพลาสต์และนิวเคลียสพบแต่ใน เซลล์สัตว์ (S06 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S10 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	เยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส พบในเซลล์พืชและ เซลล์สัตว์ ส่วนคลอโรพลาสต์ ผันงเซลล์ และ ไซโทพลาซึม พบแต่ในเซลล์พืชเท่านั้น (S10 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 23.1 (12 คน) เป็นร้อยละ 15.4 (8 คน) โดยนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน คือ นักเรียนบางส่วนสับสนส่วนประกอบสำคัญที่พบเฉพาะในเซลล์พืช (ผนังเซลล์ คลอโรพลาสต์) ว่าพบได้ทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ หรือพบได้เฉพาะในเซลล์สัตว์เท่านั้น ในขณะที่มีนักเรียนบางส่วนระบุส่วนประกอบสำคัญที่พบในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ (นิวเคลียส เยื่อหุ้มเซลล์ และไซโทพลาซึม) ว่าพบได้เฉพาะในเซลล์พืช หรือในเซลล์สัตว์เท่านั้น ดังตัวอย่างใน ตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน(SM) เรื่อง ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S03 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ผนังเซลล์ พบเฉพาะในเซลล์สัตว์ ส่วน นิวเคลียสพบเฉพาะในเซลล์พืชเท่านั้น (S03 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S13 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ผนังเซลล์ พบเฉพาะในเซลล์สัตว์ ส่วน เยื่อหุ้มเซลล์ พบเฉพาะในเซลล์พืชเท่านั้น (S13 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีชีวิต ตายได้เหมือนกัน แต่เซลล์สัตว์สร้างอาหารเองได้ ส่วนเซลล์พืช เคลื่อนที่ได้ (S41 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ประกอบด้วยเซลล์ เหมือนกันแต่เซลล์พืชมีรูปร่างเหลี่ยมและ เซลล์สัตว์มีรูปร่างค่อนข้างกลม (S41 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

1.4 หน้าที่ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

ในการวัดแนวคิดของนักเรียนเรื่อง หน้าที่ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ทั้งก่อนและหลังเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนระบุส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ว่ามีอะไรบ้าง พร้อมอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบสำคัญดังกล่าว จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) แต่จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 5.8 (3 คน) เป็นร้อยละ 57.7 (30 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายหน้าที่ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้บางส่วน ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง หน้าที่ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S15 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	เยื่อหุ้มเซลล์ เป็นทางผ่านเข้าออกของสาร คลอโรพลาสต์เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง (S15 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S18 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ผนังเซลล์ ป้องกันอันตรายเซลล์จากภายนอก เยื่อหุ้มเซลล์ คัดเลือกสารผ่านเซลล์ คลอโรพลาสต์ สังเคราะห์แสง (S18 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 9.6 (5 คน) เป็นร้อยละ 38.5 (20 คน) โดยนักเรียนสามารถระบุส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์และอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบนั้นได้บางส่วน แต่มีการอธิบายหน้าที่ส่วนประกอบสำคัญบางส่วนคลาดเคลื่อน ตัวอย่างในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง หน้าที่ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีชีวิต ต้องจับเหยื่อกิน และสืบพันธุ์เหมือนกัน (S31 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ไซโทพลาซึม ควบคุมการทำงานของเซลล์ คลอโรพลาสต์เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง นิวเคลียสสร้างอาหารให้กับเซลล์ (S31 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S35 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	เยื่อหุ้มเซลล์ ป้องกันอันตราย นิวเคลียส ควบคุม การทำงานของเซลล์ คลอโรพลาสต์ สร้างอาหาร (S35 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 15.4 (8 คน) เป็นร้อยละ 3.9 (2 คน) โดยนักเรียนเข้าใจหน้าที่ของส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์คลาดเคลื่อน ตัวอย่างในตารางที่ 4.17

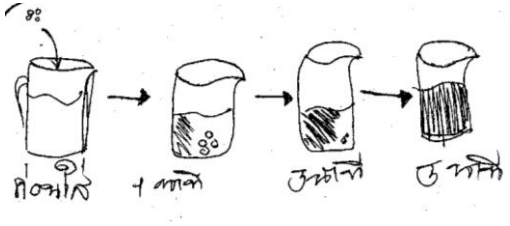
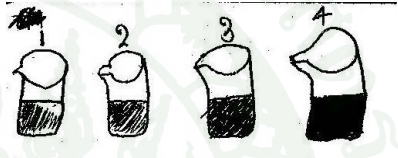
ตารางที่ 4.17 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง หน้าที่ส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S30 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	นิวเคลียส ตรวจสอบการเข้าออกของสาร เยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เซลล์แข็งแรง คงรูป (S30 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S50 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	นิวเคลียส สร้างอาหารให้กับเซลล์ (S50 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

2. การแพร่และการออสโมซิส

2.1 การแพร่

ในการวัดแนวคิดของนักเรียนเรื่อง การแพร่ ทั้งก่อนและหลังเรียน ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ว่าถ้านักเรียนนำเกลือต่างชนิดมาใส่ลงในน้ำ แล้วให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลา 5 นาที นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใด พร้อมทั้งวาดภาพลำดับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นดังกล่าว จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) แต่นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 7.7 (4 คน) เป็นร้อยละ 46.2 (24 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนมีความเข้าใจว่า เมื่อใส่เกลือต่างชนิดลงในน้ำจะเกิดกระบวนการแพร่ สามารถวาดภาพลำดับการเปลี่ยนแปลงได้สมบูรณ์ และสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้จากการสังเกตทางกายภาพ (ลำดับการเปลี่ยนสีของน้ำ) กลุ่มสอง นักเรียนสามารถวาดภาพลำดับการเปลี่ยนแปลงได้สมบูรณ์ และสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในระดับโมเลกุลได้บางส่วน (ความเข้มข้นของสาร) ดังภาพที่ 4.20

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่ว่าครูป เกล็ดต่างทับทิมจะหายไป เพราะได้ละลายไปกับน้ำ (S36 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	 เมื่อใส่ต่างทับทิมลงไปในน้ำจะเกิดการแพร่ของเกล็ดต่างทับทิม ทำให้น้ำค่อย ๆ กลายเป็นสีม่วง (S36 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่ว่าครูป เกิดการละลายของต่างทับทิม (S44 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	 เมื่อใส่ต่างทับทิมลงไปในน้ำจะเกิดการแพร่ของ เกล็ดต่างทับทิม โดยต่างทับทิมจะเริ่มแพร่ไป บริเวณที่เข้มข้นของสารน้อยกว่าทำให้น้ำค่อย ๆ กลายเป็นสีม่วงและกลายเป็นสีม่วงทั้งหมด (S44 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

ภาพที่ 4.20 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง การแพร่ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 13.5 (7 คน) เป็นร้อยละ 34.6 (18 คน) จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก พบว่า จำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นมาจากกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และกลุ่มไม่มีแนวคิด (N) โดยจัดกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนมีความเข้าใจว่า เมื่อใส่เกล็ดต่างทับทิมใส่ลงในน้ำ จะเกิดกระบวนการแพร่ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้จากการสังเกตทางกายภาพ (ลำดับการเปลี่ยนสีของน้ำ) แต่วาดภาพลำดับการเปลี่ยนแปลงคลาดเคลื่อน กลุ่มสอง นักเรียนมี

ความเข้าใจว่า เมื่อใส่เกล็ดต่างทับทิมใส่ ลงในน้ำจะเกิดกระบวนการแพร่ และวาดภาพลำดับการเปลี่ยนแปลง ได้สมบูรณ์แต่อธิบายการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนพบว่า นักเรียนให้เหตุผลเรื่อง การละลายของต่างทับทิม การทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำและต่างทับทิม การออสโมซิส มาใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังภาพที่ 4.21

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่วาดรูป เมื่อใส่ต่างทับทิมลงไป ในน้ำ น้ำจะใสขึ้น และต่างทับทิมเม็ดจะใหญ่ขึ้น (S21 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	 เมื่อเวลาผ่านไป น้ำจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีม่วง เพราะต่างทับทิมทำปฏิกิริยากับน้ำ (S21 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S24 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	 น้ำจะเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงเพราะเกิดการออสโมซิส คือ น้ำที่มีความเข้มข้นมากจะผ่านเยื่อเลือกผ่าน ไปหาน้ำที่มีความเข้มข้นน้อย (S24 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

ภาพที่ 4.21 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ไม่สมบูรณ์ และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง การแพร่ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 28.8 (15 คน) เป็นร้อยละ 19.2 (10 คน) โดยนักเรียนวาดภาพลำดับการเปลี่ยนแปลงของต่างทับทิมคลาดเคลื่อนและอธิบายการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนของนักเรียนพบว่า นักเรียนให้เหตุผลเรื่อง การละลายของต่างทับทิม การทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับต่างทับทิม และการออสโมซิส มาใช้ในการอธิบาย

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังภาพที่ 4.22

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S24 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	 การนำเกลือต่างทึบติมาใส่ในบีกเกอร์ที่มีน้ำ เรียกว่า การออสโมซิส ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ของ น้ำจากน้ำมากไปหาน้ำน้อย (S19 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
เมื่อผ่านไป 5 นาที เกล็ดต่างทึบติจะทำให้ น้ำ เดือดและพุ่งขึ้น (S41 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	 น้ำจะเกิดฟองเมื่อใส่ต่างทึบติลงไป เพราะว่า เกิดปฏิกิริยาขึ้นระหว่างต่างทึบติและน้ำ (S41 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

ภาพที่ 4.22 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง การแพร่ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.2 การออสโมซิส

ในการวัดแนวคิดของนักเรียนเรื่อง การออสโมซิสทั้งก่อนและหลังเรียน ผู้วิจัยกำหนด สถานการณ์ว่า ถ้านักเรียนพลอกเปลือกไข่ดิบด้านใดด้านหนึ่งโดยให้เหลือเยื่อบาง ๆ โดยไม่ให้ไข่ แตกและเจาะเปลือกไข่อีกด้านหนึ่ง นำหลอดมาใส่และดูดบริเวณรอยต่อด้วยดินน้ำมัน จากนั้นนำไข่ ด้านที่เหลือเยื่อบาง ๆ แช่น้ำ (มีภาพประกอบ) เมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที นักเรียนคิดว่าจะเกิด อะไรขึ้น เพราะเหตุใด จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) แต่นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) มีเพิ่มมากขึ้น จากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ 59.6 (31 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนมีความเข้าใจว่า เมื่อเวลาผ่านไปจะเกิดการออสโมซิส สามารถอธิบาย

การเปลี่ยนแปลงของไข้จากการสังเกตทางกายภาพ (หลอดมีของเหลวจากไข้ไหลออกมา) และให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในระดับโมเลกุลได้บางส่วน (อนุภาคน้ำ) กลุ่มสอง นักเรียนมีความเข้าใจว่าเมื่อเวลาผ่านไปจะเกิดการออสโมซิส สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของไข้จากการสังเกตทางกายภาพ (หลอดมีของเหลวจากไข้ไหลออกมา) แต่ไม่สามารถให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในระดับโมเลกุลได้ (อนุภาคน้ำ) ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง การออสโมซิส ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
อาจจะทำให้ไข้คุดน้ำขึ้นไปในฟอง (S46 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	น้ำจะออสโมซิสเข้าไปในไข้โดยผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของไข้ทำให้ของเหลวภายในไข้ขึ้นไปในหลอด พอถึงปลายหลอดก็ล้นออกมาจากหลอดเรื่อย ๆ เพราะน้ำออสโมซิสเข้าไปแทนที่ไข้ (S46 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไข้จะแตกเพราะแช่ไว้นานเปลือกไข้จะค่อย ๆ แตกลงมาเรื่อย ๆ (S49 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ภายในหลอดจะมีไข้แดงลอยขึ้นมาที่หลอด เพราะเกิดการออสโมซิสของน้ำเข้ามาในไข้ (S49 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 7.7 (4 คน) เป็นร้อยละ 38.5 (20 คน) จากการวิเคราะห์เชิงลึกพบว่า นักเรียนที่เพิ่มขึ้นมาจากกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และกลุ่มไม่มีแนวคิด (N) โดยจัดกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนมีความเข้าใจว่า เมื่อเวลาผ่านไปจะเกิดการออสโมซิสของน้ำ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของไข้ จากการสังเกตทางกายภาพ (หลอดมีของเหลวจากไข้ไหลออกมา) แต่ให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาคลาดเคลื่อนของนักเรียนพบว่า นักเรียนเข้าใจว่าสาเหตุที่ภายในหลอดมีของเหลวจากไข้ไหลออกมาเกิดขึ้นเนื่องจาก แรงดันการคุดน้ำของไข้ ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง การออสโมซิส ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S19 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ไข่จะไหลออกมาจากหลอด เกิดการออสโมซิสของน้ำ เพราะน้ำที่อยู่ได้เชื้อไข่จะดันไข่ขาวออกมาเพราะน้ำเป็นของเหลวไม่คงที่จึงดันไข่เข้าไป (S19 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไข่จะลอย (S33 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	เมื่อผ่านไป 15 นาที ไข่แดงจะถูกดูดขึ้นมาตามหลอดเพราะแรงดันจากน้ำ หรือการออสโมซิสของน้ำเข้ามาแทนที่ไข่ทำให้หลอดดูดไข่แดงขึ้นไป (S33 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไข่ไม่แตก เพราะแรงดันของน้ำช่วยดันเชื้อบาง ๆ เพื่อไม่ให้ไข่แตก (S47 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	มีไข่แดงและไข่ขาวไหลออกมาทางหลอด เพราะไข่ดูดน้ำเข้าไปในฟองและน้ำเข้ามาอยู่ที่แทนที่ (S47 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 48.1 (25 คน) เป็นร้อยละ 1.9 (1 คน) โดยนักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจาก การขยายตัวของอากาศ ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)
เรื่อง การออสโมซิส ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไข่จะไหลออกมา เพราะน้ำจะมีอากาศอยู่อากาศ ก็จะขยายตัว และอาจจะดันไข่ให้ไหลออกมา เพื่อที่อากาศจะเข้าไปอยู่แทนที่ (S38 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	น้ำที่อยู่ในไข่จะไหลออกมาทางหลอด ที่ใส่ไว้ เพราะน้ำที่อยู่ในปีกเกอร์มาแทนที่ของน้ำที่อยู่ในไข่ (S38 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

3. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

3.1 ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชทั้งก่อนและหลังเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนระบุปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงว่ามีอะไรบ้าง จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) มีเพิ่ม มากขึ้นจากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ 23.1 (12 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่าปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ น้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ คลอโรฟิลล์ และแสง ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU)
เรื่อง ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
น้ำ ดิน (S02 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	แสง น้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ คลอโรฟิลล์ เป็นปัจจัยที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง (S02 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S12 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแสง เป็นปัจจัย ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (S12 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 19.2 (10 คน) เป็นร้อยละ 40.4 (21 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้บางปัจจัย ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
อากาศ แสง น้ำ คลอโรฟิลล์ (S22 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	พืชใช้แสง น้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในการสังเคราะห์แสง (S22 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
อากาศ แสง น้ำ คลอโรฟิลล์ (S29 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ปัจจัยในการสังเคราะห์แสง คือ แสง น้ำ คลอโรฟิลล์ (S29 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 40.4 (21 คน) เป็นร้อยละ 30.8 (16 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้ไม่ครบทุกปัจจัย และคำตอบบางส่วนของนักเรียนคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนของคำตอบ นักเรียนพบว่า นักเรียนคิดว่า ดิน แร่ธาตุ อากาศ แก๊สออกซิเจน แป้ง น้ำตาล ใบไม้ ลำต้น เป็นปัจจัยในการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
น้ำ แสงแดด คลอโรฟิลล์ ใบ และลำต้น (S05 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	แสง น้ำ ใบ แร่ธาตุ เป็นปัจจัยที่พืชใช้ในการ สังเคราะห์อาหาร (S05 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

ก่อนเรียน	หลังเรียน
น้ำ แสงแดด ดิน แร่ธาตุ (S09 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	น้ำ แสง แร่ธาตุ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็น ปัจจัยที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง (S09 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S19 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	แสง น้ำ อากาศ พืชใช้สิ่งเหล่านี้ ในการ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (S19 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 11.5 (6 คน) เป็นร้อยละ 5.8 (3 คน) โดยนักเรียนคิดว่า ใบไม้ ลำต้น เป็นปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ใบ (S13 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	พืชต้องใช้ใบและลำต้น ในการสังเคราะห์ด้วย แสงของพืช (S13 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ในการสังเคราะห์แสงต้องใช้วัตถุดิบในการปรุง อาหาร ถ้าไม่สร้างอาหารก็จะมีผล ต้นไม้ก็ จะตาย (S17 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ต้นไม้ สามารถสร้างอาหารหรือสังเคราะห์แสง ได้เองโดยใช้ใบที่มีสีเขียว (S17 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

3.2 ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชทั้งก่อนและหลังเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนระบุผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชว่ามีอะไรบ้างจากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ 11.5 (6 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่า ผลผลิตจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ น้ำ แก๊สออกซิเจน และน้ำตาลกลูโคส ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S15 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	พืชสังเคราะห์แสงแล้วได้ น้ำ แก๊สออกซิเจน น้ำตาลกลูโคส (S15 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ใบไม้สีจะเปลี่ยน คายออกซิเจนออกมา เกิดการคายน้ำ (S34 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	น้ำตาลกลูโคส แก๊สออกซิเจน น้ำ เป็นผลที่ได้ ในการสังเคราะห์แสง (S34 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 9.6 (5คน) เป็นร้อยละ 38.5 (20 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้บางชนิด ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S03 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ผลที่ได้จากการสังเคราะห์แสงคือ น้ำ แก๊สออกซิเจน (S03 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S07 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	น้ำตาลกลูโคส แก๊สออกซิเจน เป็นผลที่ได้ใน การสังเคราะห์แสง (S07 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 5.8 (3 คน) เป็นร้อยละ 32.7 (17 คน) จากการวิเคราะห์เชิงลึกนักเรียนที่เพิ่มขึ้นนี้มาจากกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และกลุ่มไม่มีแนวคิด (N) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่าผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมีอะไรบ้าง แต่ตอบไม่ครบทุกชนิด และคำตอบบางส่วนของนักเรียนมีความคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาแนวคลาดเคลื่อนของนักเรียนพบว่า นักเรียนคิดว่า แป้ง อาหาร แร่ธาตุ อากาศ คลอโรฟิลล์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ คือ ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
คลอโรฟิลล์ คลอโรพลาสต์ (S08 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ผลจากการสังเคราะห์แสงคือ อาหาร แป้ง น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว แก๊สออกซิเจน (S08 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
แก๊สออกซิเจน (S10 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	น้ำตาลกลูโคส แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็น ผลที่ได้จากการสังเคราะห์แสง (S10 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 38.5 (20 คน) เป็นร้อยละ 17.3 (9 คน) โดยนักเรียนคิดว่า แป้ง อาหาร อากาศ แร่ธาตุ ผลไม้ ดอกไม้ ใบไม้ ลำต้น การเกิดต้นใหม่ พืชเจริญเติบโต เป็นผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

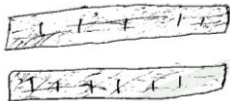
ก่อนเรียน	หลังเรียน
เปลือกส้มตากแห้ง (S37 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	เมื่อพืชสังเคราะห์แสงแล้วจะได้ อาหาร ต้นไม้เจริญเติบโต และอากาศสดชื่น (S37 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S41 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	เกิดผลผลิต ผลไม้ ต้นไม้ (S41 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

4. การลำเลียงสารของพืช

4.1 การลำเลียงน้ำของพืช

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช ทั้งก่อนและหลังเรียน ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับต้นเทียนแช่น้ำในโหลแก้วที่บรรจุน้ำที่ผสมสีแดงเป็นเวลา 3 วัน (มีรูปภาพประกอบ) และให้นักเรียนอธิบายว่าต้นเทียนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และเป็นเพราะสาเหตุใด พร้อมวาดภาพประกอบเมื่อนำต้นเทียนดังกล่าวมาตัดตามขวางและส่องดูด้วยแว่นขยาย จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) แต่นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 38.5 (20 คน) เป็นร้อยละ 76.9 (40 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนสามารถตอบได้ว่า ต้นเทียนเปลี่ยนเป็นสีแดงบางบริเวณ (ราก ใบ ลำต้น) ของต้นเทียน และสามารถอธิบายกระบวนการลำเลียงน้ำของพืชได้บางส่วนและนักเรียนสามารถวาดภาพการตัดตามขวางของการลำเลียงน้ำในต้นเทียนได้สมบูรณ์ กลุ่มสองนักเรียนสามารถตอบได้ว่า ต้นเทียนเปลี่ยนเป็นสีแดงบางบริเวณ (ราก ใบ ลำต้น) ของต้นเทียนได้

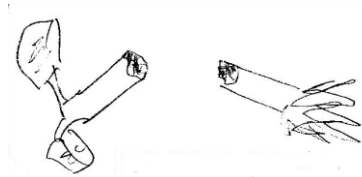
และสามารถวาดภาพการตัดตามขวางของการลำเลียงน้ำในต้นเทียนได้สมบูรณ์ แต่ไม่อธิบายกระบวนการลำเลียงน้ำของ พืช ตัวอย่างในภาพที่ 4.23

ก่อนเรียน	หลังเรียน
 ต้นเทียนจะเปลี่ยนแปลงกลายเป็นต้นสีแดง เพราะว่าต้นเทียนดูดน้ำขึ้นไป (S01 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	 ลำต้นและใบ ของต้นเทียน มีสีแดง เพราะ ต้นเทียนลำเลียงน้ำสีแดงขึ้นไปตามท่อลำเลียง (S01 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S12 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	 ลำต้น ใบ จะมีสีแดง เพราะต้นเทียนลำเลียงไป หล่อเลี้ยงใบ ลำต้น (S12 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

ภาพที่ 4.23 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 51.9 (27 คน) เป็น ร้อยละ 23.1 (12 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนสามารถตอบได้ว่า ต้นเทียนเปลี่ยนเป็นสีแดงบางบริเวณ (ราก ใบ ลำต้น) ของต้น และสามารถอธิบายกระบวนการลำเลียงน้ำของพืชได้ในบางส่วน แต่นักเรียนวาดภาพการตัดตามขวางของการลำเลียงน้ำในต้นเทียนคลาดเคลื่อน กลุ่มสอง นักเรียนสามารถตอบได้ว่าต้นเทียนเปลี่ยนเป็นสีแดงบางบริเวณ (ราก ใบ ลำต้น) ของต้น แต่อธิบายกระบวนการลำเลียงน้ำของพืชคลาดเคลื่อนบางส่วน และสามารถวาดภาพการตัดตามขวางของการลำเลียงน้ำในต้นเทียนได้สมบูรณ์ ตัวอย่างในภาพที่ 4.24

ก่อนเรียน



คันเทียนจะมีน้ำอยู่ในลำต้น เพราะคันเทียน
ดูดน้ำในโหลแก้วไปและในลำต้นของคันเทียน
ก็จะมีน้ำสีแดงอยู่

(S11 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)



ลำต้นมีสีแดงเพราะน้ำซึมเมื่อตัดลำต้นแล้ว
จะเห็นข้างในมีสีแดงเพราะขณะที่แช่น้ำสีแดง
อยู่นั้นน้ำสีแดงได้ซึมเข้าไปข้างในลำต้นชั้นใน

(S21 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)

หลังเรียน



คันเทียนเปลี่ยนเป็นสีแดง เพราะคันเทียน
ลำเลียงน้ำไปเลี้ยงลำต้น

(S11 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)



ลำต้นและท่อลำเลียงอาหาร และท่อลำเลียงน้ำ
และเรารู้ว่าเปลี่ยนเป็นสีแดงเพราะพืชใช้ราก
ในการดูดซึมน้ำและอาหาร แต่พอรากแช่น้ำ
สีแดง จึงดูดซึมน้ำสีแดงขึ้นไป

(S21 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

ภาพที่ 4.24 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และ
คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วย
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า ไม่มีนักเรียน
คนใดที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลงจากร้อยละ 3.8
(2 คน) เป็นร้อยละ 0

4.2 พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ผู้วิจัยมีรูปภาพตัดขวางลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ (ภาพ ก) และรูปภาพตัดขวางลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ภาพ ข) และให้นักเรียนระบุว่า ภาพใดคือพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว พร้อมอธิบายเหตุผล จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทั้งก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0 (5 คน) เป็นร้อยละ 17.3 (9 คน) โดยนักเรียนสามารถระบุได้ว่า พืชใบเลี้ยงคู่ คือ ภาพ ก และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ ภาพ ข และสามารถอธิบายเหตุผลได้สมบูรณ์ว่า พืชใบเลี้ยงคู่มีการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงเป็นระเบียบ ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงที่กระจายตัว ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ภาพ ข น่าจะเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เพราะตรงรอยตัดขวางของลำต้นเป็นจุด (S25 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ก เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ข เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ ภาพ ข เพราะพืชใบเลี้ยงคู่มีการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงเป็นระเบียบ ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงกระจายตัว (S25 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ภาพ ก เป็นใบเลี้ยงคู่ เพราะการเรียงเซลล์ อยู่เป็นกลุ่มเป็นก้อน (S51 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ภาพ ก เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ภาพ ข เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เพราะพืชใบเลี้ยงคู่เมื่อตัดตามขวางจะเห็นท่อลำเลียงเป็นระเบียบ แต่พืชใบเลี้ยงเดี่ยวท่อลำเลียงกระจายตัวไม่เป็นระเบียบ (S51 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 11.5 (6 คน) เป็นร้อยละ 38.5 (20 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนสามารถระบุได้ว่า พืชใบเลี้ยงคู่ คือ ภาพ ก ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ ภาพ ข แต่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ กลุ่มสอง

นักเรียนสามารถระบุได้ว่า พืชใบเลี้ยงคู่ คือ ภาพ ก ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ ภาพ ข และสามารถให้เหตุผลได้บางส่วน ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ภาพ ก ใบเลี้ยงคู่ ส่วนภาพ ข ใบเลี้ยงเดี่ยว (S16 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ภาพ ก เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ส่วนภาพ ข เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (S16 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S28 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ภาพพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ก เพราะมีการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงเป็นกลุ่มมีระเบียบ ส่วนในภาพพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ข (S28 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 19.2 (10 คน) เป็นร้อยละ 11.5 (6 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนระบุภาพพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวผิด แต่สามารถให้เหตุผลได้ถูกต้อง กลุ่มสอง นักเรียนระบุภาพพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวถูกต้อง แต่ให้เหตุผลคลาดเคลื่อน ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ภาพ ก เป็นพืชใบเลี้ยงคู่เพราะมีรากฝอยคอย ดูดซับน้ำไปเลี้ยงลำต้น ภาพ ข เป็นรากแก้ว (ใบเลี้ยงเดี่ยว) เพราะพืชใบเลี้ยงเดี่ยวส่วนใหญ่ จะมีรากแก้วดูดซึมน้ำไปเลี้ยงลำต้น (S36 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ภาพ ข เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ เพราะท่อลำเลียงเป็น ระเบียบ ส่วนภาพ ก เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวไม่ เป็นระเบียบ (S36 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S38 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ภาพ ก เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ เพราะท่อลำเลียงเป็น กลุ่มกระจาย ส่วนภาพ ข เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ไม่เป็นระเบียบ (S38 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 40.4 (21 คน) เป็นร้อยละ 32.7 (17 คน) โดยนักเรียนเข้าใจว่า พืชใบเลี้ยงคู่จะมีการเรียงตัวของท่อลำเลียงไม่เป็นระเบียบ ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงเป็นระเบียบ

ตารางที่ 4.32 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ภาพ ก เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเพราะใบเลี้ยงเดี่ยว ไม่มีเส้นใย ภาพ ข เป็นพืชใบเลี้ยงคู่เพราะใบ เลี้ยงคู่มีเส้นใยอยู่เยอะ (S30 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	พืชใบเลี้ยงคู่ คือ ข พืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ ก (S30 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

ตารางที่ 4.32 (ต่อ)

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S52 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ก เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ส่วนภาพ ข เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ เพราะไม่เป็นระเบียบ (S52 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

4.3 การลำเลียงอาหารของพืช

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การลำเลียงอาหารของพืช ทั้งก่อนและหลังเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายลักษณะและหน้าที่ของท่อลำเลียงอาหาร และเปรียบเทียบทิศทางการลำเลียงอาหารและการลำเลียงน้ำ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทั้งก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) มีเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ 11.5 (6 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าท่อลำเลียงอาหาร มีลักษณะเป็นท่อต่อ เนื่องตั้งแต่ราก ลำต้น จนถึง ใบ ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช การลำเลียงอาหารมีทิศทางจากบริเวณที่สร้างอาหารไปยังบริเวณอื่น ๆ ทั้งลำต้น ส่วนการลำเลียงน้ำมีทิศทางการลำเลียงจากรากขึ้นไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง การลำเลียงอาหารของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
มีลักษณะกลมๆ มีหน้าที่ลำเลียงน้ำอาหารไปยังใบ (S01 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ท่อลำเลียงอาหารมีลักษณะเป็นท่อยาวเชื่อมกันตลอดทั้งต้น ราก ใบ ใช้สำหรับลำเลียงอาหารจากการสังเคราะห์แสงไปทั่วต้นไม้ มีทิศทางจากบนลงล่างและจากล่างขึ้นบน ต่างจากท่อลำเลียงน้ำ ที่มีทิศทางจากล่างขึ้นบนอย่างเดียว (S01 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

ตารางที่ 4.33 (ต่อ)

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S18 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ทอ์ลำเลียงอาหารมีลักษณะเป็นทรงกระบอก เชื่อมติดกันตั้งแต่ราก ลำต้น ใบ มีหน้าที่ลำเลียง อาหาร ทิศทางในการลำเลียงอาหารคือ บนลง ล่างและจากล่างขึ้นบน ส่วน ทิศทางใน การลำเลียงน้ำคือ จากล่างขึ้นบน (S18 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิด
สมบูรณ์บางส่วน (PU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 13.5 (7 คน) เป็นร้อยละ 55.8 (29 คน) โดยจัดแนวคิด
สมบูรณ์บางส่วน (PU) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรก นักเรียนอธิบายลักษณะและหน้าที่ของ
ทอ์ลำเลียงอาหารได้บางส่วน แต่สามารถอธิบายทิศทางการลำเลียงอาหารและการลำเลียงน้ำได้
สมบูรณ์ กลุ่มสอง นักเรียนอธิบายลักษณะและหน้าที่ของทอ์ลำเลียงอาหารได้ สมบูรณ์ แต่อธิบาย
ทิศทางการลำเลียงอาหารและการลำเลียงน้ำได้บางส่วน ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.34

ตารางที่ 4.34 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน
(PU) เรื่อง การลำเลียงอาหารของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S24 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ทอ์ลำเลียงอาหารเป็นทอ์ หน้าที่ลำเลียงอาหาร ทิศทางการลำเลียงอาหารคือ บนลงล่างและ จากล่างขึ้นบน ส่วน ทิศทางใน การลำเลียงน้ำ คือ บนลงล่างและจากล่างขึ้นบน (S24 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S30 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ทอ์ลำเลียงอาหาร เอาไว้ลำเลียงอาหารของพืช มีทิศทางการลำเลียงอาหารคือ บนลงล่าง ส่วน ทิศทางการลำเลียงน้ำ คือ จากล่างขึ้นบน (S30 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดไม่ สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 11.5 (6 คน) เป็นร้อยละ 28.8 (15 คน) จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก พบว่า จำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นมาจากกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และกลุ่มไม่มีแนวคิด (N) โดยจัดกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) นักเรียนที่มี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนอธิบายลักษณะและหน้าที่ของท่อลำเลียงอาหารได้บางส่วน แต่อธิบายทิศทางการลำเลียงอาหารและการลำเลียงน้ำคลาดเคลื่อน กลุ่มสอง นักเรียนอธิบายลักษณะและหน้าที่ของท่อลำเลียงอาหารคลาดเคลื่อน แต่อธิบายทิศทางการลำเลียงอาหารและการลำเลียงน้ำได้บางส่วน เมื่อพิจารณาคลาดเคลื่อน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า ท่อลำเลียงอาหารทำหน้าที่ลำเลียงแร่ธาตุ นอกจากนี้ นักเรียนเข้าใจว่า การลำเลียงอาหารมีทิศทางการลำเลียงขึ้นบนหรือมีทิศทางการลำเลียงลงล่างเท่านั้น ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.35

ตารางที่ 4.35 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง การลำเลียงอาหารของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
มีลักษณะคล้ายสายยางแต่เล็กกว่า ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารเข้าสู่กระพาะ (S10 แบบวัดแนวคิด: 3 พฤษภาคม 2553)	ท่อลำเลียงอาหารเป็นท่อยาวๆ หน้าที่ลำเลียงอาหาร ทิศทางในการลำเลียงอาหารคือ บนลงล่างเท่านั้น ส่วนทิศทางการลำเลียงน้ำ คือ บนลงล่างและจากล่างขึ้นบน (S10 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S39 แบบวัดแนวคิด: 3 พฤษภาคม 2553)	ท่อลำเลียงอาหารเป็นจุดเล็ก ๆ อยู่ในเปลือกไม้ ทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร แร่ธาตุ ทิศทางในการลำเลียงอาหารคือ บนลงล่าง ส่วนทิศทางการลำเลียงน้ำ คือ จากล่างขึ้นบน (S39 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 40.4 (21 คน) เป็นร้อยละ 3.8 (2 คน) โดยนักเรียนอธิบายลักษณะและหน้าที่ของท่อลำเลียงอาหารคลาดเคลื่อน และอธิบายทิศทางการลำเลียงอาหารและการลำเลียงน้ำคลาดเคลื่อน ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.36

ตารางที่ 4.36 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)
เรื่อง การลำเลียงอาหารของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S09 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ท่อลำเลียงอาหารมีลักษณะเป็นรูเล็ก ๆ ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ มีทิศทางในการลำเลียงจากบนลงล่างเท่านั้น (S09 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S51 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	มีหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุจากดินเพื่อใช้เป็นอาหารให้กับต้นไม้ มีทิศทางในการลำเลียงจากล่างขึ้นบน (S51 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

4.4 การคายน้ำของพืช

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การคายน้ำของพืช ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ว่า ถ้าครูให้นักเรียนนำถุงพลาสติกใสคลุมใบของต้นไม้มัดบริเวณปลายถุง (มีรูภาพประกอบ) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใด จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าทั้งก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) มีเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ 3.8 (2 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่ามีไอน้ำมาเกาะบริเวณถุงพลาสติกใสเนื่องจากใบไม้เกิดการคายน้ำซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ของน้ำในพืชออกสู่ ภายนอกในรูปของไอน้ำ และส่วนใหญ่เกิดที่ปากใบ ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.37

ตารางที่ 4.37 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU)
เรื่อง การคายน้ำของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
ความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
จะมีน้ำอยู่ในถุง เพราะพืชจะคายน้ำออกจากใบ (S18 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	มีไอน้ำ ในถุงพลาสติกใสเพราะใบไม้คายน้ำ โดยน้ำในต้นไม้ออกมาข้างนอกเกิดที่ปากใบ (S18 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ในถุงจะมีละอองน้ำเล็ก ๆ อยู่เต็ม เพราะระเหย จากน้ำกลายเป็นไอน้ำและมีมาก ๆ ก็จะกลาย เป็นละอองน้ำเล็ก ๆ (S30 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	เกิดไอน้ำ ที่ถุงพลาสติก เพราะใบไม้เกิด การคายน้ำ ซึ่งเป็นกระบวนการที่น้ำออกมาทาง ปากใบในรูปของไอน้ำ (S30 แบบวัดแนวคิด: สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิด
สมบูรณ์บางส่วน (PU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 26.9 (14 คน) เป็นร้อยละ 78.8 (41 คน) โดยจัดกลุ่ม
แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนสามารถตอบได้ว่ามี
ไอน้ำเกาะบริเวณถุงพลาสติกใส เพราะใบไม้คายน้ำ แต่ไม่สามารถอธิบายกระบวนการคายน้ำได้
กลุ่มสอง นักเรียนสามารถตอบได้ว่ามีไอน้ำเกาะบริเวณถุงพลาสติกใสเพราะใบไม้คายน้ำ และ
สามารถอธิบายกระบวนการคายน้ำได้บางส่วน ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.38

ตารางที่ 4.38 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน
(PU) เรื่อง การคายน้ำของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
ความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไอน้ำเกาะตามถุงเพราะใบไม้คายน้ำออกมา จึงทำให้ไอน้ำเกาะกับถุง (S23 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ใบไม้เกิดการคายน้ำ ทำให้ ถุงพลาสติกใสมี หยดน้ำและไอน้ำเกาะอยู่ (S23 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ใบไม้โคตเร็ว เพราะได้น้ำจากไอน้ำที่อยู่ในถุง (S26 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	เกิดการคายน้ำที่ปากใบเกิดขึ้น และถุงพลาสติก มีไอน้ำมาเกาะอยู่ (S26 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 23.1 (12 คน) เป็นร้อยละ 15.4 (8 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่า มีไอน้ำเกาะบริเวณถุงพลาสติกใสเพราะไอน้ำคายน้ำ แต่อธิบายกระบวนการคายน้ำคลาดเคลื่อน โดยนักเรียนมีเข้าใจว่า พืชคายน้ำเพื่อปล่อยของเสีย พืชคายน้ำ เมื่อเกิดการสังเคราะห์แสง พืชคายน้ำเพื่อให้ใบชุ่มชื้น พืชคายน้ำเพื่อกักเก็บน้ำ และ พืชคายน้ำเนื่องจากไม่มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส ดังตัวอย่างใน ตารางที่ 4.39

ตารางที่ 4.39 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่ม แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง การคายน้ำของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S14 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	มีไอน้ำอยู่ในถุงพลาสติกใส เพราะเกิดการสังเคราะห์แสง (S14 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไอน้ำจะมาติดอยู่ในถุง เพราะต้นไม้คายน้ำออกมา น้ำนั้นสามารถกินได้ และต้นไม้คายน้ำ เพราะจะสลับเปลี่ยนแก๊ส (S17 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	พืชคายน้ำ ทำให้ถุงพลาสติกมีไอน้ำมาเกาะและทำให้ต้นไม้สามารถกักเก็บน้ำมาใหม่ (S17 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 40.4 (21 คน) เป็น ร้อยละ 1.9 (1 คน) โดยนักเรียนเข้าใจว่า ถ้านำถุงพลาสติกใสคลุมใบของต้นไม้ จะทำให้ใบไม้เหี่ยว ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.40

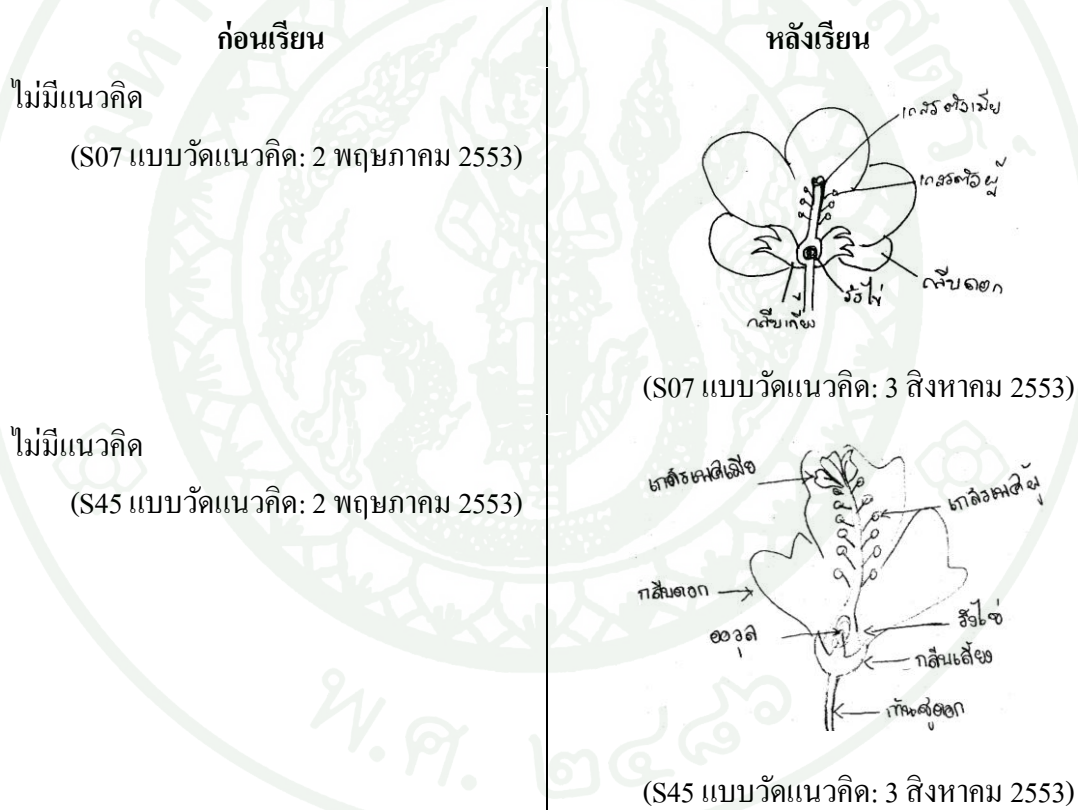
ตารางที่ 4.40 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง การคายน้ำของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ใบไม้เหี่ยว เพราะไม่มีอากาศถ่ายเท (S04 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ใบไม้เหี่ยว เพราะขาดอากาศหายใจ (S04 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

5. การสืบพันธุ์ของพืช

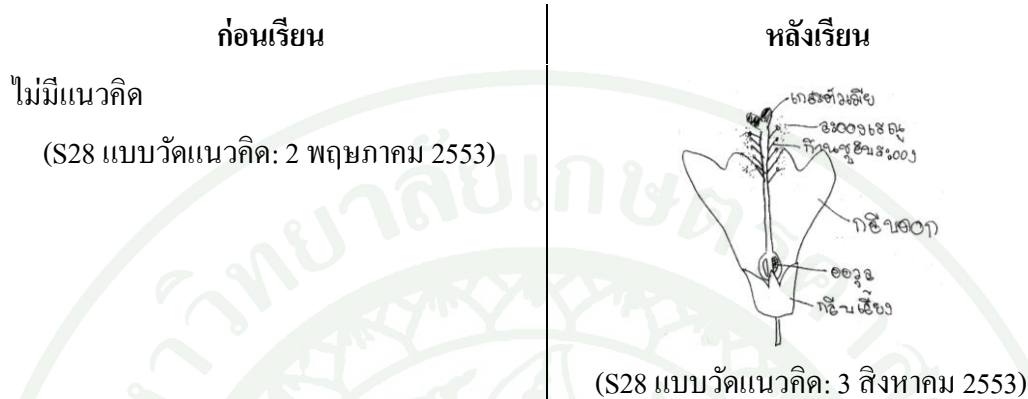
5.1 โครงสร้างของดอก

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง โครงสร้างของดอก ผู้วิจัยให้นักเรียนวาดภาพ โครงสร้างของดอก พร้อมระบุส่วนประกอบของโครงสร้างดอก จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทั้งก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) มีเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ 53.8 (28 คน) โดยนักเรียนสามารถวาดภาพโครงสร้างของดอก และระบุส่วนประกอบของดอกได้ครบถ้วน ดังภาพที่ 4.25



ภาพที่ 4.25 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง โครงสร้างของดอก ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ บางส่วน (PU) มีเพิ่มมากขึ้นจากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ 13.5 (7 คน) โดยนักเรียนสามารถวาดภาพโครงสร้างของดอกได้ แต่ระบุส่วนประกอบของดอกไม่ครบถ้วน ดังภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.26 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง โครงสร้างของดอก ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 65.4 (34 คน) เป็น ร้อยละ 32.7 (17 คน) โดยนักเรียนวาดภาพโครงสร้างของดอกสมบูรณ์ แต่ระบุส่วนประกอบของดอกคลาดเคลื่อน ดังภาพที่ 4.27



ภาพที่ 4.27 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง โครงสร้างของดอก ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ตารางที่ 4.41 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง กระบวนการสืบพันธุ์ของดอก ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S10 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	จะเกิดการปฏิสนธิระหว่างละอองเรณูกับไข่ แล้วเกิดเป็นผลต่อไป (S10 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
จะเกิดการปฏิสนธิกับเกสรเพศผู้กับเกสรเพศเมีย (S24 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ละอองเรณูสร้างหลอดและเจาะเข้าไปในไข่จึง เกิดการปฏิสนธิเกิดขึ้น (S24 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 23.1 (12 คน) เป็นร้อยละ 15.4 (8 คน) โดยนักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการสืบพันธุ์ของดอกได้บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.42

ตารางที่ 4.42 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่ม แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง กระบวนการสืบพันธุ์ของดอก ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S45 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ละอองเรณูเข้าไปในไข่ และทำการปฏิสนธิ ออวุลเจริญไปเป็นผล (S45 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S50 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	เกิดการการปฏิสนธิขึ้นระหว่างเซลล์สืบพันธุ์ เพศผู้และเพศเมีย และเกิดเป็นดอกใหม่ขึ้นมา (S50 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 36.5 (19 คน) เป็นร้อยละ 17.3 (9 คน) โดยนักเรียนอธิบายกระบวนการสืบพันธุ์ของดอกคลาดเคลื่อน ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.43

ตารางที่ 4.43 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่ม แนวคิดคลาดเคลื่อน(SM) เรื่อง กระบวนการสืบพันธุ์ของดอก ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S15 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	เมื่อละอองเรณูมาตกลงบนเกสรตัวเมียแล้ว จะตกใส่อวุลด้วย (S15 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S47 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	เกิดการผสมพันธุ์และเกิดเป็นดอกใหม่ขึ้นมา (S47 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

6. การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช

6.1 การตอบสนองต่อแสงของพืช

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การตอบสนองต่อแสงของพืช ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ คือ นายเขียวได้รับต้นไม้ม้าจากเพื่อนเป็นของขวัญวันเกิด เขาจึงนำกระถางต้นไม้ม้าไว้ในสวนหน้าบ้าน ต่อมาสุนัขของเขาได้ทำกระถางต้นไม้ม้า (มีรูปภาพประกอบ) นักเรียนคิดว่าถ้ากระถาง ต้นไม้อยู่ในลักษณะนี้อีก 1 เดือนจะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใด จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) แต่พบนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 1.9 (1 คน) เป็น ร้อยละ 36.5 (19 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนสามารถตอบได้ว่า ต้นไม้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยปลายยอดของพืชเจริญเอนเข้าหาแสง แต่ไม่สามารถให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ว่าแสงทำให้สารเคมีชนิดหนึ่งในเนื้อเยื่อกระจายไปทางด้านตรงข้ามกับแสงมีผลทำให้เซลล์ด้านที่อยู่ตรงข้ามกับแสงยืดตัวได้มากกว่าด้านที่ถูกแสงทำให้ปลายยอดเอนเข้าหาแสง กลุ่มสอง นักเรียนสามารถตอบได้ว่า ต้นไม้เกิดการเปลี่ยน

แปลงโดยปลายยอดของพืชเจริญเอนเข้าหาแสงและ สามารถให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้บางส่วน ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.44

ตารางที่ 4.44 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เรื่อง การตอบสนองต่อแสงของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S13 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	พืชที่ล้มจะมีปลายยอดชี้ขึ้นหาแสง เพราะพืชมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าคือ แสง (S13 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ต้นไม้จะเจริญเติบโตไม่ดี เพราะการที่กระถางต้นไม้ร้อนนั้น ต้นไม้ไม่สามารถได้รับสารอาหารแถมพวกหนอนจะกัดกินใบทำให้ต้นไม้ไม่สามารถขับถ่ายน้ำออกจากใบได้ (S20 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ต้นพืชจะเอนขึ้น เพราะพืชตอบสนองต่อแสงเกิดขึ้นจากสารเคมีชนิดหนึ่งในพืช (S20 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 9.6 (5 คน) เป็นร้อยละ 5.8 (3 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่า ต้นไม้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยปลายยอดของพืชชูขึ้นแต่นักเรียนให้ เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคิดคลาดเคลื่อนดังกล่าวพบว่า นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า สาเหตุที่ปลายยอดของพืชชูขึ้นเกิดขึ้นจากพืชต้องการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.45

ตารางที่ 4.45 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่ม แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง การตอบสนองต่อแสงของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ต้นไม้ตาย เพราะไม่ได้รับแสง (S04 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ยอดของต้นไม้สูงขึ้น เพราะต้องการได้รับแสง อย่างเต็มที่และหนีแรงโน้มถ่วงของโลก และ เพราะต้องการสังเคราะห์แสง (S04 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ต้นไม้เหี่ยว และต้นไม้ตายในที่สุด เพราะไม่ได้ รับแสงแดดด้านหนึ่ง (S46 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ต้นพืชจะเอนขึ้น เพราะแรงโน้มถ่วงของโลก (S46 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 71.2 (37 คน) เป็นร้อยละ 57.7 (30 คน) โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่า ต้นไม้ตาย เหี่ยวเฉา หรือไม่เจริญเติบโต กลุ่มสอง นักเรียนมีความเข้าใจว่า ต้นไม้เจริญเติบโตตามปกติ ตัวอย่างในตารางที่ 4.46

ตารางที่ 4.46 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่ม แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เรื่อง การตอบสนองต่อแสงของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ไม่มีแนวคิด (S23 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ต้นไม้อาจเจริญเติบโตตามปกติ เพราะได้รับแสง และน้ำอย่างอุดมสมบูรณ์ (S23 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ต้นไม้อาจมีลักษณะยาวตามพื้น เพราะกระถาง มีลักษณะเป็นแนวนอนก็จะทำให้ต้นไม้ เจริญเติบโตเป็นแนวนอน (S38 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	พืชจะตาย เพราะลำต้นถูกแดดเผาจนไหม้ (S38 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

6.2 การตอบสนองต่อการสัมผัสของพืช

ในการวัดแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การตอบสนองต่อการสัมผัสของพืช ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ คือ ถ้านักเรียนสัมผัสต้นไมยราบ นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใด จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทั้งก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) มีเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0 เป็น ร้อยละ 3.8 (2 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่า ใบของต้นไมยราบจะหุบลงทันทีเมื่อถูกสัมผัส และให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ว่า เกิดจากกลุ่มเซลล์ที่โคนก้านใบจะสูญเสียน้ำให้กับช่องว่างระหว่างเซลล์ต่อมาใบจะกลับคืนเหมือนปกติดังตัวอย่างในตารางที่ 4.47

ตารางที่ 4.47 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เรื่อง การตอบสนองต่อการสัมผัสของต้นไมยราบก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ใบจะหุบ เพราะใบไมยราบถ้ามีวัตถุมาโดนมันจะหุบใบของมันทันที (S01 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ใบของต้นไมยราบหุบลงทันทีเพราะกลุ่มเซลล์ที่โคนก้านใบเกิดการสูญเสียน้ำให้กับช่องว่างระหว่างเซลล์ และกลับมาเหมือนปกติอีก (S01 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S45 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ใบไมยราบหุบทันทีแต่ต่อมาจะบานเหมือนเดิม ใบไมยราบหุบเพราะกลุ่มเซลล์โคนก้านใบมีการสูญเสียน้ำให้กับช่องว่างระหว่างเซลล์ (S45 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) มีเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 44.2 (23 คน) เป็นร้อยละ 71.2 (37 คน) โดยจัดกลุ่มแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ของนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นักเรียนสามารถตอบได้ว่า ใบของต้นไมยราบจะหุบลงทันทีเมื่อถูกสัมผัส แต่ให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้บางส่วน กลุ่มสอง หรือไม่สามารถให้เหตุผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.48

ตารางที่ 4.48 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่มแนวคิดสมบูรณบางส่วน (PU) เรื่อง การตอบสนองต่อการสัมผัสของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ทำให้ใบไมยราบเหี่ยวเฉา (S48 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ใบไมยราบหุบลงเมื่อไปสัมผัสและใบจะบาน อีก (S48 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)
ไม่มีแนวคิด (S52 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ถ้าสัมผัสถูกต้นไมยราบจะหุบลงทันที เกิดจาก การสูญเสียน้ำให้กับช่องว่างของเซลล์ (S52 แบบวัดแนวคิด: 3 สิงหาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีจำนวนลดลงจากร้อยละ 30.8 (16 คน) เป็นร้อยละ 25.0 (13 คน) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่า ใบของต้นไมยราบจะหุบลงทันทีเมื่อถูกสัมผัสแต่ให้เหตุผลจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนพบว่านักเรียนมีความเข้าใจว่าสาเหตุที่ใบของต้นไมยราบหุบนั้นเป็นการป้องกันอันตราย ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.49

ตารางที่ 4.49 ตัวอย่าง แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกลุ่ม แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เรื่อง การตอบสนองต่อการสัมผัสของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ใบไมยราบเกิดการหุบตัวลง เพราะมือเราไป โดนใบของไมยราบ (S05 แบบวัดแนวคิด: 2 พฤษภาคม 2553)	ถ้าสัมผัสถูกต้นไมยราบจะหุบลงทันที เกิดจาก การป้องกันอันตราย (S05 แบบวัดแนวคิด: 3 พฤษภาคม 2553)

หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ดังนั้นจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ลดลงจากร้อยละ 9.6 (5 คน) เป็นร้อยละ 0 และหลังเรียนไม่พบนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดในเรื่องนี้

การอภิปรายผลแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและ การดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียน มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) และมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนขณะที่ จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) หลังเรียนมีจำนวนลดลงจากก่อนเรียนและหลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า ไม่มีนักเรียนคนใดที่ไม่มีแนวคิด (N) ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าว มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาทิตยา จิตรเอื้อเพื่อ (2551) ที่ศึกษาการส่งเสริมแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนา แนวคิดของนักเรียนได้ โดยหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมี แนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

จากผลการวิจัยที่บ่งชี้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถส่งเสริมแนวคิด ของนักเรียนได้ โดยในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้มีการส่งเสริมแนวคิด ดังนี้

ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนจากการใช้คำถามจาก สถานการณ์ จากรูปภาพ จากความสนใจของนักเรียน จากความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนสนใจ สร้างคำถาม เกิดการอภิปราย กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย เกิดการอยากเรียนรู้ และทำ ความเข้าใจในประเด็นจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียนแล้ว ในขั้นสำรวจและค้นหาให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ตั้งคำถาม ตั้งปัญหา กำหนดตัวแปร ตั้งสมมติฐาน ออกแบบกิจกรรมการทดลอง ระบุอุปกรณ์ การทดลองและสารเคมี ออกแบบตารางบันทึกผล คิดวิธีการนำเสนอ และร่วมกันอภิปราย

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explantion) เมื่อได้ข้อมูลเพียงพอจากขั้นสำรวจและค้นหาจึงให้ นักเรียนนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นมาเชื่อมโยงกับ ความรู้เดิมหรือความรู้ใหม่จากข้อมูล จากสถานการณ์ จากวิดิทัศน์ จากรูปภาพ จากของจริงมาใช้ อธิบายสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และเกิดความรู้ที่กว้างขึ้น

ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การตอบคำถาม การทำใบงาน การทำใบกิจกรรมการทดลอง ในขั้นตอนนี้จะประเมินการพัฒนาแนวคิดของนักเรียน จากการให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิด หลังจบแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน

ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาแนวคิดของนักเรียนในกาสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในงานวิจัยนี้ สอดคล้องกับ สสวท. (2545) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนานักเรียนให้ได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง สามารถเสาะหาความรู้และวิเคราะห์ข้อมูลได้โดยมีขั้นตอน 5 ขั้น จึงส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งแนวคิด หลักการ ทฤษฎี และได้ลงมือปฏิบัติเพื่อได้ความรู้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป ในทำนองเดียวกัน สมบัติ การจนรักพงษ์ (2545) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้อย่างเป็นระบบที่เรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) นักเรียนได้ใช้ขั้นตอน การสืบเสาะหาความรู้ เพื่อค้นหาความรู้ สร้างความรู้จากการสังเกต จากการตรวจสอบด้วยเหตุผล จากการทดลอง เพื่อนำข้อมูลมาใช้อ้างอิง สนับสนุน เชื่อมโยง เมื่อนักเรียนค้นพบข้อมูลหรือ หลักฐานที่แตกต่างจากความรู้เดิมของนักเรียน จึงช่วยพัฒนาการคิด และสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้

คำถามวิจัยข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการคิดสร้างสรรค์เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 3 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดการคิดสร้างสรรค์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งมีทั้งหมด 6 แผน ได้แก่ เซลล์ การแพร่และการออสโมซิส การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การลำเลียงสารของพืช การสืบพันธุ์ของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช โดยผู้วิจัยใช้แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ 3 ครั้ง คือ หลังจบแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การแพร่และการออสโมซิส (แผน 2) การลำเลียงสารของพืช (แผน 4) และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช (แผน 6) ตามลำดับ โดยแบบวัดการคิดสร้างสรรค์แต่ละชุดมีข้อคำถามที่แตกต่างกันตามเนื้อหาที่สอนในแต่ละแผนแต่ทุกชุดถูกออกแบบให้สามารถวัดการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ 3 ประเภทเหมือนกัน คือ การคิดคล่อง (Fluency Thinking) การคิดยืดหยุ่น (Flexibility Thinking) และการคิดริเริ่ม (Originality Thinking) (Torrance, 1992) จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามประเภทการคิดสร้างสรรค์ 3 ประเภท โดยอ่านคำตอบของนักเรียนทุกคน เป็นรายชื่ออย่างละเอียด แล้วทำการจัดกลุ่มและหาความถี่ของคำตอบแล้ว ให้คะแนนการคิดสร้างสรรค์ แต่ละประเภทตามเกณฑ์

การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวทางของสุมาลี กาญจนชาติ (2525)

พัฒนาการการคิดสร้างสรรค์ในภาพรวม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีการคิดสร้างสรรค์ในทุกประเภทพัฒนาขึ้น กล่าวคือ ในด้านการคิดคล่อง พบว่า หลังการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของการคิดคล่องอยู่ที่ 2.10 แต่เมื่อผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการคิดคล่องของนักเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 2.50 และ 3.90 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการคิดคล่อง สำหรับด้านการคิดยืดหยุ่น พบว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนมีค่าเฉลี่ยการคิดยืดหยุ่น เท่ากับ 1.44 แต่เมื่อผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการคิดยืดหยุ่นของนักเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 1.65 และ 2.42 ตามลำดับ ดังนั้นแสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการของการคิดยืดหยุ่น สำหรับด้านการคิดริเริ่ม พบว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนมีค่าเฉลี่ยการคิดริเริ่มเท่ากับ 1.25 แต่เมื่อผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการคิดริเริ่มของนักเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 1.54 และ 3.17 ตามลำดับ แสดงว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการคิดริเริ่ม ดังแสดงในตารางที่ 4.50

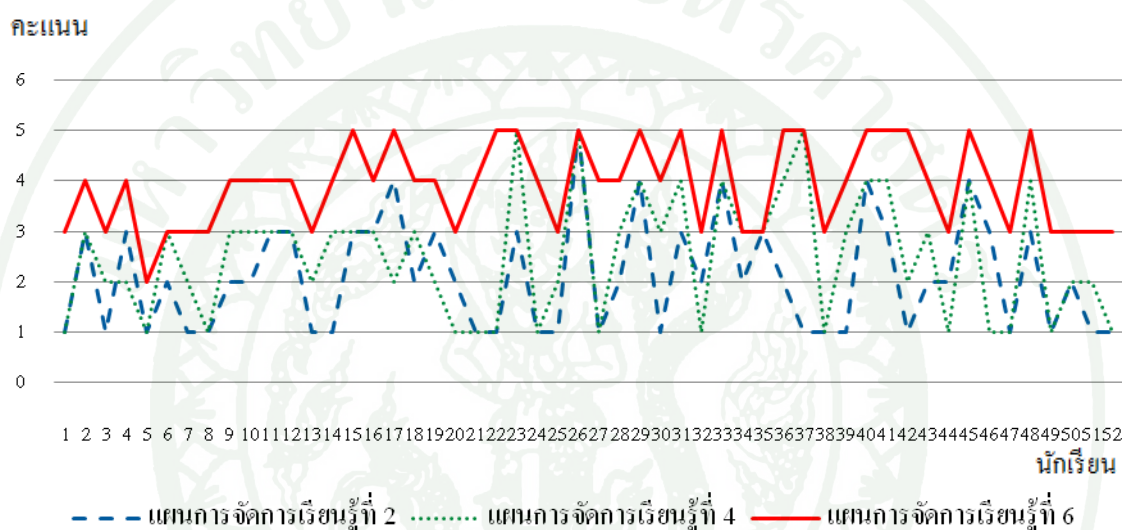
ตารางที่ 4.50 การคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแต่ละประเภท

ประเภทการคิดสร้างสรรค์	N	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4		แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1. การคิดคล่อง (Fluency)	52	2.10	1.09	2.50	1.22	3.90	0.84
2. การคิดยืดหยุ่น (Flexibility)	52	1.44	0.60	1.65	0.62	2.42	0.28
3. การคิดริเริ่ม (Originality)	52	1.25	2.38	1.54	2.31	3.17	2.95

พัฒนาการการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล

เมื่อทำการวิเคราะห์พัฒนาการการคิดสร้างสรรค์แต่ละประเภทของนักเรียนเป็นรายบุคคล หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการการคิดสร้างสรรค์ในทุกประเภท ดังแสดงในภาพที่ 4.28, 4.29 และ 4.30

พัฒนาการการคิดสร้างสรรค์ประเภทการคิดคล่อง



ภาพที่ 4.28 การเปรียบเทียบคะแนนการคิดสร้างสรรค์ประเภทการคิดคล่อง (Fluency Thinking) ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นรายบุคคล หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากภาพที่ 4.28 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการคิดสร้างสรรค์ประเภทการคิดคล่อง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นรายบุคคล หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ที่ 4 และที่ 6 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการของการคิดคล่อง ซึ่งพัฒนาการด้านการคิดคล่องของนักเรียนมี 5 ลักษณะ และเพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจ ผู้วิจัยขอเสนอลักษณะพัฒนาการของนักเรียนในด้านการคิดคล่องด้วยสัญลักษณ์ประกอบคำอธิบาย ดังนี้

พัฒนาการการคิดคล่องของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่พบมากที่สุดคือ $\nearrow$ (21 คน ร้อยละ 40.38) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดคล่องเท่ากันเมื่อวัดด้วยแบบวัดการคิดสร้างสรรค์หลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 4 แต่เมื่อวัดการคิดคล่องในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาการคิดคล่องเพิ่มขึ้น

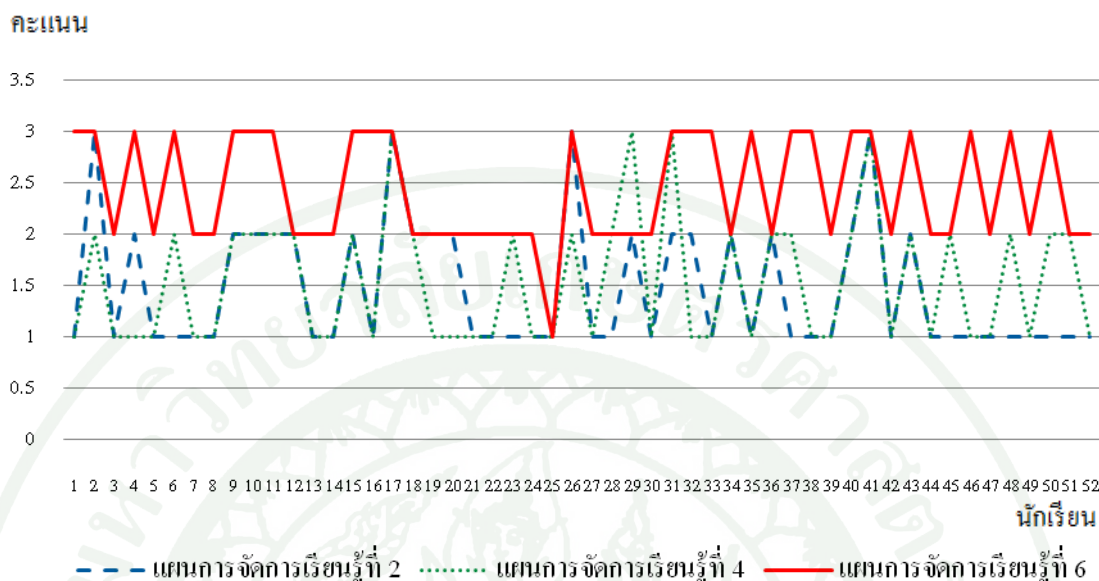
พัฒนาการการคิดคล่องของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่พบรองลงมาคือลักษณะ $\nearrow$ (17 คน ร้อยละ 32.69) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดคล่องเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ หลังเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2, 4 และ 6 ตามลำดับ

พัฒนาการการคิดคล่องของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะ $\checkmark$ พบร้อยละ 13.46 (7 คน) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดคล่อง หลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 สูงกว่าหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 อย่างไรก็ตามเมื่อวัดการคิดคล่องหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาการคิดคล่องเพิ่มมากขึ้นกว่าทั้งในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และที่ 4

พัฒนาการการคิดคล่องของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่พบ น้อยคือ ลักษณะ $\nearrow$ (5 คน ร้อยละ 9.62) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดคล่องเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ เมื่อวัดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 6 ตามลำดับ

พัฒนาการการคิดคล่องของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่พบ น้อยที่สุด คือ ลักษณะ $\longrightarrow$ (2 คน ร้อยละ 3.85) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดคล่องเท่ากันในทุกครั้ง หลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2, 4 และ 6

พัฒนาการการคิดสร้างสรรค์ประเภทการคิดยืดหยุ่น



ภาพที่ 4.29 การเปรียบเทียบคะแนนการคิดสร้างสรรค์ประเภทการคิดยืดหยุ่น (Flexibility Thinking) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นรายบุคคลหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากภาพที่ 4.29 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการคิดสร้างสรรค์ประเภทการคิดยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นรายบุคคลหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ที่ 4 และที่ 6 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการการคิดยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น ซึ่งพัฒนาการด้านการคิดยืดหยุ่นของนักเรียนมี 6 ลักษณะ และเพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจ ผู้วิจัยขอเสนอลักษณะพัฒนาการของนักเรียนในด้านการคิดยืดหยุ่นด้วยสัญลักษณ์ประกอบคำอธิบาย ดังนี้

พัฒนาการการคิดยืดหยุ่นของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่พบ มากที่สุดคือ $\nearrow$ (28 คน ร้อยละ 53.85) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดยืดหยุ่นเท่ากัน เมื่อวัดด้วยแบบวัดการคิดสร้างสรรค์หลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 4 แต่เมื่อวัดการคิดยืดหยุ่นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาการการคิดยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น

พัฒนาการการคิดยืดหยุ่นของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่พบ รองลงมาคือ ลักษณะ $\nearrow$ (8 คน ร้อยละ 15.38) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ เมื่อวัดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 6 ตามลำดับ

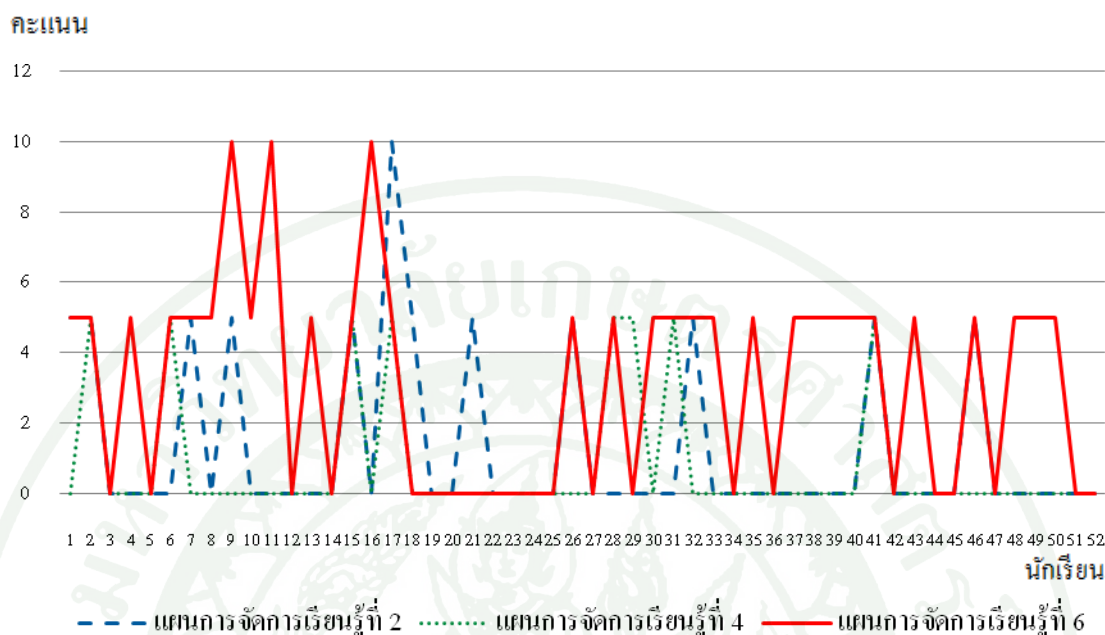
พัฒนาการการคิดยืดหยุ่นของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่พบ รองลงมาคือ ลักษณะ $\longrightarrow$ (7 คน ร้อยละ 13.46) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดยืดหยุ่น เท่ากันในทุกครั้งหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2, 4 และ 6

พัฒนาการการคิดยืดหยุ่นของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่พบ น้อยคือ ลักษณะ $\nearrow$ (5 คน ร้อยละ 9.62) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดยืดหยุ่น เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ หลังเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2, 4 และ 6 ตามลำดับ

พัฒนาการการคิดยืดหยุ่นของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่พบ น้อยรองลงมาคือ ลักษณะ ∇ (3 คน ร้อยละ 5.77) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดยืดหยุ่น หลัง เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ต่ำกว่าหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และอย่างไรก็ตามเมื่อวัดการคิดยืดหยุ่นหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาการคิดยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น เท่ากับคะแนนที่วัดหลังแผนการจัดเรียนรู้ที่ 2

พัฒนาการการคิดยืดหยุ่นของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่พบ น้อยที่สุดคือ ลักษณะ $\checkmark$ พบร้อยละ 1.92 (1 คน) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดยืดหยุ่นหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ต่ำกว่าหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 อย่างไรก็ตามเมื่อวัดการคิดยืดหยุ่นหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาการคิดยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นมากกว่าคะแนนที่วัดหลังแผนการจัดเรียนรู้ที่ 2 และ 4

พัฒนาการการคิดสร้างสรรค์ประเภทการคิดริเริ่ม



ภาพที่ 4.30 การเปรียบเทียบคะแนนการคิดสร้างสรรค์ประเภทการคิดริเริ่ม (Originality Thinking) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นรายบุคคลหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากภาพที่ 4.30 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการคิดสร้างสรรค์ประเภทการคิดริเริ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นรายบุคคลหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ที่ 4 และที่ 6 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการคิดริเริ่มเพิ่มขึ้น ซึ่ง พัฒนาการด้านการคิดริเริ่มของนักเรียนมี 8 ลักษณะ และเพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจ ผู้วิจัยขอเสนอ ลักษณะพัฒนาการของนักเรียนในด้านการคิดริเริ่มด้วยสัญลักษณ์ประกอบคำอธิบายดังนี้

พัฒนาการการคิดริเริ่มของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่พบมากที่สุด คือ $\nearrow$ (17 คน ร้อยละ 32.69) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดริเริ่มเท่ากัน เมื่อวัดด้วยแบบวัดการคิดสร้างสรรค์หลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 4 แต่เมื่อวัดการคิดริเริ่มใน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาการคิดริเริ่มเพิ่มขึ้น

การคิดริเริ่มของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะ —— พบมากร้อยละ 26.92 (14 คน) กล่าวคือ นักเรียนไม่มีการคิดริเริ่มเมื่อวัดด้วยแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ หลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ที่ 4 และ 6

พัฒนาการการคิดริเริ่มของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่พบรองลงมา คือ ลักษณะ ——→ (7 คน ร้อยละ 13.46) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดริเริ่มเท่ากันในทุกครั้งหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2, 4 และ 6

พัฒนาการการคิดริเริ่ม ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่พบรองลงมาคือ ลักษณะ ↗ (6 คน ร้อยละ 11.53) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดริเริ่มตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และเพิ่มขึ้นอย่างคงที่เมื่อวัดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 6 ตามลำดับ

พัฒนาการการคิดริเริ่ม ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่พบน้อย มี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะ ↘ (3 คน ร้อยละ 5.78) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดริเริ่มในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มากกว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 แต่เมื่อวัดการคิดริเริ่มในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 พบว่า นักเรียนมีคะแนนการคิดริเริ่มลดลงเท่ากับในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และลักษณะ ↘ (3 คน ร้อยละ 5.78) กล่าวคือนักเรียนมีคะแนนการคิดริเริ่มตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และลดลงอย่างคงที่เมื่อวัดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 6 ตามลำดับ

พัฒนาการการคิดริเริ่ม ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่พบน้อยที่สุด มี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะ ↗ (1 คน ร้อยละ 1.92) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดริเริ่มหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ต่ำกว่าหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 อย่างไรก็ตาม เมื่อวัดการคิดริเริ่มหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 พบว่า นักเรียนมีคะแนนการคิดริเริ่มเท่ากับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และลักษณะ ↗ (1 คน ร้อยละ 1.92) กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนการคิดริเริ่มเพิ่มขึ้นเป็นลำดับหลังเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2, 4 และ 6 ตามลำดับ

การอภิปรายผลการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีการคิดสร้างสรรค์ประเภท การคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น และการคิดริเริ่ม เพิ่มขึ้นในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ บัวรอย หม่องกี (2549) ที่ศึกษาการออกแบบกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช และพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ โดยหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีการคิดสร้างสรรค์ประเภท การคิดคล่อง การคิดริเริ่ม และการคิดละเอียดละออ เพิ่มขึ้น

ผลการวิจัยยังชี้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สอดแทรกกิจกรรมส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ในงานวิจัยนี้ สามารถพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ โดยในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีการสอดแทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เมื่อพิจารณาการคิดสร้างสรรค์ในแต่ละประเภท พบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนโดยภาพรวมและรายบุคคลมีการคิดคล่องเพิ่มขึ้นตามลำดับ จากค่าเฉลี่ย คะแนนการคิดคล่อง 2.10 เป็น 2.50 และ 3.90 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สอดแทรกกิจกรรมการส่งเสริมการคิดคล่องได้แก่ การให้นักเรียนคิดคำตอบจากคำถาม สถานการณ์ การวาดภาพ การระดมสมอง และการอภิปราย ภายในเวลาที่กำหนดและการคิดสิ่งประดิษฐ์ในเวลาที่กำหนด จะช่วยให้นักเรียนมีโอกาใช้ความคิด และจินตนาการมากขึ้น ทำให้นักเรียนมีการคิดคล่องมากขึ้น

ในด้านการคิดยืดหยุ่น พบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนโดยภาพรวมและรายบุคคลมีการพัฒนาของการคิดยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการคิดคล่อง โดยมีคะแนนการคิดยืดหยุ่นเฉลี่ยเพิ่มขึ้น จาก 1.44 เป็น 1.65 และ 2.42 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สอดแทรกกิจกรรมการส่งเสริมการคิดยืดหยุ่นได้แก่ การให้นักเรียนคิดจากการระดมสมอง การตั้งคำถาม การตั้งตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การเลือกอุปกรณ์การทดลองและสารเคมี การออกแบบตารางบันทึกผลการนำเสนอ และการอภิปราย ทำให้นักเรียนมีโอกาใช้ความคิดและการจินตนาการ และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดยืดหยุ่นมากขึ้น

สำหรับการคิดริเริ่ม พบว่า นักเรียนโดยภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยการคิดริเริ่มเพิ่มขึ้นหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จาก 1.25 เป็น 1.54 และ 3.17 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการส่งเสริมการคิดริเริ่ม ได้แก่ การให้นักเรียนคิดจากการระดมสมอง การออกแบบกิจกรรมการทดลอง การออกแบบตารางบันทึกผล การอภิปราย และการนำเสนอ ทำให้นักเรียนมีโอกาสใช้ความคิดริเริ่มและจินตนาการ ส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการการคิดริเริ่มเพิ่มขึ้น

ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในงานวิจัยนี้ สอดคล้องกับ Davis (1973 อ้างใน พันธุ์ ทองชุมนุช, 2547) และ สุวัฒน์ นิยมคำ (2532) ที่กล่าวว่า การสอนเพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสามารถทำได้หลายวิธี อาทิ การสอนให้นักเรียนเกิดจินตนาการ การสอนให้นักเรียนเกิดความคิดแปลกใหม่ การสอนให้นักเรียนปฏิบัติจริง การสร้างสถานการณ์ที่ส่งเสริมการคิด การสอนที่ทำให้นักเรียนรู้สึกอยากเรียนรู้ ตื่นเต้นกับสิ่งที่ค้นพบ การสอนโดยเทคนิคการระดมสมองให้นักเรียนคิดหลากหลาย ในเวลาจำกัด เป็นต้น ในทำนองเดียวกัน ภพ เลหาไพบุลย์ (2540) กล่าวว่า วิธีส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์มีหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการระดมสมอง โดยครูให้นักเรียนช่วยกันระดมสมอง คิดวิธีการในการแก้ปัญหาหรือคิดประดิษฐ์สิ่งใดสิ่งหนึ่ง การใช้คำถาม การวาดภาพ การเขียน คำตอบ และการใช้รูปภาพ เป็นต้น จะเห็นได้ว่า การส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมีหลายวิธีและสามารถสอดคล้องไปกับกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการของการคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ที่เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นี้เป็นงานวิจัยแบบกรณีศึกษา งานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ โดยระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู แนวคิด และการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนรู้เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชมาแล้ว ในปีการศึกษา 2552 และนำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้ในงานวิจัยระยะที่ 2 โดยงานวิจัยระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในปีการศึกษา 2553 ดังนั้นคำถามวิจัยของการวิจัยนี้คือ

สรุปวิธีดำเนินการวิจัย

คำถามวิจัย

ระยะที่ 1

1. สภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช เป็นอย่างไร

1.1 สภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช เป็นอย่างไร

1.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิด เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร

1.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการคิดขั้นสูง เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร

ระยะที่ 2

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีแนวคิดเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการคิดสร้างสรรค์เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช อย่างไร หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถานที่ดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาใน โรงเรียนสอนศิวิทธาคาร (นามสมมติ) ซึ่งเป็น โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในจังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ แบ่งออกตามระยะการวิจัย ดังนี้

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยระยะที่ 1 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในปีการศึกษา 2552 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวน 151 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จากห้องเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน และครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในเรื่องดังกล่าว จำนวน 3 คน

กรณีศึกษาในงานวิจัยระยะที่ 2 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยกรณีศึกษาในระยะที่ 2 มีลักษณะใกล้เคียงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาในระยะที่ 1

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 6 แผน ครอบคลุมแนวคิดหลัก 6 แนวคิด ได้แก่ เซลล์ การแพร่และการออสโมซิส

การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การลำเลียงสารของพืช การสืบพันธุ์ของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช ใช้เวลาสอนทั้งหมด 18 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. แบบสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช
2. แบบสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงของนักเรียนและการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูงของนักเรียน
3. แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช (ของนักเรียน) ร่วมกับการสัมภาษณ์นักเรียน
4. แบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช (ของนักเรียน)
5. แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงวิชาวิทยาศาสตร์ (ของนักเรียน)
6. แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ (ของนักเรียน)

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

1. สภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2552

ผู้วิจัยทำการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structure Interview) เกี่ยวกับบริบทของโรงเรียนและห้องเรียน ภูมิหลังของครู ภูมิหลังของนักเรียน วิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผลและเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนที่ผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในปีการศึกษา 2552 จำนวน 151 คน โดยให้นักเรียนทำแบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช จากนั้นสุ่มนักเรียนจำนวน 15 คน มาทำการสัมภาษณ์เกี่ยวกับวิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผลของครู จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูและนักเรียน โดยวิธีวิเคราะห์แบบอุปนัย (Inductive analysis) โดยแบ่งประเด็นการวิเคราะห์ออกเป็น 6 ประเด็น คือ บริบทของโรงเรียนและห้องเรียน ภูมิหลังของครู ภูมิหลังของนักเรียน วิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล สำหรับข้อมูลจากแบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์โดยหาความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละวิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล

2. แนวคิด เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในปีการศึกษา 2552

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช โดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 151 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช มาแล้วในปีการศึกษา 2552 ทำแบบวัดแนวคิดจากนั้นทำการวิเคราะห์โดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม ตามกรอบแนวคิดของ Westbrook and Marek (1991) ได้แก่ แนวคิดสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (Partial Understanding: PU) แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception: PS) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misconception: SM) และไม่มีแนวคิด (No Understanding: N)

3. การคิดขั้นสูง เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในปีการศึกษา 2552

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยให้นักเรียนทำแบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดขั้นสูง 4 ประเภท ได้แก่ การคิดแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ โดยให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับพฤติกรรมที่บ่งชี้

การคิดขั้นสูงในแต่ละประเภทว่าตนเองมีพฤติกรรมดังกล่าวในระดับมาก ปานกลาง น้อย หรือ ไม่ได้ปฏิบัติ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ หาค่าเฉลี่ย และหาค่าร้อยละของการคิดขั้นสูงในแต่ละประเภทของนักเรียน และทำการสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงของนักเรียนและกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูงของนักเรียน เพื่อนำข้อมูลมาสนับสนุนข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินตนเองของนักเรียน

ระยะที่ 2 การศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

4. แนวคิด เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในปีการศึกษา 2553

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน ก่อนและหลังเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในปีการศึกษา 2553 โดยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งเป็นแบบวัดชุดเดียวกับที่ใช้ในงานวิจัยระยะที่ 1 จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม ตามกรอบแนวคิดของ Westbook and Marek (1991) ได้แก่ แนวคิดสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (Partial Understanding: PU) แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception: PS) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misconception: SM) และไม่มีแนวคิด (No Understanding: N) จากนั้นทำการเปรียบเทียบความถี่และร้อยละของนักเรียนก่อนและหลังเรียนในแต่ละกลุ่มแนวคิด เพื่อศึกษาแนวคิดของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

5. การคิดสร้างสรรค์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในปีการศึกษา 2553

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งมีทั้งหมด 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เซลล์ การแพร่และการออสโมซิส การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การลำเลียงสารของพืช การสืบพันธุ์ของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช โดยผู้วิจัยใช้แบบวัดการคิดสร้างสรรค์

หลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2, 4 และ 6 ตามลำดับ คือ หลังการเรียนรู้เรื่อง การแพร่และการออสโมซิส เรื่อง การลำเลียงสารของพืช และเรื่อง การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช ตามลำดับ โดยแบบวัดการคิดสร้างสรรค์แต่ละชุดมีข้อคำถามที่ แตกต่างกันตามเนื้อหาที่สอนในแผนแต่ทุกแบบวัดทุกฉบับถูกออกแบบให้วัดการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน 3 ประเภท เหมือนกัน คือ การคิดคล่อง (Fluency thinking) การคิดยืดหยุ่น (Flexibility thinking) และการคิดริเริ่ม (Originality thinking) (Torrance, 1992) จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามประเภทการคิดสร้างสรรค์ 3 ประเภท โดยอ่านคำตอบของนักเรียนทุกคนเป็นรายข้ออย่างละเอียด แล้วทำการจัดกลุ่มและหาความถี่ของคำตอบแล้วให้คะแนนการคิดสร้างสรรค์แต่ละประเภทตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวทางของสุมาลี กาญจนชาติ (2525)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ที่เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. สภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในปีการศึกษา 2552 พบว่า วิธีสอนที่ครูผู้สอนใช้มากที่สุดคือ การบรรยาย การทดลอง และการอภิปราย สื่อการสอนที่ครูใช้มากที่สุด คือ ใบความรู้ ใบกิจกรรมการทดลอง และแบบฝึกหัด ส่วนการวัดและประเมินผลที่ครูผู้สอนใช้มากที่สุดคือ การตรวจให้คะแนนจากใบกิจกรรมการทดลอง และแบบฝึกหัด

2. แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ในปีการศึกษา 2552 พบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในทุกแนวคิด โดยแนวคิดที่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ การตอบสนองต่อแสงของพืช ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวใบเลี้ยงคู่ ตามลำดับ

3. การคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ในเรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการคิดขั้นสูงในด้านการคิดแก้ปัญหา

การคิดตัดสินใจ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในระดับปานกลาง ส่วนในด้านการคิดสร้างสรรค์ นักเรียนส่วนใหญ่มีการคิดขั้นสูงในด้านนี้ในระดับน้อย

4. แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) และแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนในทุกแนวคิด ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีจำนวนลดลงในแนวคิดเรื่อง ความหมายและรูปร่างลักษณะของเซลล์ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การลำเลียงน้ำของพืช พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ การคายน้ำ โครงสร้างของดอก การตอบสนองต่อแสงของพืช และการตอบสนองต่อการสัมผัสของพืช ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนมีจำนวนลดลงในทุกแนวคิดและไม่มีนักเรียนที่ไม่แนวคิด (N) หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

5. คิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช พบว่า ในภาพรวมนักเรียนมีการคิดสร้างสรรค์ในทุกประเภท ได้แก่ การคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น และการคิดริเริ่ม เพิ่มขึ้นหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2, 4 และ 6 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนให้เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูต้องเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม สามารถสังเกต สามารถสัมผัส และสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ ไม่ใช่เพียงการจินตนาการในลักษณะนามธรรม ดังนั้นนอกจากการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แล้ว ครูผู้สอนควรออกแบบสื่อการสอนที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดการอยากเรียนรู้ และสิ่งสำคัญ คือ การนำเข้าสู่บทเรียน กล่าวคือ ถ้าครูผู้สอนสามารถนำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจ สร้างความประหลาดใจให้กับนักเรียนจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดการอภิปรายภายในชั้นเรียนได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้นักเรียนต้องการค้นหาคำตอบและ

พร้อมปรับเปลี่ยนแนวคิดของตนเองไปสู่แนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อาจไม่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ถ้านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในแนวคิดใดแนวคิดหนึ่งสามารถส่งผลให้นักเรียนเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนในแนวคิดอื่นตามไปด้วย เพราะฉะนั้นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการปรับเปลี่ยนแนวคิดคลาดเคลื่อนให้เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้ ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับภาษา หรือศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนใช้ในการตอบคำถาม เพราะผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า มีนักเรียนจำนวนมากใช้ภาษาหรือศัพท์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน และส่งผลให้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนตามไปด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาแนวคิดของนักเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชได้ ดังนั้นควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์อื่น ๆ
2. ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชของนักเรียนได้ ดังนั้นควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในการพัฒนาการคิดขั้นสูงประเภทอื่น ๆ ต่อไป เช่น การคิดแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. ควรมีการศึกษาผลเชิงลึกของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า สามารถพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างไร โดยอาจใช้วิธีการเก็บข้อมูลที่สามารถให้ข้อมูลเชิงลึก เช่น การสังเกตการสอนและการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อการพัฒนาความเข้าใจและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
4. ควรทำการศึกษามุมมองของผู้สอนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เช่น ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ปัญหาอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และวิธีการแก้ไขปัญหา เป็นต้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. 2542. การสังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาศักยภาพของเด็ก
ไทยด้านทักษะการคิด. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา

_____. 2546. การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษา
พื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2545. ลายแทงนักคิด. กรุงเทพมหานคร: บริษัทซัคเซสมีเดีย จำกัด.

จอมใจ เมี่ยมรทา. 2540. สภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนขยาย
โอกาสทางการศึกษาระมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ศิลป
ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์-การสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันทร์จิรา ภมรศิลป์ธรรม. 2551. การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ปิโตรเลียมและ
พอลิเมอร์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.
วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์-การสอน, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.

จ่านง พรายเข้มแข. 2526. เทคนิคการสอน กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเพื่อให้เกิดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

จีระนันท์ พูลพัฒน์. 2542. การจัดกระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
ของเด็ก. ภาควิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท.

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. 2546. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

ชาตรี เกิดธรรม. 2542. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เซ็นเตอร์ ดิสคัฟเวอรี จำกัด.

ชาติ แจ่มนุช. 2545. สอนอย่างไรให้คิดเป็น. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เลียงเชียง.

ทองสุข รวยสูงเนิน. 2552. โครงสร้างทักษะการคิด 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เอส.พี.เอ็น. การพิมพ์ จำกัด.

ทิสนา แจมมณี, พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, ศิริชัย กาญจนวาสี, ศรีนคร วิริยะสินันท์, นวลจิตต์ เขาวีระกิจ, ปัทมศิริ ชีรานุกษ์. 2544. วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์ จำกัด.

_____. 2552. ศาสตร์การสอน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปัญญา โพธิ์เสภา. 2544. ปัญหาและสาเหตุการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษากับโรงเรียนสังกัดสำนักงานประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

บัวรอย หม่องกี. 2547. การออกแบบกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญชม ศรีสะอาด. 2537. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์นการพิมพ์.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2542. เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย. ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2551. การพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด.

ปรียาพรวงศ์ อนุตรโรจน์. 2534. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

พงษ์ประพันธ์ พงศ์โสภณ. ม.ป.ป.. เอกสารประกอบการเรียนวิชารหัส 01159223. ม.ป.ม.

พันธ์ ทองชุมนุม. 2547. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุป. 2544. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวคิดวิธีและเทคนิค การสอน. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

_____. 2550. วิธีสอนแบบสืบสอบและวิธีสอนแบบโครงงาน: ความเหมือนที่แตกต่าง. วารสารหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 1 (กรกฎาคม-ธันวาคม): 14-26.

ภพ เลหาไพบุลย์. 2540. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

มาลินี จุฑะรพ. 2537. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อักษราพิพัฒน์ จำกัด.

ยุพิน พิพิธกุล. 2537. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: เอ็ดดิสันเพรสโปรดักส์.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2540. การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตนา เส็งสุข. 2540. การศึกษาแนวคิดเรื่อง พลังงาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา: กรณีศึกษา. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์-การสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รุตราญ อะหลี. 2553. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2551. “สภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวปฏิรูป
หลักสูตรวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ตามการรับรู้ของครูวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย.”
วารสารสงขลานครินทร์ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ (เมษายน-มิถุนายน 2551):
195-206.

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ ดารณี คำวังนัง. 2544. สอนเด็กให้คิดเป็น. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพ
มหานคร: บริษัทเมธีทปส์ จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545. มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2546. สารการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท.

สมบัติ การจนรักพงษ์. 2545. เทคนิคการสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด. กรุงเทพมหานคร:
บริษัท 21 เซนจูรี่ จำกัด.

สมศักดิ์ ภู่วิภาดารวรรณ. 2544. เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร:
บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542. รายงานการสัมมนา เรื่อง การปฏิรูปกระบวนการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542: ข้อคิดจาก
กรณีศึกษาต่างประเทศ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. 2544ก. รายงานการสัมมนา เรื่อง การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษา
แห่งชาติ: ข้อคิดจากกรณีศึกษาของต่างประเทศ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

_____. 2544ข. สร้างสรรค์นักคิด คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้าน
ทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพมหานคร: บริษัทรัตนพรชัย จำกัด.

_____. 2544ก. รายงานการวิจัยรูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้าน
ทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพมหานคร: บริษัทธนพรชัย จำกัด.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2551. สภาวะการศึกษาไทยปี2550/2551 ปัญหาความ
เสมอภาคและคุณภาพของการศึกษาไทย. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.ที.ซี.
คอมมิวนิเคชั่น.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้
แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
จำกัด.

ลำเจียร สระขาว. 2540. แนวคิดตลาดเคลื่อนเรื่อง การแพร่และออสโมซิสของนักเรียนชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 4 ในอำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ - การสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุพรรณิ คงกะนันท์. 2548. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้
บทเรียนเรื่อง แรงและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. การประชุมทาง
วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46.

สุภวัชร์ คลายมนต์. 2553. การพัฒนาความเข้าใจและความสามารถในการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้น
การคิดขั้นสูงของครูก่อนประจำการโดยใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาการคิดขั้นสูงในการสอน
วิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ - การสอน,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภางศ์ จันทวานิช. 2552. วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุมาลี กาญจนชาติ. 2525. การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
อายุ 11-15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
ศึกษาศาสตร์ - การสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรางค์ โค้วตระกูล. 2550. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวัฒน์ นิยมคำ. 2532. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้
เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊คเซนเตอร์.

สุวิทย์ มูลคำ. 2547. กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด
ภาพพิมพ์.

อรรถัย มูลคำ และ สุวิทย์ มูลคำ. 2544. **Child Center Storyline Method** การบูรณาการ
หลักสูตรและการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียน เป็นสำคัญ. กรุงเทพมหานคร:
หจก. ภาพพิมพ์.

อาทิตยา จิตรเอื้อเพื่อ 2551. การส่งเสริมแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณใน
เรื่อง การตอบสนองของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์-การสอน,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อารี รังสินันท์. 2526. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร: หจก. ชนะการพิมพ์.

อุษณีย์ โพธิสุข. 2545. ฝึกเด็กให้เป็นนักคิด. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

อานาจ ระวีพงษ์. 2542. การศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 6 จังหวัดสุรินทร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและ
การสอน, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- Abraham, M. R., E.B. Grzybowski, J.W. Renner, and E.A. Marek. 1992. "Understandings and Misunderstandings of Eighth Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks." **Journal of Research in Science Teaching** 29(2): 105-120.
- Arvai, J. L., V. E. A. Compbell, A. Baird and L. River. 2004. "Teaching Students to Make Better Decisions About the Environment: Lessons From the Decision Sciences." **Journal of Environmental Education** 36(1): 33-44.
- Authur, L. O. 1995. "Secondary and College Biology Students' Misconceptiona About Diffusion and Osmosis." **The American Biology Teacher** 57(7): 409-415.
- Bar, V., B. Zinn, R. Goldmuntz, and C. Sneider. 1994. "Children's Concepts About Weight and Free Fall." **Science Education** 78: 149-169.
- Barak, M. and Y. J. Dori. 2009. "Enhancing Higher Order Thinking Skills Among Inservice Science Teacher Via Embedded Assessment." **Journal Science Teacher Education** 20: 459-474.
- Bell, B. 1985. "Student's Idea about Plant Nutrition: What are They." **Journal of Biological Education** 19: 213-218.
- Bell, R. L., L. Smetana, and L. Binns. 2005. "Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities." **The Science Teacher** 72(7): 30-33.
- Beyer, B.K. 1991. **Teaching Thinking Skills : a Handbook for Secondary School Teachers**. Boston: Allyn and Bacon.
- Bloom, B. S., M. D. Engelhart, E. J. Furst, W. H. Hill, and D. R. Krathwohl. 1956. **Taxonomy of Educayional Objective, Handbook I : The Cognitive Domain**. NewYork: Longman.

- Boujaoude, S. B. 1991. "A Study of The Nature of Student's Understandings About the Concept of Burning." **Journal of Research in Science Teaching** 28(8): 689-704.
- Ennis, R. H. 1985. "A concept of critical thinking : A Proposed Basic for Research and Evaluation of Critical Thinking Ability." **Psychological concept in Education**. Chicago: Rand McNally and company.
- Fernando, F. 2003. "Representation of Cell and Its Processes in High School Students: an integrated view." **International journal of Science Education** 25(2): 269-286
- Gilbert, J. K., D. M. Watts, and P. J Osborne. "Student Concepts of Ideas in Mechanics." **Physics Education** 17: 62-66.
- Haidar, A. 1997. "Prospective Chemistry Teacher' Conceptions of the Conservation of Matter and Related Concept." **Journal of Research in Science Teaching** 34(2): 181-197.
- Helm, H. 1980. "Misconceptions in Physics Among South Africa Students." **Physics Education** 653: 291-299.
- Hershey, D.R. (2004). **Avoid Misconceptions When Teaching about Plants**. (Online). www.actionbioscience.org/education/hershey.html, 1 May 2011.
- Hodson, D. and J. Hodson. 1998. "From Constructivism to Social Constructivism: A Vygotskian Perspective on Teaching and Learning Science". **School Science Review** 79: 33-41.
- Howe, A. C. 1996. "Development of Science Concepts Within a Vygotskian Framework." **Science Education** 80: 35-51.
- Janssen, F. and E. Hullu. 2008. "A Toolkit for Stimulating Productive Thinking." **Journal of Biological Education** 43(1): 21-26.

- Krathwohl, D. R. 2002. "A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview." **Theory into Practice** 41(4): 212-218.
- Li, J. and D. Klahr. 2006. "A The Psychology Scientific Thinking Implications for Science Teaching and Learning." **Teaching Science in the 21st Century** :307-328.
- Lumpe, A. and J. Staver. "Peer collaboration and concept development: Learning about Photosynthesis." **Journal of Research in Science Teaching** 32(2): 71-98.
- Marek, Edmund A.. 1986. "Understandings and Misunderstandings of Biology Concepts." **The American Biology Teacher** 48(1): 39-40
- Marmaroti, P. and D. Galanopoulou. 2006. "Pupils' Understandings of Photosynthesis: a Questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects." **International journal of Science Education** 28(4): 383-403
- Noh, T. and L. C. Scharmann. 1997. "Instructional Influence of a Molecular-Level Pictorial Presentation of Matter on Student' Conception and Problem-Solving Ability." **Journal of Research in Science Teaching** 34(2): 199-217.
- Paul, H., S. Ray, P. Logan, and M. Hooper. 2003. "Teaching Critical Thinking in Undergraduate Science Courses. **Science and Education** 12: 303-313.
- Piaget, J. 1972. **The Psychology of Intelligences**. New Jersey: Little Field Adam.
- Pope, M., J. Gilbert. 1983. "Personal Experiences and The Construction of Knowledge." **Science Education** 82(8): 650-665.
- Ranyard, R., C. Ray, and O. Seveson. 1997. **Cognitive Process Model and Explanation of Decision Making**. London : Great Britain.

Resnick, L. 1987. **Education and learning to think**. Washington DC: National Academy Press.

Shepher, D. L., and J. W. Renner. 1982. "Student Understandings and Misunderstandings of State of Matter and Density Changes." **School Science and Mathematics** 82(8): 650-665.

Simpson, W. D., and E. A. Merek. 2001. "Understandings and Misconceptions of Biology Concepts Help by Studenta Attending Small High Schools and Students Attending Large High School." **Journal of Research in Science Teaching** 25(5): 361-374.

Southerland, S., E. Abrams, C. Cummins, and J. Anzelmo. 2001. "Understanding students' explanations of biological phenomena: Conceptual frameworks or p-prims ?." **Science Education** 85: 328-348.

Stavy, R., Y. Eisen, and D. L. Yaakobi. 1987. "How Student Aged 13-15 Understand Photosynthesis." **International journal of Science Education** 9(1): 105-115

Torrence, E. P. 1992. "A National Climate for Creativity and invention." **Gifted Child Today** 5(1): 10-14

Wandersee, J. H. 1985. "Can The History of Science Help Science Educators Anticipate Student's Musconception." **Journal of Research in Science Teaching** 23(7): 581-597.

Westbrook, S. L. and E. D. Marek. 1991. "A Cross-Age Study of Student Understanding of the Concept of Diffusion." **Journal of Research in Science Teaching** 29(1): 51-61.

Westbrook, S. L. and E. D. Marek. 1992. "A Cross-Age Study of Student Understanding of the Concept of Homeostasis." **Journal of Research in Science Teaching** 29(1): 51-61.

Yager, R. E., H. Ackay. 2000. "The Advantage of an Inquiry Approach for Science Instruction in Middle Grades." **School Science and Mathematics** 110(1): 5-12.

Zohar, A. 2004. "Elements of Teacher's Pedagogical Knowledge Regarding of Higher Order Thinking." **Journal of Science Teacher Education** 15(4): 293-312.







รายนามผู้เชี่ยวชาญ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ที่กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย จนทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยในครั้งนี้ผ่านไปได้ด้วยดี

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อารดา เตชะโกศิยวนิช
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ดร.วสันต์ ทองไทย
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ดร.ชาตรี ฝ้ายคำดา
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. ดร.เอกรัตน์ ศรีตัญญุ
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. อาจารย์รัชณี โสคธานา
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ รายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ว 31101
 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553
 ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เซลล์ของสิ่งมีชีวิต เวลา 3 คาบ (1 ชั่วโมง 40 นาที)

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด

- ตัวชี้วัดที่ 1 สังเกตและอธิบายรูปร่าง ลักษณะเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและเซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์
- ตัวชี้วัดที่ 2 สังเกตและเปรียบเทียบส่วนประกอบสำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
- ตัวชี้วัดที่ 3 ทดลองและอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ด้านความรู้

1. อธิบายรูปร่าง ลักษณะ ของเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ได้
2. ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้
3. อธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้
4. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

5. ทำการศึกษาและสังเกตเซลล์พืชและเซลล์สัตว์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ได้

ด้านคุณลักษณะ

6. มีส่วนร่วมในกิจกรรม

แนวคิด

เซลล์ มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส สิ่งมีชีวิตบางชนิดมีเซลล์เดี่ยวที่ประกอบขึ้นด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว และดำเนินกิจกรรมการดำรงชีวิตทั้งหมดภายในเซลล์นั้น บางชนิดมีหลายเซลล์ที่ประกอบขึ้นด้วยเซลล์หลายชนิดมีการเรียงตัวของเซลล์เป็นเนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ และกลายเป็นรูปร่างของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเซลล์บางชนิดมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่ส่วนใหญ่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นจึงต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ช่วยในการศึกษา

เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีส่วนประกอบที่สำคัญบางส่วนคล้ายคลึงกัน คือ เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส แต่ก็มีบางส่วนประกอบที่พบได้แต่ในเซลล์พืช คือ ผนังเซลล์และคลอโรพลาสต์ ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านี้มีหน้าที่ดังนี้

1. เยื่อหุ้มเซลล์ เป็นเยื่อบาง ๆ อยู่ด้านนอกสุดของเซลล์ ทำหน้าที่ห่อหุ้มส่วนต่าง ๆ ที่อยู่ภายในเซลล์ ควบคุมปริมาณและชนิดของสารที่ผ่านเข้าออกจากเซลล์
2. ไซโทพลาซึม เป็นส่วนประกอบทั้งหมดภายในเยื่อหุ้มเซลล์เป็นของกึ่งเหลวที่มีส่วนประกอบเล็ก ๆ หลายชนิดกระจายอยู่ทั่วไปมีสารจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของเซลล์ รวมทั้งของเสียต่าง ๆ จากกิจกรรมของเซลล์ด้วย
3. นิวเคลียส มีรูปร่างค่อนข้างกลม ภายในมีสารที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมและควบคุมการทำงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์
4. ผนังเซลล์ เป็นเยื่อหุ้มผิวด้านนอกสุดของเซลล์พืช ทำหน้าที่ห่อหุ้ม ป้องกันอันตรายทำให้เซลล์คงรูปและเพิ่มความแข็งแรงให้กับเซลล์พืช
5. คลอโรพลาสต์ พบเฉพาะในเซลล์พืช มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ สีเขียว ภายในมีสารคลอโรฟิลล์ ทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (8 นาที)

- 1.1 ทบทวนความรู้ของนักเรียนโดยครูใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายดังนี้

(1 นาที)

■ เซลล์คืออะไร มีรูปร่างลักษณะอย่างไร

- 1.2 แจกกระดาษ A4 ให้นักเรียนทุกคนเขียนชื่อ

- 1.3 นำรูปภาพ หัวหอมแดง สหราชอาณาจักร มนุษย์ มาให้นักเรียนศึกษาจากนั้นใช้

คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายดังนี้ (2 นาที)

■ ถ้าครูให้นักเรียนใช้กล้องจุลทรรศน์ศึกษาเซลล์หัวหอมแดง สหราชอาณาจักร

กระรอก เซลล์เยื่อข้างแก้ม นักเรียนคิดว่าเซลล์ดังกล่าวจะมีรูปร่างลักษณะอย่างไร ให้อาจารย์วาดรูป เซลล์ทั้ง 3 ชนิด ตามความเข้าใจของนักเรียนลงในกระดาษ A4 ที่ครูแจกให้

1.4 ให้นักเรียนนำเสนอรูปภาพเซลล์หัวหอมแดง สำหรับายทางกระรอก เยื่อข้างแก้ม ประมาณ 1-2 กลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันอภิปรายคำตอบที่คล้ายคลึงและแตกต่างกันเพิ่มเติม (โดยที่ครูยังไม่เฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้นักเรียนทราบ) (2 นาที)

1.5 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพิ่มเติม โดยครูใช้คำถามดังนี้ (1 นาที)

■ นอกเหนือจากการศึกษาเซลล์เยื่อข้างแก้ม โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แล้วนักเรียน คิดว่า สามารถใช้เซลล์สัตว์ชนิดใดได้บ้างในการนำมาศึกษา ให้คิดหาคำตอบให้ได้มากที่สุด ใน เวลา 1 นาที และให้เขียนลงในกระดาษ A4 ที่ครูแจกให้ตั้งแต่แรก (ใบเดียวกับที่ให้อาจารย์วาดรูป)

1.6 นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและอภิปรายโดยครูใช้คำถามดังต่อไปนี้ (2 นาที)

■ นักเรียนคิดว่าเซลล์หัวหอมแดง สำหรับายทางกระรอก เยื่อข้างแก้ม ที่ศึกษา ภายใต้อกล้องจุลทรรศน์จะเหมือนหรือแตกต่างจากที่นักเรียนวาดรูปไว้หรือไม่อย่างไร

1.7 ชี้แจงนักเรียนว่าในคาบเรียนนี้จะเป็นการศึกษาเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ โดยการใช้ กล้องจุลทรรศน์ ตัวอย่างที่ใช้คือเซลล์หัวหอมแดง สำหรับายทางกระรอก เยื่อข้างแก้ม

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (1 ชั่วโมง)

2.1 นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “เซลล์พืชและเซลล์สัตว์” โดยครูแจกใบกิจกรรมให้ นักเรียนคนละ 1 แผ่น เขียนชื่อและสมาชิกภายในกลุ่ม

2.2 ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรม และให้แต่ละกลุ่มช่วยกันคิด และตั้งปัญหา การศึกษาเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ จากนั้นเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 1 (2 นาที)

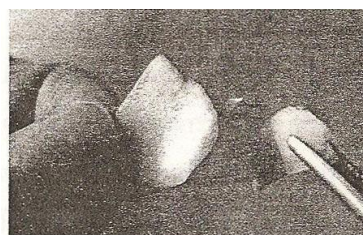
2.3 ให้นักเรียนเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีตามที่เขียนไว้ในใบกิจกรรม (2 นาที)

2.4 ให้นักเรียนเตรียมสไลด์สด โดยครูสาธิตการเตรียมสไลด์สดของเซลล์เยื่อหัวหอมแดง เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนโดยมีขั้นตอน ดังนี้ (16 นาที)

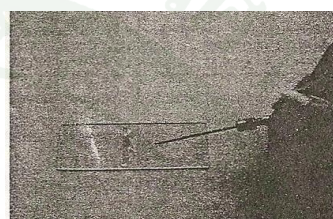
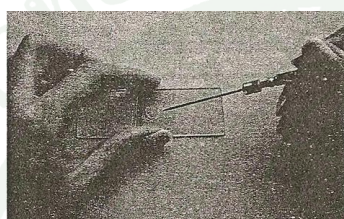
การเตรียมสไลด์สดเซลล์เยื่อหัวหอมแดง (7 นาที)

2.4.1 หยคน้ำบนสไลด์ 1 หยด

2.4.2 หักกลีบหัวหอมออกเป็น 2 ส่วน ดังภาพ แล้วใช้ปากคีบลอกเยื่อหรือผิวของ หัวหอมแดงออกแล้วแช่น้ำ จากนั้นตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ในน้ำ (ใช้กรรไกร) แล้วใช้ฟู่กันซ้อนชิ้น เยื่อหอมมาวางบนหยคน้ำบนสไลด์ ระวังไม่ให้เนื้อเยื่อพับซ้อนกัน ดังภาพด้านล่าง

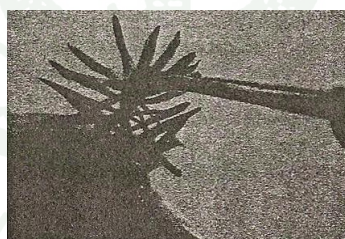


2.4.3 หยอดสารละลายไอโอดีน 1 หยดบนเยื่อหุ้มหอม ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์โดยใช้เข็มเย็บ (ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ) ดังภาพด้านล่าง จากนั้นใช้กระดาษทิชชู์แตะข้าง ๆ กระจกปิดสไลด์เพื่อซับของเหลวออก



การเตรียมสไลด์สดเซลล์ใบของสาหร่ายหางกระรอก (7 นาที)

2.4.4 ใช้ปากคีบคีบใบของสาหร่ายหางกระรอก บริเวณใกล้ส่วนยอด 1 ใบ แล้วแช่น้ำ จากนั้นตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ในน้ำ (ใช้กรรไกร) แล้วใช้ฟู่กันซ้อนขึ้นใบสาหร่ายหางกระรอกมาวางบน หยดน้ำบนสไลด์ ระวังไม่ให้เนื้อเยื่อพับซ้อนกัน วางบนหยดน้ำบนสไลด์ อีกแผ่นหนึ่งปิดด้วยกระจกปิดสไลด์



2.4.5 หยอดสารละลายไอโอดีน 1 หยดบนใบสาหร่ายหางกระรอกปิดด้วยกระจกปิดสไลด์โดยใช้เข็มเย็บ (ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ) จากนั้นใช้กระดาษทิชชู์แตะข้าง ๆ กระจกปิดสไลด์เพื่อซับของเหลวออก

การเตรียมสไลด์สดเซลล์เยื่อบุข้างแก้ม

(สำหรับการเตรียมสไลด์สดเซลล์เยื่อบุข้างแก้มจะอธิบายขั้นตอนในการเตรียมให้นักเรียนทราบเท่านั้น แต่ครูจะเตรียมสไลด์ไว้ให้หรืออาจใช้สไลด์ถาวรในการศึกษาแทนก็ได้) (2 นาที)

2.4.6 หยอดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 0.85% ลงบนสไลด์ 1 หยด

2.4.7 ใช้ไม้จิ้มฟันดันป้านที่ฆ่าเชื้อแล้วชุดเบา ๆ ที่ด้านในของกระพุ้งแก้มแล้วนำมาเกลี่ยให้กระจายในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่หยดไว้บนสไลด์

2.4.8 หยดสารละลายไอโอดีน 1 หยดเพื่อย้อมสีให้เห็นเซลล์ ชัดเจนยิ่งขึ้นปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์

2.5 ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติและลงมือ ส่องสไลด์สดเซลล์เยื่อของหัวหอมแดง เซลล์ใบของสาหร่ายหางกระรอก และเซลล์เยื่อบุข้างแก้มเพิ่มเติม และให้นักเรียนสังเกตลักษณะรูปร่าง และส่วนประกอบอย่างละเอียดภายใต้กล้องจุลทรรศน์และบันทึกผลที่ได้จากการศึกษาในใบกิจกรรมที่ 1 (40 นาที)

2.6 โดยครูคอยแนะนำและช่วยเหลือเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจ พร้อมทั้งให้นักเรียนคำนวณหา กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์

3. ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (17 นาที)

3.1 นักเรียนนำเสนอผลการศึกษาในกิจกรรมที่ 1 โดยนำเสนอประมาณ 1-2 กลุ่ม และนำเสนอกลุ่มผลการศึกษากลุ่มละไม่เกิน 3 นาที (3 นาที)

3.2 ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและอภิปรายผลของกิจกรรมเพิ่มเติม พร้อมทั้งซักถามข้อสงสัยระหว่างกลุ่ม โดยครูใช้คำถามดังต่อไปนี้ (5 นาที)

- จากการศึกษากายใต้กล้องจุลทรรศน์ เซลล์ของเยื่อหัวหอมแดงมีรูปร่างลักษณะอย่างไร
- จากการศึกษากายใต้กล้องจุลทรรศน์ เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก มีรูปร่างลักษณะและรูปร่างอย่างไร
- จากการศึกษากายใต้กล้องจุลทรรศน์ เซลล์เยื่อบุข้างแก้ม มีรูปร่างลักษณะอย่างไร
- นักเรียนคิดว่า เซลล์ของเยื่อหัวหอมแดงและเซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก มีความเหมือนหรือความแตกต่างกันอย่างไร
- นักเรียนคิดว่า เซลล์เยื่อหัวหอมแดง เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก และเซลล์เยื่อบุข้างแก้ม มีความเหมือนหรือความแตกต่างกันอย่างไร
- นักเรียนคิดว่า เซลล์เยื่อหัวหอมแดง เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก และเซลล์เยื่อบุข้างแก้ม จะส่วนประกอบที่สำคัญอะไรบ้างและส่วนประกอบเหล่านั้นในเซลล์ทั้ง 3 ชนิดนี้ จะมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- นักเรียนคิดว่า เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีส่วนประกอบที่เหมือนและแตกต่างกันอย่างไร และส่วนประกอบเหล่านั้นมีหน้าที่อย่างไรบ้าง

■ นักเรียนคิดว่าทำไมต้องหยดโซเดียมคลอไรด์ในการศึกษาเซลล์เยื่อหุ้มข้างแก้ม และ หยดสารละลายไอโอดีนในการศึกษาทั้งเซลล์เยื่อหุ้มแดง เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก และ เซลล์เยื่อหุ้มข้างแก้ม ก่อนการศึกษาเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3.3 นำวิดิทัศน์เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตมาให้นักเรียนศึกษา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (3 นาที)

3.3.1 ในช่วงแรกของวิดิทัศน์เกี่ยวกับเซลล์ของเยื่อหุ้มแดง เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก และเซลล์เยื่อหุ้มข้างแก้ม เมื่อดูวิดิทัศน์เสร็จแล้วครูถามคำถามดังต่อไปนี้

■ นักเรียนคิดว่ารูปร่าง ลักษณะของเซลล์ทั้ง 3 ชนิด เหมือนกันกับที่นักเรียน วาดรูป หรือศึกษาในกิจกรรมที่ 2 หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

3.3.2 ย้อนวิดิทัศน์และให้นักเรียนดูเซลล์ของเยื่อหุ้มแดง เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก และเซลล์เยื่อหุ้มข้างแก้มอีกครั้งในระหว่างการดู ครูถามคำถามดังนี้ (3 นาที)

■ เซลล์ของเยื่อหุ้มแดง และเซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก มีส่วนประกอบที่สำคัญเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

■ เซลล์ของเยื่อหุ้มแดง และเซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก และ เซลล์เยื่อหุ้มข้างแก้ม มีส่วนประกอบที่สำคัญเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

3.4 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเป็นผู้สรุป โดยครูใช้คำถามดังนี้ (3 นาที)

■ ส่วนประกอบที่สำคัญในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีอะไรบ้าง และแต่ละส่วนประกอบนั้นมีหน้าที่อย่างไร

■ เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีความแตกต่างกันอย่างไร

4. ขยายความรู้ (Elaboration) (15 นาที)

4.1 นำวิดิทัศน์เรื่อง สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มาให้นักเรียนศึกษา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1 ในช่วงแรกของวิดิทัศน์เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ได้แก่ โปรโตซัวชนิดต่าง ๆ เช่น พารามีเซียม ยูกลีนา อะมีบา เป็นต้น เมื่อคุณนักเรียนดูวิดิทัศน์ในช่วงนี้เสร็จแล้ว ครูใช้คำถามเพื่อถามนักเรียน ดังต่อไปนี้ (4 นาที)

■ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่นักเรียนได้ดูนี้คืออะไร มีรูปร่างลักษณะอย่างไร และเราเรียกสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตประเภทใด

■ นักเรียนคิดว่าจะใช้วิธีการจะศึกษาเซลล์ของสิ่งมีชีวิตดังกล่าว เหมือนกับการศึกษาเซลล์ของเยื่อหุ้มแดง เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก และเซลล์เยื่อหุ้มข้างแก้ม โดยใช้กล้องจุลทรรศน์เหมือนในกิจกรรมที่ 2 ได้หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

4.1.2 ในช่วงต่อมาของวิดิทัศน์เกี่ยวกับเซลล์ในร่างกายมนุษย์ เช่น เซลล์เม็ดเลือด

เซลล์กล้ามเนื้อ เซลล์ประสาท เมื่อคุณนักเรียนดูวิดีโอที่ทัศนในช่วงนี้เสร็จแล้ว กรุใช้คำถามเพื่อถามนักเรียนดังต่อไปนี้ (5 นาที)

- เซลล์ชนิดต่าง ๆ ที่นักเรียนได้นี้คืออะไร มีรูปร่างลักษณะอย่างไร และเซลล์แต่ละชนิดนี้ มีความสำคัญและมีหน้าที่อย่างไรบ้าง
- นักเรียนคิดว่า ทำไมร่างกายของมนุษย์จึงมีเซลล์อยู่หลายชนิด
- นักเรียนคิดว่า สิ่งมีชีวิตที่ได้ดูในวิดีโอครั้งแรก (สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว) มีความเหมือนหรือแตกต่างจากเซลล์ในร่างกายมนุษย์อย่างไรบ้าง

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) (8 นาที)

5.1 ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง “เซลล์ของสิ่งมีชีวิต” ทุกคนโดยในใบงานจะมีรายละเอียด ดังนี้

- 5.1.1 อธิบายรูปร่างลักษณะ ของเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์
- 5.1.2 ระบุส่วนประกอบที่สำคัญและอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
- 5.1.3 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์โดยใช้แผนภาพเวนน์

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เซลล์พืชและเซลล์สัตว์
2. ใบงานที่ 1 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต
3. วิดีทัศน์ (พารามิเทียม ยูทูป ออสมิยา เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์กล้ามเนื้อ เซลล์ประสาท)
4. กระดาษ A4
5. หอมหัวแดง
6. สภากรายทางกระบอก
7. กล้องจุลทรรศน์
8. สไลด์พร้อมกระจกปิดสไลด์
9. ปีกเกอร์
10. จานเพาะเชื้อ
11. ใบมีดโกนแบบมีด้าม, กรรไกร
12. ไม้จิ้มฟัน
13. หลอดหยด
14. ปากคีบ

15. เจ็มเจีย, พู่กัน
16. กระดาษทิชชู
17. น้ำ
18. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (น้ำเกลือ) 0.85%
19. สารละลายไอโอดีน

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ ที่คาดหวัง	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ 1. อธิบายรูปร่าง ลักษณะของเซลล์ ของสิ่งมีชีวิตเซลล์ เดียวและสิ่งมีชีวิต หลายเซลล์ได้ 2. ระบุส่วนประกอบ ที่สำคัญของเซลล์พืช และเซลล์สัตว์ได้ 3. อธิบายหน้าที่ของ ส่วนประกอบที่สำคัญ ของเซลล์พืชและเซลล์ สัตว์ได้ 4. เปรียบเทียบความ แตกต่างระหว่างเซลล์ พืชและเซลล์สัตว์ได้	1. อภิปรายและตอบ คำถาม ในใบงานที่ 1 2. อภิปรายและตอบ คำถามในกิจกรรม 1 3. อภิปรายและตอบ คำถามในใบงานที่ 1 4. อภิปรายและตอบ คำถามในใบงานที่ 1	1. ใบงานที่ 1 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต 2. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เซลล์พืชและ เซลล์สัตว์ 3. ใบงานที่ 1 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต 4. ใบงานที่ 1 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต	1. ตอบได้มากกว่า 60 % ผ่าน น้อยกว่า ไม่ผ่าน 2. ระบุส่วนประกอบได้ มากกว่า 3 ชนิด ผ่าน น้อยกว่า ไม่ผ่าน 3. อธิบายหน้าที่ของส่วน ประกอบได้มากกว่า 3 ชนิด ผ่าน น้อยกว่า ไม่ผ่าน 4. เปรียบเทียบความ แตกต่างได้มากกว่า 1 ชนิด ผ่าน น้อยกว่า ไม่ผ่าน

ใบกิจกรรมที่ “เซลล์พืชและเซลล์สัตว์”

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

วันที่ทำกิจกรรม.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตั้งปัญหา ลงมือปฏิบัติตามวิธีการศึกษาดังกล่าว พร้อมทั้งบันทึกผลการศึกษา วิเคราะห์และสรุปผล และตอบคำถามในใบกิจกรรมนี้

ปัญหา: ตอนที่ 1 เซลล์หัวหอมแดง
 ตอนที่ 2 เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก
 ตอนที่ 3 เซลล์เยื่อขี้ผึ้งแก้ว

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการศึกษา:

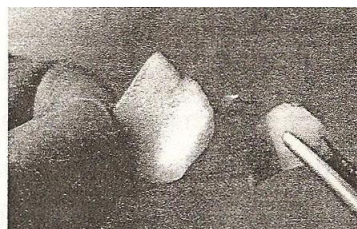
- | | | |
|---|-----------------------------|---------------------|
| 1. หอมหัวแดง | 2. สาหร่ายหางกระรอก | 3. กล้องจุลทรรศน์ |
| 4. เยื่อขี้ผึ้งแก้ว | 5. สไลด์พร้อมกระจกปิดสไลด์ | 6. ปีกเกอร์ |
| 7. จานเพาะเชื้อ | 8. ใบมีดโกนแบบมีด้าม/กรรไกร | 9. ไม้จิ้มฟัน |
| 10. หลอดหยด | 11. ปากกิบ | 12. เข็มเย็บ/พู่กัน |
| 13. กระดาษทิชชู | 14. น้ำ | 15. สารละลายไอโอดีน |
| 16. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (น้ำเกลือ) 0.85% | | |

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

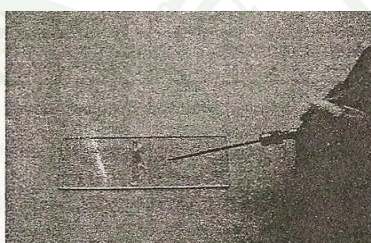
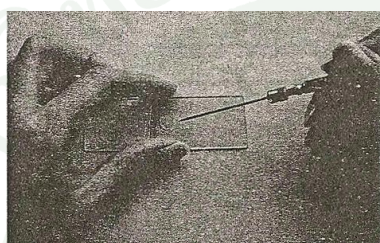
ตอนที่ 1 เซลล์หัวหอมแดง

การเตรียมสไลด์สดเซลล์เยื่อหัวหอมแดง

1. หยคน้ำบนสไลด์ 1 หยด
2. หักกลีบหัวหอมออกเป็น 2 ส่วน ดังภาพ แล้วใช้ปากกิบลอกเยื่อหรือผิวของหัวหอมแดง ออกแล้วแช่น้ำ จากนั้นตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ในน้ำ (ใช้กรรไกร) แล้วใช้พู่กันซ้อนขึ้นเยื่อหอมมาวางบน หยคน้ำบนสไลด์ ระวังไม่ให้เนื้อเยื่อพับซ้อนกันดังภาพด้านล่าง



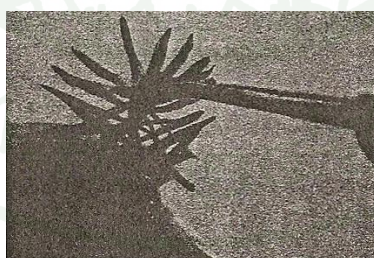
3. หยดสารละลายไอโอดีน 1 หยดบนเชื้อหัวหอม ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์โดยใช้เข็มเย็บ (ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ) ดังภาพด้านล่าง จากนั้นใช้กระดาษทิชชูแตะข้าง ๆ กระจกปิดสไลด์เพื่อซับของเหลวออก



ตอนที่ 2 เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก

การเตรียมสไลด์สดเซลล์ใบของสาหร่ายหางกระรอก

1. ใช้ปากคีบตัดใบของสาหร่ายหางกระรอก บริเวณใกล้ส่วนยอด 1 ใบ แล้วแช่น้ำจากนั้นตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ในน้ำ (ใช้กรรไกร) แล้วใช้ฟู่กันซ้อนขึ้นใบสาหร่ายหางกระรอกมาวางบนหยดน้ำบนสไลด์ ระวังไม่ให้เนื้อเยื่อพับซ้อนกัน วางบนหยดน้ำบนสไลด์อีกแผ่นหนึ่ง ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์



2. หยดสารละลายไอโอดีน 1 หยดบนใบสาหร่ายหางกระรอก ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์โดยใช้เข็มเย็บ (ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ) จากนั้นใช้กระดาษทิชชูแตะข้าง ๆ กระจกปิดสไลด์เพื่อซับของเหลวออก

ตอนที่ 3 เซลล์เยื่อข้างแก้ม

การเตรียมสไลด์สดเซลล์เยื่อข้างแก้ม

1. หยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 0.85% ลงบนสไลด์ 1 หยด
2. ใช้ไม้จิ้มฟันด้านป้านที่ฆ่าเชื้อแล้ว ขูดเบา ๆ ที่ด้านในของกระพุ้งแก้ม แล้วนำมาเกลี่ยให้กระจายในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่หยดไว้บนสไลด์
3. หยดสารละลายไอโอดีน 1 หยดเพื่อย้อมสีให้เห็นเซลล์ชัดเจนยิ่งขึ้นปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์

ผลของการศึกษา

ตารางบันทึกผลของการศึกษาของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

เลนส์ใกล้วัตถุ เซลล์	4X	10X	40X
เซลล์เยื่อหุ้มแดง			
เซลล์ใบของสาหร่าย หางกระรอก			
เซลล์เยื่อข้างแก้ม			

วิเคราะห์และสรุปผล

.....

.....

.....

คำถามหลังกิจกรรม

1. จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เซลล์ของเชื้อหัวหอมแดง มีรูปร่างลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอกมีลักษณะรูปร่างอย่างไร.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เซลล์เชื้อบุง้างแก้ม มีรูปร่าง ลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่า เซลล์ของเชื้อหัวหอมแดงและเซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก มีความเหมือนหรือความแตกต่างกันอย่างไร.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนคิดว่า เซลล์เชื้อหัวหอมแดง เซลล์ของใบสาหร่ายหางกระรอก และเซลล์เชื้อบุง้างแก้ม มีความเหมือนหรือความแตกต่างกันอย่างไร.....

.....

.....

.....

.....

.....



ใบงานที่

“เซลล์ของสิ่งมีชีวิต”

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่ม.....

วันที่ทำใบงาน.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนอ่านและตอบคำถามให้ถูกต้องลงในใบงานนี้

1. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว หมายถึง.....

ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว.....

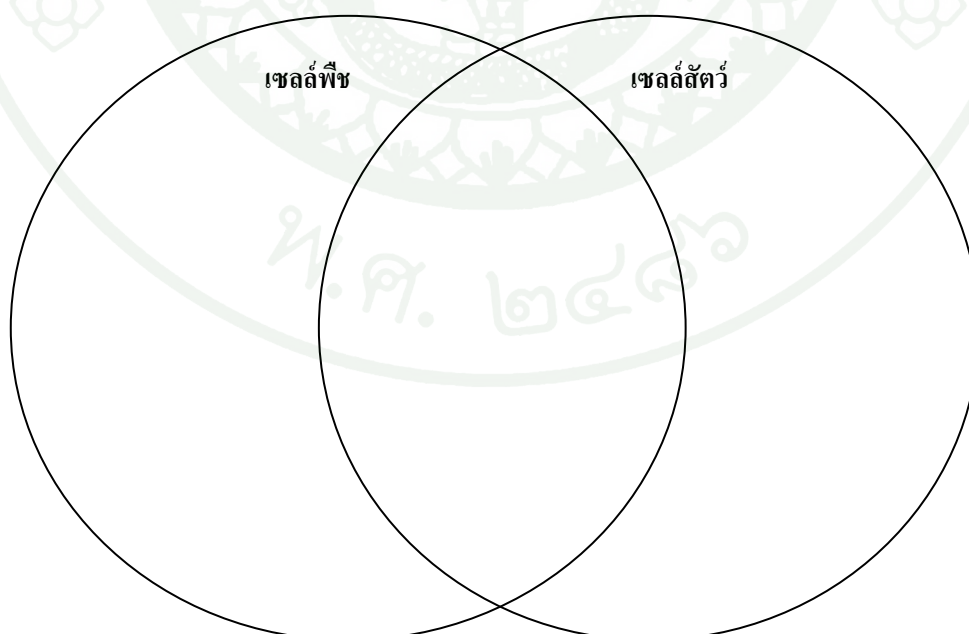
2. สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ หมายถึง.....

ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์.....

3. ให้ระบุส่วนประกอบที่สำคัญและอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

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

4. ให้เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ โดยใช้แผนภาพเวนส์ (ส่วนที่เหมือนกัน ให้เขียนตรงกลางที่ทับซ้อนกัน ส่วนที่แตกต่างกัน ให้เขียนในส่วนที่ไม่ทับซ้อน)





ภาคผนวก ค
ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์

แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

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

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. นักเรียนกรอกข้อมูล ได้แก่ ชื่อ-นามสกุล ชั้น เลขที่ เบอร์โทรศัพท์ ด้านบนให้ถูกต้องและครบถ้วน
3. แบบวัดนี้ มีจำนวน 16 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 2 ชั่วโมง
4. ให้นักเรียนตอบคำถามแต่ละข้อตามความรู้ความเข้าใจของนักเรียน และตอบคำถามให้ครบถ้วนสมบูรณ์ในทุกข้อ
5. แบบวัดนี้ไม่มีผลต่อการตัดสินผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด ฉะนั้นขอให้นักเรียนให้ความร่วมมือและตั้งใจทำ โดยคำตอบของนักเรียนจะเป็นข้อมูลในการศึกษาแนวคิดในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชต่อไป

2. จากภาพสิ่งมีชีวิตด้านล่าง นักเรียนคิดว่าภาพใดบ้าง คือสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เพราะเหตุใด จึงคิดเช่นนั้น



ภาพ ก



ภาพ ข



ภาพ ค



ภาพ ง



ภาพ จ

.....

.....

.....

.....

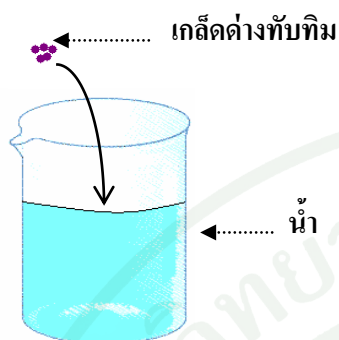
.....

.....

.....

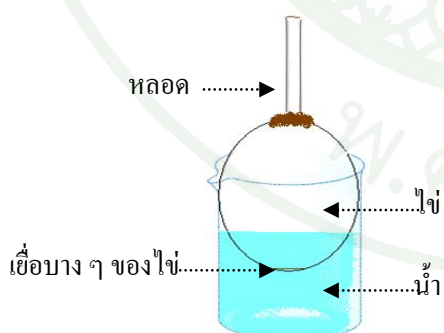
.....

5. สมมติว่า ครูให้นักเรียนนำเกล็ดต่างทึบลงไปลงในน้ำในบีกเกอร์ ดังภาพด้านล่าง และให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลา 5 นาที นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใด พร้อมทั้งวาดภาพลำดับการเปลี่ยนแปลงของเกล็ดต่าง ทึบที่ประกอบคำอธิบาย



ภาพลำดับการเปลี่ยนแปลงของเกล็ดต่างทึบ

6. สมมติว่า ครูให้นักเรียนปลูกเปลือกไข่ดิบด้านใดด้านหนึ่งโดยไม่ให้ไข่แตก และเจาะเปลือกไข่อีกด้านหนึ่ง นำหลอดมาใส่และอุดบริเวณรอยต่อด้วยดินน้ำมัน จากนั้นนำไข่ด้านที่เหลือเยื่อบาง ๆ ครอบน้ำ ดังภาพด้านล่าง เมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใด





แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช

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

คำชี้แจง

1. นักเรียนกรอกข้อมูล ได้แก่ ชื่อ-นามสกุล ชั้น เลขที่ เบอร์โทรศัพท์ ด้านบนให้ถูกต้อง และครบถ้วน

2. แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้ มีจำนวน 3 ตอน แบ่งเป็น

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของพืช

ตอนที่ 3 การประเมินตนเองของนักเรียนเกี่ยวกับการคิดขั้นสูงในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3. แบบสอบถามนี้ ไม่มีผลต่อการตัดสินผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ฉะนั้นขอให้นักเรียนตอบแบบสอบถามให้ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนมากที่สุด และ โปรดตอบให้ครบทุกข้อ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด สำหรับคำถามที่ให้แสดงความคิดเห็น ให้เขียนตอบด้วยตัวบรรจงในช่องว่างที่กำหนดให้

1.1 เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

1.2 อายุ.....ปี

1.3 เกรดวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

☐ 0 ☐ 1 ☐ 1.5 ☐ 2

☐ 2.5 ☐ 3 ☐ 3.5 ☐ 4

1.4 เกรดเฉลี่ยรวมในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....

1.5 เกรดวิชาวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ผ่านมา

☐ 0 ☐ 1 ☐ 1.5 ☐ 2

☐ 2.5 ☐ 3 ☐ 3.5 ☐ 4

1.6 เกรดเฉลี่ยรวมในภาคเรียนที่ผ่านมา.....

1.7 นับถือศาสนา.....

1.8 บิดาประกอบอาชีพ.....มารดาประกอบอาชีพ.....

1.9 สถานภาพครอบครัว.....

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและ
และการดำรงชีวิตของพืช

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับ
ความเป็นจริงมากที่สุด สำหรับคำถามที่ให้แสดงความคิดเห็น ให้เขียนตอบด้วยตัวบรรจงในช่องว่างที่
กำหนดให้

2.1 วิธีการสอนของครูในแต่ละหัวข้อ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

หัวข้อ \ วิธีการสอน	บรรยาย	สาธิต	อภิปราย	ทดลอง	แสดงละคร	ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง	แก้ปัญหา	ศึกษานอกสถานที่	ทำโครงงานวิทยาศาสตร์	ทำรายงานและนำเสนอเรียน	อื่นๆ โปรดระบุ.....
1. โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์											
2. กระบวนการแพร่และออสโมซิส											
3. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง											
4. การลำเลียงสารในพืช											
5. การสืบพันธุ์ของพืช											
6. การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช											

2.2 วิธีการสอนที่นักเรียนต้องการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มากที่สุด (ตอบได้เพียง 1
ข้อเท่านั้น)

- | | |
|--|---|
| ☐ ฟังครูบรรยาย | ☐ ดูการสาธิต |
| ☐ อภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่ม | ☐ การทดลอง |
| ☐ แสดงละคร | ☐ ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง |
| ☐ การแก้ปัญหา | ☐ ศึกษานอกสถานที่ |
| ☐ ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ | ☐ ทำรายงานและนำเสนอหน้าชั้นเรียน |
| ☐ แบ่งกลุ่มทำกิจกรรม | ☐ อื่น ๆ |

โปรดระบุ.....



ภาคผนวก จ
ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้าง

**แบบสัมภาษณ์ครูแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้
เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช**

คำชี้แจง

คำถามที่ใช้สัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สิ่งที่คุณสัมภาษณ์ต้องปฏิบัติก่อนถามคำถาม คือ ผู้วิจัยแนะนำตนเองต่อครูผู้สอน ขอความยินยอมจากครูผู้สอนก่อนทำการสัมภาษณ์ โดยแจ้งจุดประสงค์ของการสัมภาษณ์ว่า ในการวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสภาพสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เพื่อนำข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการสัมภาษณ์ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และขอความร่วมมือจากครูในการสัมภาษณ์ จากนั้นผู้วิจัยขออนุญาตครูผู้สอนในการบันทึกเสียงเพื่อให้สามารถเก็บบันทึกข้อความได้อย่างครบถ้วนถูกต้อง และแจ้งให้ครูผู้สอนทราบว่า จะไม่เปิดเผยชื่อของครูในการนำเสนอผลงานวิจัย

.....

คำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์	ลักษณะการตอบคำถามของครูผู้สอน
1. สิ่งที่คุณคาดหวังหรือลักษณะพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ในการเรียนวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะอย่างไร	
2. ในปีการศึกษาที่ผ่านมา ครูมีการเตรียมการสอน วิธีสอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่นำมาใช้กับนักเรียน ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ในเรื่องต่อไปนี้ อย่างไรบ้าง - โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ - การแพร่และการออสโมซิส - กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง - การลำเลียงสารของพืช - การสืบพันธุ์ของพืช - การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช	
3. ครูพบปัญหาในการจัดการเรียนรู้ใน 6 เรื่องดังกล่าวหรือไม่ อย่างไร	
4. ครูคิดว่าเนื้อหาใน 6 เรื่องดังกล่าว เนื้อหาใดเป็นปัญหามากที่สุด และเป็นปัญหาลำดับรองลงมา สำหรับนักเรียน	

ผู้สัมภาษณ์ปิดการสัมภาษณ์ด้วยการกล่าวคำขอบคุณที่ครูให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี และเรียนครูว่า ถ้าผู้สัมภาษณ์มีข้อสงสัย หรือต้องการทราบข้อมูลเพิ่มเติมจะขอความกรุณาทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในโอกาสต่อไป



แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ชุดที่



“การแพร่และการออสโมซิส”

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่.....

วันที่ทำแบบฝึก.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนอ่านและตอบคำถามลงในแบบฝึกนี้

1. ให้นักเรียนคิดและประดิษฐ์สิ่งใดก็ได้ ที่ยังไม่เคยมีใครทำมาก่อน โดยมีเงื่อนไขว่าต้องนำความรู้ในเรื่อง “การแพร่หรือการออสโมซิส” มาใช้ในคิดค้นและประดิษฐ์ให้ได้มากที่สุด ภายในเวลา 15 นาที และให้นักเรียนเขียนอธิบายลงในช่องว่างด้านล่างนี้

1.1 สิ่งประดิษฐ์ชนิดที่ 1 มีชื่อว่า.....

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้.....

ขั้นตอนวิธีการประดิษฐ์.....



ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวเนตรดาว นุ่มเกลี้ยง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 19 เดือนมกราคม พ.ศ. 2526
สถานที่เกิด	จังหวัดกำแพงเพชร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ชีววิทยาประยุกต์) มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ครู คศ.1
ตำแหน่งปัจจุบัน	โรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ทุนวิจัยของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	