



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

.....ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา).....

ปริญญญา

.....วิทยาศาสตร์ศึกษา.....

.....การศึกษา.....

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการพัฒนาแนวคิดและเจตคติ
ต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Effect of Inquiry-Based Learning on Development of Concepts and Attitudes
Towards Learning on Cells and Cell Division of Grade 10th Students

นามผู้วิจัย นางสาวจิตติมา คมหอม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(.....รองศาสตราจารย์สุนันท์ สังข์อ่อง, ค.ศ.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(.....รองศาสตราจารย์บุญเกื้อ วัชรเสถียร, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(.....ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุดารัตน์ สารสว่าง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....
(.....รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการพัฒนาแนวคิด
และเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Effect of Inquiry-Based Learning on Development of Concepts and Attitudes
Towards Learning on Cells and Cell Division of Grade 10th Students

โดย

นางสาวจิตติมา คมหอม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา)

พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จิตติมา คมหอม 2553: ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการพัฒนาแนวคิด
และเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สุนันท์ สังข์อ่อง, ค.ด. 220 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับ
มัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เปรียบเทียบแนวคิดเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ 3) ศึกษาเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ หลังการเรียนด้วยการจัด
การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551
จำนวน 41 คน และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 43 คน ของโรงเรียน
แห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดแนวคิด เรื่อง เซลล์
และการแบ่งเซลล์ แบบคำถามปลายเปิด แบบวัดเจตคติต่อการเรียนและอนุทินสะท้อนความรู้สึกรักของนักเรียน
วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา การหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย 1) นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดถูกต้องตามแนววิทยาศาสตร์ในทุกแนวคิดย่อย
โดยนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด ในแนวคิดย่อย เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในสิ่งมีชีวิต
ถึงร้อยละ 56.10 และพบว่านักเรียนประมาณร้อยละ 20 ไม่มีแนวคิดตามแนววิทยาศาสตร์เกือบทุกแนวคิดย่อย
2) การใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาแนวคิดเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ หลังเรียน
ของนักเรียนไปเป็นแนวคิดถูกต้องเพิ่มมากขึ้นได้ โดยนักเรียนมีค่าร้อยละของแนวคิดที่ถูกต้องหลังเรียนสูงกว่า
ก่อนเรียนในทุกแนวคิดย่อย ซึ่งพบว่านักเรียนมีแนวคิดถูกต้องสูงมากกว่าร้อยละ 90 หลายแนวคิดย่อย คือ แนวคิด
ย่อยเรื่องความหมายของเซลล์ ร้อยละ 97.67 เซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต ร้อยละ 93.02 ความสำคัญของ
นิวเคลียส ร้อยละ 95.35 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในสิ่งมีชีวิต ร้อยละ 93.02 การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม
ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ร้อยละ 90.70 และความเข้าใจเรื่องการแบ่งเซลล์ร้อยละ 100.00 3) นักเรียน
มีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาในระดับสูงที่สุด หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
หาความรู้ โดยนักเรียนมีเจตคติที่ดีในด้านการชื่นชอบกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูล
จากอนุทินสะท้อนความรู้สึกรักของนักเรียน

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Jittima Domhom 2010: The Effect of Inquiry-Based Learning on Development of Concepts and Attitudes Towards Learning on Cells and Cell Division of Grade 10th Students.

Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education.

Thesis Advisor: Associate Professor Sunan Sung-ong, Ed.D. 220 pages.

The objectives of this study were 1) to investigate the concepts of grade 10th students on cells and cell division 2) to compare cells and cell division concepts between before and after using inquiry-based learning and 3) to study attitudes towards learning using inquiry-based learning.

The groups of study in this research were 41 grade 10th students in second semester of 2008 academic year and 43 grade 10th students in first semester of 2009 academic year at school in Suphan buri province. The instruments used in this study were the open-ended questions test on cells and cell division, attitudes towards learning using inquiry-based learning questionnaire and students' journal. The data was analyzed by content analysis, means and standard deviation.

The results were 1) the grade 10th students had specific misconceptions from scientific concepts in all topics. Most of students, 56.10 percents, had specific misconceptions on meiosis in living organisms. And about 20 percents of students had no understanding on almost every topics. 2) the grade 10 students' concepts on cells and cell division were developed to sound understanding after using inquiry-based learning. After learning process, percentage of concepts was greater than before learning process on every topic. Students had sound understanding more than ninety percents: 97.67 percents on cell definition, 93.02 percents on prokaryotic cell and eukaryotic cell, 95.35 percents on nucleus, 93.02 percents on mitosis occurs in living, 90.70 comparison of chromosome number between parental cell and daughter cell and 100.00 percents on perceiving of cell division. 3) students had highest level of positive attitudes towards learning using inquiry-based learning supported with data collected from students' journal.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงยิ่งของ รองศาสตราจารย์สุนันท์
สังข์อ่อง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์บุญเกื้อ วัชรเสถียร อาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของ
วิทยานิพนธ์มาโดยตลอด เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ
เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ อันได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรพร อนันตะเศรษฐกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กันทิมาณี พันธุ์เขียว อาจารย์เอกรัตน์ ศรีตัญญู อาจารย์ยวสันต์ ทองไทย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์มณฑา นิระทัย และอาจารย์อรรธรณ คูหะเพ็ญแสง ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็น
ผู้เชี่ยวชาญตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และให้คำแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้ให้มีความ
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา รวมถึงผู้เขียนตำรา เอกสาร
บทความต่างๆ ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า และนำมาอ้างอิงในงานวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแด่คุณพ่อประกิจ คมหอม และคุณแม่
จันทร์เพ็ญ คมหอม บิดาและมารดาผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง พี่ชายและน้องชาย บุรพาจารย์ และผู้มีพระคุณ
ทุกท่าน

จิตติมา คมหอม
พฤษภาคม 2553

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(6)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	8
การเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	9
ความหมายของแนวคิดและแนวคิดคลาดเคลื่อน	19
แนวคิด เรื่อง เซลล์ และการแบ่งเซลล์	21
เจตคติต่อการเรียน	26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	37
รูปแบบการวิจัย	37
การเก็บรวบรวมข้อมูล	44
การวิเคราะห์ข้อมูล	46
จริยธรรมการวิจัย	49
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์	50
ผลการวิจัย	50
ข้อวิจารณ์	97

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	104
สรุป	104
ข้อเสนอแนะ	108
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	111
ภาคผนวก	121
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	122
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4	124
ภาคผนวก ค แบบวัดแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เซลล์และ การแบ่งเซลล์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4	162
ภาคผนวก ง เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดแนวคิด	173
ภาคผนวก จ ตัวอย่างการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	195
ภาคผนวก ฉ แบบวัดเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์	202
ภาคผนวก ช ตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบจากอนุทินสะท้อนความรู้สึกร ของนักเรียน	207
ภาคผนวก ซ ตัวอย่างอนุทินสะท้อนความรู้สึกรของนักเรียน	213
ภาคผนวก ฌ การตรวจคุณภาพเครื่องมือ	218
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	220

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	17
2	เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดเจตคติต่อการเรียนของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	41
3	เกณฑ์การให้คะแนนตามประเภทความเข้าใจในแนวคิด	47
4	เกณฑ์ในการตัดสิน	48
5	ร้อยละของนักเรียน ที่มีแนวคิดแบบต่างๆ จากการสำรวจแนวคิดหลังเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์	51
6	จำนวน และร้อยละของนักเรียน ที่มีแนวคิดแบบต่างๆ จากการวัดแนวคิด ก่อนเรียนและหลังเรียน ในแนวคิดเกี่ยวกับเซลล์และโครงสร้างของเซลล์	59
7	จำนวน และร้อยละของนักเรียน ที่มีแนวคิดแบบต่างๆ จากการวัดแนวคิด ก่อนเรียนและหลังเรียน ในแนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเซลล์พืช และเซลล์สัตว์	65
8	จำนวน และร้อยละของนักเรียน ที่มีแนวคิดแบบต่างๆ จากการวัดแนวคิด ก่อนเรียนและหลังเรียน ในแนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์	72
9	จำนวน และร้อยละของนักเรียน ที่มีแนวคิดแบบต่างๆ จากการวัดแนวคิด ก่อนเรียนและหลังเรียน ในแนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	76

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	จำนวน และร้อยละของนักเรียน ที่มีแนวคิดแบบต่างๆ จากการวัดแนวคิด ก่อนเรียนและหลังเรียน ในแนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	82
11	จำนวน และร้อยละของนักเรียน ที่มีแนวคิดแบบต่างๆ จากการวัดแนวคิด ก่อนเรียนและหลังเรียน ในแนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่าง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	88
12	แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน เจตคติต่อ การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	92
ตารางผนวกที่		
1	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดแนวคิด	174
2	แนวคิด เรื่อง เซลล์และ โครงสร้างของเซลล์ ตัวอย่างการจัดกลุ่มคำตอบ จากคำถามแบบวัดแนวคิดข้อที่ 1 (ก่อนเรียน)	196
3	แนวคิด เรื่อง เซลล์และ โครงสร้างของเซลล์ ตัวอย่างการจัดกลุ่มคำตอบ จากคำถามแบบวัดแนวคิดข้อที่ 1 (หลังเรียน)	200
4	แสดงค่าร้อยละจากการจัดกลุ่มคำตอบของเจตคติทางบวก (ดี/ชอบ)	208
5	แสดงค่าร้อยละจากการจัดกลุ่มคำตอบของเจตคติระดับปานกลาง (พอใช้)	209
6	แสดงค่าร้อยละจากการจัดกลุ่มคำตอบของเจตคติทางลบ (ไม่ชอบ)	210

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
7	ตัวอย่างการวิเคราะห์จำนวนคำตอบจากอนุทินสะท้อนความรู้สึกล ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์	211
8	ตัวอย่างการวิเคราะห์จำนวนคำตอบจากอนุทินสะท้อนความรู้สึกล ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ แบบแยกประเด็น	212
9	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์	219

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	รูปกราฟแสดงร้อยละของแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของผลการสำรวจแนวคิด ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4	58
2	แสดงตัวอย่างในการสำรวจแนวคิดของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการปกติ (ตามคู่มือครู)	67
3	แสดงตัวอย่างในการศึกษาแนวคิดของนักเรียนโดยเปรียบเทียบ ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	68
4	แสดงตัวอย่างในการศึกษาแนวคิดของนักเรียนโดยเปรียบเทียบ ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	68
5	รูปกราฟแสดงร้อยละของแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของผลการศึกษาแนวคิดก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4	91
6	รูปกราฟแสดงร้อยละของแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของผลการศึกษาแนวคิดหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4	91
ภาพผนวกที่		
1	ตัวอย่างสื่อภาพเคลื่อนไหวประกอบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์	160

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
2	ตัวอย่างสื่อภาพเคลื่อนไหวประกอบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	160
3	ตัวอย่างการนำเสนอสื่อภาพเคลื่อนไหวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากโปรแกรม Captivate ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	161
4	ตัวอย่างกิจกรรมการสร้างโมเดลการแบ่งเซลล์ของนักเรียนประกอบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	161

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นพื้นฐานที่มีบทบาทมากในการพัฒนาสังคมของมนุษย์ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงกลายมาเป็นประเด็นที่ประเทศต่างๆ หันมาให้ความสำคัญ โดยเฉพาะในประเทศไทยของเรา ได้มีการปฏิรูปการศึกษามาโดยตลอด จะเห็นได้จาก มีหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่มุ่งเน้นพัฒนาความรู้ ความรู้วิทยาศาสตร์และการเรียนรู้ตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และพระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่เน้นพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้ ซึ่งเป็นกรอบในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่มีเป้าหมายให้นักเรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และ ค้นพบด้วยตนเองให้มากที่สุด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2546)

ในขณะที่ประเทศไทย ยังมีปัญหาในเรื่องการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และ แนวคิดถูกต้องในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก โดยพบว่าความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาจากการประเมินคุณภาพทางการศึกษาของกรมวิชาการ อยู่ในเกณฑ์ต่ำ สมรรถภาพของนักเรียนด้านความรู้ความคิดยังอยู่ในระดับที่ต่ำ โดยเฉพาะวิชา วิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา แห่งชาติ, 2541) และจากการประเมินผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์นานาชาติ ในปี พ.ศ. 2542 ดำเนินการโดย IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) มีประเทศที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 38 ประเทศ พบว่าประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ย อยู่อันดับที่ 24 (สสวท., 2545) สอดคล้องกับผลคะแนนสอบของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนปี 2550 ได้เพียงร้อยละ 49.57 และปี 2551 ได้เพียงร้อยละ 51.68 เท่านั้น (สถาบันทดสอบทางการศึกษา แห่งชาติ, 2551) การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ที่จะช่วย กระตุ้นความสนใจ ทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เข้าใจและเป็นเรื่องง่ายขึ้น ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเกิดประสิทธิภาพ เมื่อนักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ

ในแนวคิด หลักการ กฎ ทฤษฎีต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ และการเรียนรู้แนวคิด ถือว่าเป็นหลักสำคัญของการสอน (ทิสนา แคมมณี, 2547) ซึ่งการที่นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจเพิ่มเติมจากการสอนของครู และเรียนรู้เนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว (Hurd, 1970) ดังนั้น แนวคิดจึงมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก (Armstrong and Savage, 1994) และพบว่ามีหลายสาเหตุ ที่ทำให้นักเรียนมีแนวคิดที่ผิดพลาด เช่น มาจากตำราเรียน จากครู และจากตัวนักเรียนเอง (Renner *et al.*, 1990)

ความรู้ในแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ ที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะความรู้พื้นฐานในแนวคิดเซลล์และการแบ่งเซลล์ เป็นเรื่องที่นักเรียนจะต้องเข้าใจอย่างชัดเจน เพราะเป็นพื้นฐานในการเรียนชีววิทยาเรื่องอื่นๆ เช่น การสืบพันธุ์ พันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ เป็นต้น จากการที่ผู้วิจัยเป็นครูสอนวิชาชีววิทยา มาหลายปี และการศึกษางานวิจัยด้านชีววิทยา พบว่า แนวคิดเรื่องเซลล์เป็นเนื้อหาที่ยากสำหรับนักเรียน นักเรียนพบปัญหาในการเชื่อมโยงระหว่างกระบวนการภายในเซลล์ (ฟังก์ชัน ประสิทธิภาพ โสภณ และคณะ, 2546) และนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องเซลล์ โครงสร้างของเซลล์ การแพร่และการออสโมซิส และการแบ่งเซลล์ ซึ่งนักเรียนมีแนวคิดเรื่องการแบ่งเซลล์คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ มากกว่าร้อยละ 50 เกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมของเซลล์เริ่มต้นและเซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์แต่ละแบบและการแบ่งเซลล์ในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ โดยแสดงให้เห็นว่านักเรียนบางส่วนใช้การจดจำเนื้อหาตามที่ครูสอน ขาดความเข้าใจที่ถ่องแท้ในเรื่องที่เรียน ส่งผลให้นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (อุษา นาคทอง, 2550) จากงานวิจัยในต่างประเทศ พบว่านักเรียนขาดการเชื่อมโยงและการประยุกต์ใช้เนื้อหาเซลล์และกระบวนการของเซลล์ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงกระบวนการจากระดับเซลล์ไปสู่ระดับที่ใหญ่ขึ้น (Flores *et al.*, 2003) และพบว่า ขนาดของโรงเรียน ไม่ว่าจะเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง หรือขนาดเล็ก ความพร้อมในการสอน และเพศของนักเรียน ไม่มีผลต่อแนวคิดเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ที่คลาดเคลื่อนนี้ (ณัฐพงศ์ รักแจ้ง, 2542; อาริสรา แรกงานเหนือ, 2538) ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษา พัฒนาและปรับปรุง โดยมุ่งเน้นที่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยพัฒนาแนวคิดเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ เพราะการใช้วิธีสอนและเทคนิคใหม่ๆ จะช่วยพัฒนาความคิดของนักเรียนได้ดีกว่าวิธีสอนและเทคนิคเดิม (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2542)

เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ที่ให้ความสำคัญกับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่เพื่อประยุกต์กับความรู้ใหม่ที่ได้รับ แล้วสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอน

ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหา หรือสืบเสาะหาความรู้ เกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่นักเรียนยังไม่เคยรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531) เป็นการสอนที่เน้นความสำคัญของนักเรียน เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ ทั้งกระบวนการคิด และกระบวนการทำงานร่วมกันของนักเรียน (ทิสนา แคมมณี, 2547) ซึ่งสอดคล้องกับ สสวท. (2546) ที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จัดกิจกรรมที่ให้โอกาสนักเรียนได้สืบค้นข้อมูล และสำรวจตรวจสอบจากธรรมชาติ โดยใช้การทดลอง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ หรืออธิบายความหมายในการเรียนรู้ ตามประสบการณ์ของตนเอง หรือสร้างแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ขึ้นมาด้วยตนเองได้ และพบว่า วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ สามารถช่วยให้นักเรียนปรับเปลี่ยนแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ได้ (Guzzeti *et al.*, 1993 อ้างใน สุรจิตา เศรษฐภักดี, 2547) โดยการสอนแบบใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Lawson, 2000) และการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ยังเป็นวิธีการที่ช่วยพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อีกด้วย (กมลดา บุตรา, 2549)

การจัดการเรียนรู้จะประสบความสำเร็จได้มากน้อยเพียงใด พบว่าการมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ เป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่ง ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้การสร้างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง (พันธ์ ทองชุมนุช, 2547) และจะช่วยให้กิจกรรมต่างๆ พัฒนาไปได้ด้วยดี (อำนาจ เจริญศิลป์, 2537) ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น (พงศรัตน์ ธรรมชาติ, 2545; วาสนา วินิจกุล, 2546; สุรจิตา เศรษฐภักดี, 2547; ศิริลักษณ์ อ่างเงิน, 2548; อชลินดา อัลมะฮารีฟี, 2550)

จากเหตุผลทั้งหมดข้างต้น ผู้วิจัยจึงต้องการจะพัฒนาแนวคิดในวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ที่พบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนมาก (Lewis *et al.*, 2000; สุทธิจักร ศรีถนอมรัก, 2548; อุษา นาคทอง, 2550) โดยเฉพาะแนวคิดเรื่องการแบ่งเซลล์นั้น พบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด (อุษา นาคทอง, 2550) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียน และเพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนของนักเรียน ซึ่งผลที่ได้จะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและส่งผลให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน เพื่อให้นักเรียนมีศักยภาพในการเรียนรู้ เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสร้างนักเรียนที่มีพื้นฐานแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนทางด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศต่อไป

คำถามการวิจัย

1. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์เป็นอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้หรือไม่ อย่างไร
3. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสำรวจแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อเปรียบเทียบแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. เพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ หลังการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียน เพื่อจะเป็นประโยชน์แก่ครูวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน
2. ได้แนวทางให้กับครูในการสอนนักเรียนให้เกิดการพัฒนาแนวคิดตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในการสอนเรื่องอื่นๆ ต่อไป
3. ได้แนวทางให้กับครู ผู้ที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่จะทำการวิจัย ในการนำกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการพัฒนาแนวคิดไปปรับใช้กับนักเรียนในการเรียนเรื่องอื่นๆ ต่อไป

4. ได้แนวทางให้กับครู ผู้ที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่จะทำการวิจัย ในการนำกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการพัฒนาเจตคติต่อการเรียนวิชานั้นๆ ไปปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. กลุ่มที่ศึกษามี 2 กลุ่ม จากการวิจัย 2 ระยะ ดังนี้

1.1 ระยะสำรวจแนวคิด เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 41 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี

1.2 ระยะศึกษาแนวคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 43 คน โรงเรียนเดียวกับกลุ่มที่ศึกษาในระยะสำรวจแนวคิด (แต่เป็นนักเรียนคนละกลุ่มกัน)

2. เนื้อหาที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัย คือ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้เวลาทั้งสิ้น 16 คาบ คาบละ 55 นาที โดยเรียนสัปดาห์ละ 3 คาบ เป็นเวลาประมาณ 5 สัปดาห์ ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่สร้างขึ้นจำนวน 5 แผน ดังนี้

2.1 เซลล์	7	คาบ
2.1.1 เซลล์และโครงสร้างของเซลล์	4	คาบ
2.1.2 ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	3	คาบ
2.2 การแบ่งเซลล์	9	คาบ
2.2.1 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	3	คาบ
2.2.2 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	4	คาบ
2.2.3 ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	2	คาบ

3. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แนวคิดเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียน และเจตคติต่อการเรียนเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์ไว้ดังนี้

แนวคิด หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายที่แสดงถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับ สิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น โดยตนเองมีความรู้ที่ นักเรียนสร้างขึ้นเกี่ยวกับเซลล์และการแบ่งเซลล์ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดแนวคิด เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์

ประเภทแนวคิด หมายถึง ชนิดของคำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความ เข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 5 แนวคิด ดังนี้

1. แนวคิดถูกต้อง หมายถึง คำตอบที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องสอดคล้องกับ แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์
2. แนวคิดถูกต้องบางส่วน หมายถึง คำตอบที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่สมบูรณ์
3. แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน หมายถึง คำตอบที่แสดงถึงความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วน และมีบางส่วน ไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์
4. แนวคิดคลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์
5. ไม่มีแนวคิด หมายถึง ไม่เขียนตอบคำถาม หรือตอบว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ หรือเขียนคำตอบที่ แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนการสอนที่เน้น กระบวนการค้นหาคำตอบ โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน แล้วมีการต่อยอดความรู้เดิมเพื่อ สร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยใช้กระบวนการสอนที่หลากหลายเช่น การทดลอง การตั้งคำถาม การสาธิต การทำงานเป็นกลุ่ม การสำรวจศึกษาและการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน

เจตคติต่อการเรียน หมายถึง ความรู้สึก ความคิด ของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ในด้านความพึงพอใจ หรือไม่พึงพอใจ โดยวัดจาก แบบวัดเจตคติและอนุทินสะท้อนความรู้สึกรักของนักเรียน

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การพัฒนาแนวคิดเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ โดยการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ และผลงานวิจัย จากหนังสือ เอกสาร วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.1 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม
 - 1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. ความหมายของแนวคิดและแนวคิดคลาดเคลื่อน
3. แนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์
4. เจตคติต่อการเรียน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับเซลล์และการแบ่งเซลล์

การเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

ความหมายของคอนสตรัคติวิซึม

คอนสตรัคติวิซึม เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่านักเรียนทุกคน มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาบ้างแล้ว ความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ไม่ได้มาจากการบอกเล่า แต่เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้น เสาะหาสำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้เกิดความเข้าใจเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย จึงสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้ และเก็บไว้ในสมองได้ยาวนาน (สสวท., 2546) หรืออีกนัยหนึ่ง คอนสตรัคติวิซึม เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ และเป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา และมานุษยวิทยา ว่าความรู้คืออะไร และได้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้อธิบายว่าความรู้เป็นสิ่งชั่วคราว มีการพัฒนาได้และถูกสร้างขึ้นภายในตัวบุคคล โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมนี้ถูกมองว่าสามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง (Fosnot, 1996 อ้างใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541: 44)

การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

จากการศึกษาการเรียนรู้ของมนุษย์ พบว่าความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอย่างมาก การสอนที่นำเอาทฤษฎีการเรียนรู้มาใช้ย่อมมีโอกาสประสบความสำเร็จได้มากกว่าการที่ผู้สอนไม่มีการนำทฤษฎีการเรียนรู้มาใช้เลย มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่าน ได้ศึกษาเกี่ยวกับหลักการเรียนรู้ของมนุษย์ เช่น Piaget Bruner Gagne และ Ausubel ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540)

Piaget สร้างทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา ที่เชื่อว่า มนุษย์ปะทะกับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เกิด ทำให้ระดับสติปัญญาและความคิดมีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา ความรู้ไม่ใช่สิ่งที่ถูกซับได้ แต่จะถูกสร้างขึ้นในสมองของมนุษย์โดยผ่านการกระทำ ของตนเองเพื่อพัฒนาสติปัญญา

Bruner สร้างทฤษฎีพัฒนาการ ที่มีส่วนคล้ายคลึงกับทฤษฎี Piaget แต่ต่างกันตรงที่ Bruner เน้นความสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรมกับพัฒนาการทางสติปัญญา เชื่อว่า สิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรม จะเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเร่งความเจริญงอกงามทางสติปัญญา

Gagne มีความเชื่อว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ประกอบด้วย สถานการณ์และเงื่อนไขที่กำหนดได้โดยการสร้างจุดประสงค์ที่ชัดเจน

Ausubel สร้างทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีความหมาย โดยอธิบายว่า การเรียนรู้ประกอบด้วย 2 กระบวนการคือ การสร้างมโนคติ (concept formation) กับการดูดซึมมโนคติ (concept assimilation) เน้นว่าผู้สอนจำเป็นต้องค้นหาความรู้เดิมของนักเรียน แล้วนำความรู้เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของมนุษย์ ต่อมาได้มีทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นในตัว of นักเรียนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก โดยจัดสถานการณ์ให้ นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนมีโครงสร้างความรู้ที่ใช้ในการตีความหมาย ไม่ใช่การเติมสมองที่ว่างเปล่าของนักเรียน แต่เป็นการพัฒนาหรือเปลี่ยนความคิด ที่มีอยู่แล้วของนักเรียน เป็นการเปลี่ยนแปลงมโนคติ เป็นการสร้างหรือยอมรับความคิดใหม่ๆ หรือ เป็นการจัดโครงสร้างของความคิดเดิมที่มีอยู่แล้วใหม่ (Cobb, 1994; Bell, 1993 อ้างใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540)

จากงานวิจัยต่างๆ พบว่า การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมเป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับ ความต้องการและความสนใจของผู้เรียน ทำให้นักเรียนมีความสุขสนุกสนานกับการเรียน ได้รับ ความรู้และประสบการณ์จริงในการเรียน และพบว่าสามารถช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (สาคร ธรรมศักดิ์, 2541; พรหม ผูกดวง, 2542; วรางคณา พัดคำ, 2543; ทิพสุคนธ์ ไชยราช, 2545) นักเรียนมีความสุขในการเรียน (พรหม ผูกดวง, 2542)

การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้สร้างขึ้นมาด้วย ตนเอง (Wittrock, 1991) จากการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว และใช้วิธีการแสวงหาเพื่อที่ จะอธิบายสภาพแวดล้อมเหล่านั้น (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540) เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ขึ้นมาใหม่ โดยการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้นั้น ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะ อย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry process) ซึ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มาจาก

ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของ ศาสตราจารย์ Bruner แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ที่ใช้หลักพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของมนุษย์ของ Piaget มาสร้างทฤษฎีการเรียนรู้ชื่อว่า “Discovery Approach” หรือการเรียนรู้โดยการค้นพบ ซึ่งเสนอแนะหลักการที่จะนำไปใช้ในการจัดหลักสูตรและการเรียนการสอน และเชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อนักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งนำไปสู่การค้นพบการแก้ปัญหา เป็นวิธีการเรียนรู้โดยการค้นพบหรือ นักการศึกษาบางท่านนิยมเรียกว่า การเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry learning) (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2544)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาชาติ (National Science Education Standards) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่หลากหลาย รวมถึงการสังเกต การตั้งคำถาม การตรวจสอบหนังสือ การวางแผนตรวจสอบความรู้ที่ค้นพบด้วยการทดลองเพื่อหาหลักฐาน ใช้เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และตีความข้อมูล เสนอคำตอบ อธิบายคำตอบ ทำนายคำตอบ สื่อสารและนำเสนอผลที่ได้รับ การสืบเสาะหาความรู้ต้องใช้การพิสูจน์สมมติฐานโดยใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดอย่างมีเหตุผล ตลอดจนพิจารณาทางเลือกที่หลากหลาย (National Research Council, 1996)

ความหมายการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้ การสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการค้นหาคำตอบ (Pugliese, 1979; Nagalski, 1980) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่วางเงื่อนไขให้นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนรับรู้ ถาพปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบที่จะเป็นปัญหาที่ต้องการคำตอบในขั้นต่อไป (Herron, 1971) โดยอาศัยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ (Nagalski, 1980)

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) เสนอแนะว่า “ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหา หรือสืบเสาะหาความรู้ เกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เป็นเครื่องมือ”

สสวท. (2546) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม โดยอาศัยกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้น เสาะหาความรู้ สำนวตรวจสอบความรู้ ด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายและสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

Dewey (1916) ได้อธิบายความหมายของการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นวิธีการสอนที่นำเอากิจกรรมมาใช้เพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาโดยตัวนักเรียนเอง ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ หรือแนะนำแนวทางให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง และฝึกทักษะที่จำเป็นในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

Lawson (2000) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นวิธีสอนรูปแบบหนึ่งที่มีกระบวนการสอนอย่างหลากหลาย เช่น การทดลอง การตั้งคำถาม การสาธิตการทำงานเป็นกลุ่ม การสำรวจศึกษา การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดความเป็นรูปธรรม ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนมากกว่าการท่องจำ

จากความหมายการการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบของสิ่งที่จะเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือ การค้นหาคำตอบอย่างเป็นระบบของนักวิทยาศาสตร์ มีกระบวนการสอนที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การทดลอง การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การนำเทคโนโลยีมาใช้ การใช้สื่อภาพเพื่อให้เข้าใจเนื้อหาที่เป็นนามธรรม และการสรุปความรู้ที่ได้ เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง

จุดมุ่งหมายในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จุดมุ่งหมายในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Schwab, 1970) คือการให้ผู้เรียนเห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการแปลความจากข้อมูล ในขอบเขตเรื่องที่ศึกษา เมื่อมีความรู้มากขึ้น การแปลความหมายยิ่งสมบูรณ์มากขึ้นด้วยและขอบเขตอาจเปลี่ยนแปลงได้ เป็นการสร้างเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ด้วยตนเอง การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้จะไม่ประสบผลสำเร็จ หากนักเรียนไม่ได้มีส่วนร่วมในการที่จะพบปัญหา ดังนั้นวิธีสอนที่ดีที่สุด

คือ ให้นักเรียนปฏิบัติการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ได้พบปัญหาด้วยตนเอง และเกิดความคิดที่จะการแก้ปัญหาเหล่านั้นด้วยตนเอง

ประเภทของการสืบเสาะหาความรู้

การสืบเสาะหาความรู้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ (Herron, 1971; ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2531)

1. การสืบเสาะสำเร็จรูป (Structured inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้นักเรียน กำหนดขั้นตอนในการทดลอง และจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนแปลความหมายและสรุปด้วยตนเอง
2. การสืบเสาะแนะนำ (Guided inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ครูให้คำปรึกษาหารือ หรือนำแนะวิธีการทดลองและจัดกระทำข้อมูล นักเรียนเป็นผู้แปลความหมาย และสรุปด้วยตนเอง
3. การสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (Open inquiry) เป็นการสืบเสาะที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วิธีการแก้ปัญหา การจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายข้อมูลและสรุปด้วยตนเอง

รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบ มีการประยุกต์ใช้และการพัฒนาให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ซึ่งนักการศึกษาต่างๆ ได้เสนอแนะรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามวิธีของ Romey

Romey (1968) เสนอว่าการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนให้เห็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น ต้องเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ และถือเอาการทดลองเป็นหัวใจของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนควรจะสามารถเอาความรู้วิทยาศาสตร์ไปอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ Romey แบ่งการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ไว้เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1.1 ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง

ในขั้นนี้ครูอาจจะคำถาม ถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนฝึกออกแบบการทดลอง ครูอาจจะมีการสาธิตเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน และให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของหรือเหตุการณ์บางอย่าง รวมถึงวางแผนการทำการทดลอง เช่น ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร กำหนดขั้นตอนในการทดลอง เป็นต้น

1.2 ขั้นทำการทดลอง

ในขั้นนี้ให้นักเรียนลงมือทำการทดลองตามแนวทางที่ได้อภิปรายไว้ในขั้นก่อน ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียน หน้าที่หลักของครูคือผู้ดูแลและให้ความช่วยเหลือ อภิปรายร่วมกับนักเรียน ส่วนผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการทดลองคือนักเรียน

1.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

หลังจากทำการทดลองแล้วให้นักเรียนเสนอผลการทดลอง โดยสิ่งที่อยู่ในมือครูคือผลการทดลองที่ถูกต้องจากหนังสือหรือจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ผลการทดลองชุดนี้มีไว้เพื่อเปรียบเทียบกับของนักเรียนว่าผลของนักเรียนเป็นอย่างไร โดยครูอาจให้ความรู้เพิ่มเติมในกรณีที่ผลการทดลองของนักเรียนไม่ตรงกับผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 ขั้น

วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 4 ขั้น (Barman, 1992) ได้แก่ การสำรวจ (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายแนวคิด (Expansion) และการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การสำรวจ (Exploration) ระยะการสำรวจเป็นการเน้นที่นักเรียน โดยกระตุ้นความไม่สมดุลความคิดของผู้เรียน และช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิด ครูรับผิดชอบการให้นักเรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจงและวัสดุอุปกรณ์ คำแนะนำชี้แจงของครูต้องไม่ชี้แนะว่าควรเรียนอะไร และต้องไม่อธิบายแนวคิด แต่ให้แนวทางและคำแนะนำเพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ นักเรียนรับผิดชอบต่อการสำรวจ

2.2 การอธิบาย (Explanation) หาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ผู้เรียน ความมุ่งหมายของระยะนี้ เพื่อให้ครูได้นำนักเรียนในการคิดเพื่อว่าแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนจะได้รับการสร้างขึ้นด้วยความร่วมมือกันไม่ใช่เพียงครูให้อย่างเดียว เพื่อให้สำเร็จ ครูเลือกและจัดทำสภาพแวดล้อมของชั้นเรียนที่พึงประสงค์ ขั้นนี้ช่วยนำไปสู่การปรับขยายโครงสร้างความคิด ครูต้องแนะนำภาษาหรือรูปแบบแนวคิดเพื่อช่วยในการปรับขยายโครงสร้างความคิด ครูแนะแนวให้นักเรียนสามารถอธิบายด้วยตนเองเกี่ยวกับแนวคิดที่ได้มา นักเรียนควรจะค้นพบแล้ว ถึงแม้ว่าความเข้าใจของนักเรียนยังไม่สมบูรณ์ และสามารถจะช่วยนักเรียนให้ใช้ข้อมูลของตนสร้างแนวคิดถูกต้องได้ ซึ่งจะนำนักเรียนไปสู่ขั้นต่อไปโดยอัตโนมัติ

2.3 การขยายแนวคิด (Expansion) ขั้นนี้ให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญให้มากที่สุด และเป็นขั้นที่จัดขึ้นเพื่อกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่ม ความมุ่งหมายเพื่อช่วยนักเรียนให้จัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดที่นักเรียนได้มาจากการค้นพบ มีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่คล้ายคลึงกัน และเพื่อให้ค้นพบการประยุกต์ใหม่สำหรับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว แนวคิดที่สร้างขึ้นจะต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ความมุ่งหมายเพื่อจะนำความคิดของนักเรียนให้ขยายกว้างมากขึ้น โดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้มา เข้ากับความคิดหรือประสบการณ์อื่นๆ ซึ่งสัมพันธ์กับแนวคิดที่สร้างขึ้น

2.4 การประเมินผล (Evaluation) เพื่อเป็นการประเมินการเรียนรู้ ใช้การประเมินที่หลากหลาย เพื่อวัดการสร้างแนวคิดและการเรียนรู้

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E

ในปี ค.ศ.1992 โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา หรือ BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้ขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ออกเป็น 5 ขั้น หรือเรียกย่อว่า 5E ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มีการนำการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (สสวท., 2546) มาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เช่นเดียวกัน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งอาจมาจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้

เดิมที่เพิ่งเรียนมา แล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่เป็นประเด็นน่าสนใจ ครูอาจให้การศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการให้ศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตของรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจารย์ทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น เพื่อให้มีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

3.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจแล้ว ขั้นนี้จะเป็นการวางแผนกำหนดแนวทางสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบแล้ว มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างตาราง ฯลฯ

3.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

3.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไร และมีความรู้เป็นอย่างไร เพื่อจะนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน หรือ 5E ตามรูปแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์ และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบผลการพัฒนาแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูและนักเรียนจะมีบทบาทต่างๆ ตามที่ Trowbridge and Bybee (1996) ได้เสนอไว้ แสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้นของการจัดการเรียนรู้	สิ่งที่ควรทำ	
	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	- สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถาม - ตอบสนองสิ่งที่นักเรียนยังไม่รู้เกี่ยวกับแนวคิด	- ถามคำถาม เช่น ทำไมคนจึงเจ็บโตได้ - แสดงความสนใจในหัวข้อ
ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน โดยครูไม่ต้องสั่ง - สังเกตและฟังปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน - ให้อิโณักเรียนในการไตร่ตรองปัญหา - ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา	- คิดอย่างอิสระ แต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม - ทดสอบการทำนาย หรือสมมติฐาน - สร้างคำทำนาย หรือสมมติฐานใหม่ - หาทางเลือกด้วยการอภิปราย - บันทึกการสังเกตและความคิด - ชลอการตัดสินใจ
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของตนเอง - หาหลักฐานและการสร้างความกระจ่าง - จัดหาคำจำกัดความ การอธิบาย การกำหนดชื่อที่เป็นทางการให้ - ใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานการอธิบายแนวคิด	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ให้คนอื่น ๆ - ฟังการอธิบายจากคนอื่นอย่างวิเคราะห์ - ตั้งคำถามจากการอธิบายของคนอื่น - ฟังและพยายามเข้าใจคำอธิบายที่นำเสนอโดยครู - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติ - ใช้ข้อมูลจากการสังเกตประกอบคำอธิบาย

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นของการจัดการเรียนรู้	สิ่งที่ควรทำ	
	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	- คาดหวังให้นักเรียนใช้ชื่อคำจำกัดความและการอธิบายอย่างเป็นทางการ - ส่งเสริมให้นักเรียนขยายแนวคิดและทักษะในสถานการณ์ใหม่ - เตือนนักเรียนเมื่อนักเรียนอธิบายด้วยคำอธิบายไม่ - อ้างอิงด้วยข้อมูลและหลักฐานที่มีและถามว่า อะไรที่นักเรียนรู้และอะไรที่นักเรียนยังไม่รู้	- ใช้ชื่อ คำจำกัดความ คำอธิบาย และทักษะไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมเพื่อถามคำถาม เสนอการแก้ปัญหา ตัดสินใจ และออกแบบจำลองแนวคิด - ให้ข้อสรุปที่มีเหตุผล จากหลักฐานที่มี - บันทึกการสังเกตและคำอธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจในระหว่างกลุ่มเพื่อน
ขั้นประเมิน (Evaluation)	- สังเกตนักเรียนในขณะที่นักเรียนนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปใช้ - ประเมินความรู้และทักษะ - หาหลักฐานที่ทำให้นักเรียนเปลี่ยนแนวคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่มด้วยตนเอง - ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดอย่างนั้น	- ถามคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกตหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับ - แสดงความเข้าใจความรู้ในแนวคิด - ประเมินความก้าวหน้าและความรู้ของตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำไปสู่การสำรวจในอนาคต

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2540) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความสนใจ อยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา
2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดฝึกการกระทำ ทำให้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทน และถ้อยโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย
3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้สามารถช่วยให้นักเรียนปรับเปลี่ยนแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ได้ (Guzzetti *et al.*, 1993 อ้างใน สุรจิตา เศรษฐภักดี, 2547) และการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการที่ช่วยพัฒนาแนวคิดของนักเรียนได้ (กมลมา บุตรา, 2549)

ความหมายของแนวคิดและแนวคิดคลาดเคลื่อน

ความหมายของแนวคิด

คำว่า “แนวคิด” เป็นคำที่มาจากภาษาอังกฤษว่า “Concept” ในภาษาไทยมีการใช้คำอื่นแทน เช่น ความคิดรวบยอด (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2532; สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531) มโนคติ (สุจินต์ วิสวธีรนนท์, 2524) และมโนภาพ (ผดุงยศ ดวงมาลา, 2523) เป็นต้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า “แนวคิด” ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ธีระชัย ปุณณโชติ (2536) ได้ให้ความหมายของแนวคิดว่าเป็นความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วนำคุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าเป็นความคิด

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532) ได้ให้ความหมายของแนวคิดว่าเป็นภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติร่วมกัน

วีระชาติ สงวนไพรินทร์ (2531) ได้ให้ความหมายของแนวคิดว่าเป็นความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้น โดยที่ความเข้าใจนี้จะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

Fieldman (1987) ได้ให้ความหมายของแนวคิดว่า แนวคิดเป็นการจัดกลุ่มของเหตุการณ์หรือคนที่มีคุณสมบัติคล้ายกันเข้าด้วยกัน แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือ แนวคิดทำให้เข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ง่ายขึ้นและสามารถจัดจำแนกสิ่งใหม่ๆ ที่เราพบเห็นให้อยู่ในรูปที่เราสามารถเข้าใจได้ตามประสบการณ์ที่ผ่านมา

จากความหมายของแนวคิดที่นักการศึกษาแต่ละท่านได้ให้ความหมายไว้ สามารถสรุปได้ว่า แนวคิด คือ ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น ซึ่งแทนองค์ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นเกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ

ความหมายของแนวคิดคลาดเคลื่อน

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของแนวคิดคลาดเคลื่อน ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2532: 107) ได้ให้ความหมายของแนวคิดคลาดเคลื่อนไว้ว่าเป็นความคิดความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง อันเนื่องมาจากการรับรู้ที่ไม่สมบูรณ์ และคลุมเครือ

Lawson (1988: 186) ได้ให้ความหมายของแนวคิดคลาดเคลื่อนไว้ว่าเป็นความรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่กว้างขวางของแต่ละคน ซึ่งไม่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์

Gussarsky and Gorodetsky (1990: 197) ซึ่งได้อธิบายความหมายแนวคิดคลาดเคลื่อนไว้ว่า เป็นกระบวนการเชื่อมโยงแนวคิดหรือเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องหนึ่งกับเนื้อหาที่คลาดเคลื่อนจากอีกเรื่องหนึ่ง ทำให้เกิดการถ่ายทอดที่ผิดพลาดจากเนื้อหาหนึ่งไปยังอีกเนื้อหาหนึ่ง

Griffiths and Preston (1992) ได้อธิบายความหมายแนวคิดคลาดเคลื่อนไว้ว่า เป็นแนวคิดที่มีความหมายแตกต่างไปจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

จากความหมายของแนวคิดคลาดเคลื่อน ที่นักการศึกษาแต่ละท่านได้ให้ความหมายไว้สามารถสรุปได้ว่า แนวคิดคลาดเคลื่อน คือ แนวคิดที่ไม่ตรงตามแนวคิดวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดถูกต้อง ซึ่งอาจไม่ตรงบางส่วน หรือไม่ตรงเป็นส่วนใหญ่ ทำให้เกิดแนวคิดที่ผิดพลาดไปจากแนวคิดวิทยาศาสตร์

แนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ จากหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม วิชาชีววิทยา เล่ม 1 (สสวท., 2548) ซึ่งอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีมาตรฐานการเรียนรู้ (สสวท., 2546) ดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตและกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ป.1 – ป.3

1. สังเกต สำรวจตรวจสอบ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของโครงสร้างต่างๆ ของพืชและสัตว์ในท้องถิ่นที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

2. สังเกต สํารวจตรวจสอบและอธิบายปัจจัยบางประการที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชและสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปศึกษาเพิ่มเติมและนำไปใช้ประโยชน์

3. สํารวจ อภิปราย และอธิบายปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต การเจริญเติบโต และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของมนุษย์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ป.4 – ป.6

1. สํารวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของ โครงสร้างต่างๆของพืชวิถจักรชีวิต การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืชปัจจัยบางประการที่จำเป็น ต่อการเจริญเติบโตการสังเคราะห์ด้วยแสงการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์

2. สํารวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการทำงานที่สัมพันธ์กัน ของอวัยวะต่างๆ ของสัตว์ ปัจจัยบางประการที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต วิถจักรชีวิตการสืบพันธุ์ พฤติกรรมของสัตว์และการนำความรู้ไปใช้

3. สํารวจ สืบค้นข้อมูลอภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับสารอาหาร และความ จำเป็นที่ร่างกายต้องการสารอาหารที่ได้สัดส่วนเหมาะสมกับเพศ วัย

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.1 – ม.3

1. สํารวจตรวจสอบ และอธิบายลักษณะและรูปร่างของเซลล์ต่าง ๆของสิ่งมีชีวิต เซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ หน้าที่ของส่วนประกอบของเซลล์พืช และเซลล์สัตว์ รวมทั้ง กระบวนการที่สารผ่านเซลล์

2. สํารวจตรวจสอบและอธิบายปัจจัยที่จำเป็นต่อใช้และผลที่ได้จากการสังเคราะห์ ด้วยแสง ความสำคัญของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3. สํารวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายโครงสร้างและการทำงานของระบบต่าง ๆของสิ่งมีชีวิต (พืช สัตว์และมนุษย์) การทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่างๆ และ นำความรู้ไปใช้

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4 - ม.6

สำรวจตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์และร่างกายพืช สัตว์ กลไกในการควบคุมคุณภาพของร่างกายมนุษย์ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตและในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิดเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ โดยแบ่งเป็น 6 แนวคิดหลัก คือ เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ การแบ่งเซลล์ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ซึ่งมีรายละเอียดตามหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม วิชาชีววิทยา เล่ม 1 (สสวท., 2548) ดังนี้

เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

เซลล์ เป็นหน่วยพื้นฐานที่มีชีวิตที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างของเซลล์ประกอบด้วย นิวเคลียส ไซโทพลาซึม และส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ เซลล์มีขนาดแตกต่างกัน ส่วนมากมีขนาดเล็กมาก มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ในขณะที่บางเซลล์มีขนาดใหญ่มองเห็นได้ชัดเจน

ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

ลักษณะของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

เซลล์พืช มีรูปร่างเป็นเหลี่ยม มีผนังเซลล์ และคลอโรพลาสต์ มีแวคิวโอลขนาดใหญ่ มองเห็นได้ชัดเจน

คลอโรพลาสต์ เป็นพลาสติดที่มีสีเขียวเนื่องจากมีสารคลอโรฟิลล์ ทำหน้าที่หลักในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการบวนการสังเคราะห์โมเลกุลอาหาร เช่น กลูโคส กระบวนการนี้ เรียกว่า กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

เซลล์สัตว์ มีรูปร่างกลม หรือรี มีไลโซโซม มีเซนทริโอล ใช้ในการแบ่งเซลล์ มีแวคิวโอลขนาดเล็ก มองเห็นได้ไม่ชัดเจน

การแบ่งเซลล์

การแบ่งเซลล์ ของสิ่งมีชีวิตพวากยูแคริโอตประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การแบ่งนิวเคลียส (karyokinesis) และการแบ่งไซโทพลาซึม (cytokinesis) การแบ่งนิวเคลียสสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส (mitosis) และการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส (meiosis)

การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis) เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนของเซลล์ร่างกายในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ และเป็นการแบ่งเซลล์สืบพันธุ์ในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์บางชนิด

การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นวิธีแบ่งนิวเคลียสที่ทำให้จำนวนโครโมโซมคงที่ เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จะเจริญเติบโต และเริ่มแบ่งนิวเคลียสและไซโทพลาซึมต่อไปอีกเป็นวัฏจักร ระยะเวลาที่เซลล์เตรียมความพร้อมก่อนการแบ่งจนถึงการแบ่งนิวเคลียสและไซโทพลาซึมเสร็จสิ้นเรียกว่าวัฏจักรของเซลล์ (cell cycle) ซึ่งพบเฉพาะการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เนื่องจากเซลล์ที่ได้จากการแบ่งแบบนี้สามารถเจริญและเข้าสู่วัฏจักรของเซลล์ได้อย่างต่อเนื่อง

การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ทำให้ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ที่มีลักษณะเหมือนเดิมทุกประการ ดังนั้น ดีเอ็นเอจากทุกเซลล์ในร่างกายจากเนื้อเยื่อจึงเหมือนกัน

กระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส แบ่งเป็นช่วงอินเตอร์เฟส และช่วงไมโทซิส ซึ่งช่วงไมโทซิส มี 4 ระยะ คือ ระยะโพรเฟส เมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟส เมื่อสิ้นสุดระยะเทโลเฟส จะได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เดิม

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis) เป็นการแบ่งเซลล์เพศ (sex cell) ในสัตว์จะพบการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในรังไข่ และอสุจิ ในพืชพบใน Pollen sac และ รังไข่ เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis) เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต โดยจะมีการลดจำนวนโครโมโซมลงไปครึ่งหนึ่ง จาก 2 ชุด ($2n$) เป็น 1 ชุด (n) ซึ่งเมื่อเสร็จสิ้นการแบ่งเซลล์แล้วจากเซลล์แม่ 1 เซลล์ จะแบ่งได้เซลล์ลูกทั้งหมด 4 เซลล์

เซลล์ร่างกายของคนมีโครโมโซมอยู่ 46 โครโมโซม หรือ 23 คู่ แต่ละคู่มีรูปร่างลักษณะเหมือนกัน และมียีนที่ควบคุมลักษณะเดียวกันอยู่ในตำแหน่งตรงกัน เรียกโครโมโซมที่เป็นคู่กันว่า โฮโมโลกัส โครโมโซม (homologous chromosome) เซลล์ที่มีโครโมโซมเป็น 2 ชุด หรือ $2n$ เรียกว่า เซลล์ดิพลอยด์ (diploid cell) ส่วนเซลล์ที่มีโครโมโซมเพียง 1 ชุด หรือ n เรียกว่า เซลล์แฮพลอยด์ (haploid cell)

กระบวนการครอสซิงโอเวอร์ (crossing over) คือ การแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนโครโมโซมระหว่างนอนซิสเตอร์โครมาทิด เกิดการสลับชิ้นส่วนของโครมาทิดขึ้น ทำให้ยีนมีการเรียงตัวใหม่ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดการแปรผันพันธุ์ต่างๆ กัน (variation) กระบวนการนี้เกิดในระยะโพรเฟส I

ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนของเซลล์ร่างกายในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ จำนวนโครโมโซมของเซลล์เริ่มต้นเท่ากับเซลล์ลูก จากเซลล์ดิพลอยด์ที่มีโครโมโซม 2 ชุด หรือ $2n$ จะได้ $2n$ เท่าเดิม

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ จำนวนโครโมโซมของเซลล์เริ่มต้นต่างจากเซลล์ลูก คือ จำนวนโครโมโซมของเซลล์ลูกลดลงครึ่ง จากเซลล์ดิพลอยด์ที่มีโครโมโซม 2 ชุด หรือ $2n$ จะได้ เซลล์แฮพลอยด์ ที่มีโครโมโซม 1 ชุด หรือ n

เจตคติต่อการเรียน

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นตรวจสอบเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ในวิชาชีววิทยา

ความหมายของเจตคติ คือ เรื่องของความชอบ ไม่ชอบ ความรู้สึก ความเชื่อฝังใจต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด เจตคติจึงเป็นทั้งพฤติกรรมภายในและภายนอก ในบางครั้งอาจเรียก ทักษคติ (ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2551) Belkin and Skydell (1979, อ้างใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2551) ให้ความหมายของเจตคติว่า เป็นแนวโน้มที่บุคคลจะตอบสนองในทางที่เป็นความพึงพอใจ ไม่พอใจ ต่อผู้คน เหตุการณ์ สิ่งของต่างๆ อย่างสม่ำเสมอและคงที่

เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อวิชาศาสตร์ทั้งในทางบวก คือ ชอบ สนใจ อยากรู้ อยากมีส่วนร่วมในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และในทางลบ คือ ไม่ชอบ ไม่สนใจ ไม่อยากรู้ ไม่อยากมีส่วนร่วมในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (นราธิป อาหาณ, 2539)

สรุปได้ว่า เจตคติต่อการเรียนในการวิจัยครั้งนี้ เป็นความรู้สึกที่นักเรียนแสดงออกหรือที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ

คุณลักษณะของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (ดราวรรณ อานันทนสกุล, 2547) มีดังนี้

1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานวิทยาศาสตร์
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
5. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
6. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
7. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใคร่ครวญ ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

จากคุณลักษณะของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ บุคคลที่มีเจตคติอันพึงประสงค์ตามแบบวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะ (อารีย์ ผลประพฤติ, 2538) ดังนี้

1. มีคุณลักษณะในการแสวงหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ มีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีใจกว้าง ไม่เชื่อใครง่ายๆ มีความซื่อสัตย์และใจเป็นกลาง มีการพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ

2. มีความรู้สึกในด้านดี เช่น ยอมรับ เห็นด้วย ชอบ เห็นความสำคัญต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และ กิจกรรมวิทยาศาสตร์

3. มีความตั้งใจจะเข้าร่วมในกิจกรรมวิทยาศาสตร์และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

จากคุณลักษณะและเจตคติอันพึงประสงค์ตามแบบวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ สรุปลักษณะนักเรียนที่มีเจตคติต่อการเรียนที่ดี คือ พอใจและชื่นชอบในการเรียนวิชาชีววิทยา เห็นคุณค่าและประโยชน์ในการเรียนวิชาชีววิทยา และตั้งใจเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ และการแบ่งเซลล์

การวัดเจตคติต่อการเรียน

เจตคติ เป็นไปทางนามธรรมมากกว่ารูปธรรม การวัดจึงไม่สามารถจะวัดได้โดยตรง แต่วัดได้จากแนวโน้มของบุคคลที่แสดงออกทางภาษา และวัดในรูปของความเห็น อาจจะใช้การสังเกตจากการกระทำ คำพูด การแสดงสีหน้าท่าทาง หรือ สัมภาษณ์ความรู้สึกนึกคิดของเขา แต่แบบวัดหรือเครื่องมือที่นักจิตวิทยานิยมใช้กันมาก จะอยู่ในรูปแบบสอบถามหรือแบบสำรวจ เรียกว่า แบบวัดทางเจตคติ (ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2551)

การสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีการของ Likert (1932 อ้างใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2551) มีหลักการสร้าง คือ การจัดให้มีข้อความที่แสดงเจตคติต่อที่หมายในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง แล้วให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น คำตอบของแต่ละข้อความจะมีให้เลือกตอบ 5 ช่วง ตั้งแต่เห็นด้วยอย่างมาก เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างมาก ขั้นตอนการสร้าง มีดังนี้

1. รวบรวมข้อความ แต่ละข้อความต้องมีลักษณะที่คนมีเจตคติต่าง ๆ กัน ตอบต่างกัน และหลีกเลี่ยงข้อความที่มี 2 ความหมาย

2. ตรวจสอบข้อความนั้นว่าเหมาะสมกับการตอบเพียงใด ในลักษณะของ 5 ช่องดังกล่าว

3. ทดลองดูว่ามีข้อความใดไม่ชัดเจนหรือคลุมเครือ เพื่อการแก้ไข

4. การให้น้ำหนักคะแนนของความเห็น ในแต่ละระดับตามวิธีการของ Likert ใช้ได้สะดวกมากขึ้น เพราะใช้การกำหนดค่าแบบจงใจ เพื่อให้เป็นค่าน้ำหนักประจำของแต่ละระดับความเห็น เหมือนกันทุกข้อความ

การจะหาว่าบุคคลใดมีเจตคติเป็นอย่างไร ใช้วิธีรวมคะแนนการตอบทุกข้อความของแต่ละคน ถ้าคะแนนรวมสูง แสดงว่าระดับเจตคติเป็นไปในลักษณะพอใจหรือคล้อยตาม ย่อมแสดงว่ามีเจตคติที่ดีต่อสิ่งนั้น

ในการสร้างแบบวัดเจตคติที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะมีการวัดเจตคติโดยแบ่งเป็นด้านต่างๆ เพื่อให้เห็นภาพการวัดเจตคติที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ได้ชัดเจน เช่น ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อวิทยาศาสตร์ การเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ ความนิยมชมชอบในวิทยาศาสตร์ และการแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (วิชาญ เลิศลพ, 2543) การวิจัยในครั้งนี้ต้องการวัดเจตคติต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยจึงทำการวัดเจตคติโดยแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการชื่นชอบกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการชื่นชอบในการมีส่วนร่วมกับกิจกรรม และด้านการชื่นชอบต่อการเรียนการสอน เพื่อให้เห็นผลของเจตคติที่นักเรียนมีต่อการเรียนในด้านของกิจกรรม การมีส่วนร่วมกับกิจกรรม และต่อการเรียนรู้ซึ่งเป็นจุดเด่นในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อจะพัฒนาแนวคิดและเจตคติของนักเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแนวคิดในวิชาชีพวิชา ดังนี้

งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในประเทศไทย

1.1 จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่ามีผู้ที่ศึกษาวิจัยในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

การศึกษาผลการสอนโดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้กับการสอนตามคู่มือครูของสสวท. ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (พงศรัตน์ ธรรมชาติ, 2545) การศึกษาวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ (สราวุฒิ บุญยสิน, 2542) การศึกษาผลต่อพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแนวคิดเกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ (จันทร์พร พรหมมาศ, 2541) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ (อัมลินดา อัลมะอารีฟีย์, 2550)

กลุ่มที่ศึกษาในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ คือ นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (จันทร์พร พรหมมาศ, 2541; สราวุฒิ บุญยสิน, 2542; อัมลินดา อัลมะอารีฟีย์, 2550) นักเรียนระดับระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 (พงศรัตน์ ธรรมชาติ, 2545)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ แบบทดสอบแนวคิดเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (จันทร์พร พรหมมาศ, 2541) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สราวุฒิ บุญยสิน, 2542; พงศรัตน์ ธรรมชาติ, 2545; อัมลินดา อัลมะอารีฟีย์, 2550) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สราวุฒิ บุญยสิน, 2542) แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (อัมลินดา

อัลมะอาริฟีย์, 2550) แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี (พงศรัตน์ ธรรมชาติ, 2545) แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ (จันทร์พร พรหมมาศ, 2541)

จากการศึกษาวิจัย พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีความคงทนในการเรียนรู้แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (สราวุฒิ บุญยีน, 2542) นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้มีแนวคิดเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (จันทร์พร พรหมมาศ, 2541) นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (อชลินดา อัลมะอาริฟีย์, 2550)

1.2 จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่ามีผู้ที่ศึกษาวิจัยในเนื้อหาวิชาชีววิทยา ดังนี้

การศึกษาผลการเรียนรู้เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (สุรจิตา เศรษฐภักดี, 2547) การศึกษาการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในแนวคิดเรื่องเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เปรียบเทียบกับการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. (กมลลา บุตรา, 2549) การส่งเสริมแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณในเรื่องการตอบสนองของพืช ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (อาทิตยา จิตรเอื้อเฟื้อ, 2551) การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ (ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551)

กลุ่มที่ศึกษาในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 (สุรจิตา เศรษฐภักดี, 2547; กมลลา บุตรา, 2549; ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 (อาทิตยา จิตรเอื้อเฟื้อ, 2551)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (สุรจิตา เศรษฐภักดี, 2547) แบบทดสอบวัดแนวคิดและแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (กมลลา บุตรา, 2549) แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์และอนุทินรายสัปดาห์ของนักเรียน (ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551) แบบสำรวจแนวคิดเรื่องการตอบสนองของพืชก่อนและหลังเรียน แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย และแบบสัมภาษณ์นักเรียน (อาทิตยา จิตรเอื้อเฟื้อ, 2551)

จากการศึกษาวิจัย พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และมีเจตคติที่ดีในวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง ทั้งในด้านความนิยมชมชอบ ด้านความสนใจ ด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วม และมีเจตคติที่ดีในระดับสูงที่สุดในด้านการเห็นความสำคัญ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นขยายความรู้ มุ่งเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ค้นพบกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนสืบค้น สำรวจและวิเคราะห์เพิ่มเติม เพื่อความเข้าใจที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น นักเรียนจึงเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ (สุรจิตา เศรษฐภักดี, 2547) นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกเพศที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีแนวความคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ มากกว่านักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะแบบ สสวท. โดยนักเรียนชายและหญิงที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จะมีความเข้าใจแนวคิดเซลล์แบบสมบูรณ์ ร้อยละ 33.3- 44.4 และมีความเข้าใจในเพียงบางส่วน ร้อยละ 50.0-55.6 และในแนวคิดเรื่องการแบ่งเซลล์ จะมีความเข้าใจแนวคิดเซลล์แบบสมบูรณ์ ร้อยละ 22.2-27.8 และมีความเข้าใจในเพียงบางส่วน ร้อยละ 72.2-77.8 (กมลลา บุตรา, 2549) นักเรียนพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ โดยจำนวนนักเรียนอยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องและถูกต้องบางส่วนมากขึ้น และมีจำนวนกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนและไม่มีแนวคิดลดลง ส่วนเทคนิคการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาแนวคิดคือ การร่วมกันออกแบบคันคว่ำและการลงมือปฏิบัติ การได้ฝึกคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน การถามคำถามเพื่อให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นก่อนการจัดการเรียนการสอน (ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551) กิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความรู้ความเข้าใจและการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการตอบสนองของพืช โดยนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนลดลง (อาทิตยา จิตรเอื้อเฟื้อ, 2551)

2. งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในต่างประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่ทำการศึกษเกี่ยวกับการสอนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ในต่างประเทศพบว่ามีผู้ที่ศึกษาวิจัยในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ คือ ทักษะกระบวนการและความเข้าใจในวิชาชีพวิทยา (Laovie, 1999) ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบนิเวศ (Blank, 2000) ความเข้าใจเกี่ยวกับการออสโมซิส (Lawson, 2000) การพัฒนาด้านแนวคิดและความคงทนในการเรียนรู้ (Lisa, 1998)

กลุ่มที่ศึกษาในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 (Lisa, 1998) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 (Blank, 2000) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 (Laovie, 1999; Lawson, 2000)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ แบบสังเกตการสอนและแบบบันทึกการสนทนาระหว่างผู้วิจัยกับครูผู้สอน (Laovie, 1999) เทปบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ (Blank, 2000) แบบสัมภาษณ์ (Lawson, 2000) แบบวัดแนวคิด (Lisa, 1998)

จากการศึกษาวิจัย พบว่า การใช้วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการออสโมซิส (Lawson, 2000) นอกจากนี้ยังพบว่า ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับโลกภายนอก มีความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง มีความคงทนในการเรียนรู้และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ (Lisa, 1998; Blank, 2000) มีผลต่อการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ (Laovie, 1999) รวมทั้งยังมีพัฒนาการด้านแนวคิด ทำให้หลังเรียนมีแนวคิดถูกต้องมากขึ้น (Lisa, 1998)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับเซลล์และการแบ่งเซลล์

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับเซลล์และการแบ่งเซลล์หลายงานวิจัย ซึ่งแบ่งกลุ่มงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

1. การสำรวจและการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับเซลล์และการแบ่งเซลล์

อาริสรา แรกงานเหนือ (2538) ได้ศึกษาแนวคิดเลือก เรื่อง เซลล์ การแบ่งเซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ ของนักเรียนเก่งระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำแนกเพศและขนาดของโรงเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิด พบว่า นักเรียนจำนวนมากที่สุดมีความไม่เข้าใจในแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ และเรื่องเซลล์ และมีความเข้าใจเพียงบางส่วนในเรื่องการแบ่งเซลล์ แต่ในโรงเรียนขนาดกลางนักเรียนจำนวนมากมีความเข้าใจเพียงบางส่วนในแนวคิดเรื่องเซลล์ และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ และนักเรียนไม่เข้าใจมากที่สุดในเรื่องการแบ่งเซลล์ เช่นเดียวกันกับโรงเรียนขนาดใหญ่ นักเรียนไม่เข้าใจในแนวคิดเรื่องการแบ่งเซลล์มากที่สุด นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีแนวคิดในเรื่องเซลล์ การแบ่งเซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ ไม่ต่างกัน นักเรียนในโรงเรียนขนาดต่างกันมีแนวคิดเรื่องเซลล์ และการแบ่งเซลล์ไม่แตกต่างกัน แต่แนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ ในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีความเข้าใจสมบูรณ์และความไม่เข้าใจมากกว่าโรงเรียนขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ณัฐพงศ์ รักแจ้ง (2542) ได้ศึกษาแนวคิดเลือก เรื่อง เซลล์ การเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนเก่งระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิดเลือก พบว่า นักเรียนเก่งในโรงเรียนขนาดเดียวกัน มีแนวคิดเลือก เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ ไม่ต่างกัน แต่นักเรียนเก่งในโรงเรียนขนาดใหญ่ มีความเข้าใจเพียงบางส่วนในแนวคิดเลือก การเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ มากกว่านักเรียนเก่งในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ถวัลย์ จันทะรัง (2545) ได้ศึกษาแนวคิดเลือก เรื่อง เซลล์ การแบ่งเซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ ของนักเรียนเก่งระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิดของ อาริสรา แรกงานเหนือ (2538) พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวม และจำแนกเพศและความพร้อมในการสอนวิชาชีววิทยา มีความเข้าใจเพียงบางส่วนมากที่สุดในแนวคิดเรื่องเซลล์ มีแนวความคิดที่ผิดพลาดมากที่สุดในแนวคิดเรื่องการแบ่งเซลล์ ยกเว้น นักเรียนในโรงเรียนที่มีความพร้อมในการสอนวิชาชีววิทยาในระดับต่ำ มีแนวคิดที่ผิดพลาดมากที่สุดในเรื่องเซลล์ นักเรียนชาย และนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนที่มีความพร้อมในการสอนชีววิทยาในระดับสูง มีความเข้าใจเพียงบางส่วนมากที่สุดในแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ นักเรียนชาย และนักเรียนหญิงมีแนวคิดในเรื่องเซลล์ การแบ่งเซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ ไม่ต่างกัน นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนที่มีระดับความพร้อมในการสอนวิชาชีววิทยาต่างกัน

มีความเข้าใจในแนวคิดเรื่องเซลล์ การแบ่งเซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

สุทธิจักร ศรีถนอมรัก (2548) ได้สำรวจแนวคิดเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว เครื่องมือที่ใช้ คือแบบสำรวจแนวคิดแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง พบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่อง การแบ่งเซลล์ ที่เกี่ยวกับความสำคัญของนิวเคลียสต่อการแบ่งเซลล์ และจำนวนเซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

อุษา นาคทอง (2550) ได้สำรวจแนวคิดเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย 3 แนวคิดคือ แนวคิดเซลล์และโครงสร้างของเซลล์ แนวคิดการแพร่และการออสโมซิส และแนวคิดการแบ่งเซลล์ เครื่องมือที่ใช้คือแบบสำรวจแนวคิดที่ใช้คำถาม 2 แบบ คือ แบบปรนัยที่ให้อธิบายเหตุผลในการเลือกตอบ และแบบอัตนัยที่ให้อิสระในการเขียนตอบ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องการแบ่งเซลล์มากที่สุด คือ มากกว่าร้อยละ 50 รองลงมาเป็นเรื่องการแพร่และการออสโมซิส ประมาณร้อยละ 50 และมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เป็นลำดับสุดท้าย

Marek (1986) ได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องเซลล์และกระบวนการแพร่ กับนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา อายุเฉลี่ย 16 ปีกับ 2 เดือน จำนวน 60 คนเป็นชาย 29 คน และหญิง 31 คน โดยใช้วิธีการสังเกตเกี่ยวกับโครงสร้างเซลล์และการแพร่แล้วให้นักเรียนตอบแบบสอบถาม พบว่า นักเรียนส่วนมากมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องเซลล์ คือ ร้อยละ 51.10 และเรื่องการแพร่ ร้อยละ 62.50

สรุปผลการวิจัยเกี่ยวกับการสำรวจและการศึกษาแนวคิดเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ ได้ดังนี้

1. นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ แนวคิดเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์เป็นแนวคิดที่นักเรียนจะไม่ค่อยเข้าใจ และมีอธิบายอย่างสับสน โดยเฉพาะแนวคิดเรื่องการแบ่งเซลล์

2. นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดต่างกันมีแนวคิดในเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องเซลล์ และการแบ่งเซลล์ไม่แตกต่างกัน

4. นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนที่มีความพร้อมในการสอนวิชาชีววิทยาต่างกันมีแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจาก แนวคิดเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ เป็นแนวคิดที่เป็นนามธรรม แต่นักเรียนมีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในรูปธรรม แม้จะเรียนปฏิบัติการบ้างก็ตามนักเรียนก็ไม่สามารถเข้าใจแนวคิดได้ นอกจากนี้ นักเรียนอาจมีแนวคิดเดิมที่ผิดพลาดอยู่ ทำให้ไม่สามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ที่ถูกต้องได้จากโรงเรียน (ถวัลย์ จันทะรัง, 2545)

2. การจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อแนวคิดเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์

Kara and Yesilyurt (2007) ได้ศึกษาอิทธิพลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แนวคิดคลาดเคลื่อน และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ในเรื่อง การแบ่งเซลล์ การออกแบบการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เรื่องการแบ่งเซลล์ (CAT) แบบวัดแนวคิดเรื่องการแบ่งเซลล์ (CCT) และแบบวัดระดับเจตคติต่อวิชาชีววิทยา (BAS) เก็บข้อมูลก่อนและหลังการวิจัย หลังจากการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์เรื่องการแบ่งเซลล์ (CAT) เพิ่มขึ้นในกลุ่มทดลอง และมีผลบวกในความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับหน้าที่โดยทั่วไปของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส อย่างไรก็ตาม การศึกษา แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังคงมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนอยู่บ้าง ในกลุ่มทดลอง และพบว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถเปลี่ยนเจตคติต่อวิชาชีววิทยา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Nakthong (2007) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎี social constructivist เพื่อใช้ในการสอนเรื่อง เซลล์และกระบวนการของเซลล์ โดยให้ครูชีววิทยา 3 โรงเรียนๆละ 1 คน เป็นผู้นำไปใช้สอน ครูชีววิทยา 2 คน ใช้การสอนตามทฤษฎี social constructivist กับแนวคิดเซลล์และกระบวนการของเซลล์ทั้งหมด แต่ครูชีววิทยา 1 คน ใช้การให้การสอนตามทฤษฎี social constructivist กับแนวคิดเซลล์และกระบวนการของเซลล์ ในบางเรื่องเท่านั้น เนื่องจากเวลาที่จำกัด พบว่า การสอนตามทฤษฎี social constructivist ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเซลล์และกระบวนการ

ของเซลล์ เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อแนวคิดเซลล์และกระบวนการของเซลล์ และเจตคติที่ดีต่อชีววิทยาวิทยาศาสตร์ และมีมุมมองในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนเข้าใจในแนวคิดเซลล์ดังนี้ ร้อยละ 79 เข้าใจแนวคิดว่าสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยเซลล์ ร้อยละ 81 สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ นักเรียนเข้าใจแนวคิดการแบ่งเซลล์ประมาณร้อยละ 70

การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยให้นักเรียนเกิดแนวคิดถูกต้อง เรื่องการแบ่งเซลล์ได้บ้าง แต่นักเรียนก็ยังคงมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนอยู่ ส่วนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี social constructivist พัฒนาแนวคิดเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ได้ นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดมากขึ้น แต่นักเรียนยังคงมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนอยู่เช่นเดียวกัน จึงต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนต่อไป

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกรณีศึกษา (Case study research) ใช้วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ มีการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) โดยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 สํารวจแนวคิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูสสวท.ผ่านมาแล้ว โดยผู้วิจัยทำการวัดแนวคิดด้วยแบบวัดแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ และมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนตอบแบบวัดแนวคิดไม่ชัดเจน หลังจากนั้นนำแนวคิดของนักเรียนที่สำรวจได้มาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิดคลาดเคลื่อน ด้วยการสร้างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เหมาะสมในระยะต่อไป

กลุ่มที่ศึกษา

ใช้กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 41 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนรัฐบาลที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษสุพรรณบุรี เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาในห้องเรียนมีนักเรียนหญิงและนักเรียนชายคละกัน นักเรียนมีพื้นฐานทางการเรียนใกล้เคียงกัน และมาจากครอบครัวที่ผู้ปกครองประกอบอาชีพแตกต่างกัน โรงเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ เปิดสอนทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีจำนวนนักเรียนประมาณ 1,200 คน และเป็นโรงเรียนที่สนับสนุนและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบวัดแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ แบบคำถามปลายเปิด จำนวน 20 ข้อ

ระยะที่ 2 ศึกษาแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และศึกษาเจตคติต่อการเรียน จากผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ โดยผู้วิจัยทำการวัดแนวคิดด้วยแบบวัดแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ วัดเจตคติด้วยแบบวัดเจตคติ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ และให้นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาทุกคนเขียนอนุทินสะท้อนความรู้สึกละหว่างการเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยทำการบันทึกเทปการสอน และทำการสัมภาษณ์แนวคิดและความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อนำข้อมูลมาประกอบผลการวิเคราะห์แนวคิดและเจตคติต่อการเรียน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 16 คาบ คาบละ 55 นาที ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ.2552 – กันยายน พ.ศ.2552

กลุ่มที่ศึกษา

ใช้กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 43 คน โรงเรียนเดียวกับกลุ่มที่ศึกษาในระยะสำรวจแนวคิด (แต่เป็นนักเรียนคนละกลุ่มกัน) ซึ่งเป็นโรงเรียนรัฐบาลที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาในระยะศึกษาแนวคิดนี้มีพื้นฐานทางการเรียนใกล้เคียงกันกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาในระยะสำรวจแนวคิด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 แบบวัดแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ แบบคำถามปลายเปิด จำนวน 20 ข้อ เป็นชุดเดียวกับแบบวัดแนวคิดที่ใช้ในการสำรวจแนวคิด แต่มีการปรับแก้ไขคำถามบางข้อให้เหมาะสมกับการวัดแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียน

1.2 แบบวัดเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ จำนวน 20 ข้อ

1.3 อนุทินสะท้อนความรู้สึกรักของนักเรียน

2. เครื่องมือที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนรู้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

แบบวัดแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดแนวคิดเพื่อใช้ในระยะสำรวจแนวคิด เป็นแบบคำถามปลายเปิด จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพของแบบวัดแนวคิด ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับเนื้อหาเซลล์และการแบ่งเซลล์ เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์เนื้อหา และให้เนื้อหาครอบคลุมหลักสูตร

2. วิเคราะห์จุดประสงค์และรายการแนวคิดที่ต้องการวัด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ และส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจ เพื่อให้มีความครอบคลุมเนื้อหา

3. นำข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและแก้ไขแล้ว มาสร้างแบบสัมภาษณ์แนวคิดของนักเรียนที่เรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ผ่านมาแล้ว จำนวน 30 คน นำแนวคิดที่ได้มาเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งในการสร้างคำถามในแบบวัดแนวคิด

4. สร้างแบบวัดแนวคิด แบบคำถามปลายเปิด เพื่อให้ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับแนวคิดเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ จำนวน 20 ข้อ

5. นำแบบวัดแนวคิดที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบแล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 1

6. นำแบบวัดแนวคิดที่ผ่านการแก้ไขในครั้งแรกแล้วเสนอต่อคณะกรรมการวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 2

7. นำแบบวัดแนวคิดที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญไปดำเนินการทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียน โรงเรียนเดียวกับกลุ่มที่ศึกษา ที่ผ่านการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ แล้วซึ่งได้แก่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 ห้องเรียน รวมจำนวน 36 คน เพื่อดูความถูกต้องเรื่องภาษา และความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทำแบบวัด

8. นำข้อมูลจากการทดลองใช้แบบวัดแนวคิด มาปรับปรุงแก้ไขความถูกต้อง ชัดเจนของภาษาที่ใช้ เพื่อให้ครอบคลุมคำตอบที่ต้องการ มีความตรงเชิงเนื้อหาและมีความเที่ยงในการวัด

9. นำแบบวัดแนวคิดที่ผ่านการปรับแก้ไข จนกระทั่งมีความตรงเชิงเนื้อหา และความเที่ยงแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบวัดแนวคิดที่ผ่านการพิจารณาเห็นชอบไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาจริง

แบบวัดเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 20 ข้อ เป็นข้อความเชิงบวก (นิมาน) จำนวน 12 ข้อ และเป็นข้อความเชิงลบ (นิเสธ) จำนวน 8 ข้อ แบบวัดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ตามรูปแบบของ Likert มีขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดเจตคติ หลักการสร้างและการวิเคราะห์เครื่องมือ
2. กำหนดประเด็นที่ต้องการวัด โดยวิเคราะห์หาพฤติกรรมที่แสดงถึงลักษณะของผู้ที่มีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. นำผลการวิเคราะห์มาปรับปรุง โดยผู้วิจัยสร้างแบบวัดให้ชัดเจนและมีความเหมาะสมกับวิชาชีพวิทยา และระดับความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 ข้อ โดยให้ครอบคลุม

เนื้อหา 3 ด้าน ที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ ด้านการชื่นชมกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการชื่นชมในการมีส่วนร่วมกับกิจกรรม และด้านการชื่นชมสื่อการเรียนการสอน โดยเน้นที่การจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ สร้างเป็นแบบวัดแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ คือ ให้แสดงความคิดเห็นต่อข้อความว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดเจตคติต่อการเรียนของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ข้อความ	เชิงนิมิต	เชิงนิเสธ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

4. นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณา ตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 1

5. นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนที่ได้รับการตรวจสอบและแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ สาขาชีววิทยา สาขาการวัดและประเมินผล และการสอนชีววิทยา 3 ท่านเพื่อพิจารณาและตรวจสอบค่าความตรง (validity) ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียน โดยพิจารณาหาความตรงด้วยสูตรดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดเจตคติกับพฤติกรรม (Index of Consistency: IC) แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2

6. นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนที่ได้รับการเห็นชอบจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ไปทดลองใช้กับนักเรียน โรงเรียนเดียวกับกลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 40 คน

7. นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แอลฟา (alpha coefficient) หรือ Cronbrach's alpha ได้ค่าเท่ากับ 0.8340

8. นำแบบวัดเจตคติที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ ไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาจริง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ จำนวน 5 แผน ซึ่งดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักการ ทฤษฎีและทำความเข้าใจวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา ขอบเขตของเนื้อหาเซลล์และการแบ่งเซลล์ จากการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน
3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา แนวคิดที่เกี่ยวข้อง กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล สื่อการเรียนรู้ ในแต่ละแนวคิดให้สอดคล้องกับระยะเวลา
4. ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และศึกษาบทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (ตารางที่ 1)
5. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ จำนวน 5 แผน ซึ่งครอบคลุม 6 แนวคิดหลัก คือ แนวคิดเซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ การแบ่งเซลล์ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ใช้เวลาสอน 5 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 16 คาบ คาบละ 55 นาที โดยนำผลการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนในระยะสำรวจ ใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาลักษณะแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ศึกษาลักษณะความคลาดเคลื่อนของแนวคิด ว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในแนวคิดอะไร คลาดเคลื่อนอย่างไร และคลาดเคลื่อนเพราะอะไรซึ่งใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ประกอบ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับสร้างกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้เหมาะสมที่จะใช้ในการพัฒนาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียน จากข้อมูลดังกล่าวและการศึกษาลักษณะของเนื้อหา ผู้วิจัยจึงเน้นสร้างกิจกรรมให้มีความน่าสนใจ ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการสำรวจตรวจสอบเพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้นำเสนอความรู้และ

อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้เริ่มจากระดับกลุ่มไปถึงระดับห้องเรียน ให้นักเรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงานที่เป็นรูปธรรม จัดหาสื่อภาพและสื่อภาพเคลื่อนไหวมาประกอบการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับการเรียนรู้เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรม เข้าใจได้ยาก ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ที่อาจเกิดขึ้นจากความสงสัย หรือความสนใจของนักเรียนเอง หรือจากการอภิปรายกลุ่ม กิจกรรมและวิธีการที่ใช้ คือ ใช้ภาพและคำถามกระตุ้นความสนใจ โดยเป็นภาพที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน หรือ ภาพสถานการณ์จำลองที่กระตุ้นให้นักเรียนสงสัย และมีการทบทวนความรู้เดิม ให้นักเรียนก่อนเข้าสู่แนวคิดใหม่

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจแล้ว ขั้นนี้จะเป็นการวางแผนกำหนดแนวทางสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล กิจกรรมและวิธีการที่ใช้ คือ การตรวจสอบด้วยการทำการทดลอง การใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูภาพเซลล์ต่างๆ การศึกษาข้อมูลจากสื่อภาพเคลื่อนไหว การทำกิจกรรมฐานการเรียนรู้แบบจิ๊กซอร์ การสร้างโมเดลเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ การใช้คอมพิวเตอร์สืบค้นข้อมูล การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบแล้ว มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล นำเสนอผลที่ได้และอภิปรายแลกเปลี่ยนกิจกรรมและวิธีการที่ใช้ คือ การนำเสนอข้อมูลของกลุ่มแบบบรรยายและมีภาพประกอบการอภิปรายผลร่วมกันในระดับเรียน การใช้คำถามล้วงแนวคิดที่นักเรียนสืบค้นมา การใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวเพื่อสร้างความเข้าใจ และการร่วมกันสรุปแนวคิดที่ได้เรียนรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น กิจกรรมและวิธีการที่ใช้ คือ การทำกิจกรรมในสถานการณ์ที่แตกต่างกันเพื่อต่อยอดความรู้ การใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวเป็นสถานการณ์ใหม่เพื่อให้นักเรียนอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไร และมีความรู้เป็นอย่างไร เพื่อจะนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ใช้การประเมินที่หลากหลายและเน้นการประเมินตามสภาพจริง กิจกรรมและวิธีการที่ใช้ คือ ประเมินจากการตอบคำถาม การทำกิจกรรมต่างๆ การทำใบงาน การทำกิจกรรมกลุ่ม การทำกิจกรรมเกมทบทวนความรู้ การปฏิบัติการทดลอง และใช้การประเมินจากตัวนักเรียนเอง เพื่อน และครู

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหา และนำไปปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 1

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้แก้ไขแล้วเสนอต่อคณะกรรมการวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหา และนำไปปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญไปดำเนินการวิจัยกับกลุ่มที่ศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทำหนังสือจากภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนที่ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย เพื่อขออนุญาตดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ระยะที่ 1 สํารวจแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 41 คน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู สสวท. ผ่านมาแล้ว

1.1 วัดแนวคิดเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียน ด้วยแบบวัดแนวคิด เรื่อง เซลล์ และการแบ่งเซลล์ นำแนวคิดที่วัดได้มาจัดกลุ่มประเภทของแนวคิด คือ แนวคิดถูกต้อง แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อน

และไม่มีแนวคิด โดยเทียบเป็นร้อยละ และมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนตอบแบบวัดแนวคิดไม่ชัดเจน หรือคลุมเครือ เพื่อการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง ตรงตามแนวคิดจริงของนักเรียน

2. ระยะที่ 2 ศึกษาแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 43 คน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และศึกษาเจตคติต่อการเรียน จากผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์

2.1 วัดแนวคิดเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียน ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นำแนวคิดที่วัดได้มาจัดกลุ่มประเภทของแนวคิด คือ แนวคิดถูกต้อง แนวคิดที่ถูกต้องแบบบางส่วน แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด โดยเทียบเป็นร้อยละ และมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนตอบแบบวัดแนวคิดไม่ชัดเจน หรือคลุมเครือ เพื่อการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง ตรงตามแนวคิดจริงของนักเรียน

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยดำเนินการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ แล้วดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้สร้างไว้ เมื่อการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้น ผู้วิจัยทำการวัดแนวคิดหลังเรียนของนักเรียนในเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์อีกครั้ง โดยใช้แบบวัดแนวคิดเดิมที่ใช้ในการวัดแนวคิดของนักเรียน ก่อนการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับเซลล์และการแบ่งเซลล์ นำแนวคิดที่วัดได้มาจัดกลุ่มประเภทของแนวคิด คือ แนวคิดถูกต้อง แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด โดยเทียบแต่ละแนวคิดเป็นร้อยละ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยทำการบันทึกเทปการสอน และทำการสัมภาษณ์แนวคิดและความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยสุ่มสัมภาษณ์นักเรียนตัวแทนแต่ละกลุ่ม ซึ่งการสัมภาษณ์จะเป็นการซักถามแบบกึ่งเอง สร้างบรรยากาศให้นักเรียนรู้สึกที่สามารถตอบได้ตามความจริงคำตอบไม่มีผลกับคะแนน โดยให้นักเรียนอธิบายว่า จากการจัดการเรียนรู้นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างไร และนักเรียนมีความพึงพอใจในวิธีการจัดการเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร

2.3 วัดเจตคติต่อการเรียนของนักเรียน ด้วยแบบวัดเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์หลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้ทันที โดยให้ครอบคลุมเนื้อหา 3 ด้าน คือ ด้านการชื่นชอบกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านการชื่นชอบในการมีส่วนร่วมกิจกรรม และด้านการชื่นชอบสื่อการเรียนการสอน ในการทำแบบวัดมีการชี้แจงวิธีการทำแบบวัดให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน

2.4 เก็บข้อมูลจากอนุทินสะท้อนความรู้สึกรักของนักเรียน โดยให้นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาทั้ง 43 คน เขียนอนุทินหลังการเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แต่ละแผน ดังนั้น นักเรียนแต่ละคนจะเขียนอนุทิน 5 อนุทิน โดยผู้วิจัยจะอ่านอนุทินทุกอนุทินของนักเรียนอย่างละเอียด และสรุปข้อมูลที่นักเรียนเขียนเกี่ยวกับแนวคิดและเจตคติ เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาแนวคิดและเจตคติต่อการเรียนของนักเรียน มีการชี้แจงประเด็นในการเขียนอนุทินครั้งแรก ให้เขียนเกี่ยวกับแนวคิดที่ได้เรียนรู้ ข้อคำถามหรือปัญหาต่างๆในการเรียน ความรู้สึกที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ และข้อเสนอแนะต่างๆ ซึ่งให้นักเรียนเขียนตามอรรถาธิบายและให้ความมั่นใจว่าไม่มีผลกับคะแนน เช่นเดียวกับการเก็บข้อมูลอื่นๆ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การสำรวจและศึกษาแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ โดยใช้แบบวัดแนวคิด จะได้ข้อมูลเชิงคุณภาพและปริมาณ กรณีข้อมูลเชิงคุณภาพวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) และจัดกลุ่มข้อมูล และกรณีเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ หาค่าความถี่และค่าร้อยละของคำตอบ ทำการตรวจสอบความเชื่อมั่นของข้อมูลที่ได้ (data triangulation) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน วิทยาศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลนี้ จำนวน 2 ท่าน (inter-rater reliability) นำเสนอข้อมูลที่ได้ในรูปของตารางและบรรยายสรุป ประกอบกับการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) แนวคิดของนักเรียน จากใบงาน ใบกิจกรรม และอนุทินสะท้อนความรู้สึกรักของนักเรียน

การวิเคราะห์แนวคิด ประยุกต์ใช้หลักการจัดกลุ่มแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนน ของ Abraham *et al.* (1994) และ Simpson and Marek (1988) ดังนี้

1. แนวคิดถูกต้อง (Sound understanding: SU)
2. แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial understanding: PU)
3. แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific misconception: PU/SM)

4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific misconception: SM)

5. ไม่มีแนวคิด (No understanding: NU or no conception)

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนตามประเภทความเข้าใจในแนวคิด

ประเภทความเข้าใจในแนวคิด	เกณฑ์การให้คะแนน
มีแนวคิดถูกต้อง (Sound understanding: SU)	- ตอบคำถามตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ครบทุกองค์ประกอบของแนวคิดนั้น
มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial understanding: PU)	- ตอบคำถามตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 1 องค์ประกอบของแนวคิดนั้น แต่ไม่ครบทุกองค์ประกอบ
มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อน บางส่วน (Partial understanding with a specific misconception: PU/SM)	- ตอบคำถามตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ แต่มีคำตอบบางส่วนคลาดเคลื่อนจาก แนวคิดวิทยาศาสตร์
มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific misconception: SM)	- ตอบคำถามไม่ตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์
ไม่มีแนวคิด (No understanding: NU)	- ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวนคำถาม หรือ ตอบที่แสดงว่าไม่รู้ไม่เข้าใจ

2. วิเคราะห์เจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ โดยใช้แบบวัดเจตคติที่ครอบคลุมเนื้อหา 3 ด้าน คือ ด้านการชื่นชอบกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการชื่นชอบในการมีส่วนร่วมร่วมกับกิจกรรม และด้านการชื่นชอบสื่อการเรียนการสอน จะได้ข้อมูลเชิงปริมาณ จากการคำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยที่ได้ใช้เกณฑ์ในการตัดสินระดับของเจตคติที่ดี (ตารางที่ 4) ประกอบกับการวิเคราะห์เจตคติจากอนุทินสะท้อนความรู้สึกรักของนักเรียน ทำการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) โดยอ่านอนุทินอย่างละเอียดและจัดกลุ่มประเด็นเจตคติจากกลุ่มคำตอบที่นักเรียนเขียนเพื่อวิเคราะห์หาค่าร้อยละจากกลุ่มคำตอบ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้พบประเด็นจากกลุ่มคำตอบของนักเรียน 4 ด้าน คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการมีส่วนร่วมร่วมกับกิจกรรม ด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอน

ตารางที่ 4 เกณฑ์ในการตัดสิน (บุญชม ศรีสะอาด, 2535 และ Best, 1977) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00	มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพวิทยาระดับสูงที่สุด
3.51 – 4.50	มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพวิทยาระดับสูง
2.51 – 3.50	มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพวิทยาระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพวิทยาระดับต่ำ
1.00 – 1.50	มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพวิทยาระดับต่ำมาก

การหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ของแบบวัดเจตคติ
ใช้สูตร ดังนี้

1. การหาค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X แทน คะแนนแต่ละคน
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จริยธรรมการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการชี้แจงรายละเอียดในการทำการวิจัยและขอความยินยอมจากนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยอธิบายให้กลุ่มที่ศึกษาทราบอย่างชัดเจนเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น การทำแบบวัดแนวคิด การทำแบบวัดเจตคติ การให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์ การสังเกตพฤติกรรม ว่าไม่มีผลต่อคะแนนหรือ ผลใดๆ ต่อกลุ่มที่ศึกษา และผู้วิจัยคำนึงถึงสิทธิส่วนบุคคลของกลุ่มที่ศึกษา ในด้านความเป็นส่วนตัว คำนึงถึงการปกปิดข้อมูลรักษาความลับของกลุ่มที่ศึกษา ในการนำเสนอผลการวิจัยต่อสาธารณชน โดยระมัดระวังการนำเสนอข้อมูลที่บ่งบอกข้อมูลเฉพาะบุคคล (ภัทรธิดา ผลงาม, 2550) ดังนั้น การให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นความสมัครใจของกลุ่มที่ศึกษา ไม่มีการระบุชื่อบุคคล หรือสถานที่ในการทำการวิจัย ไม่เปิดเผยใบหน้า และใช้รหัสแทนเมื่อมีการอ้างอิงถึง

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและเปรียบเทียบแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และนำเสนอผลการวิจัย ตามลำดับดังนี้

1. ผลการสำรวจแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ตามคู่มือครู สสวท.

2. ผลแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ที่เรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

แนวคิดที่ศึกษา เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์

ผู้วิจัยใช้แบบวัดแนวคิด ประเภทคำถามปลายเปิด จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วย แนวคิดหลัก 6 แนวคิด ดังนี้

1) เซลล์และโครงสร้างของเซลล์	จำนวน	5	ข้อ
2) ความแตกต่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	จำนวน	2	ข้อ
3) การแบ่งเซลล์	จำนวน	3	ข้อ
4) การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	จำนวน	4	ข้อ
5) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	จำนวน	4	ข้อ
6) ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	จำนวน	2	ข้อ

สัญลักษณ์ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแนวคิดของนักเรียน

SU	หมายถึง	แนวคิดถูกต้อง
PU	หมายถึง	แนวคิดถูกต้องบางส่วน
PU/SM	หมายถึง	แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน
SM	หมายถึง	แนวคิดคลาดเคลื่อน
NU	หมายถึง	ไม่มีแนวคิด
N	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
n	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดนั้นๆ

3. ผลเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยศึกษาเจตคติของนักเรียน โดยใช้แบบวัดเจตคติ จำนวน 20 ข้อ และอนุทินสะท้อนความรู้สึกรักของนักเรียน

ผลการสำรวจแนวคิดเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

การสำรวจแนวคิดเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้คำถามปลายเปิด จำนวน 20 ข้อ แบ่งเป็น 6 แนวคิดหลัก ดังนี้

ตารางที่ 5 ร้อยละของนักเรียน ที่มีแนวคิดแบบต่างๆ จากการสำรวจแนวคิดหลังเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์

(N = 41)

แนวคิดหลัก/แนวคิดย่อย	แนวคิดของนักเรียน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
1. เซลล์และโครงสร้างของเซลล์					
1.1 เซลล์	2.44	56.10	39.02	0	2.44
1.2 ความหมายของเซลล์	39.02	17.07	14.63	29.27	0
1.3 ความสำคัญของเซลล์	2.44	85.37	12.20	0	0
1.4 เซลล์โปรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต	0	0	0	34.15	65.85
1.5 ความสำคัญของนิวเคลียส	2.44	51.22	31.71	12.20	2.44

ตารางที่ 5 (ต่อ)

แนวคิดหลัก/แนวคิดย่อย	แนวคิดของนักเรียน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
2. ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์					
2.1 โครงสร้างที่แตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	0	41.46	21.95	31.71	0
2.2 ความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (คลอโรพลาสต์)	29.27	48.78	12.20	9.76	0
3. การแบ่งเซลล์					
3.1 ประเภทของการแบ่งเซลล์	0	92.68	0	7.32	0
3.2 การแบ่งเซลล์เนื้อเยื่อของพืช	0	65.85	2.44	21.95	9.76
3.3 นิวเคลียสและการแบ่งเซลล์	0	41.46	4.88	21.95	31.71
4. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส					
4.1 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในสิ่งมีชีวิต	0	46.34	4.88	41.46	7.32
4.2 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์	0	19.51	46.34	12.20	21.95
4.3 เซลล์ที่เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	0	17.07	24.39	46.34	12.20
4.4 การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	2.44	29.27	2.44	48.78	17.07
5. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส					
5.1 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในสิ่งมีชีวิต	0	12.20	26.83	56.10	4.88
5.2 การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	0	17.07	48.78	19.51	14.63
5.3 กระบวนการครอสซิงโอเวอร์	0	7.32	0	24.39	68.29
5.4 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่เกิดในพืชและสัตว์	9.76	26.83	4.88	46.34	12.20
6. ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส					
6.1 ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	0	36.59	29.27	17.07	17.07
6.2 ความเข้าใจเรื่องการแบ่งเซลล์	4.88	19.51	2.44	53.66	19.51

หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง, PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน, PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน, SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน, NU หมายถึง ไม่มีแนวคิด และ N หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นผลการสำรวจแนวคิดเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ นำเสนอเป็น ร้อยละของจำนวนนักเรียน จำแนกประเภทแนวคิดเป็น 5 กลุ่ม ซึ่งมีรายละเอียดของแนวคิด จากการตรวจแบบวัดและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ดังนี้

แนวคิดเกี่ยวกับเซลล์และโครงสร้างของเซลล์

จากผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง เซลล์ โดยใช้คำถาม ภาพใดคือภาพระดับเซลล์ของ สิ่งมีชีวิต และให้เขียนอธิบายเหตุผล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 56 มีแนวคิดถูกต้องแบบ บางส่วน โดยนักเรียนระบุภาพระดับเซลล์ได้ แต่อธิบายเหตุผลว่าเป็นภาพระดับเซลล์ไม่สมบูรณ์ เช่น “เป็นภาพเซลล์เพราะเหมือนเป็นเนื้อเยื่อที่ถูกตัดออกมา” หรือ “มีนิวเคลียส และเยื่อหุ้มเซลล์” ซึ่งยังไม่ครอบคลุมแนวคิดเกี่ยวกับเซลล์ ซึ่งโครงสร้างที่สำคัญประกอบด้วย (1) นิวเคลียส (2) ไซโทพลาซึม และ (3) ส่วนห่อหุ้มเซลล์ ได้แก่ เยื่อหุ้มเซลล์, ผนังเซลล์ และมีนักเรียน ร้อยละ 39.02 มีแนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน นักเรียนระบุภาพเซลล์ได้ แต่อธิบายเหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดถูกต้อง เช่น “ถ้าเป็นเซลล์สิ่งมีชีวิตจะเป็นทรงกลม และ ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า”

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง ความหมายของเซลล์ นักเรียนร้อยละ 39.02 มีแนวคิดถูกต้อง คือ เซลล์ เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต แต่ยังมีนักเรียนที่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนถึงร้อยละ 29.27 เช่น “เซลล์ เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า” และ “เซลล์ เป็น สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในตัวเรา สัตว์และพืช”

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง ความสำคัญของเซลล์ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 85.37 มีแนวคิด ถูกต้องแบบบางส่วน โดยนักเรียนเข้าใจว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องมีเซลล์เป็นองค์ประกอบ แต่ยังให้ เหตุผลไม่สมบูรณ์ อันได้แก่ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องมีเซลล์ ซึ่งอาจเป็นเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ก็ได้ เพราะเซลล์มีองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำหน้าที่ต่างๆ กันไปเพื่อให้สิ่งมีชีวิตดำรงอยู่ได้

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง ความแตกต่างของเซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 65.85 ไม่มีแนวคิดในเรื่องนี้ คือ ไม่ตอบคำถาม และนักเรียน ร้อยละ 34.15 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เช่น “เซลล์ชนิดหนึ่งเป็นเซลล์พืชอีกชนิดเป็นเซลล์สัตว์” และ “เซลล์โพรแคริโอตทำงานดีกว่าเซลล์ยูแคริโอต” จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนไม่ได้ทำ กิจกรรมและไม่มีสื่อภาพให้ดู นักเรียนจึงไม่เข้าใจแนวคิดนี้

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง ความสำคัญของนิวเคลียส นักเรียนร้อยละ 51.22 มีแนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน โดยเข้าใจว่านิวเคลียสมีความสำคัญ เพราะมีหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซลล์ แต่ยังไม่อธิบายถึงลักษณะของเซลล์ที่ขาดนิวเคลียส ว่าไม่สามารถทำงานได้ปกติหรือจะมีชีวิตอยู่ได้ไม่นาน เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดง แต่ยังมีนักเรียนร้อยละ 12.20 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เช่น “นิวเคลียสไม่สำคัญ เพราะเซลล์บางชนิดมีเซลล์ แต่ไม่มีนิวเคลียส”

แนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง โครงสร้างที่แตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ นักเรียนร้อยละ 41.46 มีแนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน โดยวาดภาพโครงสร้างที่แตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้ถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่ครอบคลุมความแตกต่าง เพราะ เซลล์พืชต้องประกอบด้วย คลอโรพลาสต์ และผนังเซลล์ เซลล์สัตว์ ต้องมีไลโซโซม และเซนทริโอล และนักเรียน ร้อยละ 31.71 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน คือวาดภาพไม่ชัดเจน และไม่ระบุความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 48.78 มีแนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน โดยเข้าใจว่าเซลล์พืชเท่านั้นที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหาร และนักเรียนร้อยละ 29.27 มีแนวคิดถูกต้อง สามารถให้เหตุผลประกอบได้สมบูรณ์ เช่น “เซลล์พืชเท่านั้นที่มีคลอโรพลาสต์ ที่สามารถสร้างกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ส่วนเซลล์สัตว์ไม่มีคลอโรพลาสต์”

แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง ประเภทของการแบ่งเซลล์จากคำถาม การแบ่งเซลล์ในสิ่งมีชีวิตมีกี่แบบ และแต่ละแบบมีลักษณะสำคัญอย่างไร นักเรียนส่วนใหญ่ถึงร้อยละ 92.68 มีแนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน นักเรียนตอบได้ว่ามี 2 แบบ คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส และไม่มีนักเรียนบอกลักษณะสำคัญของการแบ่งเซลล์ทั้ง 2 แบบ ซึ่งประกอบด้วย (1) การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์ที่ได้จำนวนโครโมโซมเท่าเดิม และ (2) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์ที่ทำให้จำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง และยังมีนักเรียน ร้อยละ 7.32 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เช่น “2 แบบ คือ เซลล์พืช และเซลล์สัตว์”

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง การแบ่งเซลล์เนื้อเยื่อของพืช นักเรียนร้อยละ 65.85 มีแนวคิด ที่ถูกต้องแบบบางส่วน โดยเข้าใจว่าการงอกใหม่ของกิ่งไม้ เป็นการแบ่งเซลล์ แต่ไม่มีนักเรียน ให้เหตุผลครอบคลุมว่า เป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เพราะเป็นการแบ่งเซลล์เนื้อเยื่อเจริญ ของกิ่งไม้ และมีนักเรียน ร้อยละ 21.95 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยตอบว่าไม่ใช่การแบ่งเซลล์ เช่น “ไม่ใช่ เพราะการแบ่งเซลล์เกิดจากเซลล์หนึ่งแบ่งไปเป็นสองเซลล์ แต่เป็นการเจริญเติบโตของ กิ่งไม้เท่านั้น”

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง นิวเคลียสและการแบ่งเซลล์ นักเรียน ร้อยละ 41.46 มีแนวคิด ที่ถูกต้องแบบบางส่วน โดยเข้าใจว่านิวเคลียสสำคัญในการแบ่งเซลล์ เช่น “เริ่มต้นของการแบ่งเซลล์ อยู่ที่นิวเคลียส” แต่ยังให้เหตุผลไม่ครอบคลุมถึง เซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียสจะไม่สามารถสร้างโปรตีน ที่ใช้ในการจำลองสารพันธุกรรมซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในระยะอินเตอร์เฟส

แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในสิ่งมีชีวิต นักเรียนมีแนวคิดที่ คลาดเคลื่อนร้อยละ 41.46 โดยเข้าใจว่า มีสิ่งมีชีวิตบางชนิดเท่านั้นที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เนื่องจากยังมีการแบ่งเซลล์แบบอื่นอีก และนักเรียนจำนวนใกล้เคียงกันร้อยละ 46.34 มีแนวคิด ถูกต้องแบบบางส่วน โดยนักเรียนเข้าใจว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์ร่างกาย จึงจำเป็นต้องมีในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด แต่ยังไม่ครอบคลุมถึงคำตอบสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีการแบ่งเซลล์ แบบไมโทซิสเพื่อเพิ่มขนาดและเติบโต โดยเซลล์ใหม่ที่ได้จะมีโครโมโซมเท่ากับเซลล์ตั้งต้น

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ นักเรียน ร้อยละ 46.34 มีแนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนเข้าใจว่ามีความ แตกต่างกัน แต่อธิบายเหตุผลได้ไม่ถูกต้อง เช่น “การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืช และสัตว์ ไม่เหมือนกัน เพราะในพืชจะต้องใช้คลอโรพลาสต์”

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง เซลล์ที่เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ที่เชื่อมกับการทดลอง ปลาซรากหอม โดยถามว่า การทดลองเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส สามารถใช้เซลล์เปลือกไม้ แทนเซลล์รากของหอมแดง ได้หรือไม่ จงอธิบาย พบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนสูงถึง ร้อยละ 46.34 นักเรียนกลุ่มนี้เข้าใจว่าใช้แทนกันได้ เพราะเป็นเซลล์พืชเหมือนกัน มีนักเรียนเพียง ร้อยละ 17.07 ที่มีแนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน และไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 48.78 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยนักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าโครโมโซมของเซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสไม่มีการเปลี่ยนแปลง มีเพียงร้อยละ 2.44 ที่มีแนวคิดถูกต้อง และนักเรียน ร้อยละ 29.27 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน เช่น “ไม่เปลี่ยนแปลง เพราะรูปร่างจะเหมือนโครโมโซมเดิม เพียงแค่มีการเกิดขึ้นใหม่” โดยขาดเหตุผลที่สมบูรณ์ คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จะได้จำนวนโครโมโซมเท่าเดิมคือ 8 โครโมโซม

แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในสิ่งมีชีวิต นักเรียนจำนวนมาก ร้อยละ 56.10 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยนักเรียนเลือกสิ่งมีชีวิตที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสไม่ถูกต้อง เพราะไม่สามารถแยกได้ว่า สิ่งมีชีวิตที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ จะเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โดยมีเหตุผลที่คลาดเคลื่อนเช่น “การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะเกิดในสัตว์เท่านั้น”

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงโครโมโซมของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส นักเรียนร้อยละ 48.78 มีแนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน เช่นตอบว่า “มีการเปลี่ยนแปลงโครโมโซม เพราะการแบ่งเซลล์ อาจจะได้โครโมโซมเท่าเดิม ลดลง หรือสูงขึ้น”

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง กระบวนการครอสซิงโอเวอร์ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิดสูงถึงร้อยละ 68.29 และมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 24.39 นักเรียนไม่เข้าใจความหมายและความสำคัญของกระบวนการครอสซิงโอเวอร์ จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม นักเรียนให้ข้อมูลว่าไม่มีการทำกิจกรรมเกี่ยวกับความสำคัญของกระบวนการครอสซิงโอเวอร์

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่เกิดในพืชและสัตว์นักเรียน ร้อยละ 46.34 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยคำตอบแสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส นักเรียนตอบแบบสับสน เช่น “การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเกิดในเซลล์ต้นกำเนิดเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ ไม่เกิดกับเซลล์ต้นกำเนิดเซลล์สืบพันธุ์ของพืช เพราะพืชส่วนใหญ่แบ่งเซลล์แบบไมโทซิส”

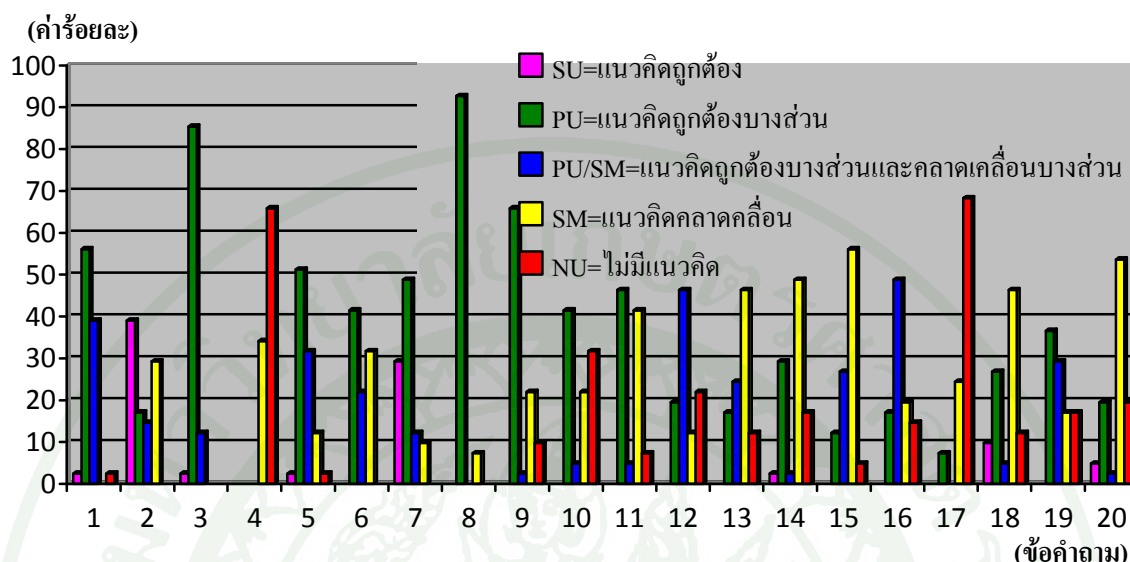
แนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่อง ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 36.59 มีแนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน นักเรียนตอบได้ว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมไม่เหมือนกัน แต่ยังไม่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมทั้งสองแบบได้แบบสมบูรณ์ ซึ่งต้องประกอบด้วย การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เซลล์ลูกที่เกิดใหม่จะมีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิม ส่วนเซลล์ลูกที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จะมีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง

ผลสำรวจแนวคิดย่อย เรื่องความเข้าใจเรื่องการแบ่งเซลล์ นักเรียน ร้อยละ 53.66 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน นักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าเซลล์ไข่และเซลล์อสุจิที่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว จะเป็นไซโกต ซึ่งจะเกิดกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพราะเป็นการแบ่งเซลล์ร่างกาย นักเรียนจะเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าเป็นเซลล์สืบพันธุ์ ต้องแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

จากผลการสำรวจแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู สสวท. (การเรียนแบบปกติ) มีแนวคิดเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์คลาดเคลื่อนสูงในทุกข้อคำถามหรือในทุกแนวคิดย่อย และนักเรียนมีแนวคิดอยู่ในกลุ่มไม่มีแนวคิดในทุกข้อคำถามหรือในทุกแนวคิดย่อย ประมาณร้อยละ 20 จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่าแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ เป็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรมทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาได้ จากการเรียนด้วยหนังสือเรียน และการบรรยายของครู

จากตารางที่ 5 เมื่อนำผลสำรวจแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนมาแสดงในรูปกราฟ เพื่อดูภาพรวมแนวคิดย่อยในแต่ละข้อคำถาม ได้ผลดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปกราฟแสดงร้อยละของแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของผลการสำรวจแนวคิด ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การศึกษาเปรียบเทียบแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ใช้แบบวัดแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ แบบคำถามปลายเปิด จำนวน 20 ข้อ ชุดเดียวกับแบบวัดแนวคิดที่ใช้ ในการสำรวจ นำเสนอผลการวิเคราะห์ 6 แนวคิดหลัก ในรูปตารางและบรรยายสรุป ดังต่อไปนี้

แนวคิดเกี่ยวกับเซลล์และโครงสร้างของเซลล์

การศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับเซลล์และ โครงสร้างของเซลล์ แบ่งเป็น 5 แนวคิดย่อย ได้ผลดัง ตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวน และร้อยละของนักเรียน ที่มีแนวคิดแบบต่างๆ จากการวัดแนวคิดก่อนเรียนและ
หลังเรียน ในแนวคิดเกี่ยวกับเซลล์และโครงสร้างของเซลล์

(N = 43)

แนวคิดเรื่อง	การวัดแนวคิด	แนวคิดของนักเรียน (ร้อยละ)				
		SU	PU	PU/SM	SM	NU
- เซลล์	ก่อนเรียน	6.98	39.53	13.95	39.53	0
		(n=3)	(n=17)	(n=6)	(n=17)	(n=0)
	หลังเรียน	69.77	30.23	0	0	0
		(n=30)	(n=13)	(n=0)	(n=0)	(n=0)
- ความหมายของเซลล์	ก่อนเรียน	2.33	23.26	16.28	58.14	0
		(n=1)	(n=10)	(n=7)	(n=25)	(n=0)
	หลังเรียน	97.67	0	2.33	0	0
		(n=42)	(n=0)	(n=1)	(n=0)	(n=0)
- ความสำคัญของเซลล์	ก่อนเรียน	23.26	76.74	0	0	0
		(n=10)	(n=33)	(n=6)	(n=17)	(n=0)
	หลังเรียน	62.79	37.21	0	0	0
		(n=27)	(n=16)	(n=0)	(n=0)	(n=0)
- เซลล์โปรแคริโอต และเซลล์ยูแคริโอต	ก่อนเรียน	0	2.33	4.65	83.72	9.30
		(n=0)	(n=1)	(n=2)	(n=36)	(n=4)
	หลังเรียน	93.02	6.98	0	0	0
		(n=40)	(n=3)	(n=0)	(n=0)	(n=0)
- ความสำคัญของ นิวเคลียส	ก่อนเรียน	6.98	58.14	2.33	32.56	0
		(n=3)	(n=25)	(n=1)	(n=14)	(n=0)
	หลังเรียน	95.35	2.33	2.33	0	0
		(n=41)	(n=1)	(n=1)	(n=0)	(n=0)

หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง, PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน, PU/SM หมายถึง
แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน, SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน,
NU หมายถึง ไม่มีแนวคิด, N หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมด และ n หมายถึง จำนวน
นักเรียนที่มีแนวคิดนั้นๆ

แนวคิดเกี่ยวกับเซลล์

ใช้คำถามเกี่ยวกับภาพเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ให้นักเรียนระบุภาพใดเป็นภาพระดับเซลล์ พร้อมอธิบายเหตุผล พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพียง ร้อยละ 6.98 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 39.53 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 13.95 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 39.53 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ส่วนใหญ่ระบุภาพสิ่งมีชีวิตระดับเซลล์ได้ถูกต้อง แต่ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางส่วน คือ “เซลล์ คือ สิ่งมีชีวิตเล็กๆ”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ระบุภาพสิ่งมีชีวิตระดับเซลล์ได้ไม่ถูกต้อง และให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “เซลล์ ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 69.77 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 30.23 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ระบุภาพสิ่งมีชีวิตระดับเซลล์ได้ถูกต้อง แต่ยังให้เหตุผลเกี่ยวกับเซลล์ได้ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างเหตุผล “ภาพ B และ E เป็นภาพเซลล์ เพราะแสดงลักษณะของเซลล์และเห็นนิวเคลียสอยู่ภายใน”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง สามารถระบุภาพสิ่งมีชีวิตระดับเซลล์ได้ถูกต้อง และให้เหตุผลถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ ภาพสิ่งมีชีวิตระดับเซลล์ ประกอบไปด้วยโครงสร้าง 3 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส

แนวคิดเกี่ยวกับความหมายของเซลล์

ใช้คำถามที่ให้นักเรียนบอกลักษณะของเซลล์ ที่เป็นความหมายของเซลล์ พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพียงร้อยละ 2.33 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 23.26 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 16.28 มีแนวคิดที่ คลาดเคลื่อนร้อยละ 58.14 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ส่วนใหญ่ ให้เหตุผล คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางส่วน เพราะว่า นักเรียนเข้าใจว่า เซลล์เป็นสิ่งมีชีวิต ขนาดเล็ก และไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น “เซลล์ คือ สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “เซลล์เป็นสิ่งมีชีวิตตัวเล็กๆ ที่มารวมกัน”, “เซลล์เป็นจุดเล็กๆ” และ “หลายๆเซลล์รวมเป็นโครโมโซม” เป็นต้น

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น ถึงร้อยละ 97.67 แนวคิดถูกต้อง บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 2.33 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน คำตอบคือ “หน่วยพันธุกรรมที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต มีนิวเคลียสอยู่ข้างใน”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง บอกความหมายและลักษณะของเซลล์ถูกต้องตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “เซลล์ คือ หน่วยพื้นฐานที่มีชีวิตที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต” และ “เซลล์ คือ หน่วยพื้นฐานที่มีชีวิตที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต เซลล์พืชจะมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมส่วนเซลล์สัตว์จะมี รูปร่างกลมรี และเซลล์ส่วนใหญ่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า แต่มีเซลล์บางชนิดมองเห็นด้วย ตาเปล่าได้ เช่น เซลล์ไข่ไก่”

แนวคิดเกี่ยวกับความสำคัญของเซลล์

ใช้คำถามที่ให้นักเรียนบอกความสำคัญของเซลล์ ว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องมีเซลล์หรือไม่ และให้อธิบายเหตุผลประกอบ พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพียงร้อยละ 23.26 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 76.74 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน มีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น เป็นร้อยละ 62.79 แนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 37.21 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน บอกความสำคัญของเซลล์ ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “ใช่ เพราะเซลล์เป็นสิ่งสำคัญในการเจริญเติบโตของเรา”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง บอกความสำคัญของเซลล์ ได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “สิ่งมีชีวิตทุกชนิดนั้นมีเซลล์ เพราะเซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ที่มีองค์ประกอบสำคัญหลายอย่างภายในเซลล์ ดังนั้นสิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องมีเซลล์ เพื่อจะได้มีการเจริญเติบโตและดำรงชีวิตอยู่ได้”

แนวคิดเกี่ยวกับเซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต

ใช้คำถามที่ให้นักเรียนอธิบายความแตกต่างระหว่างเซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนไม่มีแนวคิดถูกต้องเลย มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 2.33 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 4.65 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนสูงถึงร้อยละ 83.72 และไม่มีแนวคิด ร้อยละ 9.30

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ส่วนใหญ่ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางส่วน เพราะว่า นักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนี้ เช่น “เซลล์โพรแคริโอตมีนิวเคลียสเล็กกว่า”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “เซลล์โพรแคริโอตมีลักษณะกลมๆ แต่เซลล์ยูแคริโอตจะเป็นเหลี่ยมๆ”, “เซลล์โพรแคริโอตจะมีนิวเคลียส แต่เซลล์ยูแคริโอตจะไม่มีนิวเคลียส” และ “เซลล์แบคทีเรียมีนิวเคลียสเดียว แต่เซลล์เชื้อหอยมีนิวเคลียสจำนวนมาก” เป็นต้น

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 93.02 แนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 6.98 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน อธิบายความแตกต่างระหว่างเซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอตได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “เซลล์ยูแคริโอตมีเยื่อหุ้มนิวเคลียส จึงเป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียส”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง อธิบายความแตกต่างระหว่างเซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอตได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “เซลล์โพรแคริโอต ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส จึงเป็นเซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียส แต่เซลล์ยูแคริโอต มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส จึงเป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียส”

แนวคิดเกี่ยวกับความสำคัญของนิวเคลียส

ใช้คำถามที่ให้นักเรียนวิเคราะห์ความสำคัญของนิวเคลียส และให้อธิบายเหตุผลประกอบ พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง ร้อยละ 6.98 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 58.14 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 2.33 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ร้อยละ 32.56 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางส่วน เพราะว่า นักเรียนเข้าใจว่าทุกเซลล์ต้องมีนิวเคลียสเสมอ เช่น “ถ้าไม่มีนิวเคลียส เซลล์นั้นจะไม่สามารถทำงานได้”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “เชื่อว่านิวเคลียสไม่สำคัญ เพราะมีสิ่งอื่นมาทดแทน”, “เชื่อว่านิวเคลียสไม่สำคัญ เพราะพืชไม่ได้ใช้นิวเคลียสในการขยายพันธุ์” และ “เชื่อว่านิวเคลียสไม่สำคัญ เพราะเซลล์พืชจะไม่มีนิวเคลียส เซลล์สัตว์จะมีนิวเคลียส”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 95.35 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 2.33 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 2.33 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน บอกหน้าที่ความสำคัญของนิวเคลียสถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน คำตอบคือ “มีออร์แกเนลล์อยู่ข้างในนิวเคลียส ดังนั้น ทุกเซลล์ต้องมีนิวเคลียส เพื่อให้ระบบทำงานอย่างปกติ”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน บอกหน้าที่ความสำคัญของนิวเคลียสได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ คำตอบคือ “นิวเคลียสมีความสำคัญกับเซลล์”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง บอกหน้าที่ความสำคัญของนิวเคลียส ได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “นิวเคลียสมีความสำคัญกับเซลล์มาก ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซลล์ ถ้าไม่มีนิวเคลียส เซลล์จะไม่สามารถทำงานได้เป็นปกติ หรือมีชีวิตอยู่ได้ไม่นาน ตัวอย่างเช่น เซลล์เม็ดเลือดแดงของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม”

แนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

การศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ แบ่งเป็น 2 แนวคิดย่อย ได้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวน และร้อยละของนักเรียน ที่มีแนวคิดแบบต่างๆ จากการวัดแนวคิดก่อนเรียน และหลังเรียน ในแนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

(N = 43)

แนวคิดเรื่อง	การวัดแนวคิด	แนวคิดของนักเรียน (ร้อยละ)				
		SU	PU	PU/SM	SM	NU
- โครงสร้างที่แตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์						
(1) ส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	ก่อนเรียน	0	0	11.63	88.37	0
		(n=0)	(n=0)	(n=5)	(n=38)	(n=0)
	หลังเรียน	83.72	13.95	2.33	0	0
		(n=36)	(n=6)	(n=1)	(n=0)	(n=0)
(2) ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	ก่อนเรียน	0	6.98	9.30	83.72	0
		(n=0)	(n=3)	(n=4)	(n=36)	(n=0)
	หลังเรียน	86.05	4.65	9.30	0	0
		(n=37)	(n=2)	(n=4)	(n=0)	(n=0)
- ความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (คลอโรพลาสต์)						
- ความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (คลอโรพลาสต์)	ก่อนเรียน	4.65	53.49	2.33	39.53	0
		(n=2)	(n=23)	(n=1)	(n=17)	(n=0)
	หลังเรียน	88.37	9.30	2.33	0	0
		(n=38)	(n=4)	(n=1)	(n=0)	(n=0)

หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง, PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน, PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน, SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน, NU หมายถึง ไม่มีแนวคิด, N หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมด และ n หมายถึง จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดนั้นๆ

แนวคิดเกี่ยวกับโครงสร้างที่แตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

แบ่งเป็นสองแนวคิดย่อย เพื่อให้นักเรียนได้ทั้งวาทภาพตามความเข้าใจ อธิบายเหตุผล และเปรียบเทียบความแตกต่าง

แนวคิด ส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ใช้คำถามให้นักเรียน วาทภาพเซลล์สัตว์และเซลล์พืช พร้อมอธิบายเหตุผล พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 11.63 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 88.37 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้อง มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ส่วนใหญ่ระบุ ส่วนประกอบของเซลล์ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน และให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิด วิทยาศาสตร์ในบางส่วน เช่น “เซลล์สัตว์มีนิวเคลียส ส่วนเซลล์พืชไม่มีนิวเคลียส”

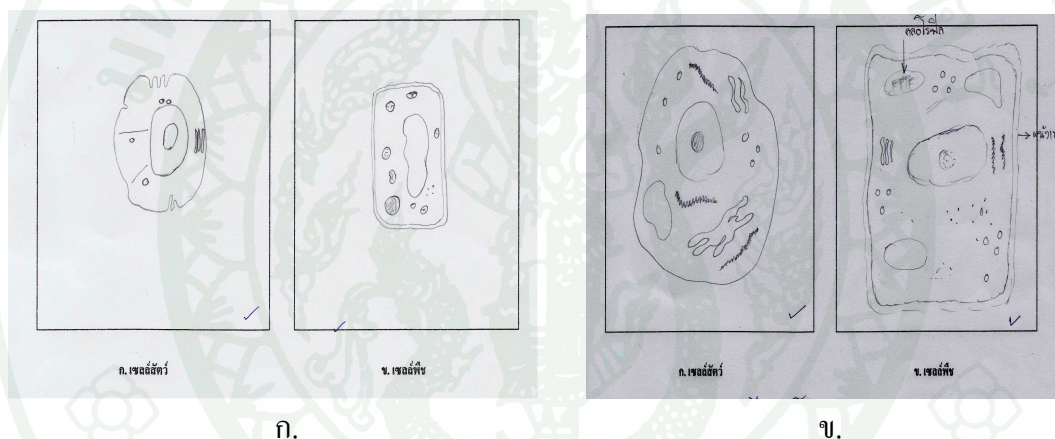
นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ระบุส่วนประกอบของเซลล์ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน และให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “เซลล์สัตว์ มีผนังเซลล์ และเยื่อหุ้มนิวเคลียส แต่เซลล์พืชไม่มี” และ “เซลล์สัตว์มีนิวเคลียสอยู่ตรงกลาง แต่เซลล์พืชจะไม่มีนิวเคลียส”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 83.72 มีแนวคิดถูกต้อง บางส่วน ร้อยละ 13.95 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 2.33 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่ม แนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน วาดรูปและระบุ ส่วนประกอบของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่สำคัญได้ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน และ ให้เหตุผลถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน เหตุผลคือ “เซลล์พืชจะมีผนังเซลล์จึงแข็งแรง กว่า มีรูปร่างเหลี่ยม เซลล์สัตว์ไม่มีผนังเซลล์ มีรูปร่างกลมหรือรี และเซลล์สัตว์จะสร้างเซลล์พลาสมา”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน วาดรูปและระบุส่วนประกอบของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่สำคัญได้ไม่สมบูรณ์ และให้เหตุผลไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างเหตุผล “เซลล์สัตว์ไม่มีผนังเซลล์ เซลล์พืชจะมีผนังเซลล์ จึงมีความแข็งแรงกว่า”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง วาดรูปและระบุส่วนประกอบของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่สำคัญได้ และให้เหตุผลได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “ส่วนประกอบที่เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีไม่เหมือนกัน คือ เซลล์สัตว์ มีรูปร่างกลมรี ยึดหยุ่นได้ เพราะไม่มีผนังเซลล์ แต่มีไลโซโซม และเซนทริโอล ซึ่งเซลล์พืชไม่มี เซลล์พืช มีรูปร่างเป็นเหลี่ยม เพราะมีผนังเซลล์ที่มีความแข็งแรงห่อหุ้ม และภายในมีคลอโรพลาสต์หรือพลาสติดกลุ่มอื่นๆ ซึ่งทั้งสองลักษณะเซลล์สัตว์ไม่มี”

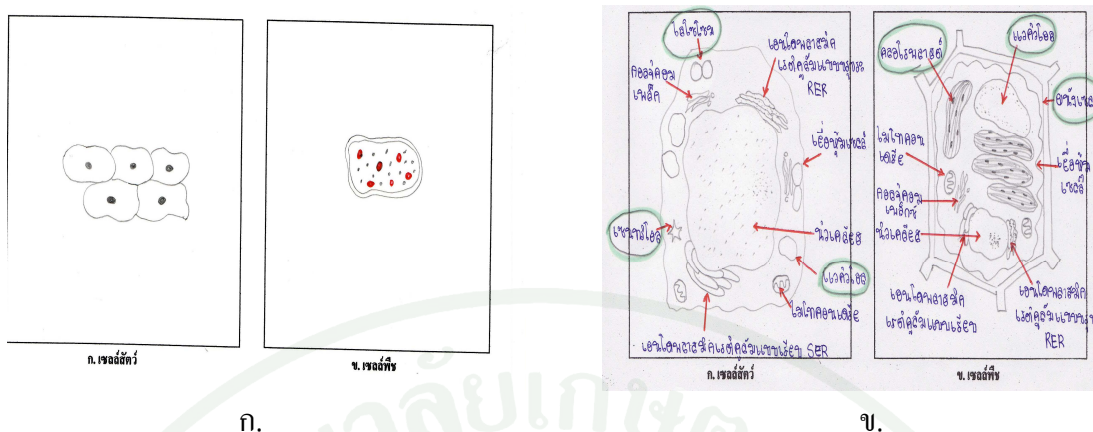


ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างในการสำรวจแนวคิดของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการปกติ (ตามคู่มือครู)

หมายเหตุ: ก. ตัวอย่างการวาดภาพและเขียนคำตอบของนักเรียน คนที่ 1 ให้เหตุผลประกอบภาพ คือ

เซลล์สัตว์จะ ไม่มีผนังเซลล์ ส่วนเซลล์พืชมีผนังเซลล์ (PU)

ข. ตัวอย่างการวาดภาพและเขียนคำตอบของนักเรียน คนที่ 2 ให้เหตุผลประกอบภาพ คือ เซลล์สัตว์ ไม่มีคลอโรพิลด์กับผนังเซลล์ (PU)



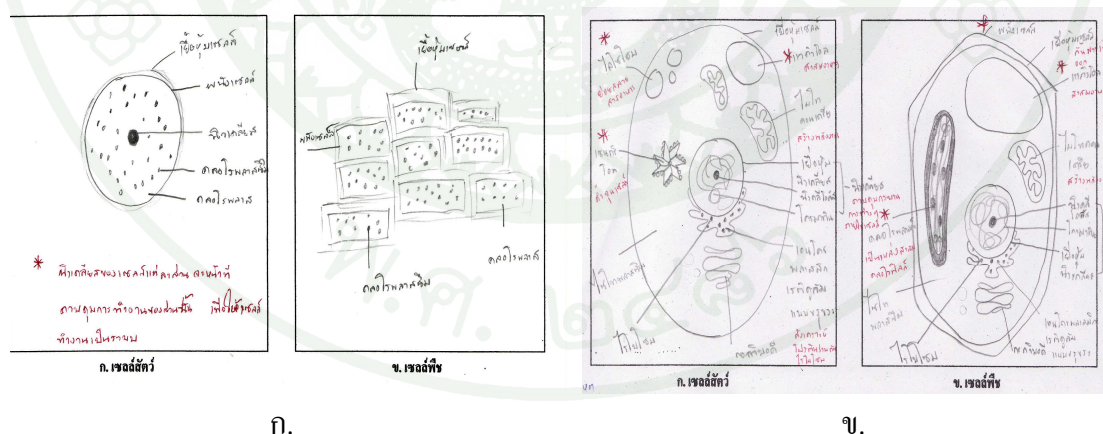
ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างในการศึกษาแนวคิดของนักเรียนโดยเปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

หมายเหตุ: ก. ตัวอย่างการวาดภาพและเขียนคำตอบของนักเรียน คนที่ 1 (ก่อนเรียน)

ให้เหตุผลประกอบภาพ คือ เซลล์สัตว์จะไม่มีเยื่อหุ้มเซลล์และไซโทพลาซึม แต่เซลล์พืชมี (SM)

ข. ตัวอย่างการวาดภาพและเขียนคำตอบของนักเรียน คนที่ 1 (หลังเรียน) คนเดียวกัน

ให้เหตุผลประกอบภาพ คือ เซลล์สัตว์จะไม่มีคลอโรพลาสต์และผนังเซลล์ มีลักษณะกลมรี ส่วนเซลล์พืชจะไม่มีไลโซโซมและเซนทริโอล มีรูปร่าง เป็นเหลี่ยม (SU)



ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างในการศึกษาแนวคิดของนักเรียนโดยเปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

หมายเหตุ: ก. ตัวอย่างการวาดภาพและเขียนคำตอบของนักเรียน คนที่ 2 (ก่อนเรียน) ให้เหตุผล

ประกอบภาพ คือ เซลล์สัตว์มีคลอโรพลาสต์ ผนังเซลล์ เซลล์พืชไม่มีนิวเคลียส (SM)

ข. ตัวอย่างการวาดภาพและเขียนคำตอบของนักเรียน คนที่ 1 (หลังเรียน) คนเดียวกัน
ให้เหตุผลประกอบภาพ คือ เซลล์สัตว์และเซลล์พืชมีส่วนประกอบบางอย่างแตกต่างกัน
กัน เซลล์สัตว์มีไลโซโซม เซลล์พืชไม่มี เซลล์สัตว์มีรูปร่างกลมรี เซลล์พืชมี
คลอโรพลาสต์ เซลล์สัตว์ไม่มี เซลล์พืชมีรูปร่างเป็นเหลี่ยม (SU)

แนวคิด ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ใช้คำถามให้นักเรียนเขียน
เปรียบเทียบความแตกต่างของเซลล์สัตว์และเซลล์พืชลงในตาราง พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน
นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 6.98 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน
ร้อยละ 9.30 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนร้อยละ 83.72 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้อง
และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน เขียนเปรียบเทียบ
ลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่แตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์คลาดเคลื่อนจากแนวคิด
วิทยาศาสตร์ในบางส่วน เช่น “ลักษณะที่แตกต่างกันของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ มีรูปร่างแตกต่าง
กัน เซลล์พืชมีหลายเซลล์ เซลล์สัตว์มีเซลล์เดียว”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เขียนเปรียบเทียบลักษณะที่เหมือนกันและ
ลักษณะที่แตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลาย
คำตอบ เช่น “ลักษณะที่เหมือนกันของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ คือ มีผนังเซลล์ ลักษณะที่แตกต่างกัน
ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ คือ เซลล์สัตว์มีเยื่อหุ้มเซลล์ แต่เซลล์พืชไม่มี”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 86.05 มีแนวคิดถูกต้อง
บางส่วน ร้อยละ 4.65 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 9.30
ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่ม แนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน เขียนเปรียบเทียบ
ลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่แตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้ถูกต้องบางส่วนและ
คลาดเคลื่อนบางส่วน เช่น ตัวอย่างคำตอบ “เซลล์พืชมีคลอโรพลาสต์ เซลล์สัตว์ไม่มี เซลล์พืชและ
เซลล์สัตว์มีผนังเซลล์เหมือนกัน”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน เขียนเปรียบเทียบลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่แตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “เซลล์พืชมีคลอโรพลาสต์ เซลล์สัตว์ไม่มี เซลล์สัตว์มีไลโซโซม ในเซลล์พืชไม่มี, เซลล์สัตว์มีเซนทริโอล เซลล์พืชไม่มี”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง สามารถเขียนเปรียบเทียบลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่แตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “ลักษณะที่เหมือนกันของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ คือ มีนิวเคลียส มีไซโทพลาซึม ซึ่งภายในมีออร์แกเนลล์ที่สำคัญ คือ ไมโทคอนเดรีย ไรโบโซม เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบเรียบ เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบขรุขระ กอลจิบอดี มีเยื่อหุ้มเซลล์ ลักษณะที่ต่างกันของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ เซลล์พืชมีผนังเซลล์ มีคลอโรพลาสต์ แต่เซลล์สัตว์ไม่มี เซลล์พืชมีแวคิวโอลขนาดใหญ่กว่าแวคิวโอลในเซลล์สัตว์ (ตอนที่เจริญเติบโตเต็มที่) เซลล์สัตว์มีไลโซโซม มีเซนทริโอล แต่เซลล์พืชไม่มี”

แนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (คลอโรพลาสต์)

ใช้คำถามให้นักเรียนตอบว่าเซลล์สัตว์และเซลล์พืชมีกระบวนการสร้างอาหารให้กับเซลล์ตนเองใช่หรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผล พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง ร้อยละ 4.65 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 53.49 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 2.33 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 39.53 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางส่วน คือ “เซลล์สัตว์สามารถสร้างอาหารจากแหล่งอาหารได้ ไม่ใช่สร้างอาหารจากแสงแดดเพียงอย่างเดียว แต่เซลล์พืชไม่สามารถหาอาหารเองได้ จึงต้องมีการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหาร”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ตอบและให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “ใช่ ทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ต้องมีการสังเคราะห์ด้วยแสง เซลล์สัตว์มีการสังเคราะห์แสงให้ตนเองได้รับวิตามิน E เซลล์พืชสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อให้ได้กลูโคส” และ “ใช่ ทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ต้องมีการสังเคราะห์ด้วยแสง เพราะถ้าไม่มีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ก็ไม่สามารถสร้างอาหารได้”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 88.37 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 9.30 แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 2.33 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน อธิบายสาเหตุว่า เซลล์พืชมีการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน คำตอบคือ “การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นเฉพาะในเซลล์พืช เพราะเซลล์พืชต้องการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างกลูโคส ถ้าเซลล์พืชไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงก็จะทำให้พืชไม่เจริญเติบโตแล้วก็ตาย”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน อธิบายสาเหตุว่าเซลล์พืชเท่านั้นที่มีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “เซลล์พืชเท่านั้นที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหาร ส่วนเซลล์สัตว์ไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหาร”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง เข้าใจสาเหตุว่าเซลล์พืชเท่านั้นที่มีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “เซลล์พืชเท่านั้นที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง เพราะมีคลอโรพลาสต์ ซึ่งภายในมีคลอโรฟิลล์ ที่ช่วยในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหาร แต่เซลล์สัตว์ไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงเพราะเซลล์สัตว์ไม่มีคลอโรพลาสต์”

แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์

การศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ แบ่งเป็น 3 แนวคิดย่อย ได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 จำนวน และร้อยละของนักเรียน ที่มีแนวคิดแบบต่างๆ จากการวัดแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียน ในแนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์

(N = 43)

แนวคิดเรื่อง	การวัดแนวคิด	แนวคิดของนักเรียน (ร้อยละ)				
		SU	PU	PU/SM	SM	NU
- ประเภทของการแบ่งเซลล์	ก่อนเรียน	0	34.88	27.91	32.56	4.65
		(n=0)	(n=15)	(n=12)	(n=14)	(n=2)
	หลังเรียน	69.77	30.23	0	0	0
		(n=30)	(n=13)	(n=0)	(n=0)	(n=0)
- การแบ่งเซลล์เนื้อเยื่อของพืช	ก่อนเรียน	0	65.12	4.65	30.23	0
		(n=0)	(n=28)	(n=2)	(n=13)	(n=0)
	หลังเรียน	65.12	32.56	2.33	0	0
		(n=28)	(n=14)	(n=1)	(n=0)	(n=0)
- นิวเคลียสและการแบ่งเซลล์	ก่อนเรียน	0	55.81	11.63	25.58	6.98
		(n=0)	(n=24)	(n=5)	(n=11)	(n=3)
	หลังเรียน	34.88	65.12	0	0	0
		(n=15)	(n=28)	(n=0)	(n=0)	(n=0)

หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง, PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน, PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน, SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน, NU หมายถึง ไม่มีแนวคิด, N หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมด และ n หมายถึง จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดนั้นๆ

แนวคิดเกี่ยวกับประเภทของการแบ่งเซลล์

ใช้คำถามให้นักเรียนบอกลักษณะสำคัญของการแบ่งเซลล์แต่ละแบบ พบว่าการทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 34.88 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 27.91 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 32.56 กลุ่มไม่มีแนวคิด ร้อยละ 4.65 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้อง

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน นักเรียนส่วนใหญ่ ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางส่วน เช่น “การแบ่งเซลล์มี 2 แบบ คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นการแบ่งร่างกาย และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์ของพืช”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “การแบ่งเซลล์มี 2 แบบ เป็นการแบ่งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์” และ “การแบ่งเซลล์มี 2 แบบ คือการงอก และการแตกหน่อ”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้นเป็นร้อยละ 69.77 มีแนวคิดถูกต้อง บางส่วน ร้อยละ 30.23 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน บอกว่าการแบ่งเซลล์มี 2 แบบได้ แต่อธิบาย ลักษณะสำคัญของการแบ่งเซลล์แต่ละแบบ ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “การแบ่งเซลล์มี 2 แบบ คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นการแบ่งร่างกาย และการแบ่งเซลล์ แบบไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์สืบพันธุ์”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง สามารถอธิบายลักษณะสำคัญของการแบ่งเซลล์ แต่ละแบบได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “การแบ่งเซลล์มี 2 แบบ คือการแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์ที่ได้จำนวนโครโมโซมเท่าเดิม และการแบ่งเซลล์ แบบไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์ที่ทำให้จำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง”

แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์เนื้อเยื่อของพืช

ใช้คำถามให้นักเรียนวิเคราะห์ว่า การงอกใหม่ของกิ่งไม้เกิดจากการแบ่งเซลล์ หรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผล พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 65.12 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 4.65 มีแนวคิดที่ คลาดเคลื่อน ร้อยละ 30.23 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้อง และกลุ่มไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน นักเรียนให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางส่วน เช่น “เป็นการแบ่งเซลล์ เพราะเป็นกระบวนการสังเคราะห์อาหาร ”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “ไม่ใช้การแบ่งเซลล์ เพราะเซลล์ก็ยังเป็นเซลล์เดิม” และ “ไม่ใช้การแบ่งเซลล์ เพราะการที่กิ่งไม้งอกใหม่เป็นการเจริญเติบโตของมัน ไม่ใช้การแบ่งเซลล์ ถ้าเป็นการแบ่งเซลล์ จะมีการเกิดต้นใหม่เลย แต่นั่นมันมีอยู่แล้ว”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้นเป็น ร้อยละ 65.12 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 32.56 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 2.33 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน อธิบายการงอกใหม่ของกิ่งไม้เป็นการแบ่งเซลล์ได้ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน คำตอบคือ “เป็นการแบ่งเซลล์ เพราะจะคล้ายๆ กับการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ทำให้เกิดการงอกใหม่”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน อธิบายการงอกใหม่ของกิ่งไม้เป็นการแบ่งเซลล์ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “เป็นการแบ่งเซลล์ เพราะเซลล์มีการเพิ่มจำนวนของเซลล์ มีส่วนที่งอกขึ้นมาใหม่”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง อธิบายการงอกใหม่ของกิ่งไม้เป็นการแบ่งเซลล์ได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “เป็นการแบ่งเซลล์ เพราะกิ่งของต้นไม้เป็นส่วนของเนื้อเยื่อเจริญ มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จึงเกิดการแบ่งเซลล์งอกใหม่ขึ้นมา”

แนวคิดเกี่ยวกับนิเวศและการเล่น

ใช้คำถามให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าเซลล์ที่ไม่มีนิเวศจะสามารถเกิดการแบ่งเซลล์ได้หรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผล พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 55.81 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 11.63 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 25.58 กลุ่มไม่มีแนวคิด ร้อยละ 6.98 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้อง

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อน จากแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางส่วน เช่น “ไม่ได้ เพราะเซลล์ที่ไม่มีนิเวศก็คือเซลล์ที่ตายแล้ว ทำให้ไม่สามารถเกิดการแบ่งเซลล์ได้”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “ได้ เพราะถ้ามีนิเวศจะทำให้แบ่งยากกว่า หรือแบ่งไม่ได้เลย” และ “ได้ เพราะนิเวศไม่มีความสำคัญสำหรับการแบ่งเซลล์”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น เป็นร้อยละ 34.88 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 65.12 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่ม แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน อธิบายความสำคัญของนิเวศในการแบ่งเซลล์ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “ไม่ได้ เพราะนิเวศเป็นตัวควบคุมการทำงานของเซลล์ จึงควบคุมการแบ่งเซลล์และกระบวนการต่างๆ ภายในเซลล์”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง เข้าใจว่านิเวศมีความสำคัญต่อการแบ่งเซลล์ ดังนั้น เซลล์ที่มีนิเวศจะเกิดการแบ่งเซลล์ ได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “ไม่ได้ เพราะนิเวศจะมีองค์ประกอบที่สำคัญในการแบ่งเซลล์ เช่น ดีเอ็นเอ สารพันธุกรรม ถ้าไม่มีนิเวศก็ไม่สามารถแบ่งเซลล์ได้”

แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

การศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส แบ่งเป็น 4 แนวคิดย่อย ได้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 จำนวน และร้อยละของนักเรียน ที่มีแนวคิดแบบต่างๆ จากการวัดแนวคิดก่อนเรียน และหลังเรียน ในแนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

(N = 43)

แนวคิดเรื่อง	การวัดแนวคิด	แนวคิดของนักเรียน (ร้อยละ)				
		SU	PU	PU/SM	SM	NU
- การแบ่งเซลล์ไมโทซิสในสิ่งมีชีวิต	ก่อนเรียน	11.63 (n=5)	46.51 (n=20)	4.65 (n=2)	16.28 (n=7)	20.93 (n=9)
	หลังเรียน	93.02 (n=40)	0 (n=0)	2.33 (n=1)	4.65 (n=2)	0 (n=0)
- การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์	ก่อนเรียน	0 (n=0)	23.26 (n=10)	0 (n=0)	72.09 (n=31)	4.65 (n=2)
	หลังเรียน	41.86 (n=18)	51.16 (n=22)	6.98 (n=3)	0 (n=0)	0 (n=0)
- เซลล์ที่เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	ก่อนเรียน	0 (n=0)	41.86 (n=18)	4.65 (n=2)	53.49 (n=23)	0 (n=0)
	หลังเรียน	20.93 (n=9)	51.16 (n=22)	27.91 (n=12)	0 (n=0)	0 (n=0)
- การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	ก่อนเรียน	9.30 (n=4)	46.51 (n=20)	0 (n=0)	41.86 (n=18)	2.33 (n=1)
	หลังเรียน	90.70 (n=39)	4.65 (n=2)	4.65 (n=2)	0 (n=0)	0 (n=0)

หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง, PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน, PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน, SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน, NU หมายถึง ไม่มีแนวคิด, N หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมด และ n หมายถึง จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดนั้นๆ

แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในสิ่งมีชีวิต

ใช้คำถามให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ต้องมีกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสหรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผล พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง ร้อยละ 11.63 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 46.51 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 4.65 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 16.28 กลุ่มไม่มีแนวคิด ร้อยละ 20.93

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางส่วน เช่น “ใช่ เพราะการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์ร่างกาย จะทำให้มีสิ่งมีชีวิตใหม่เกิดขึ้น”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “ไม่ใช่ เพราะสิ่งมีชีวิตบางชนิดก็ไม่ต้องมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เช่น พืช เพราะไม่มีเซลล์ร่างกาย ” และ “ไม่ใช่ เพราะการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะเกิดกับสัตว์ แต่พืชแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น ถึงร้อยละ 93.02 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 2.33 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 4.65 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าสิ่งมีชีวิตบางชนิดเท่านั้นที่มีกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เช่น ตัวอย่างคำตอบ “ไม่ใช่ เพราะสิ่งมีชีวิตบางชนิดมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน อธิบายความสำคัญที่สิ่งมีชีวิตทุกชนิด ต้องมีกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน คำตอบคือ “ไม่ใช่ เพราะการแบ่งเซลล์มี 2 แบบ คือ ไมโทซิสและไมโอซิส สิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่จำเป็นต้องมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพียงอย่างเดียว”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง อธิบายความสำคัญที่สิ่งมีชีวิตทุกชนิด ต้องมี กระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “ใช่ เพราะ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์ร่างกาย เพื่อเพิ่มขนาดและเจริญเติบโต”

แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์

ใช้คำถามให้นักเรียนบอกความแตกต่าง ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิด ในพืชและสัตว์ ว่ามีขั้นตอนเหมือนกันหรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผล พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 23.26 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 72.09 กลุ่มไม่มี แนวคิด ร้อยละ 4.65 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้อง และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “เหมือนกัน เพราะเป็นการแบ่งเซลล์แบบเดียวกัน การแบ่งจะเหมือนกัน ทุกอย่าง” และ “ไม่เหมือนกัน เพราะจะมีเซลล์เกิดขึ้นใหม่เหมือนกัน แต่ในเซลล์ของสัตว์จะมี จำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้น”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น เป็นร้อยละ 41.86 มีแนวคิดถูกต้อง บางส่วน ร้อยละ 51.16 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 6.98 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน อธิบาย ความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ที่เกิดในพืชและสัตว์ได้ถูกต้องบางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน เช่น ตัวอย่างคำตอบ “ไม่เหมือนกัน เพราะแต่เซลล์พืช มีการสร้างแผ่นกั้น เซลล์ แต่เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีกระบวนการโครสซิงโอเวอร์ เพื่อแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรม เหมือนกัน”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน อธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “ไม่เหมือนกัน เพราะเซลล์สัตว์เยื่อหุ้มเซลล์จะคอดกั้วเข้าหากัน แต่ในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์เมื่อแบ่งเสร็จแล้ว จะได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง อธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “ไม่เหมือนกัน การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์มีลักษณะและขั้นตอนการแบ่งนิวเคลียสเหมือนกัน แต่ขั้นตอนการแบ่งไซโทพลาซึมแตกต่างกันโดยเซลล์พืช มีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์ (cell plate) เกิดขึ้นตรงกลางระหว่างโครโมโซมสองกลุ่ม เพื่อแบ่งเป็น 2 เซลล์ ซึ่งต่อมาจะกลายเป็นส่วนของผนังเซลล์ ส่วนเซลล์สัตว์ไซโทพลาซึมของเซลล์สัตว์จะคอดตรงกลาง เกิดกระบวนการแบ่งไซโทพลาซึมออกเป็น 2 เซลล์”

แนวคิดเกี่ยวกับเซลล์ที่เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

ใช้คำถามให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าการทดลองเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสสามารถใช้เซลล์เปลือกไม้แทนเซลล์รากของหอมแดง ได้หรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผล พบว่าการทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 41.86 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 4.65 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 53.49 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้อง และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางส่วน เช่น “ไม่ได้ เพราะเซลล์เปลือกไม้และเซลล์รากหอมแดงถึงแม้จะเป็นพืชเหมือนกัน แต่ว่าอยู่คนละสปีชีส์กัน ดังนั้นจึงไม่สามารถจะทดแทนหรือแลกเปลี่ยนกันได้”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “ได้ เพราะเป็นเซลล์พืชเหมือนกัน” และ “ได้ เพราะเป็นเซลล์ที่คล้ายกันและมีความเหนียวเหมือนกัน”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น เป็นร้อยละ 20.93 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 51.16 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 27.91 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน มีความเข้าใจถูกต้องว่าเซลล์เปลือกไม้และเซลล์รากของหอมแดงเป็นเซลล์ร่างกายของพืช แต่เข้าใจคลาดเคลื่อนว่าการทดลองเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส สามารถใช้เซลล์เปลือกไม้แทนเซลล์รากของหอมแดง เช่น ตัวอย่างคำตอบ “ได้ เพราะเปลือกไม้และเซลล์รากหอมเป็นเซลล์ร่างกายของพืช จึงน่าจะแทนกันได้”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน อธิบายได้ว่าการทดลอง เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ไม่สามารถใช้เซลล์เปลือกไม้แทนเซลล์รากของหอมแดงได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “ไม่ได้ เพราะเปลือกไม้เป็นเซลล์ที่แห้งตายไปแล้ว ไม่สามารถแทนเซลล์รากหอมแดง”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง อธิบายได้ว่าการทดลอง เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ไม่สามารถใช้เซลล์เปลือกไม้แทนเซลล์รากของหอมแดง ได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “ไม่ได้ เพราะเซลล์เปลือกไม้เป็นเซลล์เนื้อเยื่อถาวรที่ตายแล้ว จึงไม่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสอีกแล้ว ส่วนเซลล์ปลายรากของหอมแดงเป็นเซลล์ที่ยังมีการเจริญเติบโตอยู่ตลอดเวลา จึงเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส”

แนวคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

ใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายจำนวนโครโมโซมของเซลล์ผิวหนังที่เกิดขึ้นใหม่ พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง ร้อยละ 9.30 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 46.51 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 41.86 กลุ่มไม่มีแนวคิด ร้อยละ 2.33 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “เปลี่ยนแปลง เพราะเมื่อมีการแบ่งเซลล์จำนวนโครโมโซมจะเกิดการเปลี่ยนแปลง” และ “เปลี่ยนแปลง เพราะจะได้จำนวนโครโมโซมเพิ่มมากขึ้น”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น ถึงร้อยละ 90.70 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 4.65 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 4.65 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน บอกได้ว่าจำนวนโครโมโซมของเซลล์ผิวหนังที่เกิดขึ้นใหม่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ให้เหตุผลบางส่วนคลาดเคลื่อน เช่น ตัวอย่างคำตอบ “ไม่เปลี่ยนแปลง เพราะแต่จะมีการถ่ายทอดสารพันธุกรรมให้เซลล์ใหม่”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน อธิบายได้ว่าจำนวนโครโมโซมของเซลล์ผิวหนังที่เกิดขึ้นใหม่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “ไม่เปลี่ยนแปลง เพราะเซลล์ผิวหนังต้องมีโครโมโซมเท่าเดิมโดยไม่สามารถเพิ่มหรือลดได้”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง สามารถอธิบายได้ว่าจำนวนโครโมโซมของเซลล์ผิวหนังที่เกิดขึ้นใหม่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “ไม่เปลี่ยนแปลง เพราะเป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จะได้เซลล์ผิวหนังที่เกิดใหม่ที่มีจำนวนโครโมโซม เท่าเดิม คือ 8 โครโมโซมหรือเท่าเซลล์เริ่มต้น คือ $2n = 8$ ”

แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

การศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส แบ่งเป็น 4 แนวคิดย่อย ได้ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวน และร้อยละของนักเรียน ที่มีแนวคิดแบบต่างๆ จากการวัดแนวคิดก่อนเรียน และหลังเรียน ในแนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

(N = 43)

แนวคิดเรื่อง	การวัดแนวคิด	แนวคิดของนักเรียน (ร้อยละ)				
		SU	PU	PU/SM	SM	NU
- การแบ่งเซลล์ไมโอซิสในสิ่งมีชีวิต	ก่อนเรียน	0	2.33	11.63	86.05	0
		(n=0)	(n=1)	(n=5)	(n=37)	(n=0)
	หลังเรียน	53.49	34.88	11.63	0	0
		(n=23)	(n=15)	(n=5)	(n=0)	(n=0)
- การเปลี่ยนแปลงโครโมโซมของการแบ่ง เซลล์แบบไมโอซิส	ก่อนเรียน	4.65	9.30	2.33	79.07	4.65
		(n=2)	(n=4)	(n=1)	(n=34)	(n=2)
	หลังเรียน	83.72	11.63	4.65	0	0
		(n=36)	(n=5)	(n=2)	(n=0)	(n=0)
- กระบวนการครอสซิงโอเวอร์	ก่อนเรียน	0	6.98	0	79.07	13.95
		(n=0)	(n=3)	(n=0)	(n=34)	(n=6)
	หลังเรียน	83.72	6.98	9.30	0	0
		(n=36)	(n=3)	(n=4)	(n=0)	(n=0)
- การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่เกิดในพืชและสัตว์	ก่อนเรียน	0	30.23	4.65	60.47	4.65
		(n=0)	(n=13)	(n=2)	(n=26)	(n=2)
	หลังเรียน	81.40	13.95	4.65	0	0
		(n=35)	(n=6)	(n=2)	(n=0)	(n=0)

หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง, PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน, PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน, SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน, NU หมายถึง ไม่มีแนวคิด, N หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมด และ n หมายถึง จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดนั้นๆ

แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในสิ่งมีชีวิต

ใช้คำถามให้นักเรียนระบุว่าจากภาพสิ่งมีชีวิตที่กำหนดให้ สิ่งมีชีวิตใดเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส พร้อมอธิบายเหตุผล พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 2.33 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 11.63 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 86.05 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้อง และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ระบุภาพสิ่งมีชีวิต ที่เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ถูกต้อง แต่ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ในบางส่วน เช่น “เพราะการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งเซลล์ร่างกาย”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ระบุภาพสิ่งมีชีวิตที่เกิดการแบ่งเซลล์แบบ ไมโอซิสได้ไม่ถูกต้อง และให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “เพราะการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการสืบพันธุ์ที่ไม่อาศัยเพศ แต่ไมโทซิสอาศัยเพศ” และ “เพราะมดและต้นไม้ ไม่สามารถเพิ่มจำนวนโดยการแบ่งเซลล์ได้”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น เป็นร้อยละ 53.49 มีแนวคิดถูกต้อง บางส่วน ร้อยละ 34.88 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 11.63 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ระบุภาพสิ่งมีชีวิตที่ เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน และให้เหตุผลถูกต้อง บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน เช่น ตัวอย่างคำตอบ “แบคทีเรีย และต้นไม้ ไม่มีการแบ่งเซลล์ แบบไมโอซิส มด เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เพราะการแบ่งเซลล์ไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์ สืบพันธุ์ ”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ระบุภาพสิ่งมีชีวิตที่เกิดการแบ่งเซลล์แบบ ไมโอซิสและให้เหตุผลได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “มดและต้นไม้ มีการแบ่ง เซลล์แบบไมโอซิส แบคทีเรีย ไม่เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเพราะการแบ่งเซลล์ไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์สืบพันธุ์ และมดกับพืชมีเซลล์สืบพันธุ์”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง ระบุภาพสิ่งมีชีวิตที่เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และให้เหตุผลได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “มดและต้นไม้ มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส แบคทีเรีย ไม่เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เพราะมดและต้นไม้ เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการสร้างเซลล์ สืบพันธุ์ เพื่อใช้ในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ แต่แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีการสร้างเซลล์ สืบพันธุ์ เนื่องจากมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ”

แนวคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายเซลล์ต้นกำเนิดเซลล์อสุจิ เมื่อเกิดกระบวนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์อสุจิ (แบบไมโอซิส) เซลล์อสุจิที่ได้จะมีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิมหรือไม่ พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง ร้อยละ 4.65 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 9.30 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 2.33 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ร้อยละ 79.07 กลุ่มไม่มีแนวคิด ร้อยละ 4.65

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางส่วน เช่น “เซลล์อสุจิจะต้องผสมกับรังไข่ ในมดลูก ทำให้ไม่เท่าเดิม”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “จำนวนโครโมโซมเท่าเดิม เพราะเซลล์อสุจิที่ได้จากการแบ่งเซลล์จะมีจำนวนเท่ากับเซลล์ต้นกำเนิดอสุจิ” และ “จำนวนโครโมโซมเท่าเดิม เพราะโครโมโซมไม่เกี่ยวกับการแบ่งเซลล์”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น เป็นร้อยละ 83.72 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 11.63 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 4.65 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน บอกว่าจำนวนโครโมโซมเซลล์ต้นกำเนิดเซลล์อสุจิที่เกิดใหม่ไม่เท่าเดิมได้ถูกต้อง แต่ให้เหตุผลคลาดเคลื่อน เช่น ตัวอย่างคำตอบ “ไม่เท่าเดิม เพราะมีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้น”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน อธิบายเซลล์ต้นกำเนิดเซลล์อสุจิ เมื่อเกิดกระบวนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์อสุจิ (แบบไมโอซิส) ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “ไม่เท่าเดิม เพราะเมื่อแบ่งแล้ว จะได้เซลล์จาก 1 เซลล์จะได้เซลล์ลูก 4 เซลล์”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง อธิบายเซลล์ต้นกำเนิดเซลล์อสุจิ เมื่อเกิดกระบวนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์อสุจิ (แบบไมโอซิส) เซลล์อสุจิที่ได้จะมีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง ได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “ไม่เท่าเดิม เพราะเซลล์ต้นกำเนิดอสุจิที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จำนวนโครโมโซมจะลดลงครึ่งหนึ่ง ดังนั้นเซลล์ลูกที่ได้จะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 2 โครโมโซม”

แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการโครสซิงโอเวอร์

ใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายความสำคัญของกระบวนการโครสซิงโอเวอร์ ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 6.98 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 79.07 กลุ่มไม่มีแนวคิด ร้อยละ 13.95 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้อง และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “เป็นกระบวนการแตกตัวของเซลล์ คือเกิดการแบ่งแยกของเซลล์” และ “ช่วยควบคุมการแบ่งเซลล์ ไม่ให้เซลล์ที่แบ่งแล้วเข้ามาอยู่ในเซลล์ที่ยังไม่ได้แบ่ง”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น เป็นร้อยละ 83.72 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 6.98 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 9.30 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน อธิบายความสำคัญของกระบวนการโครสซิงโอเวอร์ ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ได้ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน เช่น ตัวอย่างคำตอบ “กระบวนการโครสซิงโอเวอร์เป็นกระบวนการที่สำคัญ เพราะจะทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน เนื่องจากการแลกเปลี่ยนโครโมโซมกัน”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน อธิบายความสำคัญของกระบวนการครอสซิงโอเวอร์ ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “กระบวนการครอสซิงโอเวอร์เป็นกระบวนการที่สำคัญ เพราะจะทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง อธิบายความสำคัญของกระบวนการครอสซิงโอเวอร์ ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “กระบวนการครอสซิงโอเวอร์เป็นกระบวนการที่สำคัญ เกิดในระยะโพรเฟส I มีการไขว่กันของโครมาทิดระหว่างโครโมโซมที่เข้าคู่กัน เป็นผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครมาทิดต่างเส้นที่อยู่ชิดกัน ซึ่งจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมระหว่างกันด้วย ส่งผลให้เกิดความหลากหลายในสิ่งมีชีวิต”

แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่เกิดในพืชและสัตว์

ใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเกิดในเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ ไม่เกิดกับเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ของพืช ใช่หรือไม่ พบว่าการทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 30.23 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 4.65 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 60.47 กลุ่มไม่มีแนวคิด ร้อยละ 4.65 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้อง

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางส่วน เช่น “พืชก็มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยใช้ อสุจิ”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “ใช่ เพราะการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จะเกิดในสิ่งมีชีวิตที่ขยายจำนวนได้อย่างรวดเร็ว เช่น แบคทีเรีย” และ “ใช่ เพราะการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์ของสัตว์”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น เป็นร้อยละ 81.40 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 13.95 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 4.65 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ให้เหตุผลถูกต้องบางส่วน แต่ตอบคลาดเคลื่อนว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเกิดเฉพาะในเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “ใช่ เพราะทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ต่างก็ต้องมีการแบ่งเซลล์ แต่เซลล์พืชไม่มีเซลล์อสุจิและเซลล์ไข่ เลยไม่ เป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน อธิบายได้ว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเกิดทั้งในเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์และพืช ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สามารถเกิดขึ้นทั้งในเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์และของพืช เพราะทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ต่างก็มีการสืบพันธุ์เช่นกัน”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง อธิบายได้ว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเกิดทั้งในเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์และพืช ได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สามารถเกิดขึ้นทั้งในเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์และของพืช ที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์”

แนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

การศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส แบ่งเป็น 2 แนวคิดย่อย ได้ผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 จำนวน และร้อยละของนักเรียน ที่มีแนวคิดแบบต่างๆ จากการวัดแนวคิดก่อนเรียน และหลังเรียน ในแนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

(N = 43)

แนวคิดเรื่อง	การวัดแนวคิด	แนวคิดของนักเรียน (ร้อยละ)				
		SU	PU	PU/SM	SM	NU
- ความแตกต่างระหว่าง การแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิส และการ แบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	ก่อนเรียน	0 (n=0)	37.21 (n=16)	6.98 (n=3)	55.81 (n=24)	0 (n=0)
	หลังเรียน	69.77 (n=30)	20.93 (n=9)	9.30 (n=4)	0 (n=0)	0 (n=0)
- ความเข้าใจเรื่องการ แบ่งเซลล์	ก่อนเรียน	16.28 (n=7)	6.98 (n=3)	6.98 (n=3)	67.44 (n=29)	2.33 (n=1)
	หลังเรียน	100.00 (n=100)	0 (n=0)	0 (n=0)	0 (n=0)	0 (n=0)

หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง, PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน, PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน, SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน, NU หมายถึง ไม่มีแนวคิด, N หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมด และ n หมายถึง จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดนั้นๆ

**แนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และ
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส**

ใช้คำถามให้นักเรียนเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมของเซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและเซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 37.21 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 6.98 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 55.81 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้อง และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางส่วน เช่น “มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน คือการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะมีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้น การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จะมีจำนวนโครโมโซมลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง”

นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “มีจำนวนโครโมโซมเหมือนกัน เพราะเซลล์ใหม่ก็ต้องเหมือนกับเซลล์เริ่มต้น” และ “มีจำนวนโครโมโซมเหมือนกัน เพราะเป็นการขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น เป็นร้อยละ 69.77 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 20.93 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 9.30 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน บอกจำนวนโครโมโซมของเซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและเซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน เช่น ตัวอย่างคำตอบ “มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะได้ 2 เซลล์ แต่โครโมโซมเซลล์ลูกจะลดลงครึ่งหนึ่งจากเซลล์แม่ การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะได้ 4 เซลล์ ”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน บอกจำนวนโครโมโซมของเซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและเซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวอย่างคำตอบ “มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน เพราะไมโทซิสแบ่งจาก 1 เซลล์ได้ 2 เซลล์ ไมโอซิส แบ่งจาก 1 เซลล์ได้ 4 เซลล์”

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง สามารถบอกจำนวนโครโมโซมของเซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและเซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน คือ เซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะมีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิม จากเริ่มต้น $2n$ จะได้ $2n$ ส่วนเซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จะมีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง จากเซลล์เริ่มต้น $2n$ จะได้ n ”

แนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจเรื่องการแบ่งเซลล์

ใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายเซลล์ไข่และเซลล์สุจิที่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว จะเกิดกระบวนการแบ่งเซลล์แบบใดต่อไป พบว่า การทำแบบวัดก่อนเรียน นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องร้อยละ 16.28 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 6.98 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 6.98 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 67.44 และกลุ่มไม่มีแนวคิด ร้อยละ 2.33

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ในบางส่วน เช่น “แบบไมโทซิส เพราะเป็นการแบ่งเซลล์สัตว์ในด้านต่างๆ”

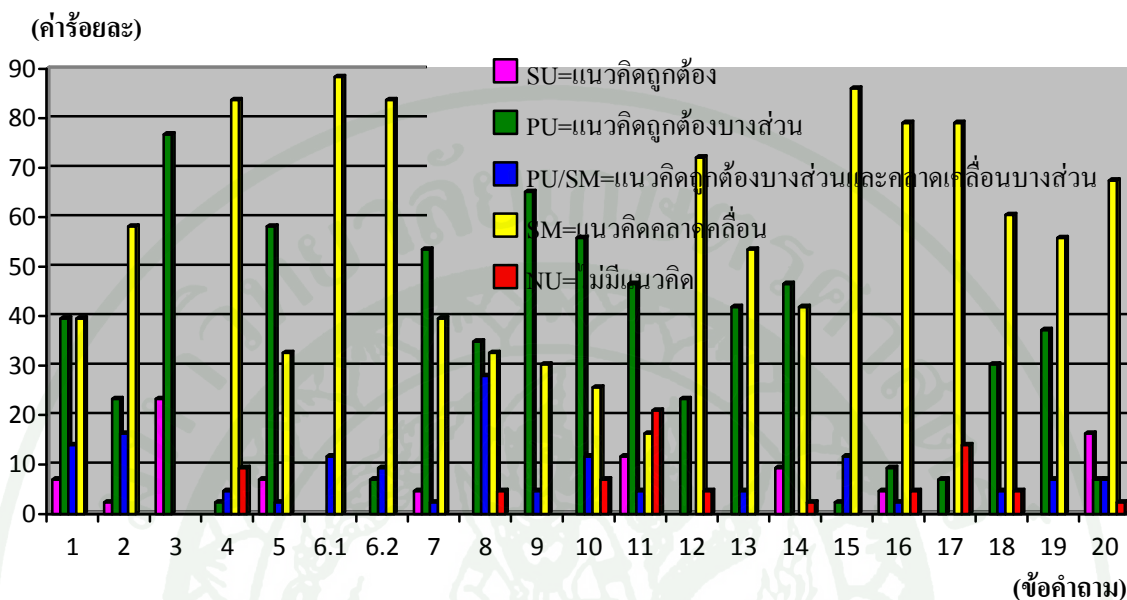
นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้เหตุผลคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายเหตุผล เช่น “แบบไมโอซิส เพราะเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการสืบพันธุ์” และ “แบบไมโอซิส เพราะเกิดจากการสืบพันธุ์ของสัตว์หรือคน”

การทำแบบวัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น ถึงร้อยละ 100 ไม่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน มีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

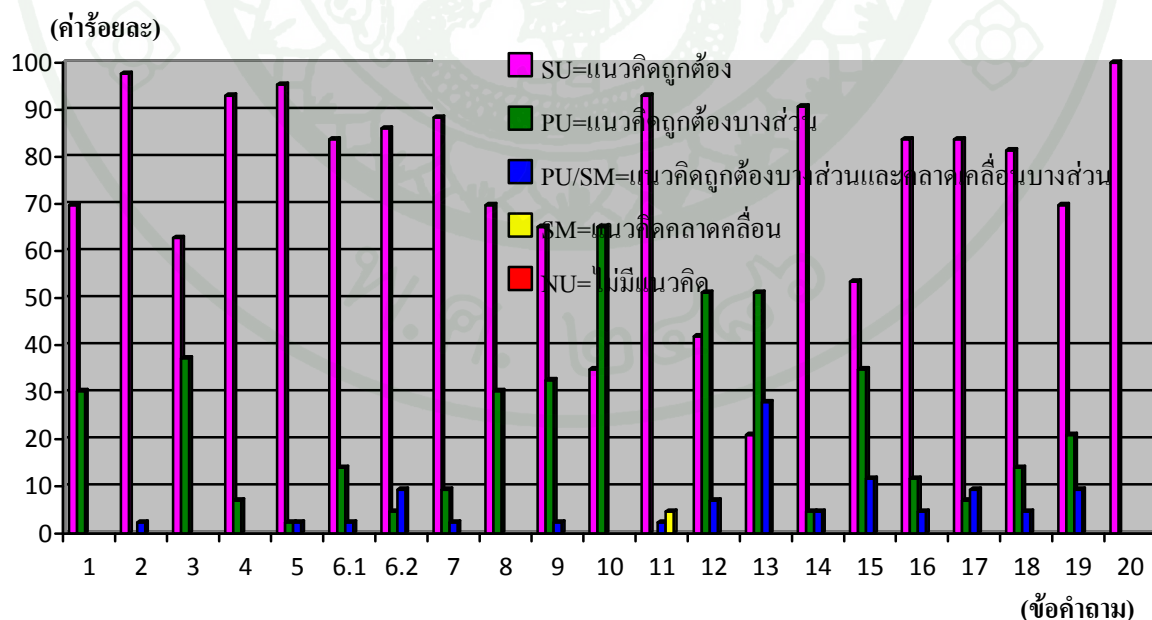
นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้อง สามารถบอกได้ว่าเซลล์ไข่และเซลล์สุจิที่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว จะเกิดกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ “แบบไมโทซิส เพราะเมื่อเซลล์ไข่และเซลล์สุจิปฏิสนธิแล้ว จะเป็นไซโกต กระบวนการต่อไปคือการแบ่งเซลล์ไซโกตที่เป็นเซลล์ร่างกาย จึงเป็นการแบ่งแบบไมโทซิส”

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แนวคิดของนักเรียนก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดอยู่ในกลุ่มแนวคิดที่คลาดเคลื่อนสูงในทุกแนวคิดย่อย และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิด ไปเป็นแนวคิดถูกต้องสูงขึ้นในทุกแนวคิดย่อย

จากตารางที่ 6-11 เมื่อนำผลการศึกษาแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษามาแสดงในรูปภาพได้ผลดังภาพที่ 5 และ ภาพที่ 6



ภาพที่ 5 รูปภาพแสดงร้อยละของแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของผลการศึกษาแนวคิด ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4



ภาพที่ 6 รูปภาพแสดงร้อยละของแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของผลการศึกษาแนวคิด หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การศึกษาเจตคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งทำการวัดหลังจากเสร็จการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ แล้ว โดยใช้แบบวัดเจตคติ จำนวน 20 ข้อ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน เจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

เจตคติต่อการเรียน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ความหมาย
ด้านการขึ้นชอบกิจกรรมการเรียนรู้	4.62	0.51	มีเจตคติที่ดีระดับสูงที่สุด
ด้านการขึ้นชอบในการมีส่วนร่วม กับกิจกรรม	4.48	0.56	มีเจตคติที่ดีระดับสูง
ด้านการขึ้นชอบสื่อการเรียนรู้ การสอน	4.59	0.58	มีเจตคติที่ดีระดับสูงที่สุด
รวมทุกด้าน	4.56	0.55	มีเจตคติที่ดีระดับสูงที่สุด

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ระดับสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 (ดูเกณฑ์ในการตัดสินหน้า 48) และเมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีระดับสูงที่สุด ในด้านการขึ้นชอบกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 และ ด้านการขึ้นชอบสื่อการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 และนักเรียนมีเจตคติที่ดีระดับสูงด้านการขึ้นชอบในการมีส่วนร่วมกับกิจกรรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48

การศึกษาเจตคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ศึกษาผลจากอนุทินสะท้อนความรู้สึกรัก ของนักเรียนทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งทำการวัดหลังจากจัดการเรียนรู้แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ในทางบวก หรือ ดี หรือ ชอบ สอดคล้องกับผลจากแบบวัดเจตคติ โดยนักเรียนมีเจตคติในทางบวก สูงที่สุด คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ร้อยละ 43.14 รองลงมาคือ ด้านสื่อการเรียนการสอน ร้อยละ 35.93 ลำดับถัดมา คือ ด้านการมีส่วนร่วมกิจกรรม ร้อยละ 14.23 ลำดับสุดท้าย คือ ด้านเนื้อหา ร้อยละ 2.35 คะแนนมาจากร้อยละของคำตอบของนักเรียน ในตารางผนวกที่ 4, 5 และ 6

ด้านการชื่นชมกิจกรรมการเรียนรู้

จากวิเคราะห์คำตอบในอนุทินสะท้อนความรู้สึกรักในแต่ละแผน จะพบกลุ่มคำตอบที่แสดงการมีเจตคติที่ดี ซึ่งสรุปได้ดังนี้

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ จากกลุ่มคำตอบ “ได้ทำกิจกรรมหลายอย่าง, ได้ทำการทดลองส่องดูเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์, ได้ทำความเข้าใจด้วยตนเองก่อนศึกษาจากหนังสือเรียน, มีกิจกรรมหลายอย่าง”

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ จากกลุ่มคำตอบ “ได้ทำแบบจำลองเซลล์พืชและเซลล์สัตว์, ได้สรุปความรู้ในกลุ่มและนำข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม มาอภิปรายสรุปร่วมกัน, ได้ปฏิบัติจริง ทำให้ตั้งใจเรียนมากขึ้น, กิจกรรมต่างๆ สนุกสนาน, เป็นการเรียนแบบใหม่, เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้เข้าใจโดยไม่ต้องท่องจำ, มีการกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมทำให้มีระเบียบวินัยในตัวเอง, การถามคำถามระหว่างเรียนช่วยกระตุ้นให้คิดตาม”

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จากกลุ่มคำตอบ “มีกิจกรรมหลายอย่าง, ได้ทำการทดลอง, ได้สรุปความรู้ในกลุ่ม และนำข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม มาอภิปรายสรุปร่วมกัน, ได้ปฏิบัติจริง ทำให้ตั้งใจเรียนมากขึ้น, เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองทำให้เข้าใจโดยไม่ต้องท่องจำ, มีการทบทวนสิ่งที่เรียนผ่านมาแล้วทำให้เข้าใจมากขึ้น, ได้วาดภาพจดบันทึกทำให้เข้าใจมากขึ้น, มีหลักการในการอธิบายความรู้ ขยายความรู้มากขึ้น”

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จากกลุ่มคำตอบ “ได้ทำกิจกรรมจิกซอร์เรื่องไมโอซิส, ได้ทำกิจกรรมจิกซอร์ที่มีการเข้าฐานเป็นผู้เชี่ยวชาญและได้สรุปแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนและอาจารย์ทำให้เข้าใจมากและสามารถอธิบายให้เพื่อนฟังได้, ได้สรุปความรู้ในกลุ่ม และนำข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม มาอภิปรายสรุปร่วมกัน, ได้ฝึกคิดวิเคราะห์และค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองก่อน จะสรุปความรู้ร่วมกับครูและเพื่อนๆ, เป็นการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ ไม่ใช่เรียนแต่ในหนังสืออย่างเดียว และเน้นการเรียนรู้ให้เข้าใจมากกว่าท่องจำ, มีการทบทวนสิ่งที่เรียนผ่านมาแล้ว ทำให้เข้าใจมากขึ้น, ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามและใช้คำถามกระตุ้นให้คิดตลอดเวลา ทำให้กล้าถามตอบขึ้น”

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จากกลุ่มคำตอบ “ได้ทำกิจกรรมสร้างโมเดลจากดินน้ำมันเพื่อเปรียบเทียบการแบ่งเซลล์ทั้งสองแบบทำให้เข้าใจมากขึ้น, ได้สรุปความรู้ในกลุ่ม และนำข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม มาอภิปรายสรุปร่วมกัน, ได้ฝึกคิดวิเคราะห์และค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองก่อนจะสรุปความรู้ร่วมกับครูและเพื่อนๆ, เป็นการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ ไม่ใช่เรียนแต่ในหนังสืออย่างเดียว และเน้นการเรียนรู้ให้เข้าใจมากกว่าท่องจำ, มีการทบทวนสิ่งที่เรียนผ่านมาแล้ว ทำให้เข้าใจมากขึ้น, ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม และใช้คำถามกระตุ้นให้คิดตลอดเวลา ทำให้กล้าถามตอบขึ้น, การสร้างกติการ่วมกันเรื่อง การเข้าเรียนให้ตรงเวลา ทำให้ทุกคนกระตือรือร้นรีบเข้าห้องเรียน ฝึกให้เป็นคนตรงต่อเวลาและรู้คุณค่าของเวลา”

ด้านการชื่นชมสื่อการเรียนการสอน

จากการวิเคราะห์คำตอบในอนุทินสะท้อนความรู้สึกละเอียดในแต่ละแผน จะพบกลุ่มคำตอบที่แสดงการมีเจตคติที่ดี ซึ่งสรุปได้ดังนี้

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์และ โครงสร้างของเซลล์ จากกลุ่มคำตอบ “มีสื่อภาพเคลื่อนไหว และภาพประกอบ ทำให้เข้าใจง่าย, มีแบบฝึกหัด ทำให้ได้ทบทวน, ได้ใช้อินเทอร์เน็ต เป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูล, การสอนด้วยโปรแกรม microsoft power point ทำให้เข้าใจง่ายขึ้น”

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ จากกลุ่มคำตอบ “มีสื่อภาพเคลื่อนไหว และภาพประกอบ ทำให้เข้าใจง่าย, ได้ใช้อินเทอร์เน็ต เป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูล, การสอนด้วยโปรแกรม microsoft power point ทำให้เข้าใจง่ายขึ้น, มีสื่อต่างๆ หลากหลาย, มีเกมบิงโกทำให้เกิดความสนใจเรียน และได้ทบทวนเรื่องที่เรียน”

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จากกลุ่มคำตอบ “มีสื่อภาพเคลื่อนไหว และภาพประกอบ ทำให้เข้าใจง่าย, ได้ใช้อินเทอร์เน็ต เป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูลการสอน, การสอนด้วยโปรแกรม microsoft power point ทำให้เข้าใจง่ายขึ้น, มีสื่อต่างๆ หลากหลาย, มีเกมต่างๆ ทำให้เกิดความสนใจเรียน และได้ทบทวนเรื่องที่เรียน, มีเอกสารต่างๆ มีใบความรู้ประกอบ”

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จากกลุ่มคำตอบ “มีสื่อภาพเคลื่อนไหว และภาพประกอบ ทำให้เข้าใจง่าย, สื่อภาพได้กลิ้ง ภาพจำลองต่างๆ ทำให้เข้าใจและมีความรู้ที่มากมาย ไม่ใช่แค่เรียนในหนังสือ แต่เหมือนเปิดโลกทัศน์ให้กว้างขึ้น, ได้ใช้อินเทอร์เน็ต เป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูล, การสอนด้วยโปรแกรม microsoft power point ทำให้เข้าใจง่ายขึ้น, มีสื่อต่างๆ หลากหลาย”

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จากกลุ่มคำตอบ “มีสื่อภาพเคลื่อนไหว และภาพประกอบ ทำให้เข้าใจง่าย, สื่อภาพได้กลิ้ง ภาพจำลองต่างๆ ทำให้เข้าใจและมีความรู้ที่มากมาย ไม่ใช่แค่เรียนในหนังสือ แต่เหมือนเปิดโลกทัศน์ให้กว้างขึ้น, ได้ใช้อินเทอร์เน็ต เป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูล, มีสื่อต่างๆ หลากหลาย, มีกิจกรรมเกม ทำให้สนุก และได้ทบทวนความรู้, มีใบงาน ใบกิจกรรมและ มีใบความรู้ประกอบ”

ด้านการมีส่วนร่วมกับกิจกรรม

จากวิเคราะห์คำตอบในอนุทินสะท้อนความรู้สึกในแต่ละแผน จะพบกลุ่มคำตอบที่แสดงการมีเจตคติที่ดี ซึ่งสรุปได้ดังนี้

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ จากกลุ่มคำตอบ “มีการแบ่งกลุ่ม ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม, มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม, ได้นำเสนองานทำให้กล้าแสดงออก, มีการประยุกต์ใช้ความรู้”

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ จากกลุ่มคำตอบ “มีการแบ่งกลุ่ม ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม, มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม, นักเรียนได้มีส่วนกับการเรียนมาก, ได้นำเสนองานทำให้กล้าแสดงออก”

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จากกลุ่มคำตอบ “มีการแบ่งกลุ่ม ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม, มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ทำให้เกิดความสามัคคี มีความรับผิดชอบ, ได้นำเสนองานทำให้กล้าแสดงออก”

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จากกลุ่มคำตอบ “มีการแบ่งกลุ่ม ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม ทำให้เกิดความสามัคคี ได้ช่วยเหลือกัน, มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม, รู้จักวางแผนการทำงาน, ได้นำเสนองานทำให้กล้าแสดงออกและมีความมั่นใจมากขึ้น”

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จากกลุ่มคำตอบ “มีการแบ่งกลุ่ม ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม ทำให้เกิดความสามัคคี ได้ช่วยเหลือกัน, มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม, นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน, ได้นำเสนองานทำให้กล้าแสดงออกและมีความมั่นใจมากขึ้น”

ข้อวิจารณ์

จากผลการวิจัย ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการพัฒนาแนวคิด และเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถนำมาวิจารณ์ผลได้ดังนี้

1. ผลการสำรวจแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ตามคู่มือครู สสวท. พบว่า นักเรียนมีแนวคิดย่อยเรื่องเซลล์ อยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 50 โดยเข้าใจว่าภาพใดเป็นระดับเซลล์ แต่ยังไม่สามารถอธิบายส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์ได้ และนักเรียนมีแนวคิดย่อย เรื่อง ความสำคัญของเซลล์ อยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 85 โดยรู้ว่าสิ่งมีชีวิตต้องมีเซลล์เป็นพื้นฐาน แต่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนประมาณ ร้อยละ 30 ในแนวคิดย่อย เรื่อง ความหมายของเซลล์ และเซลล์โปรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต โดยยังเข้าใจความหมายของเซลล์คลาดเคลื่อน นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าเซลล์หมายถึงสิ่งมีชีวิต นักเรียนมีแนวคิดย่อย เรื่อง ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ อยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 40 นักเรียนกลุ่มนี้วาดภาพองค์ประกอบที่แตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้ แต่ยังไม่ครอบคลุมทั้งหมด นักเรียนมีแนวคิดย่อย เรื่อง ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ในการสังเคราะห์ด้วยแสง อยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 50 โดยเข้าใจถูกต้องว่าเซลล์พืชเท่านั้นที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ แต่ยังไม่ระบุว่ามิทคอนโดรียาเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง ในแนวคิดการแบ่งเซลล์ มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 90 นักเรียนเข้าใจว่ามีการแบ่งเซลล์สองแบบ คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส แต่นักเรียนส่วนใหญ่ ไม่เข้าใจว่าการแบ่งเซลล์แต่ละแบบมีความสำคัญอย่างไร และมีการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมของเซลล์ลูกที่เกิดใหม่อ่างไร นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด เกี่ยวกับการเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ในสิ่งมีชีวิตถึงร้อยละ 56.10 โดยนักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่าสิ่งมีชีวิตที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ จะเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และรองมาคือการแบ่งเซลล์ของเซลล์สืบพันธุ์ที่มีการปฏิสนธิแล้วถึงร้อยละ 53.66 นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงไปถึงเซลล์ร่างกายที่ได้จากการปฏิสนธิแล้วคือไซโกต และยังพบว่า นักเรียน ร้อยละ 60 ไม่มีแนวคิดเกี่ยวกับเซลล์โปรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต และกระบวนการโครอสซิงโอเวอร์ จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ทำให้ทราบว่า นักเรียน ไม่ได้ทำกิจกรรมในเรื่องดังกล่าว จึงทำให้นักเรียนตอบคำถามไม่ได้ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ผ่านมาของ

อาริสรา แรกงานเหนือ (2538); Lewis *et al.* (2000); พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และคณะ (2546); สุทธิจักร ศรีถนอมรัก (2548); กมลลา บุตรา (2549); อุษา นาคทอง (2550) กล่าวคือ แนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ เป็นแนวคิดที่ยาก โดยเฉพาะแนวคิดเรื่องการแบ่งเซลล์ นักเรียนจะไม่ค่อย เข้าใจ และอธิบายอย่างสับสน จะใช้การท่องจำเนื้อหาจากแบบเรียนมากกว่าจะแสดงความเข้าใจ ที่แท้จริง (Wandersee, 1985) ทำให้การตอบคำถามคลาดเคลื่อนจากแนวคิดถูกต้อง ตอบไม่ชัดเจน จนถึงไม่ตอบคำถาม ซึ่งแสดงว่านักเรียนไม่มีแนวคิดในเรื่องนั้นๆ เลย ซึ่งถ้าปล่อยไปโดยไม่มีการแก้ไข นักเรียนจะไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ไปสู่ระดับที่ลึกซึ้งขึ้นได้ และกลายเป็นปัญหา ในการเรียนรู้ของนักเรียนต่อไป

2. ผลการเปรียบเทียบแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ที่เรียนเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดหลังเรียนไป เป็นแนวคิดถูกต้อง โดยมีคะแนนจากแบบวัดแนวคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ กมลลา บุตรา (2549) ที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิชาชีววิทยาของ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้และการเรียนแบบปกติ (สืบเสาะตามสสวท.) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้มีแนวคิดถูกต้องมากกว่า การเรียนแบบปกติ (สืบเสาะตามสสวท.) โดยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสืบเสาะ หาความรู้ เกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมายและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีแนวคิดถูกต้องมากขึ้น และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรจิตา เศรษฐภักดี (2549) ที่ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่องการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วย วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ สราวุฒิ บุญยืน (2542); พงศ์รัตน์ ธรรมชาติ (2545); วาสนา วินิจกุล (2546); ศิริลักษณ์ อ่างเงิน (2548) ที่ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสืบเสาะ หาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาวิชาสูงขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lisa (1998); Brigit and Anton (1999); Lawson (2000) ที่ทำการศึกษเกี่ยวกับการใช้วิธีการ สืบเสาะหาความรู้ที่ส่งผลต่อความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้น นอกจากนี้ยังมีผลต่อการพัฒนาแนวคิดและ ความคงทนในการเรียนรู้สูงขึ้นด้วย ซึ่งจะขอนำเสนอรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ ดังนี้

2.1 จากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับแนวคิดก่อนเรียนอย่างชัดเจน จะเห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดไปเป็นแนวคิดถูกต้องสูงขึ้นมาก นอกจากนี้ยังมีผลต่อการเรียนรู้แบบเข้าใจ มีการเชื่อมโยงความคิดในเนื้อหาความรู้ได้อย่างถูกต้องมากขึ้น มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากก่อนทำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนยังไม่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ อย่างลึกซึ้ง มีเพียงความรู้พื้นฐานในเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ที่ต้องเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมาบางส่วน ดังนั้น นักเรียนจึงทำแบบวัดแนวคิดก่อนเรียนได้ในระดับหนึ่ง หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์ใหม่ จากกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้อาจเนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ผู้วิจัยมีการจัดกิจกรรมหลากหลายรูปแบบ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีการค้นคว้า สำรวจ ตรวจสอบ สรุปความรู้ จนเกิดเป็นกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างครบขั้นตอน อีกทั้งมีการจัดหาสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายทั้ง สื่อเกม สื่อโมเดล สื่อเทคโนโลยี สื่อภาพประกอบ สื่อภาพเคลื่อนไหว มาสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจตั้งแต่ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ จนถึงขั้นประเมิน และให้นักเรียนเห็นความสำคัญในแต่ละขั้นของการเรียนรู้ ในขั้นสร้างความสนใจ ผู้วิจัยจะกระตุ้นความสนใจผู้เรียนด้วยสื่อต่างๆ และคำถามที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน ตื่นเต้น และความสนใจในเนื้อหาวิชา ให้ความสำคัญกับคำถามและคำตอบของนักเรียน เพื่อสร้างแรงจูงใจ ให้นักเรียนกล้าที่จะเป็นทั้งผู้ถามคำถามและผู้ตอบคำตอบ รวมทั้งให้นักเรียนมีการอภิปรายก่อนการเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนการเรียน หลังจากนั้นเข้าสู่ขั้นสำรวจและค้นหา ให้นักเรียนร่วมกันสำรวจตรวจสอบ เพื่อค้นหาความรู้ หรือคำตอบของข้อสงสัยต่างๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง โดยเน้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากสื่อเทคโนโลยี (internet) เอกสารที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หนังสือเรียน การปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และการทำกิจกรรมเพื่อสร้างความรู้เมื่อนักเรียนค้นพบความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองแล้ว มีการเน้นการอภิปรายความรู้ในกลุ่มย่อย เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้ในระดับกลุ่มของตนเอง เพื่อเข้าสู่ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ที่เน้นให้นักเรียนนำความรู้ของแต่ละกลุ่ม มาอธิบายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในระดับห้องเรียน เพื่อร่วมกันสรุปความรู้ระหว่างนักเรียนและครู โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้อำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรมของผู้เรียน และสนับสนุนให้ความรู้ที่นักเรียนทำการสืบเสาะค้นหา มีความถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุด แต่ไม่ใช่ผู้อธิบาย ชี้แนะ หรือถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียน หลังจากนั้นในขั้นขยายความรู้ ผู้วิจัยจะสนับสนุนให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาอธิบายขยายความรู้เชื่อมโยงไปสู่

ชีวิตประจำวัน หรือเหตุการณ์อื่นๆนอกเหนือจากในบทเรียน จนถึงขั้นประเมินผล ความรู้ความเข้าใจ ของนักเรียน ผู้วิจัยจะใช้การประเมินผลที่หลากหลาย เน้นการประเมินตามสภาพจริง เพื่อให้ สอดคล้องกับความแตกต่างกันของนักเรียน จากผลการพัฒนาแนวคิดหลังเรียนที่สูงขึ้นแสดงให้เห็น ว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาแนวคิดของ นักเรียนได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและเชื่อมโยงความรู้ในเรื่องที่เรียนได้เป็นอย่างดี

2.2 นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับเซลล์และการแบ่งเซลล์ โดยพบว่า จำนวน นักเรียนอยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องและถูกต้องบางส่วนมากขึ้น และมีจำนวนกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิดคลาด ส่วนเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเกิด การพัฒนาแนวคิด คือ การถามคำถามเพื่อให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นก่อนการจัดการเรียน การสอน การร่วมกันออกแบบค้นคว้าและการลงมือปฏิบัติ การได้ฝึกคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงกับ ชีวิตประจำวัน (ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551) การใช้สื่อภาพและภาพเคลื่อนไหวต่างๆ เพื่อให้นักเรียน เข้าในแนวคิดที่เป็นนามธรรมได้ง่ายขึ้น การสร้างโมเดลทำให้นักเรียนได้เข้าใจขั้นตอนของ การแบ่งเซลล์อย่างชัดเจน การรวบรวมข้อมูล และการนำเสนอความรู้ของกลุ่มหน้าชั้นเรียน เทคนิคเหล่านี้ ทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและสื่อสารแนวคิดที่เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

2.3 เมื่อพิจารณาผลการพัฒนาแนวคิดหลังเรียน จะพบว่ามี 3 แนวคิดย่อยที่หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แล้ว มีแนวคิดถูกต้อง ไม่ถึงร้อยละ 50 ได้แก่ 1) แนวคิด นิวเคลียสและการแบ่งเซลล์ มีแนวคิดถูกต้อง ร้อยละ 34.88 2) การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิด ในพืชและสัตว์ มีแนวคิดถูกต้อง ร้อยละ 41.86 และ 3) เซลล์ที่เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส มีแนวคิดถูกต้อง ร้อยละ 20.93 จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มคำตอบจากแบบวัดแนวคิดหลังเรียน และการสัมภาษณ์เพิ่มเติมพบข้อมูลดังนี้

2.3.1 แนวคิดนิวเคลียสและการแบ่งเซลล์ จากคำถาม เซลล์ยูแคริโอตที่ไม่มี นิวเคลียสจะสามารถเกิดการแบ่งเซลล์ได้หรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบ นักเรียนส่วนใหญ่จะมี แนวคิดในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 65.12 เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้เข้าใจว่านิวเคลียส มีความสำคัญ เป็นตัวควบคุมการทำงานของเซลล์ เช่น ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน “ไม่ได้ เพราะ นิวเคลียส เป็นตัวควบคุมการทำงานของเซลล์ จึงควบคุมการแบ่งเซลล์และกระบวนการต่างๆ ภายในเซลล์” แต่นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกลุ่มนี้ ไม่ได้ตอบละเอียดถึงสารพันธุกรรม ที่อยู่ในนิวเคลียส ซึ่งคำตอบที่ถูกต้องคือ เซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียสจะไม่สามารถสร้างโปรตีนที่ใช้ใน การจำลองสารพันธุกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในระยะอินเตอร์เฟส จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม

นักเรียนกลุ่มนี้ทราบว่าในนิวเคลียสมีสารพันธุกรรม และทราบว่าการแบ่งเซลล์ต้องมีการจำลองสารพันธุกรรม แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างนิวเคลียสกับสารพันธุกรรมตอน ในระหว่างการเขียนคำตอบ เช่น ตัวอย่างข้อมูลจากการสัมภาษณ์ “เข้าใจว่าในนิวเคลียสมีสารพันธุกรรม คือโครโมโซม และรู้วาระยะอินเทอร์เฟส มีการจำลองสารพันธุกรรม แต่ตอนทำแบบวัดแนวคิด นึกถึงแต่วานิวเคลียสควบคุมการทำงานของเซลล์” และ “คิดว่าอธิบายแค่ความสำคัญที่นิวเคลียสควบคุมการทำงานของเซลล์ก็น่าจะถูกแล้ว ลืมนึกไปถึงโครโมโซมที่อยู่ในนิวเคลียส” จากข้อมูลคำตอบของนักเรียนและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ผู้วิจัยพบว่าประเด็นที่ต้องปรับปรุง คือ การทำกิจกรรมที่เชื่อมโยงให้นักเรียนเห็นความสำคัญของนิวเคลียสที่มีในกระบวนการแบ่งเซลล์กับสารพันธุกรรมที่อยู่ในนิวเคลียส เช่น กิจกรรมที่ให้นักเรียนอภิปรายว่า ถ้าขาดนิวเคลียสจะเกิดการแบ่งเซลล์ได้หรือไม่ และเพราะอะไรนักเรียนจะได้เข้าใจความสัมพันธ์ของสารพันธุกรรมที่อยู่ในนิวเคลียสที่ต้องมีการจำลองตัวเองเพื่อใช้ในกระบวนการแบ่งเซลล์

2.3.2 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ จากคำถาม การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ มีขั้นตอนเหมือนกันหรือไม่ จงอธิบาย นักเรียนส่วนใหญ่จะมีแนวคิดในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 51.16 และในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 6.98 นักเรียนที่มีแนวคิดในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วน เข้าใจว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ มีขั้นตอนต่างกัน แต่ไม่สามารถอธิบายได้ทั้งหมด เช่น ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน “ไม่เหมือนกัน เพราะเซลล์สัตว์เยื่อหุ้มเซลล์จะคอดกึ่งเข้าหากัน แต่ในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์เมื่อแบ่งเสร็จแล้วจะได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์” ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน เข้าใจว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ มีขั้นตอนต่างกัน แต่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในการอธิบาย โดยนำกระบวนการโครสซิงโอเวอร์ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมาอธิบายปอยู่ด้วย เช่น ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน “ไม่เหมือนกัน เพราะเซลล์พืช มีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์ แต่เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีกระบวนการโครสซิงโอเวอร์ เพื่อแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมเหมือนกัน” จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม นักเรียนที่มีแนวคิดในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วน ทราบว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ มีขั้นตอนต่างกันแต่จำไม่ได้ทั้งหมด เช่น ตัวอย่างข้อมูลจากการสัมภาษณ์ “เซลล์พืชจะเป็นเหลี่ยมแยกออกจากกัน แต่เซลล์สัตว์จะคอดกึ่งแยกออกจากกัน” ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน เข้าใจสับสนและจำเนื้อหาไม่ค่อยได้ จากข้อมูลคำตอบของนักเรียนและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ผู้วิจัยพบว่าประเด็นที่ต้องปรับปรุง คือ ทำกิจกรรมเปรียบเทียบขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์เพิ่มเติม

อาจต้องสร้างเป็นโมเดลการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์คู่กันเพื่อเปรียบเทียบ เพราะแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการวิจัย มีการให้นักเรียนทำใบงาน เปรียบเทียบการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ และมีภาพเซลล์จริงและภาพจำลองให้นักเรียนศึกษา แต่ยังเรียนส่วนใหญ่ก็ยังจำรายละเอียดไม่ได้ทั้งหมด จึงน่าจะต้องเพิ่ม กิจกรรมที่ให้นักเรียนสัมผัสด้วยตนเอง เช่น สร้างโมเดล หรือการให้ความสำคัญกับการอภิปราย ในเรื่องนี้เพิ่มมากขึ้น

2.3.3 เซลล์ที่เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นแนวคิดที่นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องหลังเรียนต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 20.93 จากคำถาม การทดลองเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส สามารถใช้เซลล์เปลือกไม้แทนเซลล์รากของหอมแดง ได้หรือไม่ จงอธิบาย นักเรียนส่วนใหญ่ จะมีแนวคิดในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 51.16 และในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 27.91 นักเรียนที่มีแนวคิดในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วน เข้าใจว่า ใช้เซลล์เปลือกไม้แทนเซลล์รากของหอมแดงไม่ได้ แต่อธิบายเหตุผลได้ไม่ถูกต้องทั้งหมด เช่น ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน “ไม่ได้ เพราะเปลือกไม้เป็นเซลล์ที่แห้งตายไปแล้ว ไม่สามารถแทน เซลล์รากหอมแดงได้” ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดในกลุ่มแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อน บางส่วน เข้าใจว่าใช้เซลล์เปลือกไม้แทนเซลล์รากของหอมแดงได้ เพราะเป็นเซลล์พืชเหมือนกัน เช่น ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน “ได้ เพราะเปลือกไม้และเซลล์รากหอมเป็นเซลล์ว่างกายของพืช จึงน่าจะแทนกันได้” ประเด็นที่น่าสนใจ คือ กิจกรรมที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการวิจัย มีการใช้เซลล์รากของหอมแดงในการทดลองเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และมีการยกเหตุการณ์กรณีไม่มีเซลล์รากของหอมแดง จะใช้อะไรแทนได้บ้าง ซึ่งกิจกรรมมี เซลล์ ขอนไม้แห้งที่ตายแล้ว และเซลล์ปลายยอดของพืช พบว่า ในชั้นเรียนนักเรียนสรุปร่วมกันว่าใช้ เซลล์ปลายยอดได้อย่างถูกต้อง และมีการอภิปรายถึงเหตุผลที่ไม่สามารถใช้เซลล์ขนไม้แห้งที่ตัด ออกมา ว่าเป็นเซลล์ที่ตายแล้ว จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมนักเรียนในกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อนบางส่วน หลังทำแบบวัดแนวคิดหลังเรียน พบว่า ส่วนใหญ่เข้าใจถูกต้อง แต่ตอน ทำแบบวัดแนวคิด เห็นว่าน่าจะเป็นเซลล์พืชเหมือนกัน เช่น ตัวอย่างข้อมูลจากการสัมภาษณ์ “เห็นเป็นเปลือกไม้คิดว่าเป็นเซลล์พืชน่าจะแทนกันได้ แต่พอคิดถึงกิจกรรมที่เรียนก็รู้ว่าตอบผิด” จากข้อมูลคำตอบของนักเรียนและการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ผู้วิจัยพบว่า มีประเด็นที่ต้องปรับปรุง คือ กิจกรรมนี้ควรนำชิ้นส่วนเซลล์พืชที่ตายแล้ว มาทำการทดลองจริงๆ นักเรียนจะได้เห็นความแตกต่าง อย่างชัดเจน และเข้าใจระหว่างเซลล์เนื้อเยื่อเจริญที่ยังเกิดกระบวนการแบ่งเซลล์ได้กับเซลล์พืช ที่ตายแล้วหรือเซลล์พืชที่เป็นส่วนเนื้อเยื่อถาวรที่ไม่เกิดการแบ่งเซลล์แล้วได้อย่างแท้จริง และควร เพิ่มการอภิปรายในแนวคิดนี้มากขึ้น

3. ผลเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งทำการวัด โดยใช้แบบวัดเจตคติ พบว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีระดับสูงที่สุดต่อการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ทั้งในด้านการชื่นชอบกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการชื่นชอบสื่อการเรียนการสอน และนักเรียนมีเจตคติที่ดีระดับสูงด้านการชื่นชอบในการมีส่วนร่วมกับการกิจกรรม สอดคล้องกับข้อมูลจากอนุทินสะท้อนความรู้สึกรักของนักเรียน ที่นักเรียนเขียนความรู้สึกที่มีต่อการจัดการเรียนรู้หลังการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์จากการเขียนคำตอบของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ ในทางบวก หรือ ดี หรือ ชอบ สูงถึงร้อยละ 95.65 โดยนักเรียนมีเจตคติในทางบวก สูงที่สุด คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ รองลงมา คือ ด้านสื่อการเรียนการสอน ลำดับถัดมา คือ ด้านการมีส่วนร่วมกับการกิจกรรม ลำดับสุดท้าย คือ ด้านเนื้อหา นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียน ในระดับปานกลาง หรือ พอใช้ เพียงร้อยละ 1.41 ในด้านสื่อการเรียนการสอน และนักเรียนมีเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ในทางลบ หรือ ไม่ชอบ เพียงร้อยละ 2.94 ในด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ร้อยละ 2.47 ในด้านสื่อการเรียนการสอน ร้อยละ 0.47 จากการวิเคราะห์คำตอบและสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนบางคนไม่ชอบในส่วนของการทำใบงาน และการทำกิจกรรมในบางครั้ง แต่มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้น นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาที่เรียนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรจิตา เศรษฐภักดี (2549) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Laovie (1999); พงศ์รัตน์ ธรรมชาติ (2545); วาสนา วินิจกุล (2546); ศิริลักษณ์ อ่างเงิน (2548); อัสลินดา อัลมะอาริฟีย์ (2550) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น มีความสนใจในการทำกิจกรรมและอยากมีส่วนร่วมกับการกิจกรรมต่างๆ มากขึ้น

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุป

การวิจัยในครั้งนี้ต้องการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ จึงมีการเปรียบเทียบแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีการสำรวจแนวคิดของนักเรียนที่เรียนด้วยคู่มือครู สสวท. และมีการศึกษาเจตคติต่อการเรียน ดังนี้

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อสำรวจแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อเปรียบเทียบแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. เพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ หลังการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

วิธีการดำเนินงานวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

ระยะสำรวจแนวคิด กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียน แห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 41 คน ที่ผ่านการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์มาแล้ว ด้วยการเรียนตามคู่มือครู สสวท.

ระยะศึกษาแนวคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน 43 คน โรงเรียนเดียวกับระยะสำรวจแนวคิด (แต่เป็นนักเรียนคนละกลุ่มกัน)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบวัดแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ใช้สำรวจแนวคิดของนักเรียนที่เรียนด้วยคู่มือครู สสวท. และศึกษาแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบคำถามปลายเปิด จำนวน 20 ข้อ
2. แบบวัดเจตคติต่อการเรียน จำนวน 20 ข้อ
3. อนุทินสะท้อนความรู้สึกรักของนักเรียน ให้นักเรียนเขียนตามความรู้สึกที่แท้จริงของตนเอง หลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้
4. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ จำนวน 5 แผน เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำหนังสือขอความร่วมมือจากภาคการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถึงผู้อำนวยการโรงเรียน เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งเป็นสองระยะ คือ ระยะสำรวจแนวคิดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 และระยะศึกษาแนวคิด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแนวคิด เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ โดยจำแนกแนวคิดของนักเรียน ซึ่งประยุกต์ใช้หลักการจำแนกของ Abraham *et al.* (1994) และ Simpson *et al.* (1988) นำมาเปรียบเทียบจำนวนและร้อยละในการเลือกตอบ
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบแนวคิดก่อนและหลังทำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยจำแนกแนวคิดของนักเรียน ซึ่งประยุกต์ใช้หลักการจำแนก Abraham *et al.* (1994) และ Simpson *et al.* (1988) นำมาเปรียบเทียบจำนวนและร้อยละในการเลือกตอบ
3. วิเคราะห์เจตคติต่อการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการพัฒนาแนวคิด และเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการสำรวจ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดถูกต้องตามแนววิทยาศาสตร์ในทุกแนวคิดย่อย ซึ่งพบว่านักเรียนประมาณร้อยละ 50 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนใน เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด เกี่ยวกับการเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ในสิ่งมีชีวิต ถึงร้อยละ 56.10 และรองมาคือการแบ่งเซลล์ของไซโกต ถึงร้อยละ 53.66 และยังพบว่านักเรียน ประมาณร้อยละ 20 ไม่มีแนวคิดตามแนววิทยาศาสตร์เกือบทุกแนวคิดย่อย และจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนยังแสดงให้เห็นว่า นักเรียนขาดความเข้าใจที่ถ่องแท้ ในเรื่องที่เรียน ทำให้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิดที่ถูกต้องตามแนววิทยาศาสตร์

2. การใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาแนวคิดหลังเรียนของนักเรียนไปเป็นแนวคิดถูกต้องเพิ่มมากขึ้นได้ โดยนักเรียนมีค่าร้อยละของแนวคิดถูกต้องหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกแนวคิดย่อย

แนวคิดเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีค่าร้อยละของแนวคิดถูกต้อง ใน 6 แนวคิดหลัก ดังนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับเซลล์และโครงสร้างของเซลล์ มีค่าร้อยละของแนวคิดถูกต้อง คือ แนวคิดเซลล์ ร้อยละ 69.77 ความหมายของเซลล์ ร้อยละ 97.67 ความสำคัญของเซลล์ ร้อยละ 62.79 เซลล์โปรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต ร้อยละ 93.02 ความสำคัญของนิวเคลียส ร้อยละ 95.35

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ มีค่าร้อยละของแนวคิดถูกต้อง คือ ส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ร้อยละ 83.72 ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ร้อยละ 86.05 ความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์ ร้อยละ 88.37

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ มีค่าร้อยละของแนวคิดถูกต้อง คือ ประเภทของการแบ่งเซลล์ ร้อยละ 69.77 การแบ่งเซลล์เนื้อเยื่อของพืช ร้อยละ 65.12 นิวเคลียสและการแบ่งเซลล์ ร้อยละ 34.88

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส มีค่าร้อยละของแนวคิดถูกต้อง คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในสิ่งมีชีวิต ร้อยละ 93.02 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ ร้อยละ 41.86 เซลล์ที่เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ร้อยละ 20.93 การเปลี่ยนแปลงโครโมโซมของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ร้อยละ 90.70

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีค่าร้อยละของแนวคิดถูกต้อง คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในสิ่งมีชีวิต ร้อยละ 53.49 การเปลี่ยนแปลงโครโมโซมของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ร้อยละ 83.72 กระบวนการครอสซิงโอเวอร์ ร้อยละ 83.72 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ ร้อยละ 81.40

2.6 แนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีค่าร้อยละของแนวคิดถูกต้อง คือ ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ร้อยละ 69.77 ความเข้าใจเรื่องการแบ่งเซลล์ ร้อยละ 100.00

3. เจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากแบบวัดเจตคติ พบว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ระดับสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีระดับสูงที่สุด ในด้านการชื่นชมกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 และ ด้านการชื่นชมสื่อการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 และนักเรียนมีเจตคติที่ดีระดับสูง ด้านการชื่นชมในการมีส่วนร่วมกิจกรรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินสะท้อนความรู้สึกรักของนักเรียน โดยนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ สูงที่สุด ถึงร้อยละ 43.14 รองลงมา คือ ด้านสื่อการเรียนการสอน ร้อยละ 35.93 และลำดับถัดมา คือ ด้านการมีส่วนร่วมกิจกรรม ร้อยละ 14.23

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดไปเป็นแนวคิดถูกต้องได้ และทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นผลดีต่อการพัฒนาศักยภาพวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้น ครูควรนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เป็นไปตามแนวการปฏิรูปการศึกษาต่อไป

2. ครูควรพัฒนาแนวคิดที่เป็นนามธรรม ด้วยการจัดหาสื่อภาพเคลื่อนไหวที่เหมาะสมประกอบการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเนื้อหาที่เป็นนามธรรม เป็นสิ่งที่ยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน ที่เรียนด้วยการอ่านจากหนังสือ การบรรยาย หรือการศึกษาจากภาพนิ่ง แต่การใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวเสริมในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีขั้นตอน 5 ขั้นตอน ที่นำไปสู่การสร้างแนวคิดที่ถูกต้องของนักเรียน จะเป็นส่วนเสริมที่ช่วยสร้างความเข้าใจในแนวคิดของนักเรียนและทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างคงทนได้

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จะประสบผลสำเร็จเมื่อมีกิจกรรมที่น่าสนใจ และสื่อการสอนที่หลากหลาย ครูจึงควรเตรียมความพร้อมในทุกด้าน และควรวางแผนการใช้เวลา ในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ และเกิดการเรียนรู้จนครบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จึงควรมีการอธิบายขั้นตอน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจำกัดเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนเข้าใจ อย่างชัดเจนก่อนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนตระหนักถึงการทำกิจกรรมที่ต้องรักษาเวลา ในแต่ละขั้นตอน เมื่อนักเรียนปรับการใช้เวลาได้แล้ว จะไม่เกิดปัญหาเรื่องเวลาไม่พอในการนำ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้

4. ครูควรให้นักเรียนได้เขียนอนุทินสะท้อนความรู้สึกละ เพื่อจะได้รู้ว่าการเรียนรู้อะไรบ้าง และนักเรียนมีความรู้สึกละต่อกิจกรรมอย่างไร จะได้นำมาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง อนุทินสะท้อนความรู้สึกละจะเป็นสิ่งที่สื่อความคิดของนักเรียนได้โดยตรง ในการเขียนครั้งแรก อาจมีการแนะนำประเด็นที่ครูต้องการให้นักเรียนเขียน เพื่อจะได้ข้อมูลที่ ต้องการ และควรมีประเด็นที่ให้อิสระในการแสดงความคิดเห็นของนักเรียน

5. การประเมินผลการเรียน ครูควรใช้การประเมินที่หลากหลายและเน้นการประเมินตามสภาพจริง จะได้ทราบแนวคิดในเนื้อหาวิชาของนักเรียนอย่างแท้จริง เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาแนวคิดของนักเรียนไปเป็นแนวคิดถูกต้อง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

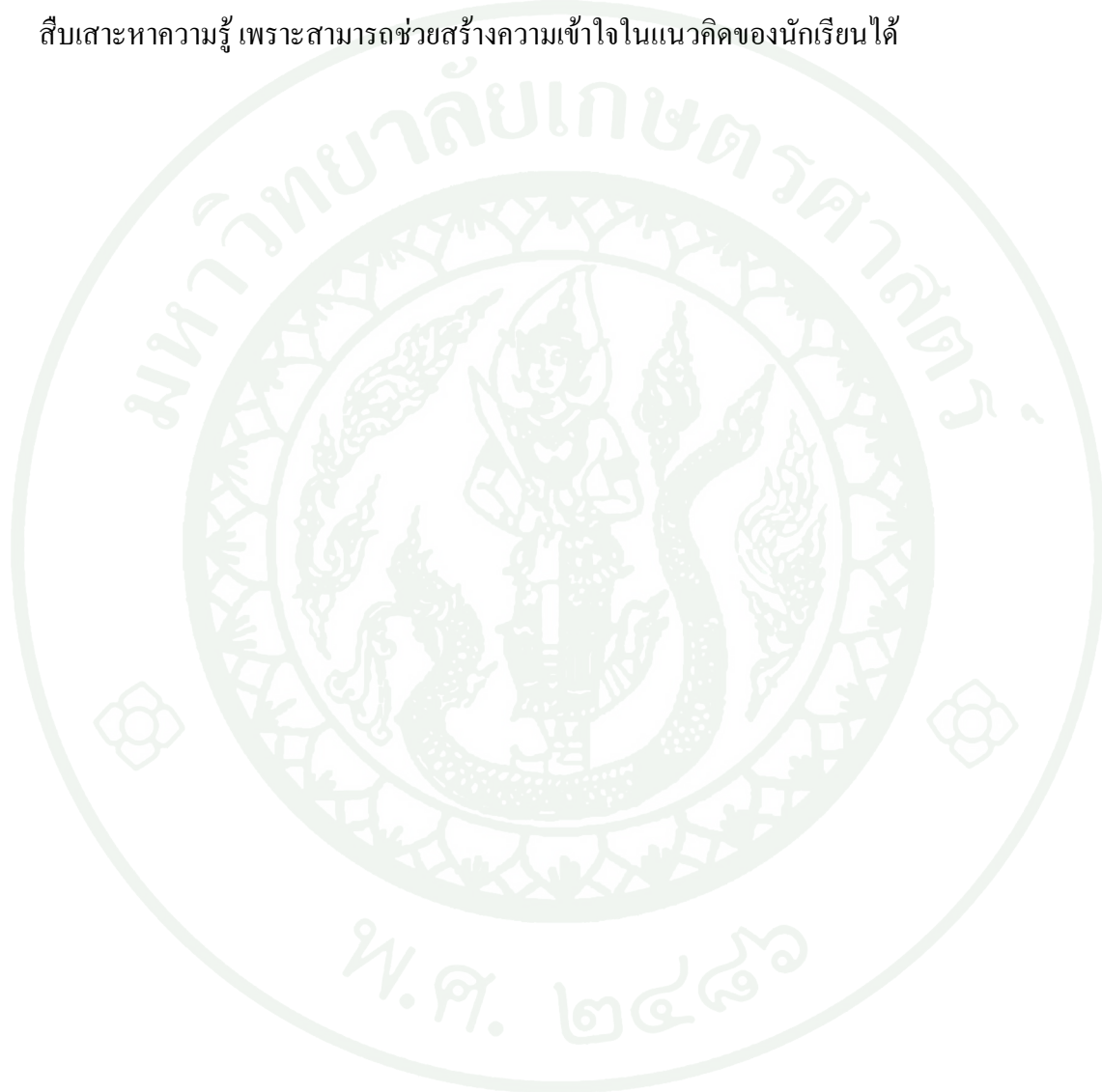
1. ครูและผู้ต้องการทำวิจัยควรทดลองใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆ และกับนักเรียนระดับต่างๆ โดยปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับ เนื้อหา และวัยของนักเรียน

2. ครูและผู้ต้องการทำวิจัยควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ให้เกิดแนวคิดถูกต้อง โดยใช้ วิธีการสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการใช้กิจกรรมอื่นๆ เช่น การใช้แหล่งการเรียนรู้ท้องถิ่น และ การใช้กิจกรรมเกม เป็นต้น

3. ครูและผู้ต้องการทำวิจัยควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ในด้านอื่นๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดขั้นสูง และความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น

4. ครูและผู้ต้องการทำวิจัยควรทำการสำรวจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องอื่นๆ และในระดับต่างๆ เพื่อการพัฒนาให้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง

5. ครูและผู้ต้องการทำวิจัยที่ต้องการพัฒนาแนวคิดที่เป็นนามธรรม ยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน ควรจัดหาสื่อภาพเคลื่อนไหวที่เหมาะสมประกอบการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะสามารถช่วยสร้างความเข้าใจในแนวคิดของนักเรียนได้



เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.

กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

กมลดา บุตรา. 2549. การเปรียบเทียบผลของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการเรียนรู้สืบเสาะแบบสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติวีวิทยา: เซลล์ การแบ่งเซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

จันทร์พร พรหมมาศ. 2541. ผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ศึกษบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คาราวรรณ อานันทนสกุล. 2547. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ไทรรัตน์ รัตนเดช. 2551. การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐพงศ์ รักแจ้ง. 2542. การศึกษาแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติวีวิทยา: เซลล์ การเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนเก่งชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตการศึกษา 9. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ถวัลย์ จันทะรัง. 2545. แนวความคิดเลือกเกี่ยวกับโมโนมิติชีววิทยา: เซลล์ การแบ่งเซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ของนักเรียนเก่งชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนที่มีความพร้อมในการสอนวิชาชีววิทยาต่างกัน. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ทิพย์สุคนธ์ ไชยราช. 2545. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “กลไกมนุษย์” ระหว่างการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมของ Underhill กับการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทิสนา แคมมณี. 2547. ศาสตร์การสอน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีระชัย ปุณณโชติ. 2536. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์. ประมวลชุดวิชาสารัตถะและวิทยาวิธีทางวิทยาศาสตร์หน่วยที่ 1. นนทบุรี: สุโขทัยธรรมมาธิราช.

นราธิป ออาจหาญ. 2539. ความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และสภาพแวดล้อมทางสังคมในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญชม ศรีสะอาด. 2535. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

_____. 2545. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2551. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

ผดุงยศ ดวงมาลา. 2523. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. สงขลา: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พันธ์ ทองชุมนุม. 2547. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. ปัตตานี:
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และคณะ. 2546. “การสำรวจแนวคิดเนื้อหาชีววิทยาของนิสิตนักศึกษา
ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู.” วารสารวิทยาศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ 24 (2):
133-144.

พงศ์รัตน์ ธรรมชาติ. 2545. ผลการสอนโดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้กับการสอนตามคู่มือ
ครูของสสวท. ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา,
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรหม ผูกดวง. 2542. ผลการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา,
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. 2531. ความรู้เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry). มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. 7 (1): 58-78.

ภัทรธิรา ผลงาม. 2550. คุณธรรมจริยธรรมและจรรยาบรรณในการวิจัยทางสังคมศาสตร์.
(Online). www.rds.phd.lru.ac.th/Puttira%20Home/unit12.PDF, 29 เมษายน 2553.

ภพ เลหาไพบูลย์. 2540. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2532. “งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษาในช่วง 14 ปีที่ผ่านมา
(2519-2532).” วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ฉบับพิเศษ 6 (11): 91-180.

_____. 2540. **Constructivism**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (อัคราณา)

วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2541. ทฤษฎีการสร้างความรู้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.

สารการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรางคณา พัดคำ. 2543. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการออก
ของเมล็ด ระหว่างการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้กับวิธีสอนปกติ.

วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วาสนา วินิจกุล. 2546. การใช้วัฏจักรการเรียนรู้สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา,
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิชัย วงษ์ใหญ่. 2532. “การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ.” วารสารวิจัยทางการ
ศึกษา 3 (7): 18-32.

_____. 2542. พลังการเรียนรู้ในกระบวนทัศน์ใหม่. กรุงเทพมหานคร: เอส อาร์ พรินติ้ง.

วิชาญ เลิศลพ. 2543. การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามแนว
รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ
สสวท. วิทยานิพนธ์การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา,
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วีระชาติ สงวนไพรินทร์. 2531. การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โครงการตำราและ
เอกสารทางวิชาการคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริลักษณ์ อ่างเงิน. 2548. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
การตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ที่เน้นวงจรการเรียนรู้กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2551. ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบ O-NET ม. 6
ระดับประเทศ 2 ปี (ปีการศึกษา 2550-2551). (Online).

www.niets.or.th/uploadfiles/uploadfile/5/380f2de8cd4fdd5fe36046867feb518b.pdf,
12 มีนาคม 2552.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545. การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทยเทียบกับ
นานาชาติ. กรุงเทพมหานคร: บริษัท คอมม่าดีไซด์เอนพรีน จำกัด.

_____. 2546. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร:
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2548. คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร:
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2548. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สราวุฒิ บุญเย็น. 2542. การศึกษารูปแบบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้เรื่อง
เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สาคร ธรรมศักดิ์. 2541. ผลการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแบบร่วมมือ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขามัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ.

สุจินต์ วิสวธีรนนท์. 2524. เอกสารการสอนชุดวิชา ระบบการเรียนการสอน หน่วยที่1-7.
นนทบุรี: สุโขทัยธรรมมาธิราช.

สุทธิจักร ศรีธนอมรัก. 2548. แนวคิดเกี่ยวกับเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 6 ในเขตทุ่งเพียงของ แขวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชน
ลาว. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรจิตา เศรษฐภักดี. 2547. ผลการเรียนรู้เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้.
วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2544. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้.
กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2541. การเรียนรู้สู่ทักษะชีวิต. กรุงเทพมหานคร:
โรงพิมพ์คุรุสภา.

อาทิตยา จิตรเอื้อเฟื้อ. 2551. การส่งเสริมแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ในเรื่องการตอบสนองของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีสืบเสาะหาความ
ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อาริสรา แรกงานเหนือ. 2538. การศึกษาแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับโมโนดิ: เซลล์ การแบ่งเซลล์
และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ของนักเรียนเก่งชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานินท์
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- อารีย์ ผลประพฤติ. 2538. ผลการใช้บทเรียนเทปโทรทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุษา นาคทอง. 2550. “แนวคิดเรื่องเซลล์ และกระบวนการของเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ 28: 1-10.
- อำนาจ เจริญศิลป์. 2537. วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ยุคใหม่. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- อชลินดา อัลมะฮารีฟีย์. 2550. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Abraham, M. R., V. A. Williamson, and S. L. Westbrook. 1994. “A Cross-Age Study of the Understanding of Five Chemistry Concepts.” **Journal of Research in Science Teaching** 29(2): 147-165.
- Armstrong, D. G. and T. V. Savage. 1994. **Secondary Education: An Introduction**. 3rd ed. New York: Macmillan, Inc.
- Barman, C.R. 1992. “An Evaluation of the Use of a Technique Designed to Assist Prospective Elementary Teachers Use the Learning Cycle Science Textbooks,” **School Science Mathematics** 9 (2): 59-63.
- Blank, L. M. 2000. “A Metacognitive Learning Cycle : A Better Warranty for Student Understanding.” **International Journal of Science Education** 84: 486-506.
- Best, J. W. 1977. **Research in Education**. New Jersey : Prentice Hall Inc.

- Brigit, V. M. and E. L. Anton. 1999. "Effect of Learning Cycle and Traditional Text on Comprehension of Science Concepts by Students at Differing Reasoning Levels." **Journal of Research in Science Teaching** 36: 23-37.
- Dewey, J. 1916. **Democracy and Education: an Introduction to the Philosophy of Education**. New York: MacMillan.
- Fieldman, R.S. 1987. **Understanding Psychology**. New York: McGraw-Hill Inc.
- Flores, F. T., M. E. Gallegos, and L. Gallegos. 2003. "Representation of the cell and its processes in high school students: an integrate view." **International Journal of Science Education** 25: 269 - 286.
- Griffiths, A.K., and K.R. Preston. 1992. "Grade-12 Students' Misconceptions Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules." **Journal of Research in Science Teaching** 29 (8): 611-628.
- Gussarsky, E., and M. Gorodetsky. 1990. "On the Concept "Chemical Equilibrium" : The Associative Framework." **Journal of Research in Science Teaching** 27 (3): 197-204
- Herron, M.D. 1971. "The Nature of Scientific Inquiry." **School Reveiws** 7(3): 171-181.
- Hurd, P. D. 1970. **New Directions in Teaching Secondary School Science**. 2nd ed. Chicago: Rand McNally & Company.
- Kara, Y. and S. Yesilyurt. 2007. "Comparing the Impacts of Tutorial and Edutainment Software Programs On Students' Achievements, Misconceptions, and Attitudes towards Biology." **Journal of Science Education Technology** 17: 32-41.

- Lavoie, D. R. 1999. "Effect of Emphasizing Hypothetico-Predictive Reasoning within the Science Learning Cycle on High School Student's Process Skills Conceptual Understandings in Biology." **Journal of Research in Science Teaching** 36 (1): 1127 - 1147.
- Lawson, A. E. 1988. "The Acquisition of Biological Knowledge During Childhood: Cognitive Conflict or *Tubula Rasa* ?." **Journal of Research in Science Teaching** 25 (3): 185-199.
- _____. 2000. "A Learning Cycle Approach to Introducing Osmosis." **The American Biology Teacher** 62 (3): 189 -196.
- Lewis, J., J. Leach, and C. Wood -Robinson. 2000. "Chromosome: The Missing Link-Young People's Understanding of Mitosis, Meiosis, and Fertilisation." **Journal of Biology Education** 34: 89-99.
- Lisa, R. L. 1998. "The Conceptual Development of Sixth Grades within Learning Cycle Model Instruction." **Journal of Research in Science Teaching** 28 (5): 171-192.
- Marek, E. 1986. "Understandings and Misunderstandings of Biology Concepts." **The American Biology Teacher** 48: 37-40.
- Nagalski, J. L. 1980. "Why Inquiry Must Hold Its Ground." **The Science Teacher** 47 (4): 26-27.
- Nakthong, U. 2007. **Teaching and Learning About Cells and Cell Processes in Grade 10 Using a social constructivist Approach**. Doctor of Philosophy Thesis in Science Education, Kasetsart University.
- National Research Council. 1996. **National Science Education Standards**. Washington D.C.: National Academy Press.

Pugliese, A. C. 1979. "The Meaning of Inquiry Discovery and Investigative Approach to Science Teaching." **The Science Teacher** 40 (6): 24-26.

Renner, J. W., M. R. Abraham, E. B. Grzybowski, and E. A. Marek. 1990. "Understandings and Misunderstandings of Eighth Graders of Four Physics Concepts Found in Textbooks." **Journal of Research in Science Teaching** 27 (1): 35-84

Romey, J. 1968. **Inquiry Techniques for teaching Science**. New York: Englewood Cliffs,

Schwab, J.J. 1970. **BSCS Biology Teachers Handbook**. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons.

Simpson, W. D. and E. A. Marek. 1988. "Understanding and Misconceptions of Biology Concepts Held by Students Attending Small High schools and Students Attending Large High schools." **Journal of Research in Science Teaching** 25: 361-374.

Trowbridge, L.W. and R.W. Bybee. 1996. **Teaching Secondary School Science; Strategies for Developing Scientific Literacy**. 6th ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc. A Simon & Schuster Company.

Wandersee, J. 1985. "Can the History of science Help science Educators Anticipate Students' Misconceptions." **Journal of Research in Science Teaching** 23 (7): 581-597.

Wittrock, M. C. 1991. "Generative Teaching of Comprehensive." **The Elementary School Journal** 92 (2): 169-183.





รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผศ.ดร.ธีราพร อนันตะเศรษฐกุล
ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผศ.ดร.กันทิมาณี พันธุ์เขียว
ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ดร.เอกรัตน์ ศรีบุญญ
ภาคการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. ดร.วสันต์ ทองไทย
ภาคการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. ผศ. มณฑา นิระทัย
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6. อาจารย์อรรวรรณ กุหเพ็ญแสง
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาคผนวก ข
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้นี้เป็นหน่วยของวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ใช้เวลาในการเรียนรวม 16 คาบ ประกอบด้วยหน่วยย่อย 2 หน่วย ดังนี้

1. เซลล์	7	คาบ
- เซลล์และโครงสร้างของเซลล์	4	คาบ
- ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	3	คาบ
2. การแบ่งเซลล์	9	คาบ
- การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	3	คาบ
- การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	4	คาบ
- ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	2	คาบ

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
- ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
- ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
- ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
- ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แต่ละขั้นมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ที่อาจเกิดขึ้นจากความสงสัย หรือความสนใจของนักเรียนเอง หรือจากการอภิปรายกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจแล้ว ขั้นนี้จะเป็นการวางแผนกำหนดแนวทางสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติ เพื่อรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบแล้ว มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างตาราง ฯลฯ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่นๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไร และมีความรู้เป็นอย่างไร เพื่อจะนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry - based learning)

ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1

เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

จำนวน 4 คาบ เวลา 220 นาที

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายความหมายของเซลล์ได้
2. อภิปรายหน้าที่และความสำคัญของส่วนประกอบของเซลล์ได้
3. ใช้กล้องจุลทรรศน์ศึกษาโครงสร้างของเซลล์ได้
4. สังเกตและวาดภาพแสดงโครงสร้างของเซลล์ และส่วนประกอบของเซลล์ได้
5. อธิบายความหมายของเซลล์โพรแคริโอต และเซลล์ยูแคริโอตได้
6. สนใจเรียน มีความรับผิดชอบ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

แนวคิดหลัก

เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่มีชีวิตที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างของเซลล์ประกอบด้วย นิวเคลียส ไซโทพลาซึม และส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์

นิวเคลียส ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการต่างๆ ภายในเซลล์ โครงสร้างของนิวเคลียส แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เยื่อหุ้มนิวเคลียส และนิวคลีโอล

ภายในไซโทพลาซึมมีออร์แกเนลล์หลายออร์แกเนลล์ ได้แก่ เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม ไรโบโซม กอลจิคอมเพล็กซ์ ไลโซโซม แวกิวโอล ไมโทคอนเดรีย พลาสติดี เซนทริโอล ไมโครฟิลาเมนต์ ไมโครทิวบูล

ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ได้แก่ เยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์

เซลล์มีขนาดแตกต่างกัน ส่วนมากมีขนาดเล็กมาก มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ในขณะที่บางเซลล์มีขนาดใหญ่มองเห็นได้ชัดเจน

สิ่งมีชีวิตจำแนกได้เป็น 2 พวก คือ โพรแคริโอต และยูแคริโอต เซลล์ของสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส เรียกว่า เซลล์โพรแคริโอต (prokaryotic cell) ส่วนเซลล์ของสิ่งมีชีวิตที่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส เรียกว่า เซลล์ยูแคริโอต (eukaryotic cell)

แนวคิดคลาดเคลื่อน

1. เซลล์ คือ หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า
(เซลล์ คือ หน่วยพื้นฐานที่มีชีวิตที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต มีหลายขนาด ส่วนมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น แต่ก็มีบางเซลล์สามารถมองเห็นได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า)
2. เซลล์ คือ ส่วนที่เล็กที่สุดของร่างกาย
(เซลล์ คือ หน่วยพื้นฐานที่มีชีวิตที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต)
3. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องมีเซลล์ เพราะเซลล์มีกระบวนการสร้างอาหาร ให้กับเซลล์ของตนเอง
(สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องมีเซลล์ เพราะภายในเซลล์มีองค์ประกอบต่างๆ ที่มีหน้าที่ทำให้กิจกรรมของเซลล์ดำเนินเป็นปกติ เช่น มีการสังเคราะห์โปรตีน การสร้างสารพันธุกรรม เป็นต้น)
4. เซลล์ทุกเซลล์ต้องมีนิวเคลียส
(เซลล์ทุกเซลล์ มีนิวเคลียส แต่มีบางเซลล์ที่บางระยะ ไม่มีนิวเคลียส เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดง)
5. นิวเคลียสคือสิ่งที่ควบคุมการทำงานของเซลล์ เซลล์ทุกเซลล์ในบางระยะอาจไม่มีนิวเคลียส แต่เมื่อเจริญเต็มที่ก็จะมีนิวเคลียส
(นิวเคลียสคือ องค์ประกอบที่ควบคุมการทำงานของเซลล์ เซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียส เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดงที่เจริญเต็มที่)
6. เซลล์บางชนิดอย่างเซลล์เม็ดเลือดแดง ไม่มีนิวเคลียสก็สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้
(เซลล์เม็ดเลือดแดงที่เจริญเต็มที่ไม่มีนิวเคลียส พบว่าจะดำรงชีวิตได้ไม่ปกติ เพราะไม่มีการสร้างโปรตีน และทำให้เซลล์มีชีวิตอยู่ได้ไม่นาน)
7. เซลล์โพรแคริโอตมีลักษณะแตกต่างจากเซลล์ยูแคริโอต เพราะเซลล์ยูแคริโอตไม่มีนิวเคลียส เซลล์โพรแคริโอตมีนิวเคลียส, เซลล์โพรแคริโอตใหญ่กว่าเซลล์ยูแคริโอต, เซลล์ชนิดหนึ่งเป็นเซลล์พืชอีกชนิดเป็นเซลล์สัตว์, นิวเคลียสมีการทำงานที่แตกต่างกัน
(เซลล์โพรแคริโอตมีลักษณะแตกต่างจากเซลล์ยูแคริโอต เพราะเซลล์โพรแคริโอตไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ส่วนเซลล์ยูแคริโอตมีเยื่อหุ้มนิวเคลียส เซลล์ยูแคริโอตจะมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์โพรแคริโอต นิวเคลียสของทั้งสองประเภทมีการทำงานไม่แตกต่างกัน)

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)

- 1.1 นักเรียนได้ดูภาพสิ่งมีชีวิต 12 ภาพ จากโปรแกรม microsoft power point ได้แก่ ภาพระดับเซลล์(เซลล์พืช เซลล์ไข่มุก พารามีเซียม) ระดับเนื้อเยื่อ(ก้อนเนื้อหมู ก้อนเนื้อไก่ แดงกวาง ห่าน) ระดับอวัยวะ(หัวใจ ม้ามคน หัวใจคน) และระดับสิ่งมีชีวิต (ลิง แมลงวัน ปลา) แล้วใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ดังนี้
 - ภาพที่นักเรียนเห็น เป็นภาพอะไรบ้าง
 - ภาพใดเป็นภาพระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต (เซลล์พืช เซลล์ไข่มุก พารามีเซียม)
 - เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น
 ให้นักเรียนนำเสนอคำตอบประมาณ 2 นาที
- 1.2 ครูไม่เฉลยคำตอบ แต่ให้นักเรียนแสดงความเป็นนักวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ
- 1.3 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน โดยละความสามารถ
- 1.4 ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทน เขียนคำตอบที่คาดคะเนบนกระดาน ครูยังไม่บอกว่าคำตอบของแต่ละกลุ่มถูกต้องหรือไม่ แต่กระตุ้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง
- 1.5 นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ภาพระดับเซลล์ (มีสไลด์ภาพระดับเซลล์หลายภาพ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดู)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (40 นาที)

- 2.1 ให้อุปกรณ์การทดลองกับนักเรียนทุกกลุ่ม คือ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง สไลด์ถาวรภาพระดับเซลล์
- 2.2 ทบทวนการใช้กล้องจุลทรรศน์ด้วยคลิปวิดีโอ
- 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูสไลด์ถาวรภาพระดับเซลล์ พร้อมทั้งวาดภาพที่เห็นในตารางบันทึกผลและตอบคำถามท้ายกิจกรรมให้สมบูรณ์
- 2.4 ระหว่างที่นักเรียนทำการทดลอง ครูสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของแต่ละกลุ่มลงในแบบบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน และครูจะไม่ตอบคำถามที่เป็นการชี้แนะคำตอบให้นักเรียนแต่ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก และคอยใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้
 - นักเรียนเห็นอะไรบ้าง
 - ภาพเซลล์ที่นักเรียนเห็น มีลักษณะอย่างไร
 - ภายในเซลล์มีองค์ประกอบอะไรบ้าง

- ภาพที่นักเรียนเห็นผ่านกล้องจุลทรรศน์ เป็นภาพระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด แล้วนักเรียนใช้เกณฑ์อะไร บอกว่าภาพเหล่านี้เป็นภาพระดับเซลล์

2.5 เมื่อทำการทดลองเสร็จ ให้แต่ละกลุ่มเก็บทำความสะอาดโต๊ะและเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อย

3. ขั้้นอธิบายและลงข้อสรุป (55 นาที)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกเขียนภาพเซลล์ที่ส่องดู 1 ภาพพร้อมรายละเอียดภายในเซลล์ ลงบนกระดาษชาร์จ แล้วนำมาติดบนกระดานกลุ่มละ 1 รูป

3.2 ใช้คำถามให้นักเรียนได้อภิปรายหลังจากทดลองเพื่อสรุปความรู้ ดังนี้

- เซลล์ที่นักเรียนเห็นมีลักษณะอย่างไร
- ภายในเซลล์ที่เห็น มีองค์ประกอบอะไรบ้าง
- เซลล์แต่ละชนิดมีองค์ประกอบใดเหมือนกัน
- นักเรียนคิดว่า ภายในเซลล์มีองค์ประกอบอื่นอีกหรือไม่
- นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ทำไมเราจึงไม่เห็นองค์ประกอบครบทั้งหมด (กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ไม่เพียงพอ เพราะองค์ประกอบของเซลล์ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กมาก องค์ประกอบที่เห็นได้ชัดเพียงสองสามชนิด คือ เยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส คลอโรพลาสต์ เป็นต้น)

เขียนลักษณะของเซลล์ที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายบนกระดาน

3.3 นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เรื่อง animal cell และพารามีเซียม ประมาณ 2 นาที ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ดังนี้

- จากการทดลองและคลิปวิดีโอ นักเรียนแบ่งสิ่งมีชีวิตได้อย่างไร เพราะเหตุใด
- สิ่งมีชีวิตแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เพราะสิ่งมีชีวิตบางชนิดมีแค่เซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม ก็สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ในขณะที่สิ่งมีชีวิตบางชนิดมีหลายเซลล์ เช่น มนุษย์ ต้นไม้

3.4 นักเรียนได้รับใบงานที่ 1.1 เรื่อง ส่วนประกอบของเซลล์ นักเรียนแต่ละกลุ่มเติมชื่อส่วนประกอบของเซลล์เท่าที่ทำได้

3.5 นักเรียนดูภาพประกอบจากโปรแกรม microsoft power point และคลิปวิดีโอ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ประกอบข้อมูลจากใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ที่ได้รับ และหนังสือเรียน เมื่อได้ข้อมูลเพียงพอ ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียน เสนอข้อสรุป และครูคอยช่วยสนับสนุนและแก้ไขแนวคิด ดังนี้

- เซลล์ หมายถึงอะไร

เซลล์ เป็นหน่วยพื้นฐานที่มีชีวิตที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต

- เซลล์มีลักษณะโครงสร้างอย่างไร

โครงสร้างของเซลล์ ประกอบด้วย นิวเคลียส ไซโทพลาซึม และส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์

ภายในไซโทพลาซึมมีออร์แกเนลล์หลายออร์แกเนลล์ ออร์แกเนลล์ที่สำคัญ ได้แก่ เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม ไรโบโซม กอลจิคอมเพล็กซ์ ไลโซโซม แวกิวโอล ไมโทคอนเดรีย พลาสติด เซนทริโอล ไมโครฟิลาเมนต์ และไมโครทิวบูล ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ได้แก่ เยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์

- เซลล์แต่ละชนิด มีขนาดเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

เซลล์ส่วนมากมีขนาดเล็กมาก มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า จึงต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ช่วยในการศึกษา แต่บางเซลล์สามารถเห็นได้ เช่น เซลล์ไข่ไก่

3.6 นักเรียนตรวจสอบคำตอบของคำถาม ในใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ภาพระดับเซลล์ และทำใบงานที่ 1.1 เรื่อง ส่วนประกอบของเซลล์ ให้สมบูรณ์

4. ขั้วขยายความรู้ (75 นาที)

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มดูภาพสิ่งมีชีวิต ในใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง เซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต

4.2 ให้แต่ละกลุ่มสังเกต และถามคำถามเพื่อสรุปความรู้ดังนี้

- ลักษณะนิวเคลียสเซลล์แบคทีเรีย มีความแตกต่างจากเซลล์อื่น อย่างไร (เซลล์แบคทีเรีย มองไม่เห็นนิวเคลียส เพราะไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส)

- เซลล์โพรแคริโอต และเซลล์ยูแคริโอต หมายถึงอะไร

สิ่งมีชีวิตที่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส เรียกว่า ยูแคริโอต สิ่งมีชีวิตที่ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส เรียกว่า โพรแคริโอต เซลล์ยูแคริโอต (eukaryotic cell) ได้แก่ เซลล์ของคน พืช สัตว์ โพรทิสต์ เห็ดและรา เป็นต้น การที่นิวเคลียสมีเยื่อหุ้มทำให้เห็นรูปร่างและตำแหน่งของนิวเคลียสในเซลล์ ส่วนเซลล์โพรแคริโอต (prokaryotic cell) มีเพียงสองชนิด ได้แก่ เซลล์ของแบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เซลล์โพรแคริโอต ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสจึงมองไม่เห็นนิวเคลียส บริเวณที่เป็นมีสารพันธุกรรมนั้น เรียกว่า นิวคลีโอยด์

4.3 นักเรียนแต่ละคนทำใบกิจกรรม 1.3 เรื่อง ความสำคัญของนิวเคลียส ในกิจกรรมจะมีการ สาธิตทดลองกับสาหร่ายอะเซตาบูลาเรีย 2 ชนิด ที่มีส่วนยอดแตกต่างกัน โดยตัดส่วนยอด ทิ้งไป แล้วนำส่วนก้านมาสลับใส่โคนของอีกชนิด ถามนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังนี้

- ผลการทดลองทั้งสองนี้จะเป็นอย่างไร

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบ โดยครูให้ใบความรู้ที่ 1.2 เรื่อง นิวเคลียส ประกอบการอภิปราย

4.4 จากการทำใบกิจกรรม 1.3 เรื่อง ความสำคัญของนิวเคลียส ครูใช้คำถามที่ได้จาก การสำรวจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ดังนี้

- นิวเคลียสทำหน้าที่อะไร (ควบคุมการทำงานของเซลล์)

- เซลล์บางชนิดที่บางระยะไม่มีนิวเคลียส นักเรียนคิดว่าเซลล์นั้นจะเป็นอย่างไร (เซลล์จะ ดำรงชีวิตได้ไม่ปกติ เพราะไม่มีการสร้างโปรตีน และทำให้เซลล์มีชีวิตอยู่ได้ไม่นาน)

4.5 นักเรียนศึกษาหน้าที่และภาพขององค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์ ได้แก่ กอลจิคอมเพล็กซ์ เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม ไรโบโซม ไลโซโซม แวกัวโอล ไมโทคอนเดรีย พลาสติด เซนทริโอล ไมโครฟิลาเมนต์ ไมโครทิวบูล เยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์ จากโปรแกรม microsoft power point เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

4.6 นักเรียนร่วมกันอภิปรายหน้าที่ขององค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์

5. ขั้นประเมิน (35 นาที)

5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายการคาดคะเนในขั้นแรก (ภาพระดับเซลล์ คือ ภาพ เซลล์พืช เซลล์ไข่มุก และพารามีเซียม) และให้นักเรียนวาดภาพเซลล์และองค์ประกอบ ของเซลล์และตอบคำถามในใบงานที่ 1.2 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

5.2 นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมว่า ในร่างกายมนุษย์มีเซลล์อะไรบ้าง และแต่ละเซลล์ ทำหน้าที่อะไร แล้วมาอภิปรายในครั้งถัดไป

5.3 นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนความรู้สึกรับต่อการจัดการเรียนรู้ในเรื่องนี้ ส่งในครั้งถัดไป

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายความหมายของเซลล์จากผลการตรวจใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ภาพระดับ เซลล์
2. นักเรียนสรุปหน้าที่และความสำคัญของส่วนประกอบของเซลล์ได้จากผลการตรวจ ใบงานที่ 1.2 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

3. นักเรียนใช้กล้องจุลทรรศน์ศึกษาโครงสร้างของเซลล์ได้ จากการประเมินแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน
4. นักเรียนใช้การสังเกตและวาดภาพโครงสร้างของเซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ได้ จากผลการตรวจใบงานที่ 1.2 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต
5. นักเรียนอธิบายความหมายของเซลล์โปรแคริโอต และเซลล์ยูแคริโอตจากผลการตรวจใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง เซลล์โปรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต
6. นักเรียนมีความสนใจเรียน มีความรับผิดชอบ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ จากผลการประเมินแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน (ประเมินเป็นรายกลุ่ม)
7. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและประเมินเพื่อนตามภาพจริง จากใบประเมินผลการทำงานกลุ่ม

เกณฑ์การวัดและประเมินผล

- ใบกิจกรรมและใบงานคะแนนเต็ม 10 คะแนน เกณฑ์การผ่านร้อยละ 75
- ได้คะแนนแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ เกณฑ์การผ่านร้อยละ 75
- ใบประเมินผลการทำงานกลุ่ม เกณฑ์การผ่านร้อยละ 75

***นักเรียนคนใดที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้ทบทวนบทเรียน เรียนซ่อมเสริม ทำกิจกรรมใหม่ หรือมีกิจกรรมเสริมจนผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

สื่อการเรียนการสอน

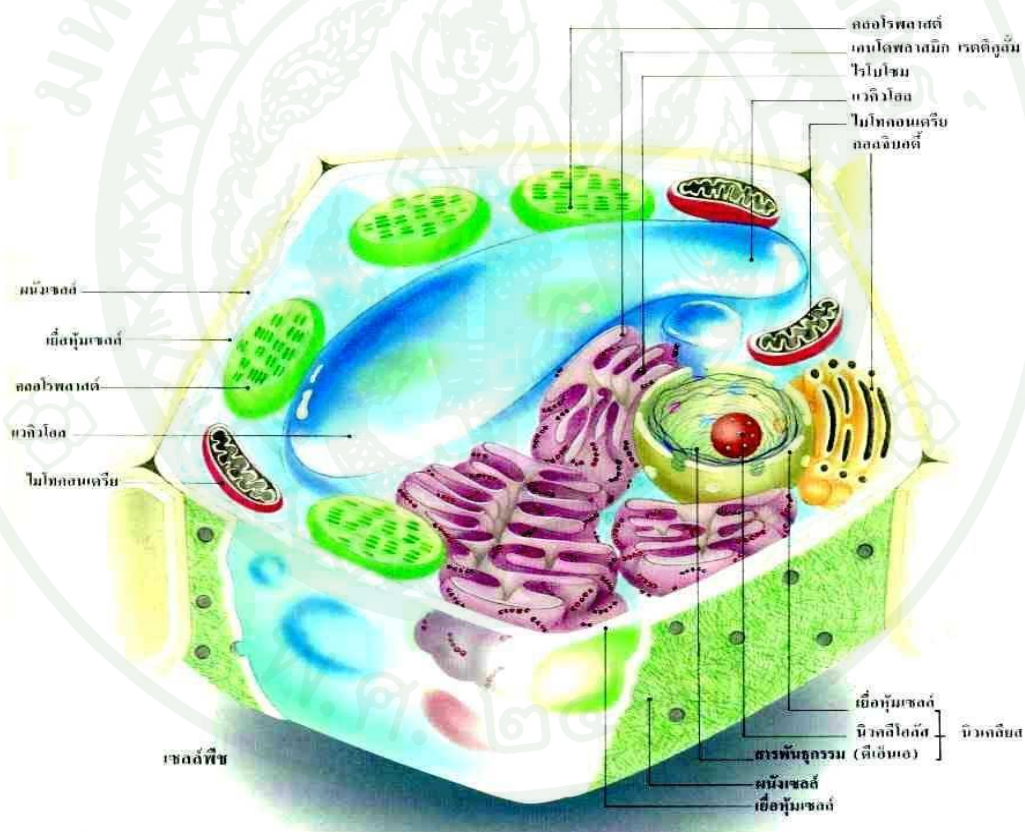
1. ภาพเซลล์ต่างๆ จากคลิปปวีดีโอ และ โปรแกรม microsoft power point
2. ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ภาพระดับเซลล์ ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง เซลล์โปรแคริโอต และเซลล์ยูแคริโอต และใบกิจกรรม 1.3 เรื่อง ความสำคัญของนิวเคลียส
3. ใบงานที่ 1.1 เรื่อง ส่วนประกอบของเซลล์ และใบงานที่ 1.2 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต
4. ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ และใบความรู้ที่ 1.2 เรื่อง นิวเคลียส
5. วัสดุอุปกรณ์การทดลอง ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง สไลด์ถาวร กระจกย่น
6. หนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 1 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
7. กระดาษชาร์ต ปากกาสีต่างๆ

ใบความรู้ที่ 1.1

เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

เซลล์ (cell) เป็นโครงสร้างและหน่วยทำงานที่เล็กที่สุดในสิ่งมีชีวิต เช่น แบคทีเรีย ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว (unicellular) แต่มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์(multicellular) (มนุษย์มีเซลล์อยู่ประมาณ 100 ล้านล้าน หรือ 10^{14} เซลล์)

คำว่า **เซลล์** มาจากภาษาละตินที่ว่า *cella* ซึ่งมีความหมายว่า ห้องเล็กๆ ผู้ตั้งชื่อนี้คือ โรเบิร์ต ฮุก (robert hooke) เมื่อเขาเปรียบเทียบเซลล์ของไม้คอร์กเหมือนกับห้องเล็กๆ



เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต่างก็ประกอบด้วยเซลล์ (cell) ซึ่งเป็น หน่วยที่เล็กที่สุด ที่สามารถแสดงคุณสมบัติและความเป็นสิ่งมีชีวิตอย่างสมบูรณ์

นักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบหน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต และเรียกหน่วยเล็ก ๆ นั้นว่า เซลล์ (cell) คือ โรเบิร์ต ฮุก (robert hooke) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษเป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรกที่ใช้กล้องจุลทรรศน์ที่เขาประดิษฐ์ขึ้นเอง ไปทดลองส่องดูชิ้นไม้คอร์กที่ฉีกเป็นชิ้นบางๆพบว่ามีลักษณะเป็นช่องเล็กๆจำนวนมากเขาเรียกช่องเล็กๆนี้ว่า เซลล์ (cell) เขาจึงเป็นคนที่ใช้คำว่าเซลล์เป็นคนแรก เมื่อปี ค.ศ. 1665 เซลล์ของพืชแต่ละชนิดจะมีรูปร่างแตกต่างกัน แต่โดยทั่วไปเซลล์ของพืชจะมีรูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยม ส่วนเซลล์สัตว์จะมีรูปร่างแตกต่างกันขึ้นอยู่กับหน้าที่ของเซลล์นั้นๆ ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างกลมหรือรี ภายในเซลล์แต่ละเซลล์จะประกอบด้วยส่วนประกอบคล้ายๆกัน

บนโลกของเราจัดกลุ่มเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ได้ 2 ประเภท คือ สิ่งมีชีวิตที่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส เรียกว่าเซลล์ยูแคริโอต (prokaryotic cell) สิ่งมีชีวิตที่ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส เรียกว่า เซลล์โพรแคริโอต (eukaryotic cell) ซึ่งสรุปความแตกต่างได้ดังตารางนี้

ลักษณะ	เซลล์โพรแคริโอต	เซลล์ยูแคริโอต
ขนาด	1-10 μm	10-100 μm
กลุ่มสิ่งมีชีวิต	แบคทีเรีย, สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน	สาหร่าย, เห็ด, รา, โปรโตซัว, พืช, สัตว์
เยื่อหุ้มนิวเคลียส	ไม่มี	มี
โครโมโซม	DNA ไม่รวมกับโปรตีน	DNA รวมกับโปรตีน
ออร์แกเนลล์	มี Ribosome (70S) เท่านั้น	มี Ribosome (80S) และอื่นๆ

ที่มา: www.leomons.exteen.com/images/pic1.jpg, วันที่ 2 มิ.ย. 2552

ใบความรู้ที่ 1.1

เรื่อง นิวเคลียส

นิวเคลียสเป็นที่อยู่ของสารพันธุกรรม เรียกว่า ดี เอ็น เอ (DNA) ย่อมาจาก Deoxyribonucleic acid ดีเอ็นเอจะรวมตัวกับโปรตีน เกิดเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า โครมาติน (chromatin) ขณะที่มีการแบ่งเซลล์จะเห็นโครมาตินมีลักษณะ เป็นแท่ง เราเรียกโครมาตินที่เป็นแท่งนี้ว่า โครโมโซม (chromosome) ถ้าเราย้อมสีนิวเคลียส บางบริเวณของนิวเคลียสจะติดสีเข้ม เข้มกว่าบริเวณอื่นๆ เรียกบริเวณนี้ว่า นิวคลีโอลัส (Nucleolus) นิวคลีโอลัสเป็นแหล่งสังเคราะห์สาร ที่เป็นองค์ประกอบของไรโบโซม

สารประกอบทางเคมีของนิวเคลียส

1. คีออกซีไรโบนิวคลีอิก แอซิด (deoxyribonucleic acid) หรือ DNA เป็นส่วนประกอบของโครโมโซมในนิวเคลียส
2. ไรโบนิวคลีอิก แอซิด (ribonucleic acid) หรือ RNA เป็นส่วนที่พบในนิวเคลียส โดยเป็นส่วนประกอบของนิวคลีโอลัส
3. โปรตีน ที่สำคัญคือ โปรตีนฮิสโตน (histone) โปรตีนโพรตามีน (protamine) ซึ่งเป็นโปรตีนเบส (basic protein) ทำหน้าที่เชื่อมเกาะอยู่กับ DNA ส่วนโปรตีนเอนไซม์ ส่วนใหญ่จะเป็นเอนไซม์ ในกระบวนการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิก และเมแทบอลิซึมของกรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ ในกระบวนการไกลโคไลซิส ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างพลังงานให้กับนิวเคลียส

นิวเคลียส มีรูปร่างค่อนข้างกลม และมีเยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane) ซึ่งเป็นเยื่อสองชั้น ล้อมรอบส่วนประกอบภายในของนิวเคลียส เซลล์ของสิ่งมีชีวิต บางชนิด เช่น แบคทีเรีย ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส แต่มีสารพันธุกรรมกระจายอยู่ทั่วไปในไซโทพลาซึม เรียก เซลล์ที่มีลักษณะเช่นนี้ว่า เซลล์โพรแคริโอต (prokaryotic cell) เซลล์ของ สิ่งมีชีวิตทั่วๆ ไปนั้นมีเยื่อหุ้มนิวเคลียส เรียกว่า เซลล์ยูแคริโอต (eukaryotic cell) เยื่อหุ้มนิวเคลียสมีรูเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วไป เพื่อเป็นทางเข้าออก ของสารระหว่างภายใน และภายนอกนิวเคลียส

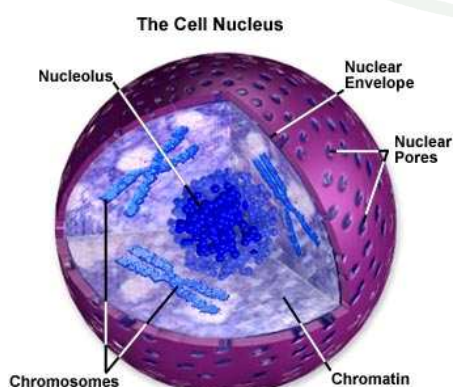


Figure 1

ที่มา: www.ipst.ac.th/biology/nucleus.html, วันที่ 2 มิ.ย.2552,
www.thaigoodview.com/library/contest2551/science04/25/2/miracle_cell/cp03_nucleus.html, วันที่ 2 มิ.ย.2552

ใบกิจกรรมที่ 1.1
เรื่อง ภาพระดับเซลล์

วัตถุประสงค์

1. ใช้กล้องจุลทรรศน์ศึกษาโครงสร้างของเซลล์ได้
2. สังเกตและวาดภาพแสดงโครงสร้างของเซลล์ และส่วนประกอบของเซลล์ได้

- คำสั่ง:**
1. ให้นักเรียนใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูสไลด์ถาวรภาพระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยเลือกส่องดูจำนวน 2 สไลด์
 2. วาดภาพและชี้ส่วนประกอบของภาพในตารางบันทึกผล และตอบคำถามด้านล่างให้สมบูรณ์

ตารางบันทึกผล

ชื่อภาพ.....	ชื่อภาพ.....

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสไลด์ถาวรที่นักเรียนส่งดู นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าเซลล์มีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. หลังจากทำการส่งดูภาพระดับเซลล์ในกล้องจุลทรรศน์แล้ว ดังนั้นภาพทั้ง 12 ภาพที่นักเรียนได้ดูจากโปรแกรม Microsoft power point ภาพใดที่นักเรียนคิดว่าเป็นภาพระดับเซลล์

.....

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนยกตัวอย่างเซลล์โปรแคริโอต และเซลล์ยูแคริโอต

.....

.....

.....

.....



กลุ่มที่.....

รายชื่อสมาชิกภายในกลุ่ม

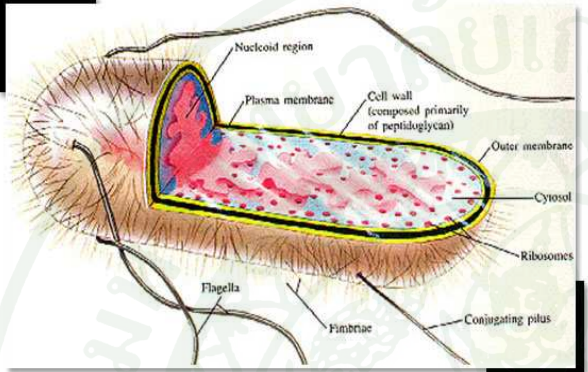
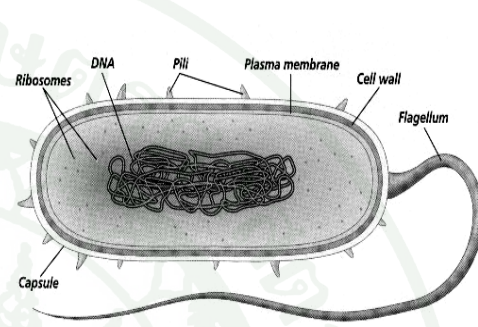
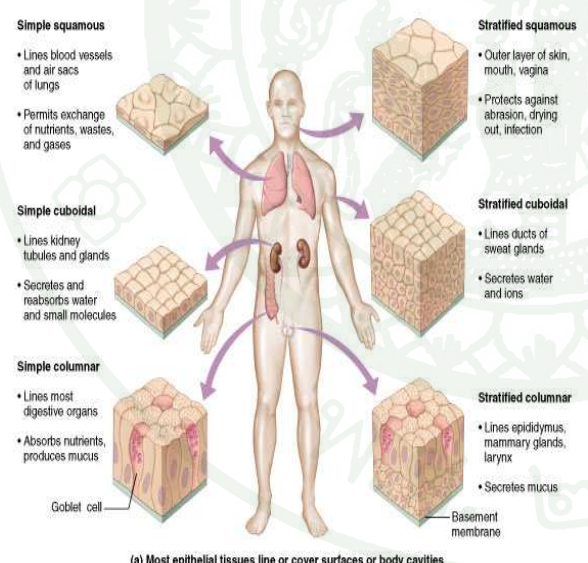
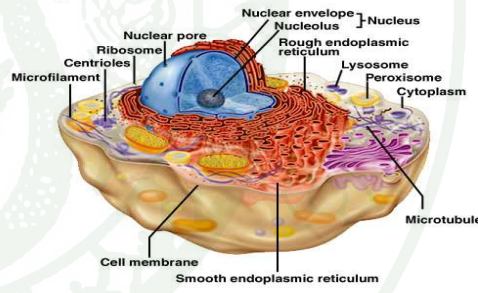
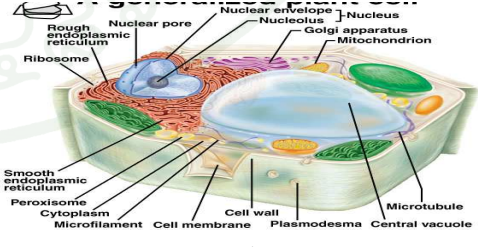
- | | |
|--------|----------------|
| 1..... | ทำหน้าที่..... |
| 2..... | ทำหน้าที่..... |
| 3..... | ทำหน้าที่..... |
| 4..... | ทำหน้าที่..... |
| 5..... | ทำหน้าที่..... |
| 6..... | ทำหน้าที่..... |

ใบกิจกรรมที่ 1.2

เรื่อง เซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต

วัตถุประสงค์: อธิบายความหมายของเซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอตได้

คำสั่ง: ให้นักเรียนดูภาพ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสังเกตลักษณะนิวเคลียสและตอบคำถามให้สมบูรณ์

 แบคทีเรีย	 แบคทีเรีย
 (a) Most epithelial tissues line or cover surfaces or body cavities Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc. คน	 เซลล์สัตว์  เซลล์พืช

ที่มา: www.student.nu.ac.th/nokcy/lesson1.htm, วันที่ 15 ก.ค. 2552

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ลักษณะนิวเคลียสของแบคทีเรีย เป็นอย่างไร

.....

.....

2. ลักษณะนิวเคลียสของเซลล์พืช เซลล์สัตว์ เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

3. ลักษณะนิวเคลียสของเซลล์ต่างๆในร่างกายคน เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

4. เซลล์ใดเป็นเซลล์โปรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต

.....

.....

.....

5. เซลล์โปรแคริโอต และเซลล์ยูแคริโอต หมายถึงอะไร

.....

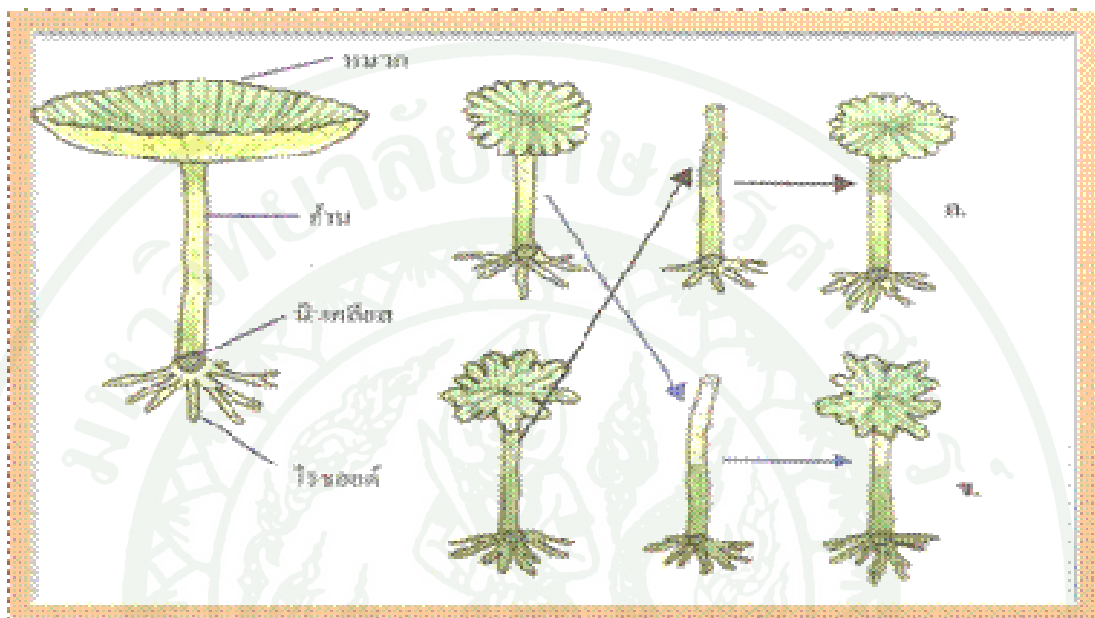
.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 1.3

เรื่อง ความสำคัญของนิวเคลียส

วัตถุประสงค์: อธิบายความสำคัญของนิวเคลียสได้



ที่มา: http://www.promma.ac.th/research/tassanee/cell_structure_files/frame.htm#slide0004.htm

วันที่ 19 มิ.ย.2552

1. สาหร่ายอะเซตาบูลาเรีย (*Acetabularia* sp.) 2 ชนิด ได้ตัดส่วนยอดทิ้งไป แล้วนำส่วนก้านของสาหร่ายชนิด ก และชนิด ข ต่อส่วนโคนสลับกัน ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

2. จากการทดลองนักเรียนสามารถสรุปความสำคัญของนิวเคลียสได้อย่างไรบ้าง

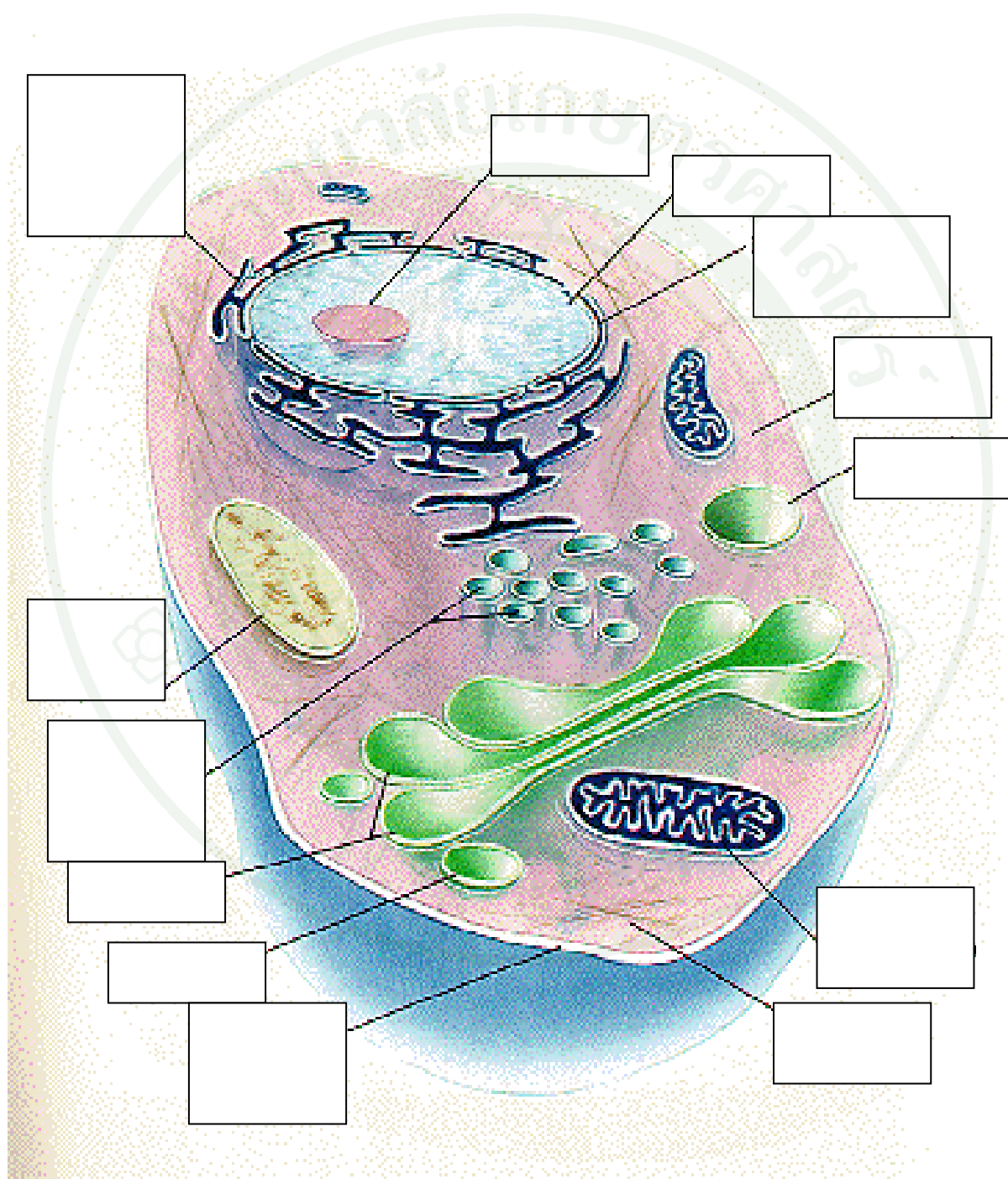
.....

.....

.....

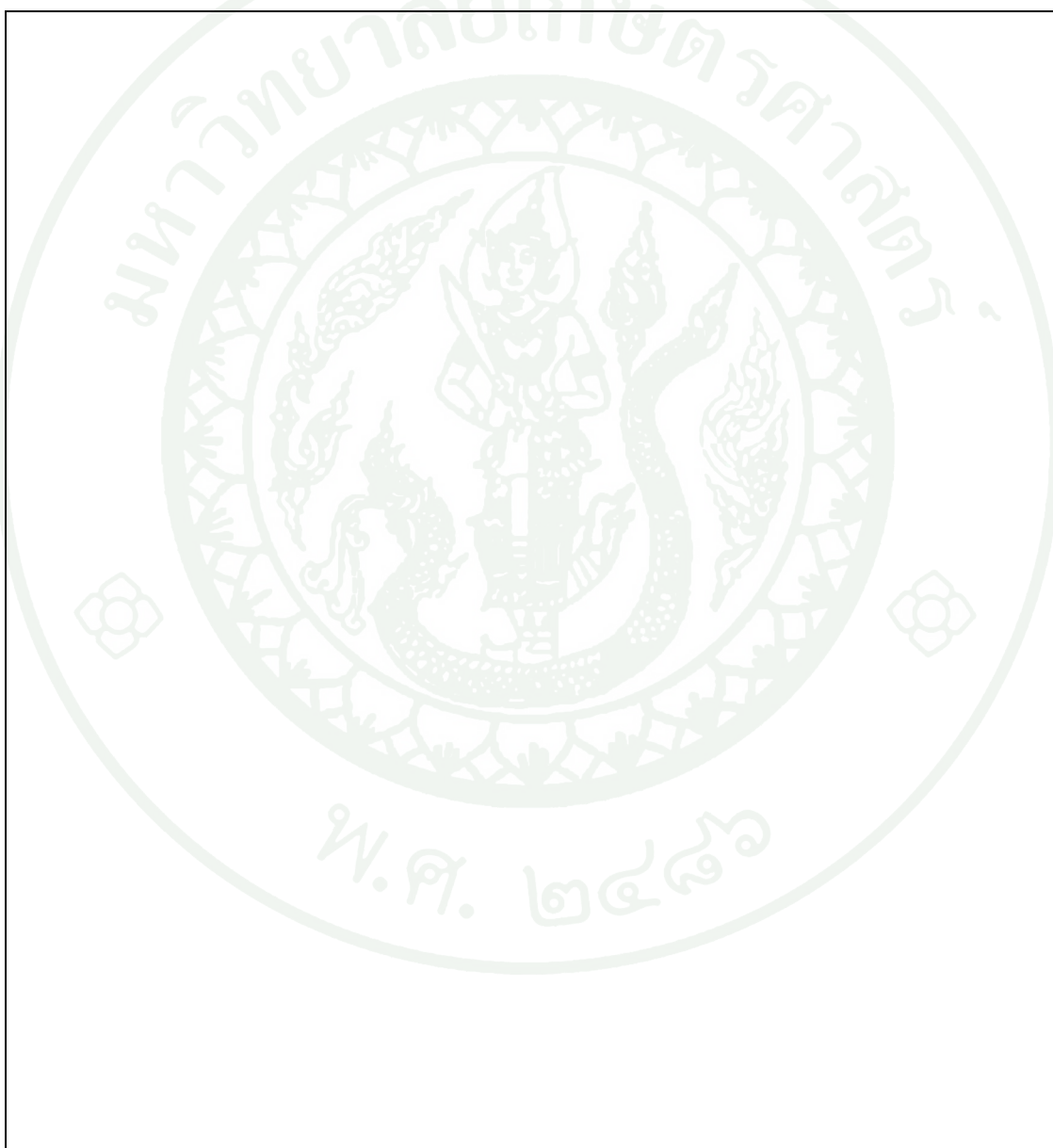
ใบงานที่ 1.1 เรื่อง ส่วนประกอบของเซลล์

คำสั่ง: ให้นักเรียนเขียนชื่อองค์ประกอบของเซลล์ในกล่องข้อความให้สมบูรณ์



ใบงานที่ 1.2
เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

คำสั่ง: ให้นักเรียนวาดภาพเซลล์และองค์ประกอบของเซลล์โดยระบุชื่อและหน้าที่ให้ชัดเจน
พร้อมทั้งตอบคำถามด้านล่างให้สมบูรณ์ที่สุด



คำถาม

1. เซลล์ หมายถึงอะไร

.....

.....

2. เซลล์โปรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต มีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. ภาพเซลล์ที่นักเรียนวาดเป็นเซลล์โปรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry - based learning)

ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1

เรื่อง ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

จำนวน 3 คาบ เวลา 165 นาที

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
2. อธิบายความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
3. เตรียมสไลด์สดเพื่อศึกษาโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
4. สังเกตและวาดภาพแสดงโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
5. อธิบายหน้าที่และความสำคัญของคลอโรพลาสต์
6. สนใจเรียน มีความรับผิดชอบ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

แนวคิดหลัก

ลักษณะของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

เซลล์พืช มีรูปร่างเป็นเหลี่ยม มีผนังเซลล์ และคลอโรพลาสต์ มีแวคิวโอลขนาดใหญ่

มองเห็นได้ชัดเจน

- คลอโรพลาสต์ เป็นพลาสติดที่มีสีเขียวเนื่องจากมีสารคลอโรฟิลล์ ทำหน้าที่หลักในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์โมเลกุลอาหาร เช่น กลูโคส กระบวนการนี้เรียกว่า กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

เซลล์สัตว์ มีรูปร่างกลม หรือรี มีไลโซโซม มีเซนทริโอล ใช้ในการแบ่งเซลล์ มีแวคิวโอลขนาดเล็ก มองเห็นได้ไม่ชัดเจน

แนวคิดคลาดเคลื่อน

1. เซลล์พืชมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม เซลล์สัตว์มีลักษณะเป็นวงกลม
(เซลล์พืช มีรูปร่างเป็นเหลี่ยม เซลล์สัตว์มีรูปร่างกลม หรือรี)
2. เซลล์สัตว์มีออร์แกเนลล์ แต่เซลล์พืชไม่มี
(ทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ มีออร์แกเนลล์หลายชนิด)

3. เซลล์สัตว์ไม่มีแวกิวโอล

(ทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ มีแวกิวโอล โดยเซลล์พืชมีแวกิวโอลขนาดใหญ่มองเห็นได้ชัดเจน แต่ในเซลล์พืชอายุน้อย จะมีแวกิวโอลขนาดเล็กจำนวนมาก เมื่อมีอายุมากขึ้น แวกิวโอลเหล่านี้จึงรวมเป็นถุงเดียวกันทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ส่วนเซลล์สัตว์จะมีแวกิวโอลขนาดเล็กมองเห็นได้ไม่ชัดเจน)

4. เซลล์สัตว์ไม่มีเยื่อหุ้มเซลล์

(ทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส)

5. เซลล์พืชต้องใช้แสงมาสังเคราะห์คลอโรฟิลล์

(คลอโรพลาสต์ในเซลล์พืช ทำหน้าที่หลักในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์โมเลกุลอาหาร เช่น กลูโคส ส่วนคลอโรฟิลล์เป็นสารสีเขียวอยู่ในคลอโรพลาสต์)

6. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นในเซลล์สัตว์เท่านั้น

(เซลล์สัตว์ไม่มีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่เซลล์พืชจะมีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เนื่องจากมีคลอโรพลาสต์)

7. สัตว์มีสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อความอบอุ่นแก่ร่างกาย สัตว์บางชนิดเช่น งูสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อรักษาอุณหภูมิของร่างกาย เพื่อจะได้มีพลังงานใช้ในการดำรงชีวิต

(สัตว์ไม่มีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง)

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

1.1 นักเรียนดูเซลล์พืชและเซลล์สัตว์หลายชนิดจากโปรแกรม microsoft power point เช่น ภาพเซลล์เม็ดเลือดขาว ภาพเซลล์รากหอม ภาพเซลล์ประสาท แล้วใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน

- ภาพเหล่านี้เป็นภาพเกี่ยวกับอะไร (ภาพเซลล์ของสิ่งมีชีวิต)
- ภาพเซลล์เหล่านี้มีความแตกต่างกันอย่างไร (บางภาพมีผนังเซลล์ บางภาพมีคลอโรพลาสต์ บางภาพไม่มี)

ให้นักเรียนนำเสนอคำตอบ โดยที่ครูยังไม่เฉลย

1.2 ถามคำถามนำเข้าสู่บทเรียน ดังนี้

- เมื่อนักเรียนเห็นความแตกต่างของภาพเซลล์เหล่านี้ นักเรียนทราบหรือไม่ว่าภาพเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ ภาพใดเป็นน่าจะเป็นภาพเซลล์พืช และภาพใดน่าจะเป็นภาพเซลล์สัตว์ เพราะเหตุใด

1.3 นักเรียนทำนายคำตอบของกลุ่มตนเอง

1.4 นักเรียนทำการทดลอง ใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง ค้นหาความจริงของภาพ โดยส่องดูเซลล์พืชกับเซลล์สัตว์เพื่อเปรียบเทียบกัน

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (45 นาที)

- 2.1 นักเรียนทำกิจกรรมใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง ค้นหาความจริงของภาพ โดยใช้สาหร่ายหางกระรอก หัวหอมใหญ่ เป็นตัวแทนเซลล์พืช และใช้เยื่อบุกระพุ้งแก้ม เป็นตัวแทนเซลล์สัตว์
- 2.2 นักเรียนได้รับอุปกรณ์การทดลองทุกกลุ่ม
- 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มมีประสบการณ์ในการส่องกล้องจุลทรรศน์มาแล้ว เพิ่มเติมให้นักเรียนในเรื่องการเตรียมเซลล์สาหร่ายหางกระรอก และการเขียนกระพุ้งแก้ม โดยเน้นให้นักเรียนระวังในเรื่องสุขอนามัยในการทดลองเขียนเยื่อบุกระพุ้งแก้ม ต้องทำความสะอาดและทิ้งไม้พันสำลีให้เรียบร้อย
- 2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่ม ทำการทดลองใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูสไลด์สดสาหร่ายหางกระรอก และเซลล์เยื่อบุกระพุ้งแก้ม พร้อมทั้งสังเกตสิ่งที่เห็นและวาดรูปในใบกิจกรรมที่ 2.1
- 2.5 เมื่อทำการทดลองเสร็จ ให้แต่ละกลุ่มเก็บทำความสะอาดโต๊ะและอุปกรณ์ให้เรียบร้อย

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (55 นาที)

- 3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนอธิบายกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง ค้นหาความจริงของภาพ บนกระดาษชาร์จ ขนาดใหญ่ โดยให้วาดรูปเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่สังเกตได้จากการทดลอง และบรรยายรายละเอียดลักษณะของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ และนำมาเป็นหลักฐานประกอบการตัดสินใจว่าภาพเซลล์ต่างๆ ที่ได้ดู ภาพใดน่าจะเป็นเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์
- 3.2 ให้แต่ละกลุ่มติดกระดาษชาร์จบนกระดาน และออกมาอภิปราย โดยครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูล โดยใช้คำถามดังนี้
 - เซลล์พืชมีรูปร่างอย่างไร
 - เซลล์สัตว์มีรูปร่างอย่างไร
 - เซลล์พืชประกอบด้วยองค์ประกอบใดบ้าง

- เซลล์สัตว์ประกอบด้วยองค์ประกอบใดบ้าง
- เซลล์พืชและเซลล์สัตว์แตกต่างกันอย่างไร

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่ได้จากการทดลอง ดังนี้

“ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชกับเซลล์สัตว์ เซลล์พืช มีรูปร่างเป็นเหลี่ยม เซลล์สัตว์มี รูปร่างกลม หรือรี เซลล์พืชมีผนังเซลล์ และคลอโรพลาสต์ แต่เซลล์สัตว์ไม่มี”

นักเรียนได้ข้อมูลเพิ่มเติมข้อแตกต่างที่นักเรียนไม่สามารถเห็นได้จากการทดลอง โดยครู แสดงภาพองค์ประกอบของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์จากโปรแกรม microsoft power point ร่วมด้วย

“เซลล์สัตว์มี ไลโซโซม แต่เซลล์พืชไม่มี เซลล์สัตว์มีเซนทริโอล ใช้ในการแบ่งเซลล์ แต่เซลล์พืชไม่มี เซลล์พืชมีแวคิวโอลขนาดใหญ่มองเห็นได้ชัดเจน แต่เซลล์สัตว์ จะมีแวคิวโอล ขนาดเล็ก มองเห็นได้ไม่ชัดเจน”

3.4 นักเรียนสังเกตลักษณะของคลอโรพลาสต์ของเซลล์พืชจากคลิปวิดีโอเปรียบเทียบกับในการทดลองของกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหน้าที่ความสำคัญของคลอโรพลาสต์ โดยครูใช้คำถามนำ ดังนี้

- นักเรียนเห็นอะไรบ้าง จากการดูคลิปวิดีโอนี้
 - คลอโรพลาสต์สำคัญอย่างไร (เป็นออร์แกเนลล์ที่บรรจุคลอโรฟิลล์ ที่ช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสง)
 - นักเรียนคิดว่าถ้าพืชไม่มีคลอโรพลาสต์จะเป็นอย่างไร และจะมีผลกระทบกับตัวเราอย่างไร
- (พืชจะไม่สามารถเกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหาร(น้ำตาล, แป้ง)ได้ ทำให้ตัวเราและสัตว์อื่นๆ ขาดอาหาร ขาดผู้ผลิตในระบบนิเวศ สิ่งมีชีวิตบนโลกใบนี้อาจจะตายในที่สุด)

3.5 นำผลการสำรวจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนปีที่ผ่านมา มาตั้งคำถามเพิ่มเติม เพื่อความเข้าใจแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของเซลล์พืช ดังนี้

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดในเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์ เพราะอะไร (เกิดในเซลล์พืช เพราะมีออร์แกเนลล์ที่ชื่อคลอโรพลาสต์ ซึ่งเซลล์สัตว์ไม่มี)
- การสังเคราะห์ด้วยแสงมีความสำคัญอย่างไร และเกี่ยวข้องกับคลอโรพลาสต์อย่างไร (การสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืช และคลอโรพลาสต์ในเซลล์พืชทำหน้าที่หลักในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์โมเลกุลอาหาร เช่น กลูโคส ส่วนคลอโรฟิลล์เป็นสารสีเขียวอยู่ในคลอโรพลาสต์)

- 3.6 นักเรียนคูคลิปีดีโอภาพ พารามิเซียม ยูกลีน่า อะมีบา แล้วใช้คำถามถามนักเรียนว่า “เป็นภาพเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์หรือไม่” ให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติมว่าสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จัดอยู่ในประเภทใด (พวกสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว หรือกลุ่มพวกโพรติสต์ ซึ่งไม่จัดอยู่ในเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์)

4. ขยายความรู้ (30 นาที)

- 4.1 นักเรียนออกแบบทำโมเดลเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ จากวัสดุ (ขนมปัง มะเขือเทศ กระดาษสี ถั่วเขียว แดงกวา) ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำมา

5. ประเมิน (25 นาที)

- 5.1 นักเรียนทำกิจกรรมบอกประเภทของเซลล์ โดยครูเตรียมภาพและคลิปีดีโอภาพเซลล์ต่างๆ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระบุว่าเป็นภาพเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์
- 5.2 กลุ่ม 1 กลุ่มออกมาอธิบายคำตอบของกลุ่มตนเอง และให้กลุ่มอื่นๆ เปรียบเทียบกับคำตอบของตนเอง
- 5.3 นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ 2.1 เรื่อง เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ โดยเขียนผังมโนทัศน์สรุปองค์ประกอบ หน้าที่และความสำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ วาดรูปแสดงความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
- 5.4 นักเรียนทำกิจกรรมเกม โดยใช้ใบกิจกรรมที่ 2.3 เกมบิงโก เรื่อง เซลล์
- 5.5 นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนความรู้สึกรับต่อการจัดการเรียนรู้ในเรื่องนี้ ส่งในครั้งถัดไป

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์จากผลการตรวจใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง ค้นหาความจริงของภาพ ใบกิจกรรมที่ 2.3 เกมบิงโก เรื่อง เซลล์ และใบงานที่ 2.1 เรื่อง เซลล์พืชและเซลล์สัตว์
2. นักเรียนทำการทดลองเตรียมสไลด์สดเพื่อศึกษาโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์จากการประเมินแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน
3. นักเรียนใช้การสังเกตและวาดภาพแสดงโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ จากผลการตรวจใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง ค้นหาความจริงของภาพ และใบงานที่ 2.1 เรื่อง เซลล์พืชและเซลล์สัตว์
4. นักเรียนอธิบายหน้าที่และความสำคัญของคลอโรพลาสต์จากผลการตรวจ ใบงานที่ 2.1 เรื่อง เซลล์พืชและเซลล์สัตว์

5. นักเรียนมีความสนใจเรียน มีความรับผิดชอบ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ จากผลการประเมินแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน (ประเมินเป็นรายกลุ่ม)
6. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและประเมินเพื่อนตามภาพจริง จากใบประเมินผลการทำงานกลุ่ม

เกณฑ์การวัดและประเมินผล

- ใบกิจกรรมและใบงานคะแนนเต็ม 10 คะแนน เกณฑ์การผ่านร้อยละ 75
- ได้คะแนนแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียน เกณฑ์การผ่านร้อยละ 75
- ใบประเมินผลการทำงานกลุ่ม เกณฑ์การผ่านร้อยละ 75

***นักเรียนคนใดที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้ทบทวนบทเรียน เรียนซ่อมเสริม ทำกิจกรรมใหม่ หรือมีกิจกรรมเสริมจนผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

สื่อการเรียนการสอน

1. ภาพเซลล์ต่างๆ จากโปรแกรม microsoft power point และภาพจากคลิปปวีดีโอ
2. ใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่องค้นหาความจริงของภาพ ใบกิจกรรมที่ 2.2 เรื่องบอกที่ฉันเป็นใคร และใบกิจกรรมที่ 2.3 เกมบิงโก เรื่อง เซลล์
3. ใบงานที่ 2.1 เรื่อง เซลล์พืชและเซลล์สัตว์
4. กระดาษชาร์จ ปากกาเมจิก
5. วัสดุอุปกรณ์การทดลอง ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง สไลด์ กระจกปิดสไลด์ คีมคีบ สอห่วยหางกระรอก หัวหอมใหญ่ ไม้พันสำลี สารละลายไอโอดีน และสารละลายเมทิลีนบลู
6. วัสดุทำโมเดล ได้แก่ ขนมอบึง มะเขือเทศ กะหล่ำปลี ถั่วเขียว แดงกวา
7. หนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 1 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ใบกิจกรรมที่ 2.1

เรื่อง ค้นหาความจริงของภาพ

วัตถุประสงค์

1. เตรียมสไลด์สดเพื่อศึกษาโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
2. สังเกตและวาดภาพแสดงโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. สำหรับหากล่องกระจก | 6. สไลด์ |
| 2. หอมหัวใหญ่ | 7. กระจกปิดสไลด์ |
| 3. เยื่อบุกระพุ้งแก้ม | 8. หลอดหยด |
| 4. ไม้พันสำลี | 9. ปีกเกอร์ขนาด 50 ml |
| 5. กล้องจุลทรรศน์ | 10. ใบมีดโกน |

ขั้นตอนการทดลอง

เซลล์สำหรับหากล่องกระจกและเซลล์เยื่อหอม

1. หยดน้ำกลั่น 1 หยดบนสไลด์ ลอกเยื่อหอมด้านใน ตัดแบ่งเป็นชิ้นขนาดเล็กประมาณ $0.5 \times 0.5 \text{ cm}^3$ วางบนสไลด์ที่หยดน้ำเตรียมไว้ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ โดยวางกระจกปิดสไลด์เอียงประมาณ 45° นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ (แล้วหยดสารละลายไอโอดีน เพื่อให้ให้เห็นนิวเคลียสชัดเจนขึ้น)
2. สังเกตและวาดภาพลงในตาราง

เซลล์เยื่อบุข้างแก้ม

1. หยดน้ำกลั่น 1 หยดบนสไลด์ ใช้ไม้พันสำลีถูข้างแก้มเบาๆ แล้วนำมาวางบนสไลด์ที่หยดน้ำเตรียมไว้ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ โดยวางกระจกปิดสไลด์เอียงประมาณ 45° นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ (แล้วหยดสารละลายเมทิลีนบลู เพื่อให้ให้เห็นนิวเคลียสชัดเจนขึ้น)
 2. สังเกตและวาดภาพลงในตาราง
- ข้อควรระวัง** ในการทดลองเยื่อบุข้างแก้มนี้ ต้องให้นักเรียนทำความสะอาดสไลด์ และนำเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ ทิ้งไม้พันสำลีในถังน้ำเชื้อ และให้นักเรียนล้างมือให้สะอาดเพื่อสุขอนามัยของนักเรียน

ตารางบันทึกผลการทดลอง

เซลล์พืช	เซลล์สัตว์

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2.2
เรื่อง บอกที่ฉันเป็นใคร

วัตถุประสงค์ : ระบุภาพเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้

คำสั่ง: ให้นักเรียนดูภาพที่ครูเตรียมไว้ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระบุว่าเป็นภาพเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์

ภาพที่ 1.....

ภาพที่ 2.....

ภาพที่ 3.....

ภาพที่ 4.....

ภาพที่ 5.....

ภาพที่ 6.....

ภาพที่ 7.....

ภาพที่ 8.....

ภาพที่ 9.....

ภาพที่ 10.....

ใบกิจกรรมที่ 2.3

เกมบิงโก เรื่อง เซลล์

วัตถุประสงค์

1. บอกความสำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้
2. อธิบายความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้

วิธีการเล่นเกมบิงโก

1. แจกตารางบิงโกให้ผู้เล่นแต่ละทีม/คน
2. อธิบายกติกาการเล่นโดยให้ผู้เล่นเลือกข้อความ เกี่ยวกับเรื่องอาหาร ทั้ง 16 ข้อความ ใต้ลงในช่องบิงโก ตามความชอบใจ
3. จะให้แต่ละกลุ่มเรียงตามลำดับกลุ่ม จับฉลากคำถามแล้วตอบคำถาม ถ้าตอบได้ ได้คะแนน ถ้าตอบผิดให้กลุ่มถัดไป คำตอบเป็นข้อความในช่องบิงโก ให้กากบาทในช่องข้อความนั้น
4. กลุ่มใดกากบาทเรียงครบแนวนอน หรือ แนวตั้ง หรือ แนวทแยงมุมก่อน จะเป็นผู้ชนะ บิงโก

อุปกรณ์

1. ตารางบิงโก
2. ฉลากหมายเลข 1-16
3. แผ่นข้อความทั้ง 16 ข้อความ

กลุ่มที่....

เกมบิงโก เรื่อง เซลล์

มาเล่นเกมกันเถอะ...



กลุ่มที่....

(แผ่นข้อความทั้ง 16 ข้อความ)

เกมบิงโก เรื่อง เซลล์

ผนังเซลล์	เซลล์	กระบวนการ การสังเคราะห์ ด้วยแสง	เยื่อหุ้มเซลล์
รูปร่างเป็นเหลี่ยม	เซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียส	เซลล์ยูแคริโอต	รูปร่างกลม หรือรี
คลอโรพลาสต์	เซลล์พืช	นิวเคลียส	แบคทีเรีย
แวคิวโอลขนาดเล็ก	เซลล์โปรแคริโอต	แวคิวโอลขนาดใหญ่	ไลโซโซม

เฉลยคำถาม-เกมบิงโกเรื่อง เซลล์

(เนื้อหาเซลล์จากการสำรวจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนปีที่ผ่านมา)

1. องค์ประกอบที่ควบคุมการทำงานของเซลล์ (นิวเคลียส)
2. มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส (เซลล์ยูแคริโอต)
3. เซลล์เม็ดเลือดแดงระยะที่เจริญเต็มที่ (เซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียส)
4. ตัวอย่างของเซลล์โพรแคริโอต (แบคทีเรีย)
5. ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส (เซลล์โพรแคริโอต)
6. ตัวอย่างของเซลล์ยูแคริโอต (เซลล์พืช)
7. สารสีเขียวอยู่ในคลอโรพลาสต์ (คลอโรฟิลล์)
8. กระบวนการการสร้างอาหารของพืชที่เกิดในคลอโรพลาสต์ (กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง)
9. หน่วยพื้นฐานที่มีชีวิตที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต มีหลายขนาด (เซลล์)
10. องค์ประกอบที่มีทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ (เยื่อหุ้มเซลล์)
11. ขนาดของแวกิวโอลในเซลล์พืชเมื่อมีอายุมากขึ้น (แวกิวโอลขนาดใหญ่)
12. รูปร่างของเซลล์พืช (รูปร่างเป็นเหลี่ยม)
13. ออร์แกเนลล์ที่มีเฉพาะเซลล์สัตว์ (ไลโซโซม)
14. ขนาดของแวกิวโอลในเซลล์สัตว์ (แวกิวโอลขนาดเล็ก)
15. องค์ประกอบที่ทำให้เซลล์พืชมีความแข็งแรง (ผนังเซลล์)
16. รูปร่างของเซลล์สัตว์ (รูปร่างกลม หรือรี)

ใบงานที่ 2.1
เรื่อง เซลล์พืชและเซลล์สัตว์

คำสั่ง: 1. ให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้เรื่องเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

เซลล์พืช ↓ ส่วนประกอบ	เซลล์สัตว์ ↓ ส่วนประกอบ

1. ให้นักเรียนวาดรูปแสดงส่วนประกอบที่แตกต่างกันของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

เซลล์พืช	เซลล์สัตว์

2. อธิบายหน้าที่และความสำคัญของคลอโรพลาสต์ ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

.....

.....

.....

3. เขียนสมการ การสังเคราะห์ด้วยแสง

.....

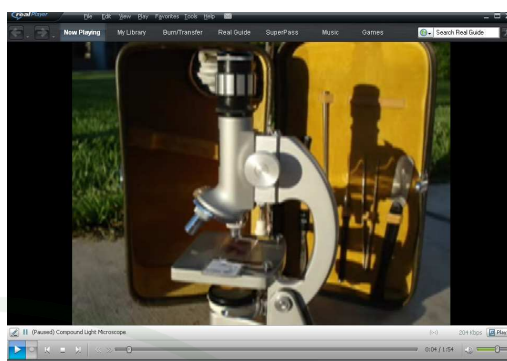
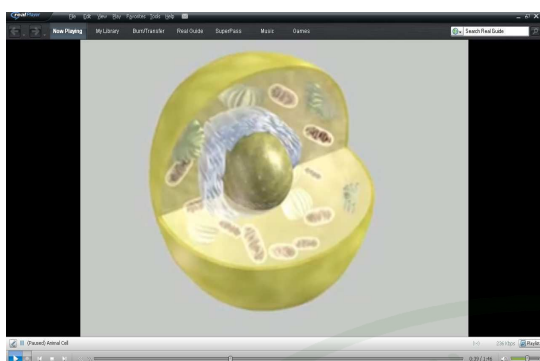
4. สรุปความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

.....

.....

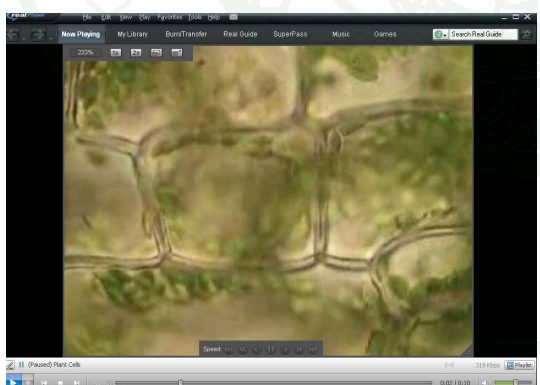
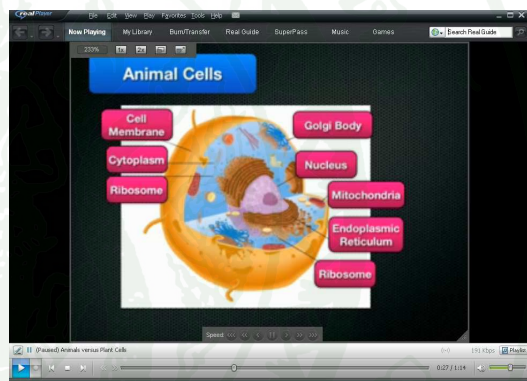
.....

.....



ภาพผนวกที่ 1 ตัวอย่างสื่อภาพเคลื่อนไหวประกอบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เซลล์และ โครงสร้างของเซลล์

ที่มา: www.youtube.com

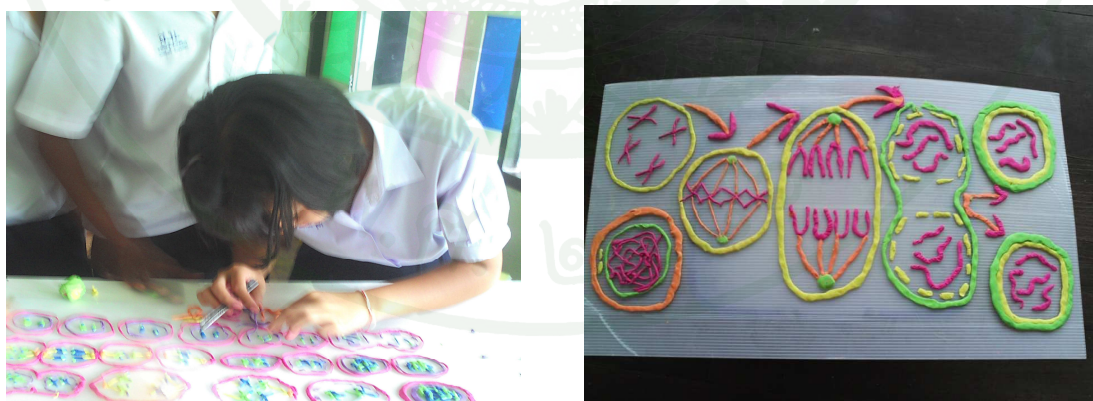


ภาพผนวกที่ 2 ตัวอย่างสื่อภาพเคลื่อนไหวประกอบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

ที่มา: www.youtube.com



ภาพผนวกที่ 3 ตัวอย่างการนำเสนอสื่อภาพเคลื่อนไหวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากโปรแกรม Captivate ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส



ภาพผนวกที่ 4 ตัวอย่างกิจกรรมการสร้างโมเดลการแบ่งเซลล์ของนักเรียนประกอบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส



แบบวัดแนวคิด เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบวัดแนวคิดชุดนี้ เป็นแบบเขียนตอบ จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วย แนวคิดหลัก 6 แนวคิด ดังนี้

- | | | |
|--|---------|-----|
| 1) เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ | จำนวน 5 | ข้อ |
| 2) ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ | จำนวน 2 | ข้อ |
| 3) การแบ่งเซลล์ | จำนวน 3 | ข้อ |
| 4) การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส | จำนวน 4 | ข้อ |
| 5) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส | จำนวน 4 | ข้อ |
| 6) ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส | จำนวน 2 | ข้อ |

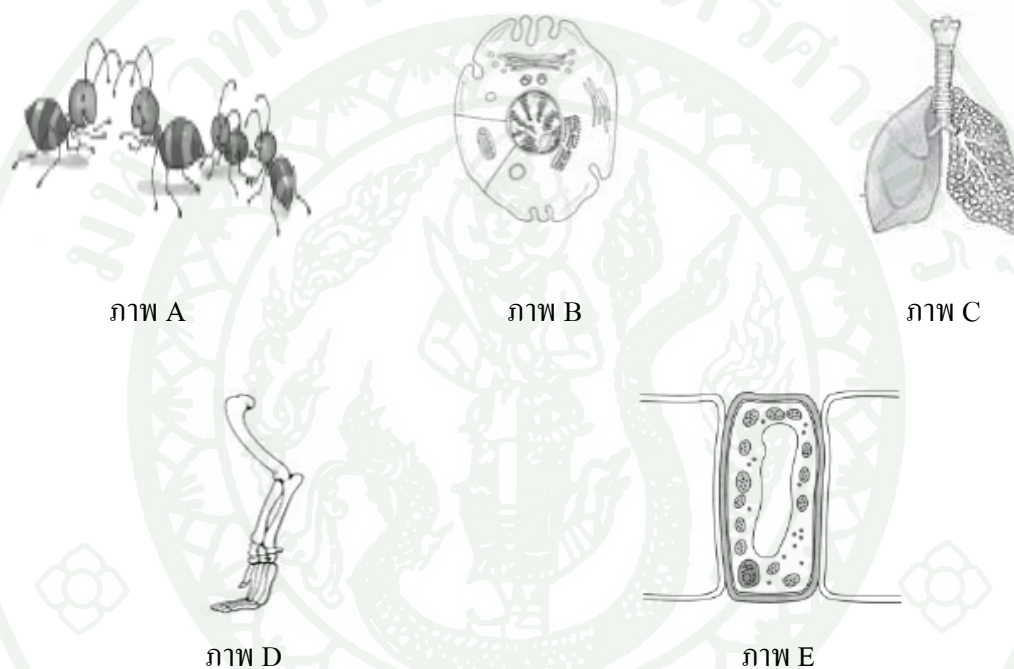
2. คำตอบของนักเรียนไม่มีผลต่อคะแนนในชั้นเรียน แต่จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. แบบวัดแนวคิดนี้ใช้เวลาในการตอบ 2 ชั่วโมง

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น ม.4 /.....

แบบวัดแนวคิด
เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์

แนวคิด เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

1. ให้นักเรียนระบุว่าภาพใดคือภาพระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต และภาพใดไม่ใช่ภาพระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต พร้อมเขียนอธิบายเหตุผล



ภาพเซลล์คือ.....

ภาพที่ไม่ใช่เซลล์คือ.....

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

2. ในความคิดของนักเรียน เซลล์ มีลักษณะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. สิ่งมีชีวิตทุกชนิด ต้องมีเซลล์หรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

4. เซลล์โปรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอตต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5. ถ้ามีเพื่อนบอกนักเรียนว่า นิวเคลียส ไม่ใช่ออร์แกเนลล์ที่สำคัญของเซลล์ เพราะในบางระยะของเซลล์ บางชนิดไม่มีนิวเคลียส แต่เซลล์นั้นก็ยังสามารถทำงานปกติได้ นักเรียนจะเชื่อหรือไม่ เพราะเหตุผลใด

.....

.....

.....

.....

.....

แนวคิด เรื่อง ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

6. จงตอบคำถามต่อไปนี้

- 6.1 ให้นักเรียนวาดภาพเซลล์สัตว์และเซลล์พืชตามความเข้าใจของตนเอง พร้อมทั้งระบุส่วนประกอบที่เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีไม่เหมือนกัน พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบภาพที่วาดว่าทำไมจึงคิดเช่นนั้น



ก. เซลล์สัตว์



ข. เซลล์พืช

เหตุผล.....

2.1 จงเติมความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ลงในตารางให้สมบูรณ์

ลักษณะที่เหมือนกันของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	ลักษณะที่ต่างกันของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

7. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ต้องมีการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหารให้กับเซลล์ตนเองใช่หรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

แนวคิด เรื่อง การแบ่งเซลล์

8. การแบ่งเซลล์ในสิ่งมีชีวิตมีกี่ประเภท และแต่ละประเภทมีลักษณะสำคัญอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

9. เมื่อนักเรียนตัดกิ่งไม้ แล้วพบว่ากิ่งไม้มีการงอกใหม่ในเวลาต่อมา การงอกใหม่ของกิ่งไม้เกิดจากการแบ่งเซลล์หรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

10. เซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียสจะสามารถเกิดการแบ่งเซลล์ได้หรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

แนวคิด เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

11. สิ่งมีชีวิตทุกชนิด ต้องมีกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส(การแบ่งเซลล์ร่างกาย)ใช่หรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

12. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ มีการเปลี่ยนแปลงเหมือนกันหรือไม่ จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

13. การทดลองเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส สามารถใช้เซลล์เปลือกไม้แทนเซลล์รากของหอมแดงได้หรือไม่ จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

14. กำหนดให้เซลล์ผิวหนังมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 8 โครโมโซม เกิดกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จำนวนโครโมโซมของเซลล์ผิวหนังที่เกิดขึ้นใหม่ จะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ จงอธิบาย

.....

.....

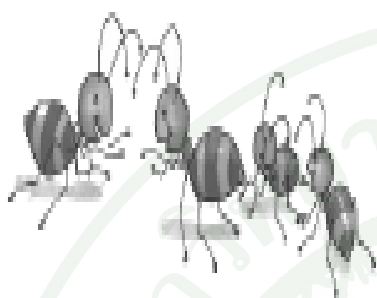
.....

.....

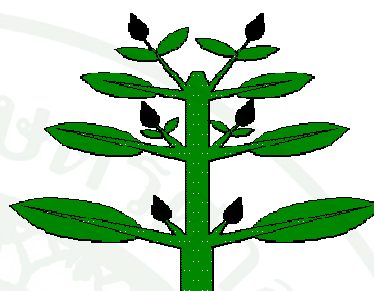
.....

แนวคิด เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

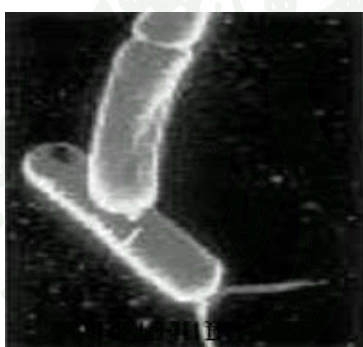
15. จากภาพที่กำหนดให้ จงระบุว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตชนิดใดบ้าง
จงอธิบาย



มด



ต้นไม้



แบคทีเรีย

ภาพสิ่งมีชีวิตที่เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส คือ.....

ภาพสิ่งมีชีวิตที่ไม่เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส คือ.....

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

16. เซลล์ต้นกำเนิดอสุจิที่มีจำนวนโครโมโซมเริ่มต้น 4 โครโมโซม เมื่อเกิดกระบวนการแบ่งเซลล์ เพื่อสร้างอสุจิ(แบบไมโอซิส) เซลล์อสุจิที่ได้จะมีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิมหรือไม่ จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

17. กระบวนการครอสซิงโอเวอร์ ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีความสำคัญอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

18. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะเกิดขึ้นเฉพาะในเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ ไม่เกิดกับเซลล์สืบพันธุ์ของพืชหรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

แนวคิด เรื่อง ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์ แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

19. เซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและเซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีจำนวนโครโมโซมเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

20. เซลล์ไข่และเซลล์อสุจิที่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว จะเกิดกระบวนการแบ่งเซลล์แบบใดต่อไป
จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....



เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบตามการจัดกลุ่มแนวคิด

ตารางผนวกที่ 1 เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดแนวคิด

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
แนวคิด เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์		
1. ให้นักเรียนระบุว่าภาพใดคือภาพเซลล์ และภาพใดไม่ใช่ภาพเซลล์ และเขียนอธิบายเหตุผล	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ระบุคำตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์	- ระบุได้ว่าภาพใดคือภาพระดับเซลล์ และให้เหตุผลเกี่ยวกับโครงสร้างของเซลล์และองค์ประกอบภายในเซลล์
<u>แนวคำตอบ</u> ภาพ B และ E คือภาพเซลล์ เพราะแสดงโครงสร้างของเซลล์และองค์ประกอบภายในเซลล์ โดยภาพ B เป็นภาพเซลล์สัตว์ แสดงเซลล์ 1 เซลล์ ภาพ E เป็นภาพเซลล์พืชแสดงเซลล์ที่มีมากกว่า 1 เซลล์ ภาพ A เป็นภาพที่แสดงสิ่งมีชีวิต ภาพ C และ D เป็นภาพที่แสดงอวัยวะ	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ระบุคำตอบได้ถูกต้อง แต่ให้เหตุผลที่ถูกต้องไม่ครบถ้วน <u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ระบุคำตอบได้ถูกต้อง แต่ให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน <u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน <u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- ระบุได้ว่าภาพใดคือภาพระดับเซลล์ แต่ให้เหตุผลถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อนบางส่วน - ระบุไม่ได้ว่าภาพใดคือภาพระดับเซลล์ และให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน - ไม่ระบุคำตอบว่าภาพใดคือภาพเซลล์ หรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่า 'ไม่รู้' ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
2. ในความคิดของนักเรียนเซลล์มีลักษณะเป็นอย่างไร	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u>	- เขียนคำตอบแสดงความหมายและลักษณะของเซลล์ ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง
<u>แนวคำตอบ</u> เซลล์ คือ หน่วยพื้นฐานที่มีชีวิตที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด	- ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงความหมายและลักษณะของเซลล์ ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
ที่ภายในมีองค์ประกอบ	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u>	- เขียนคำตอบแสดงความหมายและลักษณะของเซลล์ ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
3 ส่วนหลัก คือ 1. นิวเคลียส	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน</u>	- เขียนคำตอบแสดงความหมายและลักษณะของเซลล์ ตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน
2. ไซโทพลาซึม และ 3. ส่วนห่อหุ้มเซลล์	<u>และคลาคลเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u>	คลาคลเคลื่อนบางส่วน
	<u>แนวคิดคลาคลเคลื่อน (SM)</u>	- เขียนคำตอบแสดงความหมายและลักษณะของเซลล์
	- ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาคลเคลื่อนบางส่วน	คลาคลเคลื่อนจากแนวคำตอบ
	<u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u>	- ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวน
	- ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวน	คำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ
	คำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
3. สิ่งมีชีวิตทุกชนิด ต้องมีเซลล์หรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบ <u>แนวคำตอบ</u> ใช่ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องมี เซลล์ เพราะเซลล์มีองค์ประกอบที่สำคัญ ที่ทำหน้าที่ต่างๆ กันไปเพื่อให้สิ่งมีชีวิต ดำรงอยู่ได้	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผล ที่ถูกต้องครบสมบูรณ์ <u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ <u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้อง บางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน <u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ คลาดเคลื่อน <u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวน คำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือ เขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- เขียนคำตอบแสดงความสำคัญที่ สิ่งมีชีวิตต้องมีเซลล์เป็น องค์ประกอบพื้นฐานตามแนว คำตอบได้ถูกต้อง - เขียนคำตอบแสดงความสำคัญที่ สิ่งมีชีวิตต้องมีเซลล์ เป็น องค์ประกอบพื้นฐานตามแนว คำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ - เขียนคำตอบแสดงความสำคัญที่ สิ่งมีชีวิตต้องมีเซลล์เป็น องค์ประกอบพื้นฐานตามแนว คำตอบได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน - เขียนคำตอบแสดงความสำคัญที่ สิ่งมีชีวิตต้องมีเซลล์เป็น องค์ประกอบพื้นฐานคลาดเคลื่อน จากแนวคำตอบ - ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวน คำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียน คำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
4. เซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอตต่างกันอย่างไร	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงความแตกต่างระหว่างเซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอต ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง
<u>แนวคำตอบ</u> เซลล์โพรแคริโอตไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ทำให้ไม่เห็นขอบเขตของนิวเคลียส จึงเป็นเซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียส (ทำให้สารพันธุกรรมกระจายอยู่บริเวณที่เรียกว่า นิวคลีอยด์ในไซโทพลาซึม)	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงความแตกต่างระหว่างเซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอตตามแนวคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
เซลล์ยูแคริโอต มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ทำให้เห็นนิวเคลียสชัดเจน จึงเป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียส	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน	- เขียนคำตอบแสดงความแตกต่างระหว่างเซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอตตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน
	<u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน	- เขียนคำตอบแสดงความแตกต่างระหว่างเซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอตคลาดเคลื่อนจาก แนวคำตอบ
	<u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
5. ถ้ามีเพื่อนบอกนักเรียนว่า นิวเคลียสไม่ใช่โครงสร้างที่สำคัญของเซลล์ เพราะในบางระยะของเซลล์บางชนิดไม่มี นิวเคลียส แต่เซลล์นั้นก็ยังสามารถทำงานปกติได้ นักเรียนจะเชื่อหรือไม่ เพราะเหตุผลใด	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดง ความสำคัญของนิวเคลียสตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง
<u>แนวคำตอบ</u> ไม่เชื่อ เพราะนิวเคลียสเป็นโครงสร้างที่สำคัญของเซลล์ เนื่องจากมีสารพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิตอยู่ในนิวเคลียส (ซึ่งภายในนิวเคลียสยังมีกระบวนการถอดรหัสของสารพันธุกรรมเพื่อสร้างโปรตีนในการควบคุมการทำงานของเซลล์) เซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียส เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดงที่เจริญเต็มที่ พบว่าจะไม่มีการสร้างโปรตีน และทำให้เซลล์มีชีวิตอยู่ได้ไม่นาน	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ <u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน <u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน <u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- เขียนคำตอบแสดง ความสำคัญของนิวเคลียส ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ - เขียนคำตอบแสดง ความสำคัญของนิวเคลียสตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน - เขียนคำตอบแสดง ความสำคัญของนิวเคลียส คลาดเคลื่อนจากแนวคำตอบ - ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบ ที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
แนวคิด เรื่อง ความแตกต่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ 6. จงตอบคำถามต่อไปนี้ 6.1 ให้นักเรียนวาดภาพเซลล์สัตว์และเซลล์พืชตามความเข้าใจของตนเอง โดยระบุส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ พร้อมทั้งให้เหตุผลว่าส่วนประกอบใดที่เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีไม่เหมือนกัน แนวคำตอบ	แนวคิดถูกต้อง (SU) - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์ แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU) - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน	- วาดรูปส่วนประกอบได้ถูกต้องครบถ้วน และ ให้เหตุผลส่วนประกอบที่เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีเหมือนกันได้ และระบุส่วนประกอบที่มีไม่เหมือนกัน ได้ถูกต้องครบถ้วน - วาดภาพระบุส่วนประกอบที่สำคัญได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน ตามแนวคำตอบ และให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ - วาดภาพและระบุองค์ประกอบที่สำคัญได้ถูกต้องบางส่วนและวาดภาพผิดบางส่วน ให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน - วาดภาพและระบุองค์ประกอบที่สำคัญไม่ถูกต้องให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน
ก. เซลล์สัตว์ ข. เซลล์พืช - วาดรูปและระบุส่วนประกอบของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่สำคัญได้ คือ นิวเคลียส ไมโทคอนเดรีย ไรโบโซม เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบเรียบ เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบขรุขระ เยื่อหุ้มเซลล์ โกลจิโซม เซนทริโอล ผนังเซลล์ คลอโรพลาสต์		

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
- เหตุผลส่วนประกอบที่เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ไม่เหมือนกัน คือ เซลล์สัตว์มีรูปร่างกลมรี ยึดหยุ่นได้เพราะไม่มีผนังเซลล์ แต่มีไลโซโซม และเซนทริโอล ซึ่งเซลล์พืชไม่มีเซลล์พืช มีรูปร่างเป็นเหลี่ยม เพราะมีผนังเซลล์ที่มีความแข็งแรงห่อหุ้ม และภายในมีคลอโรพลาสต์หรือพลาสติกกลุ่มอื่นๆ ซึ่งทั้งสองลักษณะเซลล์สัตว์ไม่มี	<u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- ไม่วาดภาพ ไม่เขียนเหตุผลหรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ
6.2 จงเติมความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ลงในตารางให้สมบูรณ์ <u>แนวคำตอบ</u> ลักษณะที่เหมือนกันของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ - มีนิวเคลียส - มีไซโทพลาซึม ซึ่งภายในมีออร์แกเนลล์ที่สำคัญ คือ ไมโทคอนเดรีย ไรโบโซม เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบเรียบ เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบขรุขระ กอลจิบอดี - มีเยื่อหุ้มเซลล์	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์ <u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ <u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน	- เขียนคำตอบแสดงความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง - เขียนคำตอบแสดงความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ - เขียนคำตอบแสดงความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
ลักษณะที่ต่างกันของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ - เซลล์พืชมี คลอโรพลาสต์ ผนังเซลล์ และมีแวคิวโอลขนาดใหญ่ เมื่อพืชเจริญเต็มที่ - เซลล์สัตว์มีไลโซโซม เซนทริโอล และมีแวคิวโอลขนาดเล็ก	<u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน <u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวน คำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- เขียนคำตอบแสดงความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์คลาดเคลื่อนจากแนวคำตอบ - ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวน คำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ
7. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ต้องมีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหารให้กับเซลล์ตนเองใช่หรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบ <u>แนวคำตอบ</u> ไม่ใช่ เซลล์พืชเท่านั้น เพราะมีคลอโรพลาสต์ ที่ภายในมีคลอโรฟิลล์เป็นแหล่งสร้างอาหารของเซลล์พืชด้วย กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ส่วนเซลล์สัตว์ไม่มีคลอโรพลาสต์ จึงไม่สามารถเกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์ <u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ <u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน <u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน <u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวน คำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- เขียนคำตอบระบุว่าเซลล์พืชเท่านั้นที่มีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหารให้กับเซลล์ตนเอง ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง - เขียนคำตอบระบุว่าเซลล์พืชเท่านั้นที่มีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ - เขียนคำตอบระบุว่าเซลล์พืชเท่านั้นที่มีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน - เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจากแนวคำตอบ - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
แนวคิด เรื่อง การแบ่งเซลล์	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u>	- เขียนคำตอบแสดงว่าการแบ่งเซลล์มีสองแบบและแต่ละแบบมีลักษณะอย่างไรตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง
8. การแบ่งเซลล์ในสิ่งมีชีวิตมีกี่แบบ และแต่ละแบบมีลักษณะสำคัญอย่างไร	- ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าการแบ่งเซลล์มีสองแบบและแต่ละแบบมีลักษณะอย่างไรตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง
<u>แนวคำตอบ</u>		
2 แบบ คือการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์ที่ได้จำนวนโครโมโซมเท่าเดิม และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์ที่ทำให้จำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าการแบ่งเซลล์มีสองแบบและแต่ละแบบมีลักษณะอย่างไรตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน	- เขียนคำตอบแสดงว่าการแบ่งเซลล์มีสองแบบและแต่ละแบบมีลักษณะอย่างไรตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน
	<u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน	- เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจากแนวคำตอบ
	<u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
9. เมื่อนักเรียนตัดกิ่งไม้ แล้วพบว่า กิ่งไม้มีการงอกใหม่ในเวลาต่อมา การงอกใหม่ของกิ่งไม้ เกิดจาก การแบ่งเซลล์หรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบ	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ ถูกต้องครบสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าการงอก ใหม่ของกิ่งไม้เกิดจากการ แบ่งเซลล์ตามแนวคำตอบ ได้ถูกต้อง
<u>แนวคำตอบ</u> ใช่ เป็นการแบ่งเซลล์ของ เซลล์ร่างกาย (somatic cell) เพราะกิ่ง ของต้นไม้นี้เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อเยื่อเจริญ มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าการ งอกใหม่ของกิ่งไม้เกิดจาก การแบ่งเซลล์ตามแนวคำตอบ ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์
	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้อง บางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน	- เขียนคำตอบแสดงว่าการ งอกใหม่ของกิ่งไม้เกิดจาก การแบ่งเซลล์ตามแนวคำตอบ ได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน
	<u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ คลาดเคลื่อน	- เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจาก แนวคำตอบ
	<u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวน คำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียน คำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวน คำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือ เขียนคำตอบ ที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
10. เซลล์ยูแคริโอตที่ไม่มีนิวเคลียสจะสามารถเกิดการแบ่งเซลล์ได้หรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบ	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าเซลล์ยูแคริโอตที่ไม่มีนิวเคลียส จะไม่สามารถเกิดการแบ่งเซลล์ได้ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง
<u>แนวคำตอบ</u> ไม่ได้ เพราะเซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียสจะไม่สามารถสร้างโปรตีนที่ใช้ในการจำลองสารพันธุกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในระยะอินเทอร์เฟส	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าเซลล์ยูแคริโอตที่ไม่มีนิวเคลียส จะไม่สามารถเกิดการแบ่งเซลล์ได้ ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน	- เขียนคำตอบแสดงว่าเซลล์ยูแคริโอตที่ไม่มีนิวเคลียส จะไม่สามารถเกิดการแบ่งเซลล์ได้ตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน
	<u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน	- เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจากแนวคำตอบ
	<u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบ ที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
แนวคิด เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	แนวคิดถูกต้อง (SU)	- เขียนคำตอบแสดงว่าสิ่งมีชีวิต
11. สิ่งมีชีวิตทุกชนิด ต้องมีกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสหรือไม่	- ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์	ทุกชนิด ต้องมีกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
จงให้เหตุผลประกอบ		ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง
แนวคำตอบ	แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)	- เขียนคำตอบแสดงว่าสิ่งมีชีวิต
ใช่ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เพื่อเพิ่มขนาดและเติบโต โดยเซลล์ใหม่ที่ได้จะมีโครโมโซมเท่ากับเซลล์ตั้งต้น นอกจากนี้การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ยังใช้ในการซ่อมแซมส่วนที่ได้รับความเสียหาย	- ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	ทุกชนิด ต้องมีกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
	แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)	- เขียนคำตอบแสดงว่าสิ่งมีชีวิต
	- ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน	ทุกชนิด ต้องมีกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน
	แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)	- เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจากแนวคำตอบ
	- ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน	
	ไม่มีแนวคิด (NU)	- ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวน
	- ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวน	คำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบ ที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
12. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ มีขั้นตอนเหมือนกันหรือไม่จงอธิบาย	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ มีขั้นตอนไม่เหมือนกัน ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง
<u>แนวคำตอบ</u> ไม่เหมือนกัน การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์มีลักษณะและขั้นตอนการแบ่งนิวเคลียสเหมือนกัน แต่ขั้นตอนการแบ่งไซโทพลาซึมแตกต่างกันโดย เซลล์พืชมีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์ (cell plate) เกิดขึ้นตรงกลางระหว่างโครโมโซมสองกลุ่ม เพื่อแบ่งเป็น 2 เซลล์ ซึ่งต่อมาจะกลายเป็นส่วนของผนังเซลล์ ส่วนเซลล์สัตว์ไซโทพลาซึมของเซลล์สัตว์จะคอดตรงกลาง เกิดกระบวนการแบ่งไซโทพลาซึมออกเป็น 2 เซลล์	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ มีขั้นตอนไม่เหมือนกัน ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน	- เขียนคำตอบแสดงว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่เกิดในพืชและสัตว์ มีขั้นตอนไม่เหมือนกัน ตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน
	<u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน	- เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจากแนวคำตอบ
	<u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
13. การทดลองเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส สามารถใช้เซลล์เปลือกไม้แทนเซลล์รากของหอมแดง ได้หรือไม่ จงอธิบาย	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าไม่สามารถใช้เซลล์เปลือกไม้แทนเซลล์รากของหอมแดงตามแนวคำตอบ ได้ถูกต้อง
<u>แนวคำตอบ</u> ไม่ได้ เพราะเซลล์เปลือกไม้เป็นเซลล์เนื้อเยื่อถาวรที่ไม่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสแล้ว ส่วนเซลล์ปลายรากของหอมแดงเป็นเซลล์ที่มี	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าไม่สามารถใช้เซลล์เปลือกไม้แทนเซลล์รากของหอมแดงตามแนวคำตอบ ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
การเจริญเติบโตอยู่ตลอดเวลา จึงเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน	- เขียนคำตอบแสดงว่าไม่สามารถใช้เซลล์เปลือกไม้แทนเซลล์รากของหอมแดงตามแนวคำตอบ ได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน
	<u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน	- เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจากแนวคำตอบ
	<u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบ ที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
14. กำหนดให้เซลล์ผิวหนังมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 8 โครโมโซม เกิดกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จำนวนโครโมโซมของเซลล์ผิวหนังที่เกิดขึ้นใหม่ จะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ จงอธิบาย	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าเซลล์ผิวหนังมีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิมตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง
<u>แนวคำตอบ</u> ไม่เปลี่ยนแปลง เพราะเป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จะได้จำนวนโครโมโซมเท่าเดิม คือ 8 โครโมโซม จากจำนวนชุดโครโมโซมเริ่มต้น 2n เมื่อแบ่งเสร็จสิ้นจะได้ 2n เท่าเดิม	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าเซลล์ผิวหนังมีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิมตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน	- เขียนคำตอบแสดงว่าเซลล์ผิวหนังมีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิมตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน
	<u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน	- เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจากแนวคำตอบ
	<u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- ไม่เขียนคำตอบหรือตอบวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบ ที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
แนวคิด เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส 15. จากภาพที่กำหนดให้ จงระบุว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตชนิดใดบ้าง จงอธิบาย	แนวคิดถูกต้อง (SU) - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์ แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU) - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน ไม่มีแนวคิด (NU) - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- เขียนคำตอบระบุว่ามดและต้นไม้มิมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง - เขียนคำตอบระบุว่ามดและต้นไม้มิมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ - เขียนคำตอบระบุว่ามดและต้นไม้มิมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน - เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจากแนวคำตอบ - ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบ ที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ
แนวคำตอบ มดและต้นไม้มิมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เพราะเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เพื่อใช้ในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ แบคทีเรีย ไม่เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เพราะเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เนื่องจากมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ	แนวคิดถูกต้อง (SU) - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์ แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU) - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน ไม่มีแนวคิด (NU) - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- เขียนคำตอบระบุว่ามดและต้นไม้มิมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง - เขียนคำตอบระบุว่ามดและต้นไม้มิมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ - เขียนคำตอบระบุว่ามดและต้นไม้มิมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน - เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจากแนวคำตอบ - ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบ ที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
16. เซลล์ต้นกำเนิดสุจิที่มีจำนวนโครโมโซมเริ่มต้น 4 โครโมโซม เมื่อเกิดกระบวนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างอสุจิ (แบบไมโอซิส) เซลล์อสุจิที่ได้จะมีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิมหรือไม่ จงอธิบาย	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าเซลล์ต้นกำเนิดสุจิมีจำนวนโครโมโซมลดลงตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง
<u>แนวคำตอบ</u> ไม่เท่าเดิม เพราะเซลล์ต้นกำเนิดสุจิที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จำนวนโครโมโซมจะลดลงครึ่งหนึ่ง จากจำนวนชุดโครโมโซมเริ่มต้น $2n$ เมื่อแบ่งเสร็จสิ้นจะได้ n ดังนั้นเซลล์ที่ได้จะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 2 โครโมโซม	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าเซลล์ต้นกำเนิดสุจิมีจำนวนโครโมโซมลดลงตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน	- เขียนคำตอบแสดงว่าเซลล์ต้นกำเนิดสุจิมีจำนวนโครโมโซมลดลงตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน
	<u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน	- เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจากแนวคำตอบ
	<u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- ไม่เขียนคำตอบหรือตอบวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบ ที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
17. กระบวนการการรอสั่งโอเวอร์ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมีความสำคัญอย่างไร จงอธิบาย	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์	- เขียนคำตอบอธิบายกระบวนการการรอสั่งโอเวอร์ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง
<u>แนวคำตอบ</u> กระบวนการการรอสั่งโอเวอร์เกิดในระยะโปรเฟส I เป็นผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครมาทิดต่างเส้นที่อยู่ชิดกัน ซึ่งจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมระหว่างกันด้วย	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ <u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน <u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน <u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- เขียนคำตอบอธิบายกระบวนการการรอสั่งโอเวอร์ตาม แนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ - เขียนคำตอบอธิบายกระบวนการการรอสั่งโอเวอร์ตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน - เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจากแนวคำตอบ - ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
18. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะเกิดขึ้นเฉพาะในเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ ไม่เกิดกับเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ของพืชใช่หรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบ	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ถูกต้องครบสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะเกิดขึ้นทั้งในเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์และพืชตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง
<u>แนวคำตอบ</u> ไม่ใช่ การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สามารถเกิดขึ้นทั้งในเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ และของพืช ที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะเกิดขึ้นทั้งในเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์และพืชตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน	- เขียนคำตอบแสดงว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะเกิดขึ้นทั้งในเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์และพืชตามแนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน
	<u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่คลาดเคลื่อน	- เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจากแนวคำตอบ
	<u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวนคำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือเขียนคำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
แนวคิด เรื่อง ความแตกต่างระหว่าง การแบ่งเซลล์ แบบไมโทซิสและ การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส 19. เซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์ แบบไมโทซิสและเซลล์ที่เกิดใหม่จาก การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีจำนวน โครโมโซมเหมือน หรือแตกต่างกัน อย่างไร <u>แนวคำตอบ</u> แตกต่างกัน คือเซลล์ที่เกิดใหม่ จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะมี จำนวนโครโมโซมเท่าเดิม จากเริ่มต้น 2n จะได้ 2n ส่วนเซลล์ที่เกิดใหม่ จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จะมีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง จากเซลล์เริ่มต้น 2n จะได้ n	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ ถูกต้องครบสมบูรณ์ <u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ <u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้อง บางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน <u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ คลาดเคลื่อน <u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวน คำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียน คำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- เขียนคำตอบอธิบายเซลล์ที่ เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิสและเซลล์ที่เกิดใหม่ จากการแบ่งเซลล์ แบบ ไมโอซิส ที่มีความแตกต่างกัน ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง - เขียนคำตอบอธิบายเซลล์ที่ เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิสและเซลล์ที่เกิดใหม่ จากการแบ่งเซลล์แบบ ไมโอซิส ที่มีความแตกต่างกัน ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ - เขียนคำตอบอธิบายเซลล์ที่ เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิสและเซลล์ที่เกิดใหม่ จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอ ซิสที่มีความแตกต่างกันตาม แนวคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน - เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจาก แนวคำตอบ - ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวน คำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือ เขียนคำตอบ ที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ประเภทแนวคิด	เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ
20. เซลล์ไข่และเซลล์สุจิที่ได้รับ การปฏิสนธิแล้ว จะเกิดกระบวนการ แบ่งเซลล์แบบใดต่อไป จงอธิบาย <u>แนวคำตอบ</u> เซลล์ไข่และเซลล์สุจิที่ได้รับ การปฏิสนธิแล้ว จะกลายเป็นไซโกต ซึ่งจะมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ต่อไป	<u>แนวคิดถูกต้อง (SU)</u> - ตอบได้ถูกต้อง และให้เหตุผลที่ ถูกต้องครบสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าเซลล์ไข่ และเซลล์สุจิที่ได้รับการ ปฏิสนธิแล้วจะเกิดกระบวนการ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง
	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วน (PU)</u> - ตอบและให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	- เขียนคำตอบแสดงว่าเซลล์ไข่ และเซลล์สุจิที่ได้รับการ ปฏิสนธิแล้ว จะเกิดกระบวนการ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
	<u>แนวคิดถูกต้องแบบบางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ถูกต้อง บางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน	- เขียนคำตอบแสดงว่าเซลล์ไข่ และเซลล์สุจิที่ได้รับการ ปฏิสนธิแล้ว จะเกิดกระบวนการ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ตามแนวคำตอบได้ถูกต้อง บางส่วน คลาดเคลื่อนบางส่วน
	<u>แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)</u> - ตอบและให้เหตุผลที่ คลาดเคลื่อน	- เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนจาก แนวคำตอบ
	<u>ไม่มีแนวคิด (NU)</u> - ไม่เขียนคำตอบ หรือตอบทวน คำถาม ตอบไม่ชัดเจน หรือเขียน คำตอบที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ	- ไม่เขียนคำตอบหรือตอบทวน คำถาม ตอบไม่ชัดเจนหรือ เขียนคำตอบ ที่แสดงว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิด เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์
ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ตารางผนวกที่ 2 ตัวอย่างการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิด เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ ในคำถามแบบวัดแนวคิดข้อที่ 1 (ก่อนเรียน)

ประเภทแนวคิด	จำนวนนักเรียนที่ตอบ (N=43)		คำตอบของนักเรียน
	จำนวนทั้งหมด	จำนวนย่อย	
SU	3 (6.98 %)	3	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D ภาพ B และ ภาพ E เป็นภาพเซลล์ เพราะมีองค์ประกอบที่บ่งบอกว่าเป็นเซลล์ เช่น นิวเคลียส คลอโรพลาสต์ ผนังเซลล์ ภาพ C และ D เป็นอวัยวะของมนุษย์ และภาพ A เป็นภาพของมด หรือสิ่งมีชีวิต (น-18,33,40)
PU	17 (39.53 %)	5	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D ภาพ B และ ภาพ E เป็นภาพเซลล์ ภาพ A, C และ D ไม่ใช่ภาพเซลล์ (น-20,23,29,31,32)
		4	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D ภาพ B และ ภาพ E เป็นภาพเซลล์ ภาพ C และ D เป็นอวัยวะของมนุษย์ และภาพ A เป็นภาพของ มด หรือสิ่งมีชีวิต (น-3,6,13,19)
		1	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D ภาพ C และ D เป็นอวัยวะของมนุษย์ และภาพ A เป็นภาพของมด หรือสิ่งมีชีวิต (น-16)

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ประเภทแนวคิด	จำนวนนักเรียนที่ตอบ (N=43)		คำตอบของนักเรียน
	จำนวนทั้งหมด	จำนวนย่อย	
	1		- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A ภาพ E เป็นภาพเซลล์พืช มีลักษณะเป็นเหลี่ยม ภายในมีนิวเคลียส และไซโทพลาซึม (น-1)
	1		- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A เพราะเซลล์ ประกอบด้วย นิวเคลียส และเยื่อหุ้มเซลล์ (น-11)
	1		- ภาพเซลล์ คือ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D เพราะ ภาพที่ไม่ใช่เซลล์เป็นอวัยวะของมนุษย์ และเป็นภาพของมด หรือสิ่งมีชีวิต (น-9)
	1		- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D ภาพ เซลล์จะเห็นมีนิวเคลียสอยู่ภายใน (น-37)
	1		- ภาพเซลล์ คือ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A ภาพ E เป็นมีนิวเคลียส และผนังเซลล์ ภาพ A มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (น-39)

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ประเภทแนวคิด	จำนวนนักเรียนที่ตอบ (N=43)		คำตอบของนักเรียน
	จำนวนทั้งหมด	จำนวนย่อย	
PU/SM	6 (13.95 %)	1	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D ภาพ B และ ภาพ E มีเยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส และไซโทพลาซึม (น-42)
		1	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D (น-26)
		2	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D ภาพ B และ E เป็นรูปเซลล์ ส่วนภาพ A C และ D เป็นภาพสิ่งมีชีวิต (น-14,38)
		2	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D เพราะเซลล์คือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กๆ ที่ประกอบด้วยนิวเคลียส ไซโทพลาซึมและเยื่อหุ้มเซลล์ (น-5,7)
		1	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A และ D ภาพ B และ E เป็นภาพของเซลล์เพราะเซลล์คือสิ่งมีชีวิตเล็กๆ (น-2)

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ประเภทแนวคิด	จำนวนนักเรียนที่ตอบ (N=43)		คำตอบของนักเรียน
	จำนวนทั้งหมด	จำนวนย่อย	
		1	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D ภาพ B และ ภาพ E มีการแบ่งเซลล์เป็นชั้นๆ ภาพ C และ D เป็นอวัยวะของมนุษย์ และภาพ A เป็นภาพของ มด หรือสิ่งมีชีวิต (น-15)
SM	17 (39.53 %)	11	- ระบุภาพไม่ถูกต้อง (น-8,10,12,21,22,25,27,28,30,35,34)
		4	- ระบุภาพไม่ถูกต้อง ภาพเซลล์ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (น-17,24,36,41)
		1	- ระบุภาพไม่ถูกต้อง ภาพเซลล์ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และมีการสืบพันธุ์และมีชีวิต แต่ภาพที่ไม่ใช่ คือภาพที่เป็น สิ่งมีชีวิต มองด้วยตาเปล่าได้และไม่มีการสืบพันธุ์ (น-44)
		1	- ระบุภาพไม่ถูกต้อง ภาพ B เป็นโครงสร้างที่ไม่ใช่เซลล์ (น-43)
NU	-	-	-

ตารางผนวกที่ 3 ตัวอย่างการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิด เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ ในคำถามแบบวัดแนวคิดข้อที่ 1 (หลังเรียน)

ประเภทแนวคิด	จำนวนนักเรียนที่ตอบ (N=43)		คำตอบของนักเรียน
	จำนวนทั้งหมด	จำนวนย่อย	
SU	30 (69.77%)	25	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D ภาพ B เป็นเซลล์สัตว์ ภาพ E เป็นเซลล์พืช ภาพ B และ E เป็นภาพเซลล์เพราะแบ่งได้ 3 ส่วน คือ ส่วนหัวหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส ภาพ C และ D เป็นอวัยวะของมนุษย์ คือ ปอดและกระดูก และภาพ A เป็นภาพของ มด หรือสิ่งมีชีวิต (น-7,8,9,12,15,16,17,18,19,20,21,22,25,27,28,29,32,33,35,36,38,39,40,41,42)
		5	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D ภาพ B และ E เป็นลักษณะของเซลล์และมองเห็นนิวเคลียส ภาพ B เป็นเซลล์สัตว์ เพราะไม่มีผนังเซลล์ ส่วนภาพ E เป็นเซลล์พืช เพราะมีผนังเซลล์ ภาพ A เป็นภาพสิ่งมีชีวิตที่มีหลายเซลล์ ส่วนภาพ C และ D เป็นอวัยวะส่วนหนึ่งของร่างกาย (น-1,3,6,14,31)
PU	13 (30.23%)	7	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D ภาพ B และ E เป็นภาพเซลล์ เพราะแสดงลักษณะของเซลล์และเห็นนิวเคลียสอยู่ภายใน (น-2,5,11,13,26,37,44)

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ประเภทแนวคิด	จำนวนนักเรียนที่ตอบ (N=43)		คำตอบของนักเรียน
	จำนวนทั้งหมด	จำนวนย่อย	
PU		3	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D ภาพเซลล์เพราะแบ่งได้ 3 ส่วน คือ ส่วนห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส ภาพ A, C และ D ไม่ใช่ภาพเซลล์ เพราะไม่เห็นลักษณะดังกล่าว (น-10,30,34)
		3	- ภาพเซลล์ คือ B และ E ภาพที่ไม่ใช่เซลล์ คือ A, C และ D ภาพ B และ E เป็นภาพของเซลล์สัตว์และเซลล์พืช แต่ภาพอื่นไม่ใช่ (น-23,24,43)
PU/SM	-	-	-
SM	-	-	-
NU	-	-	-

หมายเหตุ: น คือ รหัสเลขที่ของนักเรียนคนที่ตอบ



**แบบวัดเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์
ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้**

คำชี้แจง

1. แบบวัดมีทั้งหมด 2 ตอน ดังนี้
 ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน
 ตอนที่ 2 แบบวัดเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์
 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. แบบวัดนี้เป็นการวัดเจตคติหรือความเห็นด้วยของนักเรียนที่มีต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 20 ข้อ
3. คำตอบของนักเรียนในแบบวัดนี้ ไม่มีถูก ไม่มีผิด เพราะแต่ละคนมีเจตคติต่างกัน สิ่งสำคัญที่สุดคือให้นักเรียนตอบตามความคิดเห็นที่เป็นจริงของนักเรียนมากที่สุด
4. แบบวัดนี้ไม่มีผลกระทบต่อตัวนักเรียน ฉะนั้นให้นักเรียนตอบอย่างสบายใจ ผลจากการตอบแบบวัดครั้งนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนในวิชาชีววิทยาและชีววิทยาสาสตร์ ให้เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป
5. วิธีการตอบแบบวัดนี้ ให้นักเรียนอ่านข้อความในช่องซ้ายมืออย่างละเอียด แล้วทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน ซึ่งมี 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตัวอย่าง การตอบแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ระดับความคิดเห็น การจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
0.) เนื้อหาวิชาชีววิทยาเป็นวิชาที่ไม่น่าสนใจ				✓	
00.) คนที่ชอบเรียนวิชาชีววิทยาเป็นคนที่เรียนเก่งทุกวิชา	✓				

จากข้อ 0.) ตอบในช่องว่าไม่เห็นด้วย แสดงว่า นักเรียนไม่เห็นด้วยว่าวิชาชีววิทยาเป็นวิชาที่ไม่น่าสนใจ

จากข้อ 00.) ตอบในช่องเห็นด้วยอย่างยิ่ง แสดงว่า นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งว่าคนที่ชอบเรียนวิชาชีววิทยาเป็นคนที่เรียนเก่งทุกวิชา

ตอนที่ 1: ข้อมูลพื้นฐาน

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หน้าข้อความที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงเกี่ยวกับ
ตัวนักเรียน

1. ชื่อ – สกุล.....

2. เพศ

☐ ชาย

☐ หญิง

3. เกรดวิชาวิทยาศาสตร์รวม (ตอนจบ ม.3)

☐ น้อยกว่า 1.00

☐ 1.01 – 1.50

☐ 1.51 – 2.00

☐ 2.01- 2.50

☐ 2.51 – 3.00

☐ 3.01- 3.50

☐ 3.51 ขึ้นไป

5. อาชีพผู้ปกครอง

☐ เกษตรกรรม

☐ ค้าขาย

☐ ข้าราชการ

☐ รับจ้าง

☐ อื่น ๆ ระบุ.....

6. นักเรียนชอบหรือไม่ชอบวิชาชีววิทยา เพราะเหตุใด

☐ ชอบ

เพราะ.....

.....

☐ ไม่ชอบ

เพราะ.....

.....

ตอนที่ 2: แบบวัดเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนที่เรียนด้วย
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ระดับความคิดเห็น การจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
1. ฉันสนุกกับการเรียน เรื่อง เซลล์และ การแบ่งเซลล์					
2. ฉันไม่สนใจเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์					
3. ฉันคิดว่าเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ไม่มีประโยชน์ และไม่เชื่อมโยงกับการเรียน ชีววิทยาเรื่องอื่นๆ					
4. ฉันชอบการทดลอง ในเรื่อง เซลล์และ การแบ่งเซลล์					
5. กิจกรรมน่าสนใจและแปลกใหม่					
6. กิจกรรมไม่มีการประยุกต์ความรู้ใหม่ๆ และ เชื่อมโยงกับความรู้ในชีวิตประจำวัน					
7. ฉันพอใจที่มีการวัดและประเมินผลหลากหลาย และมีการรายงานให้นักเรียนทราบ					
8. ฉันไม่ชอบทำกิจกรรมต่างๆ ในการเรียนครั้งนี้ เลย					
9. ฉันเต็มใจมีส่วนร่วมทุกกิจกรรม					
10. ฉันอยากมีเวลาในการเรียนและทำกิจกรรม มากกว่านี้					
11. ฉันชอบการอภิปรายและแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น					
12. ไม่มีการส่งเสริมให้ฉันนำเสนอความรู้ ที่สำรวจและค้นคว้ามา					
13. ฉันไม่มีอิสระที่จะแสดงความคิดเห็น					

ระดับความคิดเห็น การจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
14. ฉันไม่มีส่วนร่วมในการหาความรู้ และสรุป ความรู้					
15. ฉันตื่นเต้นและสนใจภาพเคลื่อนไหวและ ภาพประกอบ เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์					
16. ฉันชอบสื่อภาพและเนื้อหาต่างๆ ที่นำมา ประกอบการสอน					
17. ฉันไม่ชอบสื่อภาพ ในการกระตุ้นความสนใจ					
18. การทำใบงาน ใบกิจกรรม ทำให้ฉัน ได้ทบทวนความรู้					
19. การเล่นเกม การทำโมเดล และการตอบคำถาม ทำให้ฉันมีแนวคิดถูกต้อง					
20. ฉันไม่ชอบทำใบงาน					

*** ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ***



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการวิเคราะห์คำตอบจากอนุทินสะท้อนความรู้สึกรักของนักเรียน

การวิเคราะห์คำตอบจากอนุทินสะท้อนความรู้สึกรักของนักเรียน

ตารางผนวกที่ 4 แสดงค่าร้อยละจากการจัดกลุ่มคำตอบของเจตคติทางบวก (ดี/ชอบ)

เจตคติต่อการ จัดการเรียนรู้	เจตคติทางบวก หรือ ดี/ชอบ (จำนวนคำตอบ เป็นร้อยละ)					ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	
- ด้านกิจกรรม การเรียนรู้	24.74 (24/97)	53.91 (62/115)	39.88 (65/163)	52.42 (65/124)	44.73 (106/237)	43.14
- ด้านการมีส่วน ร่วมกับ กิจกรรม	22.68 (22/97)	9.57 (11/115)	11.66 (19/163)	12.90 (16/124)	14.35 (34/237)	14.23
- ด้านเนื้อหา	0 (0/97)	0.87 (1/115)	1.84 (3/163)	5.65 (7/124)	3.38 (8/237)	2.35
- ด้านสื่อการ เรียนการสอน	40.21 (39/97)	32.17 (37/115)	42.33 (69/163)	28.23 (35/124)	36.71 (87/237)	35.93
รวม						95.65

ตารางผนวกที่ 5 แสดงค่าร้อยละจากการจัดกลุ่มคำตอบของเจตคติระดับปานกลาง (พอใช้)

เจตคติต่อการ จัดการเรียนรู้	เจตคติระดับปานกลาง หรือ พอใช้ (จำนวนคำตอบ เป็นร้อยละ)					ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	
- ด้านกิจกรรม การเรียนรู้	0	0	0	0	0	0
- ด้านการมีส่วน ร่วมกับกิจกรรม	0	0	0	0	0	0
- ด้านเนื้อหา	0	0	0	0	0	0
- ด้านสื่อการ เรียนการสอน	0	1.74 (2/115)	3.68 (6/163)	0.81 (1/124)	0.84 (2/237)	1.41
รวม						1.41

ตารางผนวกที่ 6 แสดงค่าร้อยละจากการจัดกลุ่มคำตอบของเจตคติทางลบ (ไม่ชอบ)

เจตคติต่อการ จัดการเรียนรู้	เจตคติทางลบ หรือ ไม่ชอบ (จำนวนคำตอบ เป็นร้อยละ)					ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	
- ด้านกิจกรรม การเรียนรู้	12.37 (12/97)	0	0	0	0	2.47
- ด้านการมีส่วน ร่วมกับ กิจกรรม	0	0	0	0	0	0
- ด้านเนื้อหา	0	0	0	0	0	0
- ด้านสื่อการ เรียนการสอน	0	1.74 (2/115)	0.61 (1/163)	0	0	0.47
					รวม	2.94

ตารางผนวกที่ 7 ตัวอย่างการวิเคราะห์จำนวนคำตอบจากอนุทินสะท้อนความรู้สึกล
ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และ โครงสร้างของเซลล์

เจตคติ	เหตุผล	จำนวน (คำตอบ)
ดี/ชอบ	- มีการแบ่งกลุ่ม ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม	14
	- มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม	2
	- ได้ทำกิจกรรมหลายๆอย่าง	1
	- มีสื่อภาพเคลื่อนไหว และภาพประกอบ ทำให้เข้าใจง่าย	23
	- เข้าใจเรื่องที่เรียนเป็นอย่างดี	5
	- ได้ความรู้เพิ่มมากขึ้น	2
	- รู้สึกสนุกกับการเรียน	6
	- ได้นำเสนองาน ทำให้กล้าแสดงออก	5
	- มีการประยุกต์ใช้ความรู้	1
	- ได้ทำการทดลอง	9
	- ได้ทำความเข้าใจด้วยตนเองก่อนศึกษาจากหนังสือเรียน	1
	- มีแบบฝึกหัด ทำให้ได้ทบทวน	1
	- ได้ใช้อินเทอร์เน็ต เป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูล	12
ไม่ชอบ	- การสอนด้วยโปรแกรม power point	3
	(รวม 85)	
ปานกลาง/ เฉย ๆ/พอใช้	- มีเวลาในการทำกิจกรรมน้อย	12
	-	-

ตารางผนวกที่ 8 ตัวอย่างการวิเคราะห์จำนวนคำตอบจากอนุทินสะท้อนความรู้สึก
ในแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ แบบแยกประเด็น

เจตคติ	ประเด็น	เหตุผล	จำนวน (คน)
ดี/ชอบ	กิจกรรมการเรียนรู้	- ได้ทำกิจกรรมหลายๆอย่าง	1
		- ได้ทำการทดลอง	9
		- ได้ทำความเข้าใจด้วยตนเองก่อนศึกษาจากหนังสือเรียน	1
		- เข้าใจเรื่องที่เรียนเป็นอย่างดี	5
	- ได้ความรู้เพิ่มมากขึ้น	2	
		- รู้สึกสนุกกับการเรียน	6
	การมีส่วนร่วม กับกิจกรรม	- มีการแบ่งกลุ่ม ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม	14
		- มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม	2
		- ได้นำเสนองาน ทำให้กล้าแสดงออก	5
		- มีการประยุกต์ใช้ความรู้	1
	- เนื้อหา	-	-
สื่อการเรียนการสอน	- มีสื่อภาพเคลื่อนไหว และภาพประกอบ ทำให้เข้าใจง่าย	23	
	- มีแบบฝึกหัด ทำให้ได้ทบทวน	1	
	- ได้ใช้อินเทอร์เน็ต เป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูล	12	
	- การสอนด้วยโปรแกรม power point	3	
ไม่ชอบ	กิจกรรมการเรียนรู้	- มีเวลาในการทำกิจกรรมน้อย	12
	-	-	-
ปานกลาง/ เฉย ๆ/พอใช้			



NO.

DATE



งานศิลปะ



ใบสื่อ

ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

สวัสดีค่ะอาจารย์ ผู้สอนฯ นพฐิติ หนูคิดว่าวิชา ชีววิทยา เป็นวิชาที่สนุก เพราะเราได้รู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ และมนุษย์ การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส คือ การแบ่งเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงโครโมโซม โครโมโซมคู่หนึ่ง ทำให้นับเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มี 2 ขั้นตอน คือ 1. เมiosis 2. Meiosis II

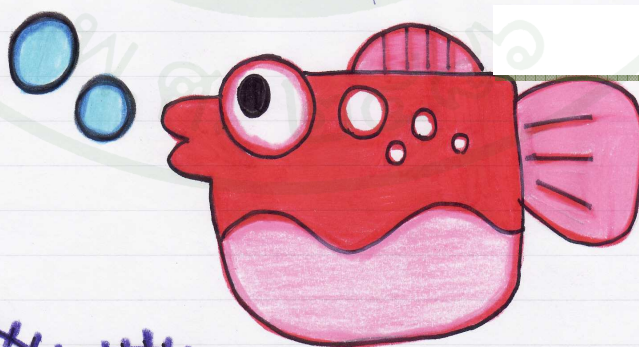
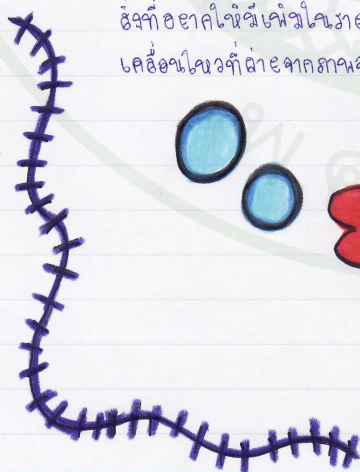
ซึ่งการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสนี้ คือ การแบ่งเซลล์ของเซลล์ที่มีโครโมโซมคู่หนึ่ง เป็น 2 เซลล์ที่มีโครโมโซมครึ่งหนึ่ง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสนี้ เป็นการแบ่งเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงโครโมโซม โครโมโซมคู่หนึ่ง ทำให้นับเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มี 2 ขั้นตอน คือ 1. เมiosis 2. Meiosis II

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสนี้ เป็นการแบ่งเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงโครโมโซม โครโมโซมคู่หนึ่ง ทำให้นับเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มี 2 ขั้นตอน คือ 1. เมiosis 2. Meiosis II

ความรู้อีกข้อที่ฉันได้เรียน คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส คือ การแบ่งเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงโครโมโซม โครโมโซมคู่หนึ่ง ทำให้นับเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มี 2 ขั้นตอน คือ 1. เมiosis 2. Meiosis II

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสนี้ เป็นการแบ่งเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงโครโมโซม โครโมโซมคู่หนึ่ง ทำให้นับเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มี 2 ขั้นตอน คือ 1. เมiosis 2. Meiosis II

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสนี้ เป็นการแบ่งเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงโครโมโซม โครโมโซมคู่หนึ่ง ทำให้นับเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มี 2 ขั้นตอน คือ 1. เมiosis 2. Meiosis II





ความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์...

จำแนกไว้ 2 วิธีขึ้นอยู่กับ การแบ่ง เซลล์ แบบ ไมโทซิส และแบบ ไมโอซิส ก็ได้จำแนกตาม
ขนาด และจำนวนของการทำงาน อย่างเข้าใจ ถ้าออกอาการผิดปกติก็ให้รู้ว่าเป็น ความแตกต่าง
ของการแบ่ง เซลล์คือสองอย่างคือ ความแตกต่างกันอย่างไร และ เกิดกระบวนการอะไรขึ้นที่ต่างกัน

การแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิส	การแบ่งเซลล์แบบ ไมโอซิส
1. เป็นการแบ่งเซลล์อย่างง่าย	1. เป็นการแบ่งเซลล์สืบพันธุ์
2. เมื่อมีการแบ่งเซลล์แล้วจะเกิดเซลล์ใหม่ 2 เซลล์ใหม่	2. เมื่อมีการแบ่งเซลล์แล้วจะเกิดเซลล์ใหม่ 4 เซลล์ใหม่
3. เซลล์ใหม่ที่ได้ 2 เซลล์มีขนาดเท่าเดิม	3. เซลล์ใหม่ที่ได้ 4 เซลล์ใหม่มีขนาดเล็กกว่า
4. ไมโทซิสได้อีกสองรอบ	4. เกิดกระบวนการสองครั้งคือไมโอซิส

เป็นต้น

การจัดระเบียบการสอน แบบนี้ทำให้จำแนกไว้สี่ส่วนเท่านั้นที่ได้เห็นคือการเรียน
ที่ทันสมัย และทำให้เข้าใจมากขึ้น เมื่อเทียบกับการเรียนแบบอื่นอย่างใดอย่างหนึ่ง จำแนกตาม
วิธีการเรียนทำให้เห็นถึงความแตกต่าง และฝึกทำเอง เพื่อให้มีความเข้าใจ มากกว่าให้คนอื่น
สอนให้รู้ จำแนกไว้สองครั้งเปรียบเทียบว่าจำนวนของการแบ่งเซลล์ทั้งสองแบบแตกต่างกันอย่างไร
และได้ลองฝึกทำฝึกคิด และฝึกกระบวนการทำให้มันอินน้ำอิน เป็นรูป และจำนวนของเซลล์
ว่ามีความแตกต่างอย่างไรทำให้เข้าใจมากขึ้น

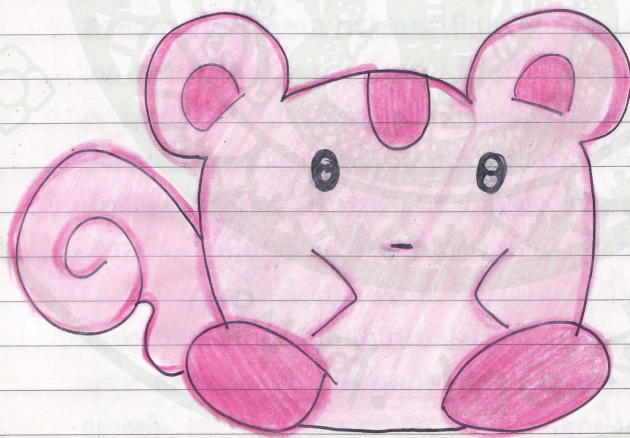
จำแนกไว้สี่ส่วนตามเวลาที่เรียนสั้นยาวมาก ทำให้ยาว คือรู้สี่ส่วนก่อนแล้ว
ว่าเรียนไม่ทัน แต่อาจารย์ก็ทำให้มันรวดเร็วตอนกลาง
ด้วยการทำกิจกรรม และ เกมส์ ทำให้มันอินน้ำอิน
อยากเรียน และสนุกกับการเรียนอีกด้วย



NO.....

DATE .. / .. / ..

หน้าใจแต่จำ ทำไม อ. จึงบอกเราเชลล์คือได้ไม่ผิดถึงสี่ชีวิต ทั้งๆ ที่
 ความหมายของมันเป็นบอกอยู่ว่าเชลล์สี่ชีวิต เพราะถ้าถือเชลล์หนึ่ง มีความ
 ทำงาน แต่ถ้าเป็นเชลล์อย่างเดียวยังไม่ได้ถึงสี่ชีวิต ขอเตือนคน
 เชลล์เชลล์ ก็คือพอให้เรื่อง การแบ่งเชลล์แบบไม่มีชีวิต และไม่มีชีวิต
 ขอเตือนคน อ. ก็ให้หักเรื่อง เอาดินทำมันมานี้เป็นรูปการแบ่งเชลล์ที่หาระยะต่าง
 ดินที่ออกจากดินที่สี่หมื่นหมื่น แรกๆ ที่ไม่กล้าหยิบ พอต่อมา
 หากหากินขึ้นขึ้นก็พอจะไม่รังเกียจ ต่อมาสีการแบ่งดินที่มันได้ออก
 ใจตอนสุดท้ายดินที่หมื่นหมื่นเศษ ใจที่รดดินที่ ๖ ก็ส่งดินที่สี่หมื่น
 เคยได้ของทางดินมา ๖ ชีวิต สัตว์นั้นจากเด็กที่โตแล้ว และจากคนเล็กคน
 ดินที่หมื่นหมื่นเศษ เคยเอามาเพื่อหอยหอยสี่ๆ เดี่ยวดินที่หมื่นเศษเพื่อหอยหมื่น
 จินที่เมื่อไหร่ หากเราคงจะได้ดินมาไว้หมื่นอย่างยาก เป็นทหาร อ. ก่อน
 หากเราแบ่งหน้าใจหักเรื่อง สิ่งละสี่หมื่นเศษ แต่ ๐. ก็ไม่ทำให้หากเราเจียด
 หรือแบ่งหมื่นเศษหมื่นเศษ ยังไม่พอหมื่นเศษหมื่นเศษหมื่นเศษ
 ดินที่หมื่นเศษหมื่นเศษ อ. ดินที่หมื่น เศษ ที่หมื่นเศษหน้าใจ ดินที่สี่หมื่น
 ดินที่หมื่นเศษ คงจะได้หมื่นเศษ อ. ดินที่ ๖ ๑๐๐๐๐๐เศษ





ตารางผนวกที่ 9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์

ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1
2	1	0	1	3	0.67
3	1	1	0	3	0.67
4	1	1	1	3	1
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1
7	1	1	1	3	1
8	1	1	1	3	1
9	1	1	1	3	1
10	1	1	1	3	1
11	1	1	1	3	1
12	1	1	1	3	1
13	1	1	1	3	1
14	1	1	1	3	1
15	1	1	1	3	1
16	1	1	1	3	1
17	1	1	1	3	1
18	1	1	1	3	1
19	1	1	1	3	1
20	1	1	0	3	0.67

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวจิตติมา คมหอม
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 19 เดือน มกราคม พ.ศ. 2522
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ. ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน) จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีบัณฑิตทางการสอน ชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน) จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2547
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	รับราชการครู ปฏิบัติหน้าที่สอนวิชาชีววิทยาและ วิชาวิทยาศาสตร์ (ตำแหน่งครู ค.ศ.1)
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสองพี่น้องวิทยา ต.บางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี 72110