

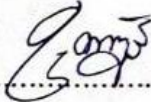
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์และการคิดวิเคราะห์ ในวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น
โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ


ศศิวัฒน์ เตชะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
เมษายน 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ศศิวัดน์ เดชะ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

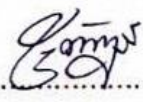
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนวัดน์ ดันติวรานุกษ์)

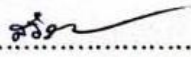

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนวัดน์ ดันติวรานุกษ์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)


..... กรรมการ
(ดร.สลิท ชันโรจน์)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษาของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ ศรีสุข)

วันที่ 14 เดือน ๖๖๒๕๖ พ.ศ. 2561

ทุน โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร. ชนวัฒน์ ตันติวานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร. เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ร่วม ซึ่งกรุณาแนะนำแนวทางในการศึกษาหาความรู้ ให้แนวคิด ให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือ สละเวลาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้กำลังใจมาโดยตลอดระยะเวลาในการทำ วิจัย ผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น ดร.สาธิตี ขจรพิสิฐศักดิ์ อาจารย์อรพิน สุขสวัสดิ์ อาจารย์วันวิสา เห็นประจักษ์ และอาจารย์ศิวพร ศรีจรรย์ ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ความรู้และ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ส่งผลให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครู และนักเรียน โรงเรียนปราชญ์ราษฎร์บำรุง อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล และ หาคุณภาพของเครื่องมือเพื่อการวิจัยขอขอบพระคุณครอบครัว คณาจารย์ รุ่นพี่ และเพื่อนนิสิต ปริญญาโท สาขาวิชาชีววิทยาศึกษาทุกคน ที่มีส่วนช่วยเหลือและให้กำลังใจเป็นอย่างดีตลอดมา

ขอขอบคุณทุน โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ (สกวค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุน ทุนการศึกษางานสำเร็จการศึกษา

คุณค่าของงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องตอบแทนพระคุณบิดา มารดา ครู-อาจารย์ ทุกท่านและผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรม สั่งสอนชี้แนะแนวทางให้เกิดความรู้ ความคิด สนับสนุน ให้ความช่วยเหลือและปรารถนาดีต่อผู้วิจัยมาโดยตลอด

ศศิวัฒน์ เดชะ

56920152: สาขาวิชา: ชีววิทยาศึกษา; วท.ม. (ชีววิทยาศึกษา)

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา/ การคิดวิเคราะห์ / การจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น/ ระดับของการสืบเสาะ

ศศิวัฒน์ เดชะ : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์และการคิดวิเคราะห์ ในวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์
ของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น

โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ (DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC ACHIEVEMENT AND
ANALYTICAL THINKING FOR CELL BIOLOGY OF ORGANISMS FOR GRADE 10
STUDENTS USING 7E LEARNING CYCLE EMPHASIZING ON THE LEVEL OF INQUIRY)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ชนวัฒน์ ตันติวรานุกฤษ, ปร.ด., เชษฐ ศิริสวัสดิ์, กศ.ด. 162
หน้า. ปี พ.ศ. 2561.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิเคราะห์
ในวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น
โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนในแผนการเรียนเน้น
วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง 45 คน และกลุ่มควบคุม
1 ห้อง 45 คน ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนปราชญ์ราษฎร์ อําเภอเมือง
ปราชญ์บุรี จังหวัดปราชญ์บุรี โดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่
แผนการจัดการเรียนรู้การประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับ
ของการสืบเสาะ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต จำนวน 4 แผน แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ผลการวิจัยพบว่า
นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ
มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการ
จัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้นักเรียนที่เรียนด้วยการ
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ยังมีคะแนนผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนหลังเรียนและการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
เช่นเดียวกัน จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้น
ระดับของการสืบเสาะ นั้นช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น
ซึ่งจะส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพกับนักเรียนต่อไป

56920152 : MAJOR: BIOLOGY EDUCATION; M.Sc. (BIOLOGY EDUCATION)

KEYWORDS : BIOLOGY ACHIEVEMENT/ ANALYTICAL/ TEACHING BIOLOGY BY
USING 7E LEARNING CYCLE/ EMPHASIZING THE LEVEL OF
INQUIRY

SASIWAT DECHA : DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC ACHIEVEMENT AND
ANALYTICAL THINKING FOR CELL BIOLOGY OF ORGANISMS FOR GRADE 10
STUDENTS USING 7E LEARNING CYCLE EMPHASIZING ON THE LEVEL OF
INQUIRY. ADVISORY COMMITTEE: CHANAWAT TUNTIVARANURUK,
Ph.D., CHADE SIRISAWAD, Ed.D. 162 P. 2018.

The purpose of this research was studied about biology achievement and analytical of teaching by using 7E learning inquiry cycle emphasizing the level of inquiry technique. The target two groups from 10th grade students, Prachinratsadornamroong, Mueng Districh, Prachinburi province. The experimental group consisted of 45 persons and control group consisted of 45 persons by chosen from cluster random sampling in this study. The research tools comprised of four lesson plans, an achievement test and analytical test. Following the research indicated the student that were taught by the 7E learning inquiry cycle emphasizing the level of inquiry have achievement post-test and analytical that showed the post-test score were significantly ($p < .05$) higher than the student that were taught by the normal . The learning achievement post-test and analytical was higher than criterion with the statistical significance at .05. The study concluded that the teaching by using 7E learning inquiry cycle emphasizing the level of inquiry technique could be developed students for learning achievementand analytical towards learning biology in the future.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	6
กรอบความคิดในการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	12
เซลล์ของสิ่งมีชีวิต.....	25
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น.....	35
การจัดการเรียนรู้โดยเน้นระดับการสืบเสาะ.....	41
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	49
การคิดวิเคราะห์.....	54
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	61
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	65
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	65
รูปแบบการวิจัย.....	67
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	67
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	68

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	81
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
5 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง.....	95
สรุปผลการทดลอง.....	96
อภิปรายผลการทดลอง.....	96
ข้อเสนอแนะ.....	104
บรรณานุกรม.....	105
ภาคผนวก.....	111
ภาคผนวก ก.....	112
ภาคผนวก ข.....	114
ภาคผนวก ค.....	152
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	162

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1	หน่วยการเรียนรู้ 24
2-2	การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น 36
2-3	บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 7E..... 38
3-1	แสดงคะแนนสอบปลายภาควิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 66
3-2	เปรียบเทียบผลการสอบปลายภาควิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โดยการทดสอบ Anova (one-way) 66
3-3	แบบแผนการทดลองแบบ The Pretest-Posttest Control Group Design 67
3-4	การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 1 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต 68
3-5	วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ 75
3-6	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์..... 75
3-7	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้..... 78
4-1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะและกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ..... 87
4-2	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายด้าน เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ	89
4-4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับ ของการสืบเสาะและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ	90
4-5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ	90
4-6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์รายด้านของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบปกติ	91
4-7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของ การสืบเสาะกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 (23 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน)	92
4-8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายด้านของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75	93
4-9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับ ของการสืบเสาะกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 (20 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน)	93

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์รายด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75	94
ค-1 การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา 1 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ตามรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ (IOC)	153
ค-2 การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (IOC)	155
ค-3 การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับระดับการคิดวิเคราะห์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์	156
ค-4 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต	157
ค-5 ค่าแสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์	157
ค-6 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต (คะแนน 30 คะแนน)	158
ค-7 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต (คะแนน 30 คะแนน)	159
ค-8 คะแนนการคิดวิเคราะห์ที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต (คะแนน 27 คะแนน)	160
ค-9 คะแนนการคิดวิเคราะห์ที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต (คะแนน 27 คะแนน)	161

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบความคิดในการวิจัย.....	7
3-1 แสดงการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต	71
3-2 แสดงขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้	74

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาวิธีคิด สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ นอกจากนี้ การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มุ่งหวังให้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์คิดสร้างสรรค์ และเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนให้มีคุณภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล รวมทั้งมีสื่อการเรียนการสอนที่ได้รับการพัฒนาอย่างเหมาะสมเพื่อที่จะเป็นไปตามเป้าหมายของหลักสูตรดังกล่าว

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

วิชาชีววิทยาจัดว่าเป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญยิ่งสำหรับโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิชาชีววิทยาเกี่ยวข้องกับคน สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีชีวภาพซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรม การสาธารณสุข และสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้คุณภาพชีวิตมนุษย์ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ ในการเรียนการสอนวิชาชีววิทยามุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด โดยเกิดจากกระบวนการคิดแก้ปัญหา กระบวนการปฏิบัติ เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดเป็นระบบเป็นหลักการ แนวคิด ทฤษฎี เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ การจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยามีเป้าหมายที่สำคัญคือ 1. เพื่อให้เข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิชาชีววิทยา 2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติและข้อจำกัดของวิชาชีววิทยา 3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยีชีวภาพ 4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ 5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มี

อิทธิพลและส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน 6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต 7. เพื่อให้เป็นคนที่มีความรู้วิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมตลอดจนจริยธรรม และค่านิยมในการใช้ความรู้และเทคโนโลยีชีวภาพอย่างสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนควบคู่ไปกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา เนื่องจากชีววิทยาเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับคน สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีความสำคัญในการปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรม และการสาธารณสุข ซึ่งจะทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้น

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเชื่อว่าเป็นวิชาที่ยากต้องเรียนรู้โดยผ่านการท่องจำ ซึ่งจากประสบการณ์สอนที่ผ่านมาของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเมื่อทำการวัดประเมินผลด้วยข้อสอบปรนัย แต่เมื่อวัดประเมินผลด้วยข้อสอบที่ให้ตอบแสดงวิธีทำหรืออธิบาย นักเรียนมักจะเขียนอธิบายไม่ค่อยได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2559 ภาพรวมทั้งประเทศพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่ถึงร้อยละ 50 คือมีผลคะแนนเฉลี่ยทั้งประเทศเพียง 31.62 คะแนน เมื่อแยกดูตามสาระการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา พบว่า สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 คือมีผลคะแนนเฉลี่ยทั้งประเทศเพียง 36.75 คะแนน ซึ่งโรงเรียนปราชญ์ราษฎร์อารุง มีคะแนนเฉลี่ยทั้งภาพรวม และรายด้านไม่ถึงร้อยละ 50 เช่นเดียวกันซึ่งสอดคล้องกับการวัดด้วยข้อสอบที่เน้นการคิดวิเคราะห์ในรายวิชาชีววิทยาเรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปราชญ์ราษฎร์อารุง จังหวัดปราชญ์บุรี พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 75 เช่นเดียวกัน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559) เนื่องมาจากเนื้อหา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตนั้นเป็นเนื้อหาที่มีความหลากหลาย มีการค้นคว้าทดลอง ปฏิบัติการ เพื่อนำไปสู่ข้อเท็จจริง เป็นพื้นฐานความรู้ทางชีววิทยา ซึ่งความรู้ในเนื้อหานี้เป็นความรู้ที่จะเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป จึงมีความสำคัญมาก แต่ในการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ประกอบไปด้วย ชั้นนำ ชั้นสอน และชั้นสรุปนั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนยังขาดการเชื่อมโยงความรู้เดิม กับความรู้ใหม่ การสืบเสาะหาความรู้ เพื่อค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง ขาดการคิดวิเคราะห์ จึงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์มีค่าต่ำอีกทั้งข้อสอบ โอนิ์ตของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) เน้นการคิดวิเคราะห์ หาเหตุผล สอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ที่เน้นความสามารถใน

การคิด ซึ่งเป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

จากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จและได้ผลดีนั้น ควรมีการตรวจสอบความรู้เดิมและเชื่อมโยงไปหาความรู้ใหม่ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ของ ไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft, 2003) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ขยายรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ออกเป็น 7 ขั้น ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน ทำให้ครูได้พบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีขั้นตอนการและเนื้อหาสาระคือ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) 2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) 3) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) 4) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) 5) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) 6) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) นอกจากนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นมีความเหมาะสมที่จะใช้กับนักเรียนในทุกระดับชั้นและเหมาะสมที่จะใช้กับการสอนการคิดวิเคราะห์ด้วย เนื่องจากแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น จะเน้นให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นวิธีที่ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักการวิเคราะห์ไม่ใช่การท่องจำเนื้อหาโดยไม่คิดไตร่ตรอง การจัดการเรียนรู้แบบนี้เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น มีการค้นพบความรู้ การเรียนการสอนดำเนินไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีทักษะในการคิดวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น ส่วนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ นั้นเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย คอยสนับสนุน ชี้แนะช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวาง แผนการเรียน มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2545) ซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ จริยา ภูสีฤทธิ (2550) และ สุธารพิงค์ โนนศรีชัย (2550) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จากขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นระดับการสืบเสาะหาความรู้ จะเห็นว่าเป็นการจัดกิจกรรมที่มีองค์ประกอบที่จำเป็นตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เนื้อหาสาระและกิจกรรมการทดลองเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทำงานกลุ่ม การคิดวิเคราะห์ การฝึกปฏิบัติให้ผู้เรียนได้อ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน ซึ่งสามารถแบ่งระดับการสืบเสาะออกได้เป็น 4 ระดับ คือ

- 1) การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) การสืบเสาะหาความรู้แบบนี้ทำให้นักเรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกต้องมาแล้ว
- 2) การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) การสืบเสาะหาความรู้แบบนี้ทำให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ
- 3) การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) การสืบเสาะหาความรู้แบบนี้ทำให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะ
- 4) การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) การสืบเสาะหาความรู้แบบนี้ทำให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองจากแนวคิดข้างต้น (ประมวล สิริพันธ์แก้ว, 2546) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นระดับการสืบเสาะหาความรู้ นั้นยังส่งเสริมการใช้ภาษาในการสื่อสารความรู้ความเข้าใจการเรียงลำดับเนื้อหาผู้สอนมีกิจกรรมให้ผู้เรียนประเมินตนเองและประเมินกลุ่ม หรือมีการนำเสนอผลการทำกิจกรรมภายในกลุ่มหรือนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน การตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามหลักการประเมินตามสภาพจริง ซึ่งสอดคล้องกับระบบดูแลช่วยเหลือผู้เรียนด้านการเรียน ผู้เรียนและครูผู้สอนสามารถนำผลการประเมินไปพัฒนาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพของผู้เรียนให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Herron (1971) ได้เสนอแนวคิดที่ว่าจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้จะให้ประสบความสำเร็จและง่ายต่อการเรียนรู้ เมื่อครูผู้สอนคำนึงถึงระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน โดยระยะแรกควรเริ่มจากการสืบเสาะหาความรู้โดยมีการแนะนำโดยครูผู้สอน และเมื่อนักเรียนมีประสบการณ์และทักษะเพียงพอแล้วจึงให้นักเรียนทำกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้โดยอิสระ

จากสภาพปัญหาและแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ของครูต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม
4. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

3. สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะในวิชาชีววิทยา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะในวิชาชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ผลการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะมีผลการคิดวิเคราะห์มากกว่าร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะในวิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้
2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะในวิชาชีววิทยาและในรายวิชาอื่น ๆ
3. นักเรียนเห็นความสำคัญในการเรียนวิชาชีววิทยาและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีววิทยาในเรื่องอื่น ๆ ได้
4. นักเรียนจะสามารถนำการคิดวิเคราะห์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

5. ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 6 ห้องเรียน รวม 270 คน
 - 1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปราจิณราษฎร์อำรุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 90 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง 45 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง 45 คน
2. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะในวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
 - 2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตและการคิดวิเคราะห์
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ในวิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 3.1 เซลล์และทฤษฎีของเซลล์
 - 3.2 โครงสร้างของเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

3.3 การรักษาคุณภาพของเซลล์และการสื่อสารระหว่างเซลล์

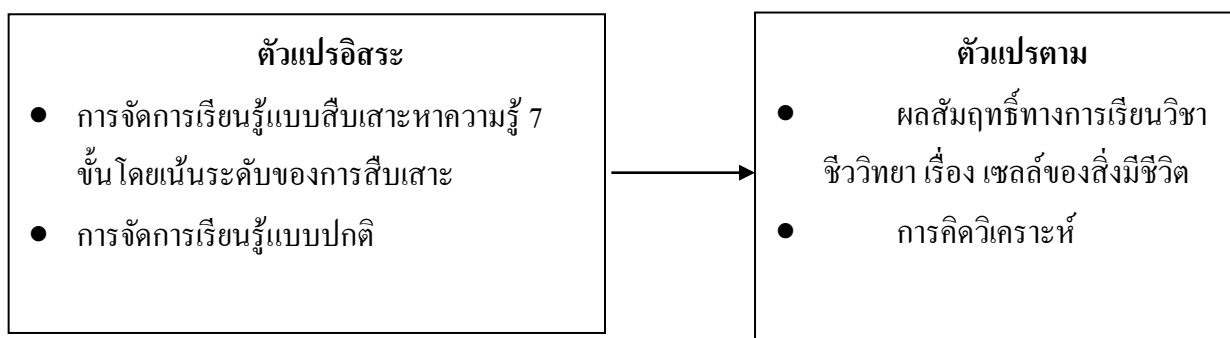
3.4 การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมงโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

6. กรอบความคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถเสนอกรอบความคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1-1 กรอบความคิดในการวิจัย

7. นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น หมายถึง รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์ และเรียนรู้ด้วยความหมายด้วยตนเอง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของอินเซนกราฟ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ครูจะต้องทำหน้าที่การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิมคำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่นหรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันและเด็กสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่าเด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้นักเรียนและครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2) **ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase)** ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียน หรือเรื่องที่น่าสนใจซึ่งอาจเกิดความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่ น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้วครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่นักเรียนในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจครูอาจให้ ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้นซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิด ขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อนครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยเสนอประเด็นที่ สำคัญขึ้นมาก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ ให้นักเรียนศึกษาเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นต่อไป

3) **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)** เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือ คำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอหรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธีเช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลองกิจกรรม ภาศสนาม เป็นต้นเพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียงครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4) **ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)** เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้วนักเรียนจะนำข้อมูล เหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุป สร้างแบบจำลองรูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ ของข้อมูลสรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอ แนวคิดต่อไปขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลาย ทาง เช่น สนับสนุน สมมติฐานแต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วย นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5) **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)** ช่วงนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไป เชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้ อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้นครูควรจัด กิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้นและขยายแนวกรอบความคิดของตนเองและ ต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและ แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6) **ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)** ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และอย่างน้อยเพียงใดขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7) **ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)** ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

2. ระดับของการสืบเสาะหมายถึง โดยมีการเพิ่มระดับของการสืบเสาะหาตั้งแต่ระดับการสืบเสาะความรู้แบบยืนยัน (Confirmed inquiry) จนถึงระดับการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open inquiry) ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งระดับของการสืบเสาะหาความรู้ แบ่งเป็น 4 ระดับดังนี้

1) การสืบเสาะความรู้แบบยืนยัน (Confirmed inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกต้องมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบ และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2) การสืบเสาะความรู้แบบนำทาง (Directed inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

3) การสืบเสาะความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

4) การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะหมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือ ประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง แบ่งการสอนออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) 2) ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) 3) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) 4) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) 5) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) 6) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase) โดยมีการเพิ่มระดับของการสืบเสาะลงในการสอนทั้ง 7 ขั้นตอน โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์และทฤษฎีของเซลล์ใช้ระดับการสืบเสาะความรู้แบบยืนยัน (Confirmed inquiry) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ใช้ระดับการสืบเสาะความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การสื่อสารระหว่างเซลล์ใช้ระดับการสืบเสาะความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์ใช้ระดับ การสืบเสาะความรู้แบบแบบเปิด (Open inquiry) ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งพิจารณาได้จาก คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วยเนื้อหาวิชา ชีววิทยาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 เรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เป็น ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ

5. การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ สมเหตุสมผลเกี่ยวกับการจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบต่าง ๆ ของเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาแล้ว เป็นการคิดโดยอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้หาความสัมพันธ์ เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อการตัดสินใจ หรือสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งทำการ วัดโดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ที่ครอบคลุมความสามารถของนักเรียน 3 ด้าน คือ

5.1 ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหรือจำแนก แจกแจงองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่ามีสาเหตุอะไร สาเหตุสำคัญอะไรมี ปัจจัยอะไรบ้างมีเหตุผลอย่างไรได้ชัดเจน

5.2 ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความ เกี่ยวข้องของส่วนสำคัญต่าง ๆ ของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไรเหตุใดจึง เป็นเช่นนั้น จะส่งผลกระทบต่ออย่างไร

5.3 ด้านการวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยใช้หลักการวัดผลตามแนวคิดของ Bloom ในด้านพุทธิพิสัย คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

7. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เป็นแบบเขียนตอบจำนวน 3 ข้อประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ และบทความที่เกี่ยวข้องกับในชีวิตประจำวัน ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ได้แก่ ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และด้านการวิเคราะห์หลักการ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์และการคิดวิเคราะห์ ในวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับการสืบเสาะในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. เซลล์ของสิ่งมีชีวิต
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น
4. การจัดการเรียนรู้โดยเน้นระดับการสืบเสาะ
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
6. การคิดวิเคราะห์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

1.2 หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1.2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

1.2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

1.2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

1.2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

1.2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบและตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

1.3 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1.3.1 มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

1.3.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

1.3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัยและรักการออกกำลังกาย

1.3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

1.3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคมและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

1.4.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิดความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทักษะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

1.4.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

1.5 มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

1.6 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน

1. ตัวชี้วัดชั้นปีเป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1–มัธยมศึกษาปีที่ 3)

2. ตัวชี้วัดช่วงชั้นเป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4- 6)

1.7 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

1.8 คุณลักษณะที่มุ่งหวังให้เกิดกับผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่

รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร **แรงและการเคลื่อนที่** ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

ดาราศาสตร์และอวกาศ วัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

1.9 มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาระดับพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4: แรงแรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และลักษณะของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิบัติสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1.10 คุณภาพผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

- เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
- เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ
- เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
- เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
- เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
- เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
- ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้
- วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ
- สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
- อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
- ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญา

ท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

- แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแล

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

- แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหา ได้

- ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็น โดยมีข้อมูลอ้างอิงและ เหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

1.11 สารวิชาชีววิทยา

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัดตามมาตรฐานการเรียนรู้ในช่วงชั้นระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4- 6)

ว.1.1 ม.4-6/1 ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ว.1.1 ม.4-6/2 ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช

ว.1.1 ม.4-6/3 สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของมนุษย์และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว.1.1 ม.4-6/4 อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและนำความรู้ไปใช้ในการดูแลรักษาสุขภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดตามมาตรฐานการเรียนรู้ในช่วงชั้นระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4- 6)

ว.1.2ม.4-6/1 อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิเวทซ์ัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

ว.1.2 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยี ชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว.1.2 ม.4-6/3 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ว.1.2ม.4-6/4 อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ และผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดตามมาตรฐานการเรียนรู้ในช่วงชั้นระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4- 6)

ว.2.1 ม.4-6/1 อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ

ว.2.1 ม.4-6/2 อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต

ว.2.1 ม.4-6/3 อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และเสนอแนะแนวทางในการดูแลและรักษา

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

ตัวชี้วัดตามมาตรฐานการเรียนรู้ในช่วงชั้นระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4- 6)

ว.2.2ม.4-6/1 วิเคราะห์สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในระดับ ท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก

ว.2.2ม.4-6/2 อภิปรายแนวทางในการป้องกัน แก้ไข ปัญหา สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

ว.2.2ม.4-6/3 วางแผนและดำเนินการเฝ้าระวัง อนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร ธรรมชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

คำอธิบายรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1

ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตการใช้ความรู้และกระบวนการทางชีววิทยาที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมการศึกษาชีววิทยาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้เกี่ยวกับชีววิทยามาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ไซโทพลาซึมและนิวเคลียสที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ การสื่อสารระหว่างเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ และการชราภาพของเซลล์ โครงสร้างและการทำงานของระบบย่อยอาหารในร่างกายของสัตว์และมนุษย์ การสลายสารอาหารระดับเซลล์เพื่อให้ได้พลังงานในรูปของ ATP โครงสร้างและการทำงานของระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบาย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม

ผลการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต
2. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับกระบวนการทางชีววิทยาที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
3. นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาออกแบบการทดลองทดลองอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับชีววิทยา
4. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของสารเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
5. สืบค้นข้อมูลอภิปรายและอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนประกอบภายในเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์
6. อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการสื่อสารระหว่างเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์
7. สืบค้นข้อมูลอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ในร่างกายของสัตว์และมนุษย์
8. สืบค้นข้อมูลอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์
9. สืบค้นข้อมูลอภิปรายและนำความรู้เกี่ยวกับชีววิทยามาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 2-1 หน่วยการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต
1. สืบค้นข้อมูลอภิปรายและอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนประกอบภายในเซลล์ที่ศึกษาค้นคว้าด้วยกล้องจุลทรรศน์	1. เซลล์และทฤษฎีของเซลล์ 2. โครงสร้างของเซลล์ที่ศึกษาค้นคว้าด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
2. อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการสื่อสารระหว่างเซลล์การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์	3. การสื่อสารระหว่างเซลล์ 4. การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์

ที่มา : โรงเรียนปราชญ์ราษฎร์อารุง (2552)

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระสำคัญที่มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระซึ่งมุ่งให้ผู้เรียนเป็นคนดี มีปัญญา และมีความสุข อีกทั้งยังมีความมุ่งมั่นจะพัฒนาให้ผู้เรียนนั้น เป็นกำลังในการพัฒนาประเทศต่อไปอีกด้วย ซึ่งผู้เรียนจะสามารถกระทำสิ่งเหล่านั้นได้ ก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้รับการฝึกให้เกิดทักษะชีวิตเพื่อให้ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้ได้ ดังนั้น การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงต้องเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ให้มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ เกิดการคิดและการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยที่ผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนด้วยการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้บรรลุผลสอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่กำหนดคุณภาพผู้เรียนไว้เป็นเป้าหมายที่สำคัญนั่นเอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แล้ว การวิจัยในครั้งนี้ ต้องศึกษาคำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้ของสถานศึกษานั้นๆ เพิ่มเติมอีกด้วย เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ได้อย่างครบถ้วน รวมทั้งเพื่อให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ มีการคิดวิเคราะห์ที่ดีขึ้นอีกด้วย

2. เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ในการวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และการคิดวิเคราะห์ ในวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับการสืบเสาะนั้นผู้วิจัยจะใช้กรอบเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ตามหนังสือเรียนชีววิทยา 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) ซึ่งมีรายละเอียดของเนื้อหา ดังนี้

2.1 เซลล์และทฤษฎี

เซลล์ (Cell) หมายถึง หน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต มีรูปร่างลักษณะและขนาดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งมีชีวิตและหน้าที่ของเซลล์เหล่านั้นเซลล์ที่มีขนาดเล็กที่สุดคือ ไมโครพลาสมา (Mycoplasma) หรือ PPLO (Pleuropneumonia – like organism) มีขนาดประมาณ 0.1 – 0.25 μ m เซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ เซลล์ไข่นกกระทา

ประวัติการศึกษาเซลล์ (Cell)

ศตวรรษที่ 17 กาลิเลโอ ได้ประดิษฐ์แว่นขยายกำลังขยาย 2-5 เท่าส่องดูสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ค.ศ.1665 Robert Hook ได้ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบได้สำเร็จ ซึ่งมีกำลังขยาย 270 เท่า และนำไปส่องดูไม้คอร์กที่เอนบาง ๆ และพบห้องว่างมากมายที่เขาเรียกว่า Cell ค.ศ.1839 ชวานน์และชไลเดน ได้เสนอ ทฤษฎีเซลล์ทฤษฎีเซลล์ (Cell Theory) เสนอโดย Schwann และ Schleiden มีใจความสำคัญว่า สิ่งมีชีวิตทั้งหลายประกอบด้วยเซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์ ในปัจจุบันพบว่าสิ่งมีชีวิตที่ไม่ประกอบด้วยเซลล์ก็มี เช่น Virus และ Viroid เพราะเหตุว่า ไม่มีเยื่อหุ้มเซลล์และโปรโทพลาซึม

ทฤษฎีเซลล์ที่สำคัญควบคุมถึงใจความที่สำคัญ 3 ประการคือ

1. สิ่งมีชีวิตอาจมีเพียงเซลล์เดียว หรือหลายเซลล์ ซึ่งภายในมีสารพันธุกรรมและมีกระบวนการเมแทบอลิซึม ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้

2. เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตที่มีการจัดระบบการทำงานภายในโครงสร้างของเซลล์

3. เซลล์มีกำเนิดมาจากเซลล์แรกเริ่มเซลล์เกิดจากการแบ่งตัวของเซลล์เดิม แม้ว่าชีวิตแรกเริ่มจะมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งไม่มีชีวิต แต่นักวิทยาศาสตร์ยังคงถือว่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนเซลล์เป็นผลสืบเนื่องมาจากเซลล์รุ่นก่อน

2.2 โครงสร้างของเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

จากที่นักเรียนได้ศึกษาเซลล์ชนิดต่าง ๆ มาแล้ว จะพบว่าเซลล์ของสิ่งมีชีวิต มีรูปร่าง ขนาดและโครงสร้างแตกต่างกัน แต่ก็มีส่วนที่เหมือนกัน ได้แก่ นิวเคลียส ไซโทพลาซึม และเยื่อหุ้ม เซลล์นักชีววิทยาได้ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนศึกษาเซลล์ของสิ่งมีชีวิต พบว่าในไซโทพลาซึมมี โครงสร้างขนาดเล็กที่ทำหน้าที่เฉพาะเรียกว่า ออร์แกเนลล์ (organelle) มีหลายชนิดซึ่งมีขนาด รูปร่าง จำนวนและหน้าที่ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเซลล์

การศึกษาโครงสร้างของชวานน์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนอาจแบ่งโครงสร้างพื้นฐาน ของเซลล์เป็น 3 ส่วน คือ นิวเคลียส ไซโทพลาซึมและส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์

2.2.1 นิวเคลียส

นิวเคลียส (nucleus) เป็นโครงสร้างที่มักพบอยู่ตรงกลางเซลล์ เมื่อย้อมสีจะติดสีเข้มที่บ สังกเกตได้ชัดเจนปกติสิ่งมีชีวิตทั่วไปมีนิวเคลียสเพียง 1 นิวเคลียสได้มีผู้ทดลองศึกษาบทบาทของ นิวเคลียส

เยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear envelope หรือ nuclear membrane) มีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ 2 ชั้นเยื่อแต่ละชั้นประกอบด้วยลิพิดจัดเรียงตัวเป็น 2 ชั้นและมีโปรตีนแทรกอยู่เป็นระยะคล้ายกับ เยื่อหุ้มเซลล์ มีช่องเล็ก ๆ ทะลุผ่านเยื่อทั้งสอง กระจายอยู่ทั่วไป ทำหน้าที่เป็นทางผ่านเข้าออกของ สารระหว่างนิวเคลียสและไซโทพลาซึมเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีเยื่อหุ้มนิวเคลียสเรียกว่า **เซลล์ยูคาริโอต (eukaryotic cell)** ได้แก่ เซลล์ของพืช สัตว์และโพรทิสต์ การที่นิวเคลียสมียูหุ้มทำให้เห็น รูปร่างและตำแหน่งของนิวเคลียสในเซลล์นิวเคลียสส่วนใหญ่มีรูปร่างค่อนข้างกลมเซลล์ของ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ได้แก่แบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน หรือที่เรียกว่า **ไซยาโนแบคทีเรีย (cyanobacteria)** เซลล์เหล่านี้เรียกว่า **เซลล์โพรคาริโอต (prokaryotic cell)**

นิวคลีโอพลาซึม (nucleoplasm) หมายถึง ส่วนต่าง ๆ ที่อยู่ภายในเยื่อหุ้มนิวเคลียส ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

นิวคลีโอลัส (nucleolus) เป็นบริเวณที่มีลักษณะทึบแสงจะปรากฏเห็นชัดเมื่อย้อมสี นิวเคลียส และจะสังเกตเห็นชัดเจนขณะที่ในเซลล์มีการสังเคราะห์โปรตีนมาก เป็นโครงสร้างที่ไม่มี เยื่อหุ้มประกอบด้วย โปรตีนและกรดนิวคลีอิกชนิด RNA เป็นส่วนใหญ่ และมี DNA ซึ่งสร้าง RNA สำหรับเป็นองค์ประกอบในไรโบโซมในเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนมักมี นิวคลีโอลัสขนาดใหญ่

โครมาทิน (chromatin) เป็นสาร DNA ที่มีโปรตีนหุ้ม DNA เป็นสารพันธุกรรมขดพันกันไปมาอยู่ในนิวเคลียส เมื่อนิวเคลียสมีการแบ่งตัวโครมาทินจะขดตัวแน่น ทำให้มีขนาดใหญ่และสั้นลงเรียกว่า **โครโมโซม** (chromosome) สำหรับเซลล์โพรคาริโอต DNA จะอยู่ในไซโทพลาซึม เนื่องจากไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส DNA มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซลล์และควบคุมการถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิต

2.2.2 ไซโทพลาซึม

ไซโทพลาซึม (cytoplasm) เป็นส่วนที่ล้อมรอบนิวเคลียสอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึมประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ออร์แกเนลล์ และไซโทซอล (cytosol)

ออร์แกเนลล์ ออร์แกเนลล์มีหลายชนิด กระจายอยู่ตามตำแหน่งต่าง ๆ ในไซโทพลาซึม ออร์แกเนลล์แต่ละชนิดมีโครงสร้างและหน้าที่แตกต่างกัน ดังจะได้ศึกษาต่อไป

เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม : โรงงานผลิตและลำเลียงสารในเซลล์

เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม (endoplasmic reticulum : ER) มีลักษณะเป็นท่อแบนใหญ่บางบริเวณ โป่งออกเป็นถุง เรียงขนานและซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ภายในมีของเหลวบรรจุอยู่และมีท่อเชื่อมถึงกันเป็นร่างแหอยู่ล้อมรอบนิวเคลียส และเชื่อมถึงกันเป็นร่างแหอยู่ล้อมรอบนิวเคลียส และเชื่อมกับเยื่อหุ้มเซลล์ที่ผิวของเอนโดพลาสมิกเรติคูลัม บางบริเวณที่ไรโบโซมเกาะติดอยู่ทำให้มองดูคล้ายผนังขรุขระ เรียกว่า **เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวขรุขระ** (rough endoplasmic reticulum : RER) บางบริเวณไม่มีไรโบโซมเกาะอยู่เรียกว่า **เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบ** (smooth endoplasmic reticulum : SER) ทั้งสองชนิดมีท่อเชื่อมติดต่อกัน

เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบขรุขระ (RER) เป็นบริเวณที่ไรโบโซมสังเคราะห์โปรตีนโดยโปรตีนที่ไรโบโซมสังเคราะห์จะบรรจุอยู่ในเวสิเคิล (vesicle) และมีการลำเลียงส่งไปออกนอกเซลล์หรือส่งไปยังกอลจิคอมเพล็กซ์ หรือไปเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ เป็นต้น เซลล์ที่มี RER มากคือเซลล์ที่ผลิตโปรตีนสำหรับใช้นอกเซลล์ เช่นเซลล์ตับอ่อนที่ทำหน้าที่สร้างเอนไซม์ย่อยอาหารต่าง ๆ

เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบ (SER) ทำหน้าที่สังเคราะห์สารสเตอรอยด์ เช่น ฮอร์โมนเพศ ไตรกลีเซอไรด์และสารประกอบของคอเลสเตอรอล นอกจากนี้ SER ยังทำหน้าที่ในการกำจัดสารพิษและควบคุมการผ่านเข้าออกของแคลเซียมไอออนในเซลล์กล้ามเนื้อเยื่อและกล้ามเนื้อหัวใจ เซลล์ที่มี SER มาก เช่น เซลล์สมอง ต่อมหมวกไต อัณฑะ และรังไข่

ไรโบโซม : แหล่งสร้างโปรตีน

ไรโบโซม (ribosome) เป็นออร์แกเนลล์ขนาดเล็กที่ไม่มีเยื่อหุ้ม รูปร่างเป็นก้อน ประกอบด้วยโปรตีนและ RNA สักส่วนเท่ากันโดยน้ำหนัก ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีน ประกอบด้วยหน่วยย่อย 2 หน่วยคือหน่วยย่อยขนาดเล็ก และหน่วยย่อยขนาดใหญ่ หน่วยย่อยทั้งสองชนิดของไรโบโซมอยู่แยกกันและจะประกบติดกันในขณะที่มีการสังเคราะห์โปรตีน ไรโบโซมที่เกาะติดอยู่ที่ผิวนอกของ RER ทำหน้าที่เป็นแหล่งสร้างโปรตีนที่ใช้เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์และส่งออกนอกเซลล์ นอกจากนี้ยังมีไรโบโซมอิสระที่ไม่เกาะอยู่กับ ER กระจายอยู่ในไซโทซอล ทำหน้าที่สร้างโปรตีนสำหรับใช้ภายในเซลล์ พบมากในเซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีอายุน้อย ทำหน้าที่สร้างฮีโมโกลบิน

กอลจิคอมเพล็กซ์ : แหล่งรวบรวมบรรจุและขนส่ง

กอลจิคอมเพล็กซ์หรือกอลจิบอดี (Golgi complex หรือ Golgi bodies) เป็นกลุ่มของถุงแบบขนาดใหญ่ บริเวณตรงขอบโป่งพองใหญ่ขึ้นกอลจิคอมเพล็กซ์มักพบอยู่ใกล้กับ ER มีในเซลล์พืชและสัตว์ชั้นสูงเกือบทุกชนิด ยกเว้นในเซลล์เม็ดเลือดแดงที่โตเต็มที่แล้วของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ทำหน้าที่เติมกลุ่มคาร์โบไฮเดรตให้แก่โปรตีนหรือลิพิดที่ส่งมาจาก ER เกิดเป็นไกลโคโปรตีน และไกลโคลิพิด แล้วสร้างเวสิเคิลบรรจุสารเหล่านี้ไว้เพื่อส่งออกไปภายนอกเซลล์หรือเก็บไว้ใช้ภายในเซลล์ ดังนั้นเวสิเคิลจึงเป็นส่วนหนึ่งของกอลจิคอมเพล็กซ์ที่สร้างเป็นถุงออกมา

ไลโซโซม : ผู้ขนส่งเอนไซม์

ไลโซโซม (lysosome) เป็นเวสิเคิลที่สร้างมาจากกอลจิคอมเพล็กซ์มีลักษณะเป็นถุงกลม มีเยื่อหุ้มเซลล์เดี่ยว ไม่พบในเซลล์พืช พบในเซลล์ของโพรทิสต์บางชนิด และเซลล์สัตว์เกือบทุกชนิด ยกเว้นเซลล์เม็ดเลือดแดงของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมในไลโซโซมมีเอนไซม์สำหรับย่อยอาหาร โดยไลโซโซมจะไปรวมกับเวสิเคิลหรือเวคิวโอลที่มีอาหารอยู่ภายใน นอกจากนี้ไลโซโซมของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังยังมีเอนไซม์ทำลายสิ่งแปลกปลอมเช่น ไลโซโซมในเซลล์ตับ และเซลล์เยื่อผนังท่อไตส่วนต้นโดยไปรวมกับเวสิเคิลที่มีสารแปลกปลอม เมื่อออร์แกเนลล์เสื่อมสภาพ ไลโซโซมมีหน้าที่ทำลายออร์แกเนลล์ภายในเซลล์ เมื่อเซลล์ได้รับอันตรายหรือจะตาย ไลโซโซมจะปล่อยเอนไซม์ออกมาสู่ไซโทพลาซึมเพื่อย่อยสลายเซลล์ทั้งหมด

แวกิวโอล : ถุงบรรจุสาร

แวกิวโอล (vacuole) มีลักษณะเป็นถุงที่มีเยื่อหุ้มสำหรับเวสิเคิลที่มีขนาดใหญ่อาจเรียกว่าแวกิวโอล แวกิวโอลมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกัน แวกิวโอลมีหลายชนิด ทำหน้าที่แตกต่างกันไปคือ **คอนแทร็กไทล์แวกิวโอล** (contractile vacuole) ทำหน้าที่รักษาสมดุลของน้ำ พบในเซลล์

ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น อะมีบา พารามีเซียม เป็นต้น **ฟูดแวคิวโอล** (food vacuole) ทำหน้าที่บรรจุอาหารที่รับมาจากภายนอกเซลล์เพื่อย่อยสลายต่อไปพบในเซลล์เม็ดเลือดขาวและสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว **แวคิวโอล** ที่พบในพืชเรียกว่า **แซปแวคิวโอล** (sap vacuole) ขณะที่เซลล์พืชอายุน้อยมีแวคิวโอลขนาดเล็กจำนวนมาก แต่เมื่อเซลล์มีอายุมากขึ้นแวคิวโอลเหล่านี้จะรวมเป็นถุงเดียวกันทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำหน้าที่สะสมสารบางชนิด เช่น สารสี ไอออน น้ำตาล กรดอะมิโน ผลึกและสารพิษต่าง ๆ

ไมโทคอนเดรีย : แหล่งพลังงานในเซลล์

ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) เป็นแหล่งผลิตสารที่ให้พลังงานสูงแก่เซลล์ มีรูปร่างหลายแบบขึ้นอยู่กับชนิดของเซลล์ ในเซลล์ของต่อมหมวกไตมีรูปร่างเป็นทรงกลม ในเซลล์ตับมีรูปร่างเป็นแท่งสั้น ๆ ในเซลล์บุผิวของลำไส้เล็กมีรูปร่างค่อนข้างยาว เยื่อหุ้มไมโทคอนเดรียมี 2 ชั้นเยื่อชั้นนอกมีลักษณะเรียบเยื่อชั้นในจะพับทบแล้วยื่นเข้าไปด้านใน ส่วนที่ยื่นเข้าไปนี้เรียกว่า **คริสตี** (cristae) เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิว ภายในไมโทคอนเดรียมีของเหลวบรรจุอยู่เรียกว่า **เมทริกซ์** (matrix) ซึ่งจะพบเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจระดับเซลล์และการจำลองตัวของไมโทคอนเดรีย

พลาสติด : เม็ดสีในเซลล์

พลาสติด (plastid) เป็นออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น พลาสติดมีสีแตกต่างกันจำแนกได้ 3 ชนิด

คลอโรพลาสต์ (chloroplast) เป็นพลาสติดที่มีสีเขียว เนื่องจากมีสารคลอโรฟิลล์ เป็นองค์ประกอบเป็นส่วนใหญ่เป็นแหล่งสร้างอาหารของเซลล์พืชและโพรทิสต์บางชนิด ภายในคลอโรพลาสต์มีโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายถุงแบน ๆ มีเยื่อหุ้ม เรียกว่า **ไทลาคอยด์** (thylakoid) และไทลาคอยด์เรียงซ้อนตัวเป็นตั้งเรียกว่า **กรานูม** (granum) แต่ละกรานูมมีโครงสร้างเชื่อมต่อกัน บนไทลาคอยด์มีสารสีใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น คลอโรฟิลล์

แคโรทีนอยด์ (carotenoid) และมีของเหลวที่เรียกว่า **สโตรมา** (stroma) อยู่โดยรอบไทลาคอยด์ในของเหลวนี้มีเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

โครโมพลาสต์ (chromoplast) เป็นพลาสติดที่มีสารที่ทำให้เกิดสีต่าง ๆ ยกเว้นสีเขียว ทำให้ดอกไม้ใบไม้และผลไม้มีสีสันสวยงาม เช่น ผลสีแดงของพริก รากของแครอท และใบไม้แก่ ๆ นอกจากมีสารพวกแคโรทีนอยด์ จึงทำให้เกิดสีแดง สีส้ม และสีเหลือง

ลิวโคพลาสต์ (leucoplast) เป็นพลาสต์ที่ไม่มีสีทำหน้าที่สะสมแป้งที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง พบในเซลล์ของรากและเซลล์ที่สะสมอาหาร เช่น มันเทศ มันแก้ว เผือก ผลไม้ เช่นกล้วยและใบพืชบริเวณที่ไม่มีสี

เซนทริโอล : โครงร่างทำให้โครมาทิดแยกออกจากกันในสิ่งมีชีวิตบางเซลล์

เซนทริโอล (centriole) เป็นออร์แกเนลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้ม พบในเซลล์สัตว์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ไม่พบในเซลล์พืชและพวกเห็ดรา เป็นบริเวณที่ยึดเส้นใยสปินเดิลช่วยในการเคลื่อนที่ของโครโมโซมและแยกโครมาทิดแต่ละคู่ออกจากกันขณะเซลล์แบ่งตัว เซนทริโอลพบอยู่เป็นคู่โดยวางตั้งฉากกัน อยู่ใกล้ ๆ กับเยื่อหุ้มนิวเคลียส เซนทริโอลแต่ละอันประกอบไปด้วยหลอดเล็ก ๆ เรียกว่า **ไมโครทิวบูล (microtubule)** เรียงตัวกันเป็นกลุ่ม ๆ กลุ่มละ 3 หลอด มีทั้งหมด 9 กลุ่ม แต่ละกลุ่มเชื่อมต่อกันเป็นแท่งทรงกระบอก โดยมีโปรตีนบางชนิดช่วยยึดระหว่างกลุ่มของไมโครทิวบูลบริเวณไซโทพลาซึมที่อยู่ล้อมรอบเซนทริโอลแต่ละคู่เรียกว่า **เซนโทรโซม (centrosome)** ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดเส้นใยสปินเดิล

ไซโทสเกเลตอน : โครงร่างที่ค้ำจุนเซลล์

ไซโทสเกเลตอน (cytoskeleton) เป็นเส้นใยโปรตีนที่เชื่อมโยงกันเป็นร่างแหเพื่อค้ำจุนรูปร่างของเซลล์และเป็นที่ยึดเกาะของออร์แกเนลล์ เช่น ไมโทคอนเดรียที่อยู่ตามตำแหน่งต่าง ๆ จึงเปรียบคล้ายกับโครงร่างของเซลล์ และยังทำหน้าที่ลำเลียงออร์แกเนลล์ให้เคลื่อนที่ภายในเซลล์รวมทั้งการเคลื่อนที่ของเซลล์บางชนิด ไซโทสเกเลตอนในเซลล์พืชและสัตว์แบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามชนิดของหน่วยย่อยที่เป็นองค์ประกอบ ได้แก่

ไมโครฟิลาเมนต์ (microfilaments) หรือแอกทินฟิลาเมนต์ (actin filaments) ประกอบด้วยเส้นใยโปรตีนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 7 นาโนเมตรเกิดจากโปรตีน **แอกทิน (actin)** ซึ่งมีรูปร่างกลมต่อกันเป็นสาย 2 สายพันบิดกันเป็นเกลียวคล้ายสายสร้อยไข่มุก ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเซลล์ เช่น อะมีบา เซลล์เม็ดเลือดขาวเป็นต้น นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ค้ำจุน ซึ่งพบในไมโครวิลไล (microvilli) ซึ่งเป็นส่วนของเซลล์เยื่อบุในลำไส้เล็กและช่วยในการแบ่งตัวของไซโทพลาซึมในกระบวนการแบ่งเซลล์

ไมโครทิวบูล เป็นหลอดกลวงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 นาโนเมตร เกิดจากโปรตีนที่เรียกว่า **ทูบูลิน (tubulin)** เรียงต่อกันเป็นสาย ไมโครทิวบูลเป็นโครงสร้างของเส้นใยสปินเดิล ซิเลีย เซนทริโอล แฟลเจลลัมและยังทำหน้าที่ยึดและลำเลียงออร์แกเนลล์ภายในเซลล์

อินเทอร์มีเดียทไฟลามেন্ট (intermediate filaments) เป็นเส้นใยที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8-10 นาโนเมตร ประกอบไปด้วยเส้นใยโปรตีนหน่วยย่อย ซึ่งเรียงตัวเป็นสายยาว ๆ 4 สาย 8 ชุดพันบิดกันเป็นเกลียว อินเทอร์มีเดียทไฟลามেন্টจัดเรียงตัวเป็นร่างแหตามลักษณะรูปร่างของเซลล์

ไซโทซอล

ไซโทซอลเป็นส่วนของไซโทพลาซิมมีลักษณะเป็นสารกึ่งแข็งกึ่งเหลว มีอยู่ประมาณร้อยละ 50-60 ของปริมาณเซลล์ทั้งหมด เซลล์ส่วนใหญ่ก็มีปริมาตรของไซโทซอลประมาณ 3 เท่าของปริมาตรนิวเคลียส บริเวณด้านนอกที่อยู่ติดกับเยื่อหุ้มเซลล์ เรียกว่า เอ็กโทพลาซิม (ectoplasm) บริเวณด้านในเรียกว่า เอนโดพลาซิม (endoplasm) เซลล์บางเซลล์มีการไหลของไซโทพลาซิมไปรอบ ๆ เซลล์ เรียกการไหลนี้ว่า **ไซโคลซิส** (cyclosis หรือ cytoplasmic streaming) เป็นผลจากการหดและคายตัวของไมโครไฟลามেন্ট บริเวณเอนโดพลาซิมมีลักษณะค่อนข้างเหลวเป็นที่อยู่ของออร์แกเนลล์ต่าง ๆ เช่นแวคิวโอล ไมโทคอนเดรีย และเอนโดพลาสมิกเรติคูลัม เป็นต้น นอกจากนี้ในไซโทซอลยังอาจพบโครงสร้างอื่น ๆ เช่น ก้อนไขมัน เม็ดสีต่าง ๆ เป็นต้น

2.2.3 ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์

ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์หมายถึงโครงสร้างที่ห่อหุ้มไซโทพลาซิมของเซลล์ให้คงรูปร่างและแสดงขอบเขตของเซลล์ ได้แก่ เยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์

ผนังเซลล์

ผนังเซลล์เป็นส่วนที่อยู่ด้านนอกของเยื่อหุ้มเซลล์พืช สาหร่าย โพรทิสต์ แบคทีเรียและเห็ดรา แต่ไม่พบในเซลล์สัตว์ ผนังเซลล์มีหน้าที่เพิ่มความแข็งแรงให้แก่เซลล์ ผนังเซลล์ของพืชประกอบด้วยเซลลูโลส เส้นใยเหล่านี้จัดเรียงตัวเป็นชั้นไขว้กันนอกจากนี้เซลล์ที่มีอายุมากขึ้นอาจมีสารอื่นมาสะสมบนเส้นใยเซลลูโลสมากขึ้นเช่น **เฮมิเซลลูโลส** (hemicellulose) **เพกทิน** (pectin) **ซูเบอร์ิน** (suberin) **คิวทิน** (cutin) และ **ลิกนิน** (lignin) เป็นต้น ผนังเซลล์มักจะยอมให้สารทุกชนิดผ่านเข้าออกน้อยมาก ผนังเซลล์บางแห่งมักจะมีช่องเล็ก ๆ เป็นทางสำหรับให้ไซโทพลาซิมจากเซลล์หนึ่งติดต่อกับไซโทพลาซิมของเซลล์ข้างเคียงเรียกบริเวณนี้ว่า **พลาสมาเดสมาตา** (plasmodesmata) ผนังเซลล์ของโพรคาริโอตมักประกอบด้วยสาร **เพปทิโดไกลแคน** (peptidoglycan) หรือ **ไกลโคโปรตีน** (glycoprotein) ผนังเซลล์ของสาหร่ายสีน้ำตาลแกมเหลือง เช่น ไดอะตอมนอกจากมีเซลลูโลสแล้วยังมีซิลิกา (silica) เป็นส่วนประกอบผนังเซลล์ของเห็ดราจะเป็นสารประกอบไคติน (chitin)

เยื่อหุ้มเซลล์

เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane หรือ plasma membrane) เป็นเยื่อบาง ๆ ล้อมรอบไซโทพลาซึมพบในเซลล์ทุกชนิดมีความหนาประมาณ 8.5-10 นาโนเมตร กั้นสารที่อยู่ภายในและภายนอกเซลล์และรักษาสมดุลของสารภายในเซลล์โดยควบคุมการผ่านเข้าออกของสารระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยฟอสโฟลิพิดจัดเรียงตัวเป็น 2 ชั้น (lipid bilayer) โดยการหันปลายข้างที่มีขั้ว (polar head) มีสมบัติชอบน้ำออกด้านนอกและปลายที่ไม่มีขั้ว (non polar tail) มีสมบัติไม่ชอบน้ำเข้าด้านใน และมีโปรตีนแทรกอยู่ นอกจากนี้ยังมีคอเลสเตอรอล ไกลโคลิพิดและไกลโคโปรตีนเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย เรียกลักษณะการจัดเรียงตัวแบบนี้ว่า ฟลูอิดโมเซอิกโมเดล (fluid mosaic model) เยื่อหุ้มเซลล์มีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน (differentially permeable membrane หรือ semipermeable membrane) เนื่องจากเนื้อเยื่อบาง ๆ ของเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์มีลักษณะคล้ายคลึงกันประกอบด้วยส่วนประกอบของลิพิดซึ่งเหลว จึงสามารถหลุดขาดออกจากกัน และเชื่อมต่อกันได้ เช่น การเกิดเวสิเคิลไลโซโซม การสร้างแวคิวโอล เป็นต้นก่อให้เกิดการลำเลียงสารขนาดใหญ่เข้าออกจากเซลล์ รวมทั้งการย่อยอาหารและสิ่งแปลกปลอมในเซลล์

2.3 การสื่อสารระหว่างเซลล์

จากการศึกษาเซลล์สัตว์พบว่าเซลล์สองเซลล์ที่อยู่ใกล้กันต่างมีโปรตีนที่ฝังอยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์มาบรรจบกัน ทำให้เกิดช่องขนาดเล็ก (gap junction) เป็นทางติดต่อกัน เพื่อให้สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กเช่นกรดอะมิโน โมโนแซ็กคาไรด์หรือไอออน ผ่านเข้าออกได้และในเซลล์ของพืชจะมีช่อง ซึ่งเป็นบริเวณที่ไซโทพลาซึมของเซลล์หนึ่งติดต่อกับไซโทพลาซึมของอีกเซลล์หนึ่งได้ที่เรียกว่าพลาสโมเดสมาตา นอกจากนี้ยังพบว่าเซลล์สัตว์สองเซลล์ที่อยู่ชิดกันสามารถติดต่อกันได้ โดยโมเลกุลที่ยื่นออกมาจากเยื่อหุ้มเซลล์เพื่อการสื่อสารระหว่างเซลล์

เซลล์ที่อยู่ใกล้กันสามารถสื่อสารกันได้โดยที่เซลล์ประสาทรับความรู้สึกเมื่อรับความรู้สึกก็จะมี การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทไปตามใยประสาท เมื่อกระแสประสาทเคลื่อนที่ไปที่ปลายแอกซอนของใยประสาทก็จะมี การปล่อยสารสื่อประสาทจากเซลล์หนึ่งส่งต่อไปยังอีกเซลล์หนึ่งซึ่งอยู่ใกล้กับปลายแอกซอน โดยที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาทตัวรับจะมีโปรตีนซึ่งเป็นตัวรับสารสื่อประสาทการสื่อสารผ่านระบบฮอร์โมน ซึ่งส่งไปตามกระแสเลือดตัวอย่างการสื่อสารของฮอร์โมนเพศเช่น ในเพศหญิงจะมีการตกไข่ 1 ครั้ง ในรอบหนึ่งเดือนโดยการทำงานของเซลล์ในต่อมใต้สมองจะหลั่งฮอร์โมนเข้าสู่กระแสเลือดมายังอวัยวะเป้าหมายคือเซลล์ไข่และฟอลลิเคิลโคน กระตุ้นให้ฟอลลิเคิลแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนและเซลล์ไข่เจริญสมบูรณ์ และหลุดออกจากรังไข่เป็น

ต้น ในพืชฮอร์โมนอาจจะลำเลียงออกทางท่อน้ำและท่ออาหารแต่ส่วนใหญ่เป็นการลำเลียงผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง หรืออาจโดยการแพร่ผ่านอากาศในรูปแก๊ส เช่น เอทิลีนของพืชที่แพร่ออกมาในรูปของแก๊ส เพื่อกระตุ้นให้ผลไม้สุก เป็นต้น

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่ากระบวนการสื่อสารระหว่างเซลล์มี 3 ขั้นตอน ได้แก่ การรับสัญญาณ (reception) การส่งสัญญาณ (signal transduction) และการตอบสนอง (response)

การสัญญาณ หมายถึงการที่เซลล์เป้าหมายรับสัญญาณ (signal) จากภายนอกเซลล์โดยโปรตีนตัวรับซึ่งอยู่บริเวณผิวของเซลล์เป้าหมาย จับตัวกับโมเลกุลของสารเคมีที่หลั่งออกมาจากเซลล์อื่น เช่น ฮอร์โมนสารสื่อประสาท เป็นต้น ถ้าเป็นสเตอรอยด์ ตัวรับสัญญาณจะอยู่ในเซลล์

การส่งสัญญาณ เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสัญญาณเมื่อ โมเลกุลของฮอร์โมนหรือสารสื่อประสาทจับกับโปรตีนตัวรับทำให้โปรตีนตัวรับเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อส่งสัญญาณการส่งสัญญาณอาจเป็นเพียงขั้นตอนเดียวหรือหลายขั้นตอน ซึ่งต้องอาศัยโมเลกุลของสารเคมีหลายชนิดเป็นตัวกลาง

การตอบสนอง เป็นขั้นตอนที่เซลล์เป้าหมายแสดงกิจกรรมต่าง ๆ ตอบสนองต่อสัญญาณที่ได้รับ เช่น การหลั่งสารออกมาจากเซลล์การจัดเรียงตัวของไซโทสเกเลตอน ทำให้เซลล์เปลี่ยนรูปร่างการสังเคราะห์โปรตีน การแบ่งเซลล์ เป็นต้น

การตอบสนองของเซลล์มีความจำเพาะต่อสารเคมีที่ใช้ในการสื่อสารชนิดต่าง ๆ เพราะเซลล์ต่างชนิดกันมีโปรตีนที่เป็นตัวรับต่างชนิดกัน การตอบสนองจึงขึ้นอยู่กับชนิดของโปรตีนตัวรับของเซลล์นั้น ๆ สิ่งสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณ คือความสามารถของโปรตีนตัวรับในการเปลี่ยนรูปร่างกลับไปมาได้เพื่อให้พร้อมที่จะตอบสนองเมื่อได้รับสัญญาณ คือความสามารถของโปรตีนตัวรับในการเปลี่ยนรูปร่างกลับไปมาได้ เพื่อให้พร้อมที่จะตอบสนองเมื่อได้รับสัญญาณใหม่

2.4 การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์และเมื่อมีการปฏิสนธิระหว่างอสุจิและเซลล์ไข่ ซึ่งต่างก็เป็นแฮพลอยด์ก็จะได้ไซโกตที่เป็นดิพลอยด์ จากไซโกตจะมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ (cleavage) จากนั้นเซลล์ที่ได้จะ มีการเปลี่ยนแปลงสภาพ (cell differentiation) ไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างเกิดเป็นเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ยกเว้นเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์จะมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเมื่อสิ่งมีชีวิตนั้นเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์

การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ทำให้เซลล์มีโครงสร้างและหน้าที่การทำงานเฉพาะอย่างในสัตว์ เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์ประสาท เซลล์กล้ามเนื้อ ส่วนในพืช เช่น เซลล์ในกลุ่มท่อลำเลียงน้ำและอาหาร เป็นต้น ช่วยให้สิ่งมีชีวิตที่มีความซับซ้อน ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างเป็นปกติ สิ่งมีชีวิตมีอายุขัยจำกัดเนื่องจากการชราของเซลล์ ทำให้เซลล์เสื่อมสภาพในการทำงานและตายในที่สุด เซลล์ที่มีอายุมากขึ้นมักมีการสะสมของเสียเพิ่มขึ้นซึ่งกระทบต่อการอยู่รอดของเซลล์ นอกจากนี้การชราภาพของเซลล์อาจเกี่ยวข้องกับยีน ที่กำหนดให้เซลล์ตายตามอายุขัย นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาพบว่า ในเซลล์ชราามีบริเวณส่วนปลายของโครโมโซมสั้นลงทุกครั้งทีเซลล์ปกติมีการแบ่งเซลล์ อาจเป็นไปได้ว่าส่วนนี้ควบคุมการปรับสภาพของเซลล์ เซลล์ชราามีการทำหน้าที่บางอย่างน้อยลง เช่น การสังเคราะห์โปรตีนลดลง โปรตีนบางชนิดทำหน้าที่เป็นเอนไซม์หรือตัวรับสารเข้าสู่เซลล์ จึงทำให้อัตราการเกิดกิจกรรมในเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับโปรตีนลดลง นอกจากนี้เซลล์ที่มีอายุมากจะมีกระบวนการสร้าง ATP ในไมโทคอนเดรียน้อยลง ความว่องไวในการทำงานจึงต่ำลง ดังนั้นประสิทธิภาพในการทำงานของเซลล์จึงลดลงด้วยอายุขัยของสิ่งมีชีวิตอาจเกิดจากปัจจัยภายนอก เช่น อนุมูลอิสระ (free radical) สารที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระทำให้ DNA เกิดมิวเทชัน (mutation) การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนบางชนิดทำให้สมบัติของเซลล์เปลี่ยนไป จนไม่สามารถปรับตัวให้อยู่รอดในสิ่งแวดล้อมได้

จากการศึกษาเรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตสรุปได้ว่า ขวานันและไซโตเคน ได้เสนอ ทฤษฎี เซลล์ทฤษฎีเซลล์ (Cell Theory) มีความสำคัญว่า สิ่งมีชีวิตทั้งหลายประกอบด้วยเซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์ ซึ่งประกอบไปด้วยโครงสร้างของเซลล์เซลล์โดยทั่วไปไม่ว่าจะมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกัน แต่จะมีลักษณะ โครงสร้างพื้นฐานส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน เซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานอยู่ 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส (nucleus) และไซโทพลาซึม เซลล์มีการสื่อสารระหว่างกัน 3 ขั้นตอน ได้แก่ การรับสัญญาณ การส่งสัญญาณ และการตอบสนอง เมื่อเซลล์แบ่งตัวแล้วก็จะเปลี่ยนแปลงสภาพไป เพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ทำให้ได้จำนวนเซลล์เพิ่มมากขึ้น และเป็นผลให้เกิดการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ซึ่งตามปกติแล้วจะเกิดกระบวนการต่าง ๆ 4 กระบวนการ ดังนี้การเพิ่มจำนวนเซลล์ การเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงของเซลล์ เพื่อไปทำหน้าที่ต่าง ๆ และการเกิดรูปร่างที่แน่นอน

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

3.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

Eisenkraft (2003) กล่าวว่ารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็กซึ่งเป็นที่ที่ครูไม่ควรละเลย หรือละทิ้ง เนื่องจาก การตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหา นั้น ๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่เด็กมี ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและไม่คิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การละเลยหรือเพิกเฉยในขั้นนี้จะทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของเด็กซึ่งจะไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

Lawson (2001) สรุปไว้ว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้คิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้(Constructivism) ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบบรรยาย หรือบอกเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชาต่างๆ จากครูหากแต่ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายใต้อสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีความเชื่อว่านักเรียนมีวัฏจักร การเรียนรู้อยู่แล้ว

กิตติชัย สุชาติ โนบล (2541) ได้ให้ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้ไว้ว่า หมายถึงกระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการ และพัฒนาการทางสมองของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความรู้สึกรับรู้ ประสบการณ์ ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ความคิด และการกระทำเพื่อสร้างงานแห่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย

กรมวิชาการ (2545) ได้ให้ความหมายของวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า หมายถึงการนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ

ทิศนา ขัมมณี (2555) ให้นิยามของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสืบเสาะว่า หมายถึงการดำเนินการเรียนการสอนที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด ลงมือแสวงหาความรู้เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวก

สะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการและการทำงานร่วมกับผู้อื่น กล่าวโดยสรุป วัฏจักรการเรียนรู้หมายถึง รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ ได้ศึกษาคิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) โดยต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์และเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

3.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

ขั้นของการเรียนรู้ตามแนวคิด (Eisenkraft, 2003 อ้างถึงใน ประสาทเนื่องเฉลิม, 2550) มีเนื้อหาสาระ ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้
1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit)	ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้ความเข้าใจเดิมให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเพื่อสำรวจว่านักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมอย่างไร และสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียน จากนั้นครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีเป้าหมายในการเรียนรู้ ก่อนนำเข้าสู่บทเรียน
2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engage)	ครูนำเข้าสู่บทเรียนให้นักเรียนสนใจ โดยใช้เหตุการณ์ การเล่าเรื่อง การสาธิต การใช้สิ่งของ รูปภาพ หรือวีดิทัศน์ เพื่อกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของนักเรียน
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore)	ครูทำหน้าที่คอยให้ความช่วยเหลือ ในขณะที่นักเรียนวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือสถานการณ์และลงมือปฏิบัติ โดยการสังเกต ทำนาย ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง รวบรวมข้อมูล ลงข้อสรุป เป็นต้นเพื่อสร้างความเข้าใจด้วยตนเองจากประสบการณ์ตรง

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้
4. อธิบาย (Explain)	ครูสร้างโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอข้อค้นพบ อธิบายโดยอ้างอิงแนวคิดหลักและหลักการทางวิทยาศาสตร์ ลงข้อสรุปผลการสำรวจตรวจสอบ อภิปรายร่วมกัน และสร้างองค์ความรู้ใหม่ ครูให้การชี้แนะโดยใช้การอธิบาย ใบความรู้ หรือสื่อการเรียนรู้
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	ครูตั้งคำถามหรือกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดใหม่ที่ได้จากการค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ
6. ประเมินผล (Evaluate)	ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจ เพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้
7. ขยายความรู้ไปใช้ (Extend)	ครูสร้างโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงเข้ากับเหตุการณ์ต่าง ๆ และประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยการตั้งคำถามหรือกำหนดสถานการณ์ให้ นักเรียนได้มีการถ่ายโอน ความรู้ และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้

3.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม (2550) บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้รูปแบบแบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ซึ่งพัฒนาจากรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E แสดงดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

ขั้นตอนการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit)	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้ความเข้าใจเดิม - ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเพื่อสำรวจพื้นฐานความรู้เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียน - แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนมีเป้าหมายในการเรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถาม - ทำแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเพื่อทบทวนความรู้เดิมของตนเอง - เตรียมความพร้อม - กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเอง
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด - ให้นักเรียนคิดก่อนตอบคำถามหรือไม่เร่งรีบในการตอบ - ดึงเอาคำตอบหรือความคิดที่ยังไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์ - เปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจในปัญหาที่จะสำรวจ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม - ตอบคำถาม - แสดงความคิดเห็น - กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจตรวจสอบให้ชัดเจน - แสดงความสนใจ

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore)	<ul style="list-style-type: none"> - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ - ถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง - ให้นักเรียนใช้เวลาในการคิดไตร่ตรองปัญหา - สังเกตการทำงาน of นักเรียน - ฟังการโต้ตอบกันของนักเรียน - ทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา - อำนวยความสะดวก 	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระ แต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม - ตั้งสมมติฐาน - พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย - ระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหาการสำรวจตรวจสอบ - ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบขั้นตอนที่ถูกต้อง - บันทึกการสังเกตหรือผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบละเอียดรอบคอบ - กระตือรือร้น มุ่งมั่นในการสำรวจตรวจสอบ
4. ขั้นอธิบาย (Explain)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ และแนวคิดด้วยคำพูดของตนเอง - ให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์และความรู้เดิมมาใช้ในการอธิบาย - ให้นักเรียนอธิบายโดยมีเหตุผลหลักฐานประกอบ - ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจตรวจสอบที่ได้ - อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล - อธิบายโดยมีเหตุผล หรือหลักฐานประกอบ - ฟังการอธิบายของผู้อื่นแล้วคิดวิเคราะห์ - อภิปราย ซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อน อธิบาย

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

5. ขยายความรู้ (Elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนขยายแนวคิด และทักษะจากการสำรวจตรวจสอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบกับความรู้อื่น ๆ 	<ul style="list-style-type: none"> - นำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปอธิบาย หรือใช้ทักษะจากการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิมหรือสร้างความรู้ใหม่ - นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
6. ประเมินผล (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> - ถามคำถามเพื่อนำไปสู่การประเมิน - ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินกระบวนการและองค์ความรู้ด้วยตนเอง - ให้นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการสำรวจตรวจสอบ 	<ul style="list-style-type: none"> - วิเคราะห์กระบวนการสร้างความรู้ของตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้องจากการสังเกต หลักฐานและคำอธิบาย ซึ่งอาจนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบใหม่ - ประเมินความก้าวหน้าและความรู้ของตนเอง
7. ขยายความรู้ไปใช้ (Extend)	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามหรือกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้เชื่อมโยงกับเหตุการณ์ต่าง ๆ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน - ให้นักเรียนสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามโดยให้เหตุผลที่สอดคล้องกับสถานการณ์ - สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะมุ่งเน้นการฝึกทักษะการคิด ให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและสถานการณ์ต่าง ๆ ใช้ความรู้เดิม ความสงสัยมา

เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการศึกษาค้นคว้า โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ของไอเซนคราฟต์ เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าแต่ละขั้นตอนต่อเนื่องกันที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เข้าใจง่าย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองอย่างเต็มศักยภาพและมีประสิทธิภาพ

4. การจัดการเรียนรู้โดยเน้นระดับการสืบเสาะ

ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คำว่า “Inquiry” ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้นั้น นักการศึกษาได้ใช้ชื่อต่าง ๆ กันไป เช่น การสืบสอบ การสืบสวนสอบสวน การสอบสวน การค้นพบ การแก้ปัญหา การสืบเสาะ และการสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning) ซึ่ง Budnitz (2003) ได้กล่าวว่าการสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อนและมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้และผู้ที่ทำให้คำจำกัดความ

กรมวิชาการ (2544) อธิบายว่า นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองผ่านกิจกรรมการสังเกตการตั้งคำถาม การวางแผนการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ กระบวนการแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย และการสื่อสารความรู้เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยกิจกรรมต่าง ๆ ต้องเน้นให้ผู้เรียนได้คิดได้มีส่วนร่วมวางแผน ลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล สร้างอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้นำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถาม และในที่สุดนักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ นอกจากนี้ กิจกรรมต่าง ๆ ควรสนับสนุนให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

การสืบเสาะหาความรู้ยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกฝนการเรียนรู้โดยใช้ความสามารถทางด้านการคิดหาเหตุผลจากข้อมูลที่ได้รับ คือให้นักเรียนเผชิญปัญหา นิยามศัพท์ให้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สำรวจข้อมูล รวบรวมข้อมูล และสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้นักเรียนคุ้นเคยกับความจริงของโลกที่เต็มไปด้วยปัญหา (Suchman, 1962 อ้างถึง พรพรรณ พึ่งประยูรพงศ์, 2547) สอดคล้องกับ Sund and Throwbridge (1973) ที่กล่าวว่า เป็นการค้นคว้าความรู้หรือความจริง โดยเน้นการค้นคว้ามากกว่าการค้นพบ เป็นทั้งวิธีสอน และวิธีเรียน วิธีการแก้ปัญหาเฉพาะอย่างมีหลักการรวมทั้งเป็นเทคนิคการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย และเป็นกิจกรรมที่นักเรียนสามารถพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ (NRC 2000) โดยใช้กระบวนการสำรวจธรรมชาติและสิ่งต่าง ๆ ในโลก และวิธีการตั้งคำถาม เพื่อที่จะให้ได้

คำตอบตรงตามต้องการ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ตามกระบวนการของวิธีวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Educational Broadcasting, Corporation 2004; อานาเจอร์ญศิลป์, 2537)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย คอยสนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวาง แผนการเรียน มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2545) นอกจากนี้ ไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2545) ยังได้กล่าวถึงการสืบเสาะหาความรู้ว่ามีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเชื่อและความเข้าใจว่ากิจกรรมต่างๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหานักเรียนเป็นผลให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เน้นวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ปรากฏการณ์ที่กำลังเผชิญหรือประสบอยู่ และพร้อมท้าทายความคิดโดยวิธีการที่นักเรียน เป็นผู้กำหนดวิธีการหาความรู้ด้วยตนเองมากกว่า การรับรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในแนวทางต่างๆ กัน เพื่อแก้ปัญหาหรือความขัดแย้งด้านความคิด ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเต็มที่ ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยครูตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ เกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดยมีครูเป็นผู้กำกับ ควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนคิดรวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545)

จากแนวคิดดังกล่าว สรุปความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ ว่าเป็นเทคนิคหรือกลวิธีอย่างหนึ่งในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เสาะแสวงหาความรู้โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเต็มที่ ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้าง

องค์ความรู้ โดยที่ครูเป็นผู้กำกับควบคุม ดำเนินการให้คำปรึกษา เป็นผู้สนับสนุนซึ่งแนะช่วยเหลือตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนคิด และเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ หมายถึง เป็นวิธีการที่ผู้สอน ใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ผู้เรียนจะได้รับความรู้จากการคิดสืบเสาะหาความรู้ และได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาไปด้วยพร้อมๆ กัน

แนวคิดพื้นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากทฤษฎีของ Jean Piaget ที่กล่าวถึงพัฒนาการทางสมองของมนุษย์ไว้ว่า ความคิดของมนุษย์ ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ประการ คือ (สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2544)

1. กระบวนการดูดซึม (Assimilation) หมายถึง กระบวนการที่อินทรีย์ซึมซาบประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิด อันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2. กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากที่ซึมซาบของเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิมแล้วถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ ที่ได้รับการซึมซาบเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

จากโครงสร้างทั้ง 2 ประการข้างต้น วิรุทธ วิเชียร โชติ (2521) ได้นำมาเป็นพื้นฐานของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 4 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการสร้างแนวความคิด (concept- formation process) คือ กระบวนการเรียนรู้ลักษณะนิยาม (define dattributes) ของแนวคิดต่าง ๆ

2. กระบวนการสร้างทฤษฎี (the orization process) คือ กระบวนการแก้ปัญหาโดยตั้งทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหรือตัวแปร

3. กระบวนการทดสอบและพิสูจน์ทฤษฎี (verification process) โดยการทดสอบซักถามเพื่อให้ได้ข้อมูลแล้วประเมินผล สรุป

4. กระบวนการสร้างสรรค์ (creative process) คือ กระบวนการนำความรู้ขั้นพื้นฐานที่ได้มาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปต่าง ๆ หลายวิธีและแนวทางใหม่อันเป็นการนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ขั้นต่อไป

นอกจากนี้ วีรยุทธ วิเชียร โชติ (2521) ได้อธิบายเกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐานของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การเรียนรู้ต้องมีสถานการณ์เพื่อเป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้และความคิด ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีกระบวนการเรียนรู้และการคิดอย่างมีขั้นตอน โดยเริ่มจากสิ่งที่ย่างไปหาสิ่งที่ยากและซับซ้อนขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งความรู้ความคิดและการกระทำเป็นผลที่ได้ของนักเรียน โดยทั้ง 3 ส่วนนี้ประสานสัมพันธ์กันเป็นระบบการเรียนรู้ และต้องเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมและเป็นผู้ทำกิจกรรม ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสปรับปรุงและพัฒนาพฤติกรรมของนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้จากการสังเกตและเปรียบเทียบเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา นักเรียนจะเกิดแรงจูงใจใฝ่รู้ นั่นคือ มีความอยากรู้อยากเห็นในการแสวงหาความรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ต่อไป นอกจากนี้จะต้องมีการสร้างมโนคติ ซึ่งเป็นขั้นในการสร้างความพร้อมในการเรียน 3 ด้าน คือ ความพร้อมทางแรงจูงใจ ทางปัญญา และทางพฤติกรรม อานาจ เจริญศิลป์ (2537) ได้กล่าวถึง จิตวิทยาพื้นฐานในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการค้นหาคำรู้นั้น ๆ มากกว่าการบอกให้นักเรียนรู้
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้นักเรียนอยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับกับนักเรียนและครูจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้ผู้เรียนเกิดความล้มเหลว
3. วิธีการจัดการเรียนรู้ของครู จะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดมากที่สุด

จากแนวคิดพื้นฐานในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว สรุปได้ว่า แนวคิดพื้นฐานในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีของ Jean Piaget ที่เชื่อว่า พัฒนาการทางสมองของมนุษย์ ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ประการ คือ กระตุ้นเพื่อให้เกิดความขัดแย้งทางความคิดมาจากสิ่งเดิมที่มีอยู่ และกระบวนการขยายโครงสร้างเดิมเพื่อรับความรู้ใหม่ เน้นความรู้ที่มาจากการแสวงหาเพื่อนำไปสู่การค้นพบ นำข้อค้นพบที่ได้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และการที่นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดี หรือมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับตัวนักเรียนเอง ประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน และครูที่จะต้องใช่วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน

ลักษณะสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น มีลักษณะคล้ายกับการสอนแบบแก้ ปัญหา โดยครูเป็นผู้จัดสถานการณ์ สิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดปัญหา ทำให้นักเรียนคิดแสวงหาคำตอบ ซึ่ง Kuslan and Stone (1968, อ้างถึงใน ภพ เลหา ไพบูลย์, 2542) ได้นิยามเชิงปฏิบัติการของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด การประมวลค่า การทำนาย การเปรียบเทียบ และการจำแนกประเภท โดยไม่ต้องรีบร้อนสอนให้จบตามเนื้อหา นักเรียนจะต้องไม่ทราบคำตอบล่วงหน้า ควรเลือกหนังสือเรียนและคู่มือที่ถามคำถามเป็นปัญหา และเสนอแนะแนวทางในการหาคำตอบ แต่ไม่บอกคำตอบ เพื่อให้ นักเรียนมีความสนใจที่จะหาคำตอบ เนื้อหาในการสืบเสาะหาความรู้ ไม่จำเป็นต้องต่อเนื่อง และในกิจกรรมการเรียนรู้ต้องเน้นคำถามคำว่า “ทำไม” ต้องระบุปัญหาให้ชัดเจน และตั้งปัญหาให้แคบพอที่จะให้นักเรียนแก้ปัญหาในชั้นเรียน ช่วยกันตั้งข้อสมมติฐานเพื่อเป็นแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้ อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเสนอแนะแนวทางในการเก็บข้อมูลจากการทดลอง การสังเกต การอ่าน และแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้อื่น ๆ มีการร่วมมือกันในการประเมินแนวทางในการปฏิบัติการ ระบุข้อจำกัดและความยากให้ชัดเจนทุกครั้ง ทำการสำรวจ เก็บข้อมูลโดยช่วยกันทำเป็นกลุ่มเล็กทำทั้งชั้น และนักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้ ใช้ความพยายามให้มีคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ได้ เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปสู่หัวข้อ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยผ่าน “การสืบเสาะหาความรู้” นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ โดยมีครูให้การสนับสนุนและเริ่มต้นด้วยการฝึกทักษะที่เหมาะสม นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาและฝึกการปฏิบัติ ซึ่ง Welch (1981) ได้เสนอลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. การสังเกต เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการสืบเสาะหาความรู้ก็คือ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เริ่มต้นด้วยการสังเกตเรื่องหรือปรากฏการณ์ และการใช้คำถามที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การสังเกต
2. การวัดผล เป็นคำที่ใช้อธิบายปริมาณของวัตถุและปรากฏการณ์ เป็นหลักปฏิบัติที่ถูกระบายของวิทยาศาสตร์เนื่องจากได้ค่าทางวิทยาศาสตร์ที่แม่นยำและคำอธิบายที่ถูกต้อง
3. การทดลอง เป็นการทดสอบที่ถูกต้องแบบมาเพื่อทดสอบคำถามและความคิด และเป็นสิ่งที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ การทดสอบจะเกี่ยวข้องกับคำถามข้อสังเกตและการวัด
4. การสื่อสาร ผลของการติดต่อกับชุมชนทางวิทยาศาสตร์และประชาชน เป็นภาระหน้าที่ของนักวิทยาศาสตร์และเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งอาจจะกระทำโดยการเผยแพร่บทความทางวารสาร การสนทนา การประชุมและการสัมมนาของผู้เชี่ยวชาญ

5. กระบวนการคิด เป็นกระบวนการอธิบายความคิดเป็นวิธีหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การอุปมานเหตุผล การกำหนดสมมติฐานและทฤษฎี รวมทั้งการเปรียบเทียบ

ไม่ว่าจะใช้กิจกรรมรูปแบบใดก็ตาม เมื่อคนเราสังเกตเห็นสิ่งใดก็มักจะมีคำถามหรือข้อสงสัยเกิดขึ้นเสมอ เช่น อะไร ทำไม เมื่อไร อย่างไร และเมื่อมีคำถามก็จะนำไปสู่การสำรวจเพื่อหาคำตอบ การตั้งคำถาม จึงเป็นหัวใจของการสืบเสาะหาความรู้ ในการตอบคำถาม หรือสร้างคำอธิบายต่าง ๆ จำเป็น ต้องใช้ข้อมูลเป็นหลักฐานหรือประจักษ์พยานอ้างอิง จึงต้องมีการรวบรวมข้อมูลที่ครบถ้วน และแม่นยำ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลจากการสังเกต การสำรวจ หรือการทดลอง คำอธิบายจะต้องสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่มี ทั้งนี้ต้องผ่านการคิดวิเคราะห์ข้อมูลอย่างระมัดระวัง และมีเหตุผลคำอธิบายเป็นส่วนประกอบที่สำคัญขององค์ความรู้ คำอธิบายหรือคำตอบของคำถามต่าง ๆ เมื่อนำมาสังเคราะห์ หรือหลอมรวมกันอย่างมีเหตุผลก็จะเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของแนวความคิดหลัก หลักการ กฎ หรือทฤษฎี และที่สำคัญจะต้องสื่อสาร สารองค์ความรู้ไปยังผู้อื่นเพื่อการวิพากษ์หรือโต้แย้งอย่างมีตรรกะ ทั้งนี้องค์ความรู้ที่สร้างขึ้นอาจมีความไม่สมบูรณ์ในบางส่วน ข้อคิดเห็นจากผู้อื่นจะเป็นแนวทางมาตรวจสอบ หรือหาข้อมูลเพิ่มเติม (ประมวล ศิริพันธ์แก้ว, 2546)

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบทั้งที่ครูเป็นผู้กำกับ และนักเรียนเป็นผู้กำกับ ตลอดไปจนทั้งครูและนักเรียนเป็นผู้กำกับการเรียนรู้ร่วมกัน ดังนั้น จึงมีแนวคิดต่าง ๆ ที่อธิบายไว้อย่างมากมาย ดังเช่น Sund and Trowbridge (1973 อ้างถึงใน พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2548) ได้อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 แนวทาง ซึ่งขึ้นอยู่กับบทบาทของครูและนักเรียน ดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบมีการแนะนำ (Guided discovery) เป็นวิธีที่ครูและนักเรียนมีบทบาทเท่าเทียมกัน
2. การสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้วางแผนให้ (Less guided discovery) หรือเป็นวิธีแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured laboratory) เป็นวิธีที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา แต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง
3. การสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้วางแผน (Free discovery) หรือวิธีสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระเป็นวิธีที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง ดำเนินการ

ทดลองตลอดจนสรุปผลด้วยตัวนักเรียนเอง วิธีนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น

ในขณะที่ Orlich and others (2001 อ้างถึงใน พรพรรณ พึ่งประยูรพงศ์) ได้อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 2 แนวทาง ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูกำหนดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ ครูต้องวางแผนและเตรียมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สืบเสาะหาความรู้ ให้นักเรียนกระทำการสังเกต จัดกระทำและอ้างอิงเป็นคำตอบ ครูมีบทบาทในการนำให้นักเรียนดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางโดยครูใช้คำถามนำ จัดเตรียมอุปกรณ์ที่ต้องใช้ตามแนวทางนั้น ๆ ให้และครูควรกระตุ้นให้นักเรียนในชั้นมีส่วนร่วมในการดำเนินการสืบเสาะและสรุปเป็นหลักการ

2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูไม่ได้กำหนดแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้ ครูมีบทบาทน้อยกว่าแบบแรก เมื่อครูเสนอปัญหาแล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนหาแนวทาง และดำเนินการสืบเสาะหาความรู้วิธีต่าง ๆ เอง แต่ครูต้องคอยตรวจสอบความถูกต้องในการอ้างอิงหรืออ้างเหตุผลของนักเรียน ถ้านักเรียนไม่ได้อ้างเหตุผล ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนอ้างอิงเพื่อยืนยัน และครูควรกระตุ้นให้นักเรียนในชั้นได้แลกเปลี่ยน ข้อสรุปกัน โดยให้แสดงการอ้างอิงให้เพื่อน ๆ รับรู้ด้วย

นอกจากนี้ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) และ กุศลสิน มุสิกกุล (2551) ได้แบ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็น 3 ประเภท

1. ครูเป็นผู้ถามนำ (Passive Inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยครู หรือตามหนังสือเรียน (Guided Inquiry) เป็นวิธีที่นักเรียนเป็นฝ่ายตอบคำถามส่วนใหญ่ แต่ครูก็จะพยายามกระตุ้นเตือนให้นักเรียนได้ตั้งคำถามอยู่เสมอ การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ เหมาะสำหรับการเริ่มการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นครั้งแรก

2. ครูและนักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม (Combined Inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยครู หรือนักเรียน (Challenged Inquiry) เป็นวิธีที่ใช้ในโอกาสที่นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการถามของครูมากขึ้น ซึ่งข้อควรระวังในการส่งเสริมให้นักเรียนตั้งคำถามคือ ให้นักเรียนคิดก่อนการถามครู และหลักสำคัญคือ ครูพยายามไม่ให้คำตอบ แต่จะส่งเสริมหรือถามต่อ เพื่อให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

3. นักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม (Active Inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยนักเรียน (Opened Inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ถามคำถามส่วนใหญ่ โดยที่ครูเป็นผู้แนะแนวหรือ

เน้นจุดสำคัญที่นักเรียนมองข้าม ซึ่งวิธีนี้ นักเรียนมีความชำนาญในการใช้คำถามแล้วนักเรียนจึงสามารถ ตั้งคำถามและหาคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (2546) ได้แบ่งการสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระ (Independent Inquiry) ซึ่งเป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่เริ่มต้นจากนักเรียนทุกขั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถามหรือกำหนดหัวข้อเรื่อง การวางแผนดำเนินการรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแปลความหมายและลงข้อสรุป ซึ่งแบ่งการสืบเสาะหาความรู้ (Level of inquiry) แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกรับรู้มาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้นักเรียนค้นพบ และให้นักเรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาและครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

4. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบและปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองจากแนวคิดข้างต้น

ผู้วิจัยจึงได้สรุปรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครู ซึ่งจะเป็นบทบาทร่วมกันระหว่างนักเรียนและครู แต่ครูจะคอยควบคุมประเด็นปัญหาต่างๆ เพื่อสร้างให้นักเรียนเกิดความคิดและสรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยนักเรียน เป็นบทบาทร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนเช่นเดียวกัน แต่จะเป็นกิจกรรมกลุ่มหรือปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างนักเรียน โดยครูจะเปลี่ยนบทบาทจากผู้ควบคุมประเด็นปัญหา เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยเน้นระดับการสืบเสาะนั้น ครูจะต้องมีการวางแผนเตรียมการล่วงหน้า เพื่อความสนใจในบทเรียน ในการจัดกิจกรรมต้องกระตุ้นให้นักเรียนคิดมีส่วนร่วมในกิจกรรม มีการสร้างแรงจูงใจและเสริมแรงอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอและกิจกรรมที่จะปฏิบัติ ครูจะต้องเป็นผู้รู้จักการป้อนคำถามจะต้องป้อนคำถามเก่ง เลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะ กับความสามารถของนักเรียน ไม่ควรบอกคำตอบทันที ควรแนะนำให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง จะต้องรู้ว่าจะถามอย่างไร เด็กจึงจะเกิดความคิด ถามอย่างไร เด็กจึงจะเกิดความจำ และถามอย่างไร เด็กจึงจะเกิดความเข้าใจ เวลาเด็กถามก็อย่าบอกคำตอบทันที เพราะการทำเช่นนั้น จะทำให้เด็กไม่ใช้ความคิดนาน ๆ ครั้งครูจึงตอบคำถามโดยตรงสักครั้งหนึ่ง การสอนแบบนี้ ครูจะต้องเป็นนักถาม ไม่ใช่คำตอบ เมื่อได้ตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงกันได้แล้ว ก็ให้แต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการปฏิบัติการต่อไป ถ้านักเรียนยังไม่รู้วิธีการไม่ได้ ครูอาจเล่าตัวอย่างจริงที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบเรื่องนี้พอเป็นแนวทางก็ได้ ถ้าปัญหาโดยยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันแก้ปัญหาต่อไป โดยครูก็เป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มค้นคว้า นั้นเป็นผู้กำกับและจัดระเบียบต่าง ๆ ของการทำกิจกรรมเพื่อฝึกให้นักเรียนทำงานอย่างมีระเบียบ และดำเนินกิจกรรมอย่างถูกขั้นตอน คอยสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน ให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นอยากคิดหาคำตอบของปัญหา และไม่ด่วนสรุปข้อมูลด้วยตนเอง ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปรายซักถาม เพื่อจะได้เกิดแนวคิดกว้างขวางยิ่งขึ้น แล้วจึงให้นักเรียนเป็นผู้สรุป (อำนาจ เจริญศิลป์, 2537)

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนเป็น สิ่งที่จะทำให้ทราบว่าในการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนนั้น ได้ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเปลี่ยนแปลงไปตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

อารมณี เพชรชื่น (2527, หน้า 46) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วยความรู้สึกรู้จัก ค่านิยม และจริยธรรม

นิภา เมธชาวิชัย (2536, หน้า65) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้และทักษะที่ได้รับและพัฒนาจากการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ ครูอาศัยเครื่องมือวัดผลช่วยในการศึกษาว่านักเรียนมีความรู้และทักษะมากน้อยเพียงใด

กูด (Good,1959, p. 7 ; อ้างถึงใน อชฉนิ ศรีสุแล, 2541, หน้า 20) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้หรือพัฒนาทักษะทางการเรียนซึ่งโดยปกติพิจารณาจากคะแนนสอบหรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ ซึ่งเป็นแบบประเมินผลตามสภาพจริงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวบ่งชี้ความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการเรียนของนักเรียน นักศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ทำการศึกษ่องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษาไปเสนอเป็นแนวทางในการปรับปรุงป้องกันปัญหาที่กระทบต่อการเรียน และพัฒนาศักยภาพของนักเรียนที่มีอยู่ให้ประสบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงสุดทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น

วรรณพงษ์ สิทธิโชค (2530, หน้า 14-15) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. องค์ประกอบเกี่ยวกับตัวนักเรียน ได้แก่

- 1.1 การเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพ ข้อบกพร่องทางกาย
- 1.2 สติปัญญาของนักเรียน
- 1.3 เจตคติต่อ โรงเรียน ครู และวิชาที่เรียน
- 1.4 วุฒิภาวะ แรงจูงใจ หรือมโนคติแห่งคน
- 1.5 นิสัยในการเรียน หรือวิธีการเรียน
- 1.6 คุณลักษณะของนักเรียน
- 1.7 พฤติกรรมของนักเรียน การปรับตัว
- 1.8 ความสามารถ ความรู้ ความคิดของนักเรียน
- 1.9 เวลาที่นักเรียนใช้ในโรงเรียนและนอกโรงเรียน

2. องค์ประกอบเกี่ยวกับโรงเรียน

- 2.1 ลักษณะของโรงเรียนและชุมชน
- 2.2 หลักสูตร

2.3 สภาพการณ์ภายในโรงเรียน

3. องค์ประกอบเกี่ยวกับครู

3.1 คุณลักษณะของครู

3.2 พฤติกรรมของครู

3.3 คุณภาพการสอนของครู

4. สภาพแวดล้อม

4.1 ความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัว

4.2 ความสัมพันธ์กับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งในและนอกโรงเรียน

4.3 วัฒนธรรมและสังคม

4.4 สภาพสังคมในห้องเรียน

คลอสไมเออร์ (Klausmier, 1985, pp. 179-196 ; อ้างถึงใน วิมล พงษ์ปาละติ, 2541, หน้า 49) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีดังนี้

1. คุณลักษณะของนักเรียน ได้แก่ความพร้อมทางสมอง และความพร้อมทั้งสติปัญญา ความพร้อมทางด้านร่างกายและความสามารถทางด้านทักษะทางร่างกาย คุณลักษณะทางจิตใจ ซึ่งได้แก่ความสนใจ แรงจูงใจ เจตคติและค่านิยมสุขภาพ ความเข้าใจเกี่ยวกับตนเองความเข้าใจในสถานการณ์ อายุเพศ

2. คุณลักษณะของผู้สอน ได้แก่สติปัญญา ความรู้ในวิชาที่สอน การพัฒนาความรู้ ทักษะทางร่างกาย คุณลักษณะทางจิตใจ สุขภาพความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง ความเข้าใจในสถานการณ์อายุเพศ

3. พฤติกรรมระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ผู้สอน จะต้องมีพฤติกรรมที่มีความเป็นมิตรต่อกัน เข้าอกเข้าใจกัน มีความสัมพันธ์กันดี มีความรู้สึกที่ดีต่อกัน

4. คุณลักษณะของกลุ่มผู้เรียน ได้แก่ โครงสร้างของกลุ่ม ตลอดจนความสัมพันธ์ของกลุ่ม เจตคติความสามัคคีและภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดีของกลุ่ม

5. คุณลักษณะของพฤติกรรมเฉพาะตัว ได้แก่ การตอบสนองต่อการเรียน การมีเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมในการเรียนความสนใจต่อบทเรียน

6. แรงผลักดันภายนอก ได้แก่ บ้าน มีความสัมพันธ์ระหว่างคนในบ้านดี สิ่งแวดล้อมดี มีวัฒนธรรมและคุณธรรมพื้นฐานดี เช่น ขยันหมั่นเพียร ความประพฤติดี

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ประกอบด้วยคุณลักษณะของผู้เรียน ซึ่งได้แก่พฤติกรรมด้านความรู้ความคิดรวมกับลักษณะนิสัยทางจิตพิสัยของนักเรียน

5.3 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อวัดความรู้ เนื้อหาวิชาผู้ประเมิน ต้องมีการวางแผนมีการดำเนินการสร้างที่เป็นระบบ มีความรู้ในด้านเนื้อหา เขียนข้อคำถามที่ตรงประเด็น ตลอดจนสามารถตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถามแต่ละข้อได้ ดังที่ อุทุมพร จามรมาน (2544, หน้า 27) กล่าวถึง การสร้างข้อสอบที่เป็นระบบนั้น มีขั้นตอนดังนี้

1. การระบุจุดมุ่งหมายในการทดสอบ
2. การระบุเนื้อหาให้ชัดเจน
3. การทำตารางเนื้อหาจับจุดมุ่งหมายในการทดสอบ
4. การกำหนดน้ำหนัก
5. การกำหนดเวลาสอบ
6. การกำหนดจำนวนข้อหรือคะแนน
7. การเขียนข้อสอบ
8. การตรวจสอบข้อสอบที่เขียนนั้น
9. การทดลองใช้ แก้ไข ปรับปรุง

Bloom (1956; อ้างถึงใน วิรัช วรรณรัตน์, 2539, หน้า 39-46) ได้ลำดับขั้นของความรู้ไปใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ขั้น ดังนี้

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง ในขั้นนี้รวมถึงการระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้น ขั้นความรู้ ความจำ จึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจับใจความสำคัญของเนื้อหา นักเรียนได้เรียนไป หรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ โนทัศน์ หลักสำคัญ วิธีการใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่า นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อนจึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้นจึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชาลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้น ตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าสูงกว่าการนำไปใช้ และต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐานกาแก้ปัญหาที่ยาก ๆ การเรียนรู้ในระดับนี้เป็นการเน้นพฤติกรรมสร้างสรรค์ ในอันที่จะสร้างแนวคิด หรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้นการสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าวจะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นเป็นวิธีการตรวจสอบว่านักเรียนมีพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาที่ตั้งไว้เพียงใด การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมอง และสติปัญญา ภายหลังจากที่ได้เรียนไปแล้ว โดยใช้แบบทดสอบ (นิภา เมธาวิชัย, 2536, หน้า 65) ซึ่งการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะต้องมีการวางแผนที่ดีเพื่อที่จะให้ได้แบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างเที่ยงตรง คณะที่วัดมามีความเชื่อมั่นสูง

5.4 การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพวิทยา

Henning (1987; อ้างถึงใน จีรวรรณ ธานี, 2542, หน้า 13) ให้คำนิยามแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ว่า คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาที่กำหนดไว้ โดยมีจุดประสงค์ระบุไว้อย่างชัดเจน

Hughes (1994; อ้างถึงใน จีรวรรณ ธานี, 2542, หน้า 13) กล่าวว่า เนื้อหาของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์จะสัมพันธ์โดยตรงกับเนื้อหาวิชาที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้ว โดยมีจุดประสงค์ที่จะวัดว่าผู้เรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มที่เรียนรายวิชานั้นบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนหรือไม่แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. **แบบทดสอบปลายภาค (Final achievement test)** เป็นแบบทดสอบที่ใช้เมื่อผู้เรียนได้เรียนรายวิชานั้นๆ แล้วเนื้อหาของแบบทดสอบจะสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียน ดังนั้นจึงให้ผลสะท้อนกลับที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินผลสรุปของการเรียนการสอน

2. **แบบทดสอบวัดความก้าวหน้า (Progress achievement test)** เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามจุดประสงค์รายวิชาเช่นกัน วิธีหนึ่งในการวัด ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้แก่การทดสอบหลาย ๆ ครั้ง คะแนนที่เพิ่มขึ้นในการทดสอบแต่ละครั้งจะแสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน และเป็นแนวทางให้ครูใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้อีกเพื่อนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ของวัตถุประสงค์ในการสอน

จากการศึกษาสามารถ สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดผล การเรียนรู้ของนักเรียนที่มีลักษณะสัมพันธ์กับหลักสูตร มีเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้และมุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้ภาษาในบริบทต่าง ๆ แต่ต้องใกล้เคียงกับสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนมาก่อน ผลคะแนนใช้ตัดสินความสำเร็จในการเรียนของผู้เรียน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อนำไปใช้ในการสร้าง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตเพื่อให้แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ มีความเหมาะสมกับเนื้อหา และสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ และเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผู้สอบ โดยผู้วิจัยเลือกใช้หลักการวัดผลตามแนวคิดของ Bloom ในด้าน พุทธิพิสัย คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

6. การคิดวิเคราะห์

6.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

จากการศึกษาพบว่าผู้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์หลายท่าน พอสรุปได้ดังนี้ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2549, หน้า 5) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าเป็นการระบุเรื่องหรือปัญหาจำแนกแยกแยะเปรียบเทียบข้อมูลเพื่อจัดกลุ่ม อย่างเป็นระบบ ระบุเหตุผลหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลหรือหา ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอในการตัดสินใจ/แก้ปัญหา/คิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. การระบุเรื่อง/ปัญหา คือ การระบุหรือทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา ผู้ที่จะทำ การคิดวิเคราะห์จะต้องทำความเข้าใจปัญหาอย่างกระจ่างแจ้ง ด้วยการตั้งคำถามหลาย ๆ คำถาม เพื่อให้เข้าใจปัญหาต่าง ๆ ที่กำลังเผชิญอยู่นั้นอย่างดีที่สุด

2. จำแนกแยกแยะข้อมูล คือ การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและนำมาจำแนกแยกแยะข้อมูล ในขั้นนี้ผู้ที่ทำการคิดวิเคราะห์จะต้องรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ และนำมาจำแนกแยกแยะข้อมูล วิธีนี้จะทำให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ ชัดเจน

3. เปรียบเทียบเพื่อจัดระบบข้อมูล คือ การนำข้อมูลมาเปรียบเทียบ ในขั้นนี้ผู้ที่ทำการคิดวิเคราะห์จะมีการจัดข้อมูลเข้าเป็นระบบ เป็นขั้นที่ผู้คิดจะต้องสร้างความคิด ความคิดรวบยอด หรือสร้างหลักการขึ้นให้ได้

4. หาความสัมพันธ์ข้อมูลให้เหตุผลและตรวจสอบข้อมูล คือ การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล ผู้ที่คิดวิเคราะห์จะพิจารณาความถูกต้องเที่ยงตรงของสิ่งที่นำมาอ้าง รวมทั้งการประเมินความพอเพียงของข้อมูลที่จะนำมาใช้

5. ตัดสินใจ/แก้ปัญหา/คิดสร้างสรรค์ คือ เป็นการประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุป และพิจารณาผลสืบเนื่องที่จะเกิดขึ้นต่อไป

สุวิทย์ มูลคำ (2553, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้หลายลักษณะดังนี้หมายถึงความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุสิ่งของเรื่องราวหรือเหตุการณ์และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสภาพความจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

ทิสนา เขมมณี (2555, หน้า 111) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงวิเคราะห์ว่าเป็นการแสวงหาข้อเท็จจริง (Fact) คูตรรกะ (Logic) หาทิศทาง (Direction) หาเหตุผล (Reason) และมุ่งแก้ปัญหา (Problem – solving)

ดิวี่ (Dewey, 1933 อ้างถึงใน ลักษณะ สรีวัฒน์, 2549, หน้า 68) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึงการคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยาก และสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

บลูม (Bloom, 1933 อ้างถึงใน ลักษณะ สรีวัฒน์, 2549, หน้า 69) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

ลักษณะ สรีวัฒน์ (2549, หน้า 69) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด เพื่อให้เกิดความชัดเจนและความเข้าใจ จนสามารถนำไปสู่การตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. (2555, หน้า 49) ให้ ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า การคิดที่ใช้การวิเคราะห์เป็นหลักสำคัญ กล่าวคือ การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของเหตุการณ์ใด ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น หรือ สาเหตุของสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป การคิดวิเคราะห์จะต้องใช้ความเป็นเหตุเป็นผลหรือการคิดเชิงตรรกะ ประกอบอยู่ด้วยเสมอ ซึ่งทำให้ทราบข้อเท็จจริงเหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมา เป็นไปของเหตุการณ์ต่าง ๆ ทราบองค์ประกอบและข้อเท็จจริงที่เป็นฐานของความรู้ที่นำไปใช้ในการ ตัดสินใจแก้ปัญหาต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการ จำแนกแยกแยะองค์ประกอบของเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง รวมทั้งหาความสัมพันธ์ เชื่อมโยง เหตุการณ์ต่าง ๆ เหล่านั้นได้ โดยอาศัยเหตุและผลเพื่อค้นหาคำตอบของสิ่งที่เกิดขึ้น

6.2 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2549) กล่าวว่าองค์ประกอบของการ คิดวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. การตีความความเข้าใจและให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อแปลความของสิ่ง นั้นขึ้นกับความรู้อรรถาธิบายและคำนิยาม
2. การมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์
3. การช่างสังเกตสงสัยช่างถามขอบเขตของคำถามที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิเคราะห์ จะยึดหลัก 5 W 1 H คือ ใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How)
4. การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (คำถาม) ค้นหาคำตอบได้ว่าอะไรเป็นสาเหตุให้ เรื่องนั้นเชื่อมกับสิ่งนี้ได้อย่างไรเรื่องนี้ใครเกี่ยวข้องเมื่อเกิดเรื่องนี้ส่งผลกระทบต่ออย่างไรมี องค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้นมีวิธีการขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้อย่างไรมีแนวทางแก้ไข ปัญหาอย่างไรบ้างถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคตลำดับเหตุการณ์นี้ดูว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรเขา ทำสิ่งนี้ได้อย่างไรสิ่งนี้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

สุวิทย์ มูลคำ (2553, หน้า 17) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดเชิงวิเคราะห์แบ่ง ออกเป็น 3 องค์ประกอบสำคัญได้ดังนี้

1. สิ่งที่กำหนดให้เป็นสิ่งสำเร็จรูปที่กำหนดให้วิเคราะห์เช่นวัตถุสิ่งของเรื่องราว เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

2. หลักการหรือกฎเกณฑ์เป็นข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งของที่กำหนดให้เช่นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน

3. การค้นหาความจริงหรือความสำคัญเป็นการพิจารณาส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2553, หน้า 26-30) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดเชิงวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

1. ความสามารถในการตีความเราจะไม่สามารถวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ได้หากไม่เริ่มต้นด้วยความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏเริ่มแรกเราจึงจำเป็นต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้รับว่าจะอะไรเป็นอะไรด้วยการตีความการตีความ (Interpretation) หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจและให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้นเป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์โดยสิ่งนั้นไม่ได้ปรากฏโดยตรงคือตัวข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรงแต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่เกิดกว่าสิ่งที่ปรากฏอันเป็นการสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานของสิ่งที่ปรากฏในข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์เกณฑ์ที่แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินย่อมแตกต่างกันไปตามประสบการณ์และค่านิยมของแต่ละบุคคล

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์เราจะคิดวิเคราะห์ได้ดีนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้นเพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์แจกแจงและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไรมีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้างมีกี่หมวด

3. ความช่างสังเกตช่างสงสัยและช่างถามนักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีองค์ประกอบทั้งสามนี้รวมด้วยคือต้องเป็นคนที่ช่างสังเกตสามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่ดูอย่างผิวเผินเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้นต้องเป็นคนที่ช่างสงสัยเมื่อเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลยแต่หยุดพิจารณาขบคิดไตร่ตรองและต้องเป็นคนที่ช่างถามชอบตั้งคำถามกับตัวเองและคนรอบ ๆ ข้างเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปสู่การคิดต่อเกี่ยวกับเรื่องนั้นการตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลนักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีความสามารถในการใช้เหตุผลจำแนกแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริงสิ่งใดเป็นความเท็จสิ่งใดมีองค์ประกอบในรายละเอียดเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

6.3 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2553, หน้า 23-24) กล่าวว่า ลักษณะการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยลักษณะ 3 ลักษณะ คือ

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของ หรือเรื่องราวต่าง ๆ

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลหรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในที่นี้หมายถึงการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล 14 ประเภทคือ ความคล้ายคลึง ความขัดแย้งหรือตรงกันข้าม การทำนาย การเป็นลำดับย่อย การเป็นสมาชิกของประเภทเดียวกัน การเป็นลำดับที่สูงกว่า การเติมให้สมบูรณ์ ส่วนย่อย ส่วนรวม ส่วนย่อย ความเท่าเทียมกัน การปฏิเสธ การใช้คำ ด้านคุณสมบัติ แบบสรุปความ

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่า สัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้นักเรียนค้นหาหลักการของเรื่อง การระบุจุดประสงค์ของนักเรียนของนักเรียน ประเด็นสำคัญของเรื่อง เป็นต้น

บลูม (Bloom) และคณะ (สมนึก กัททิษณี, 2549, หน้า 144-147) ได้จำแนกการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนกว่าชิ้นใดส่วนใดเรื่องใด เหตุการณ์ใดตอนใดสำคัญที่สุดหรือหาจุดเด่นจุดประสงค์สำคัญสิ่งที่ซ่อนเร้นอยู่

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ว่าสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กัน

3. การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาชิ้นส่วนหรือปลีกย่อยต่าง ๆ ว่าทำงานหรือเกาะยึดกัน ได้หรือคงสภาพเช่นนั้น ได้เพราะใช้หลักการใดเป็นแกนกลางจึงถามโครงสร้างหรือหลักหรือวิธีการที่ยึด

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารณี คำวัจน์ (2544, หน้า 51) ได้จำแนกการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบเป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของและเรื่องราวความสำคัญต่าง ๆ เป็นความสามารถในการบอกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับความคิดเห็นความแตกต่างจากข้อสรุปจากข้อเท็จจริงที่นำมาสนับสนุน เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญสาเหตุและสาระสำคัญของเรื่อง

2. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ ว่าเป็นการระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิดความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผลและความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์หลักการเป็นความสามารถในการหาหลักการของความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใดเป็นความสามารถในการให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่องระบุดจุดประสงค์ของผู้เรียนประเด็นที่สำคัญของเรื่องเทคนิคที่ใช้ในการชักจูงผู้อ่านและรูปแบบของภาษาที่ใช้เช่นการบอกหรือการอธิบายสิ่งที่เป็นใจความสัมพันธ์ ความสัมพันธ์และหลักการของสิ่งที่เรียนรู้

จากลักษณะของการคิดวิเคราะห์ ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะการคิดวิเคราะห์ นั้น ประกอบด้วย 3 ลักษณะ คือ

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยพิจารณาว่ามีองค์ประกอบของเรื่องราวที่เกี่ยวข้องมีอะไรบ้าง
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เป็นการหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่อยู่ในเรื่องราวนั้น
3. การวิเคราะห์หลักการพิจารณาว่าในความสัมพันธ์ขององค์ประกอบมีอาศัยหลักการใด ซึ่งจากการศึกษาพบว่าทั้งสามส่วนจะครอบคลุมและเชื่อมโยงกันเป็นลำดับขั้นที่สอดคล้องกันอย่างต่อเนื่อง

6.4 กระบวนการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2553, หน้า 19) เป็นการคิดวิเคราะห์ที่ใช้สมองซีกซ้ายเป็นการคิดลึกลับคิดอย่างละเอียดจากเหตุไปสู่ผลดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการคิดวิเคราะห์เป็นการกำหนดสิ่งของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อเป็นต้นเรื่องในการวิเคราะห์
2. กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์เป็นการกำหนดประเด็นที่สงสัยจากปัญหาสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์อาจเป็นคำถามหรือเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เพื่อค้นหาความจริงสาเหตุหรือข้อความสำคัญ
3. เป็นการกำหนดข้อความสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ในการจำแนกแยกแยะสิ่งที่เหมือนหรือต่างกันความสัมพันธ์ของเหตุผล
4. พิจารณาแยกแยะเป็นการวิเคราะห์กระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยใช้เทคนิค 5 W 1 H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) why (ทำไม) Who (ใคร) How (อย่างไร)
5. สรุปเป็นคำตอบเป็นการรวบรวมประเด็นสำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งของที่กำหนดให้

จากคำกล่าวข้างต้นกล่าวสรุปได้ว่า กระบวนการคิดวิเคราะห์ต้องอาศัยระบบการทำงานของสมองอย่างมีขั้นมีตอน มีคำตอบของแต่ละขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล เพื่อการหาข้อสรุปตอบคำถาม หรือแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ให้ได้ตามสถานการณ์หรือเหตุการณ์ตามที่กำหนดให้มา

6.5 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 149-154) กล่าวว่า การวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ เป็นคำถามที่สามารถแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยสิ่งใดบ้าง มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้น ก็ยังมีส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญในแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวกับพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันกันโดยหลักการใด จะเห็นว่าสมรรถภาพด้านการคิดวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุและผลมาเกี่ยวข้องกันเสมอ

การคิดวิเคราะห์ จึงต้องอาศัยพฤติกรรม ด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้มาประกอบพิจารณาการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่มีอยู่นั้น อะไรสำคัญ หรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ตัวอย่างคำถาม เช่น ศิลปินชื่อไหนสำคัญที่สุด

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการหาความสัมพันธ์ หรือความเกี่ยวข้องส่วนย่อยในปรากฏการณ์หรือเนื้อหานั้น เพื่อนำมาอุปมาอุปไมย หรือค้นหาว่าแต่ละเหตุการณ์นั้น มีความสำคัญอะไรที่ไปเกี่ยวพันกัน ตัวอย่างคำถาม เช่น เหตุใดแสงสว่างจึงเร็วกว่าแสง

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวนั้น ว่ายึดหลักการใด มีเทคนิคหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใด เป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจตัวอย่างคำถาม เช่น รถยนต์วิ่งโดยอาศัยหลักการใด

สมนึก ภัททิยธนี (2546, หน้า 144-147) กล่าวว่า การวัดการคิดวิเคราะห์เป็นการใช้วิจารณ์ญาณเพื่อไต่ตรองการแยกแยะพิจารณาคุณรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องต่าง ๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุดของชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุดและชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใดซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนกว่าชิ้นใดส่วนใดเรื่องใดเหตุการณ์ใดตอนใดสำคัญที่สุดหรือหาจุดเด่นจุดประสงค์สำคัญสิ่งที่ซ่อนเร้น

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ว่าสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันรวมถึงข้อสอบอุปมาอุปไมย

3. การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาจุดขึ้นส่วนหรือส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ ว่าทำงานหรือเกาะยึดกันได้หรือคงสภาพเช่นนั้นได้เพราะใช้หลักการใดเป็นเป็นแกนกลางจึงถามโครงสร้างหรือหลักหรือวิธีการที่ยึดถือ

จากการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ข้างต้น สรุปได้ว่าเป็นการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ให้เหตุและผลกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการพิจารณาแยกแยะองค์ประกอบ และเชื่อมโยงเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ผู้วิจัยนำเสนอและสรุปหลักการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการศึกษาเพื่อการวิจัยไว้ดังนี้

การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ แจกแจง ระบุ องค์ประกอบต่าง ๆ ในเรื่องราว เหตุการณ์ สิ่งของ แล้วสามารถเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้นได้โดยใช้เหตุผลอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้แนวคิดหลักการที่สำคัญของเรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งสามารถแก้ไขปัญหาและตอบคำถามได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งนักเรียนต้องมีความสามารถใน 3 ด้านดังนี้ 1. ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ 2. ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และ 3. ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลักการ

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยภายในประเทศ

นงนาฏ วงศ์คำ (2554) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น ที่เน้นกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น ที่เน้นกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น ที่เน้นกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น ที่เน้นกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) นักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 7 ชั้น ที่เน้นกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จริยรัตน์ ไซ้ซ้าง (2556) ได้ศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองยางพิทยาคม ก่อนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้นที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนระหว่างการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้นที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือและที่เรียนแบบปกติ เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้นที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองยางพิทยาคม หลังเรียนระหว่างการเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้นที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือและที่เรียนแบบปกติ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้นที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้นที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้นที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (4) นักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้นที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชญณีย์ สมองดี (2556) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตาม วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ที่มีผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข พบว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตาม วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้การ

จัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) อยู่ในระดับมาก (ระดับ 4) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วันวิสา เห็นประจักษ์ (2558) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทำผังความคิด มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และยังมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้พบว่าคะแนนของความคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน และเมื่อพิจารณาเจตคติต่อวิชาชีววิทยาพบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิวพร ศรีจรูญ (2559) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1. การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ 36.47 นักเรียนมีพัฒนาการระดับกลาง 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงมีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ 32.28 นักเรียนมีพัฒนาการระดับกลาง

ชลธิชา พลชัย (2560) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ผลการวิจัยพบว่า 1. ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พบว่า มีนักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 75 ซึ่งสูง

กว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ในส่วนคะแนนความสามารถด้าน การคิดวิเคราะห์เฉลี่ยได้ 17.15 คิดเป็น ร้อยละ 57.17

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Khan and Iqbal (2011 อ้างถึงใน จิรนนท์ จันทยุทธ, 2554) ได้ศึกษาผลการเรียน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับวิธีการสอนแบบดั้งเดิม (Traditional lab method) ในวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษาผลกระทบของวิธีการสอนแบบสืบเสาะ หาความรู้ต่อทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยทดสอบ Pre-test เพื่อวัดระดับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม หลังจากนั้น นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ถูกสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ 7E Learning cycle model และกลุ่มควบคุมถูกสอน โดย วิธีการสอนแบบดั้งเดิม เป็นระยะเวลา 30 วัน แล้วทำการทดสอบ Post-test และทำการวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ t-test พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีประสิทธิภาพสูงกว่า นักเรียนกลุ่มควบคุม และยังพบว่าวิธีสอนการทดลอง (Lab) แบบสืบเสาะหาความรู้ให้ประสิทธิผล ต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มากกว่าการสอนทดลองแบบดั้งเดิม

Gurbuz et al. (2013) ทำการศึกษาในการสอนเรื่อง “Electricity in our life” โดยเปรียบเทียบนักเรียน 2 กลุ่ม แบ่งเป็น กลุ่มทดลองได้รับการเรียนรูปแบบ 7E และกลุ่มควบคุม ได้รับการเรียนแบบเรียนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และ โปรแกรมการสอนเทคโนโลยีตามที่ได้รับอนุมัติจากกระทรวงศึกษาธิการ ทั้ง 2 กลุ่มต้องทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและ หลังเรียน นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนรูปแบบ 7E มีการเรียนรู้ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบเรียนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ และ โปรแกรมการสอนเทคโนโลยีตามที่ได้รับอนุมัติจากกระทรวงศึกษาธิการอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ และการคิดวิเคราะห์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และการคิดวิเคราะห์ สามารถส่งเสริมและพัฒนาให้ดีขึ้นได้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ซึ่งสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ไปใช้ในการสร้าง แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิเคราะห์ ในวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิเคราะห์ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้สืบเสาะ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่นักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนปราจิณราษฎร์อำรุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 6 ห้องเรียน รวม 270 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปราจิณราษฎร์อำรุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) รวมจำนวน 90 คน

ตารางที่ 3-1 แสดงคะแนนสอบปลายภาควิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4, 4/5, 4/6, 4/7, 4/8 และ 4/9

กลุ่ม	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD
ม. 4/4	44	30	18.05	2.01
ม. 4/5	45	30	17.46	1.43
ม. 4/6	45	30	17.35	1.85
ม. 4/7	44	30	17.95	1.15
ม. 4/8	46	30	18.13	0.98
ม. 4/9	46	30	17.15	1.56

จากตารางที่ 3-1 พบว่า คะแนนสอบปลายภาคของวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้น ม. 4/4 มี $\bar{X} = 18.05$ ($SD = 2.01$) ม. 4/5 มี $\bar{X} = 17.46$ ($SD = 1.43$) ม. 4/6 มี $\bar{X} = 17.35$ ($SD = 1.85$) ม. 4/7 มี $\bar{X} = 17.95$ ($SD = 1.15$) ม. 4/8 มี $\bar{X} = 18.13$ ($SD = 0.98$) ม. 4/9 มี $\bar{X} = 17.15$ ($SD = 1.56$)

ตารางที่ 3-2 เปรียบเทียบผลการสอบปลายภาควิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4, 4/5, 4/6, 4/7, 4/8 และ 4/9 โดยการทดสอบ Anova (one-way)

กลุ่ม	n	\bar{X}	SD	df	t	p
ม. 4/4	44	18.05	2.01	43		
ม. 4/5	45	17.46	1.43	44		
ม. 4/6	45	17.35	1.85	44	15.424	.095
ม. 4/7	44	17.95	1.15	43		
ม. 4/8	46	18.13	0.98	45		
ม. 4/9	46	17.15	1.56	45		

จากตารางที่ 3-2 พบว่า ผลการสอบปลายภาควิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4, 4/5, 4/6, 4/7, 4/8 และ 4/9 โดยการทดสอบ Anova (one-way) ไม่มีความแตกต่างกัน

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ การคิดวิเคราะห์ ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ The Pretest-Posttest Control Group Design (สมบุรณ์ สุริยวงศ์, สมจิตรา เรืองศรี และเพ็ญศรี เศรษฐวงศ์, 2554) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 แบบแผนการทดลองแบบThe Pretest-Posttest Control Group Design

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
กลุ่มทดลอง E	O_1	X	O_2
กลุ่มควบคุม C	O_{C1}	$\sim X$	O_{C2}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
C	แทน	กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
O_1	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ของกลุ่มทดลอง
O_{C1}	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ของกลุ่มควบคุม
O_2	แทน	การทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง
O_{C2}	แทน	การทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มควบคุม
X	แทน	การสอน โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หา
$\sim X$	แทน	การสอน โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ความรู้

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต
2. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์
3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิตตัวชี้วัดตามมาตรฐานการเรียนรู้ ในช่วงชั้นระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4- 6)

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนปรางจินราชวรวิหาร โดยกำหนดเนื้อหาในสาระที่ 1 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งได้เนื้อหา 4 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 คาบ คาบละ 50 นาที ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้
สาระที่ 1 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)	น้ำหนัก
- สืบค้นข้อมูล อภิปรายและ อธิบาย โครงสร้างและ หน้าที่ของ ส่วนประกอบ ภายในเซลล์ที่ ศึกษาด้วยกล้อง จุลทรรศน์	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เซลล์และทฤษฎีของเซลล์	1.อธิบายความหมายของ เซลล์และทฤษฎีเซลล์	1	8

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

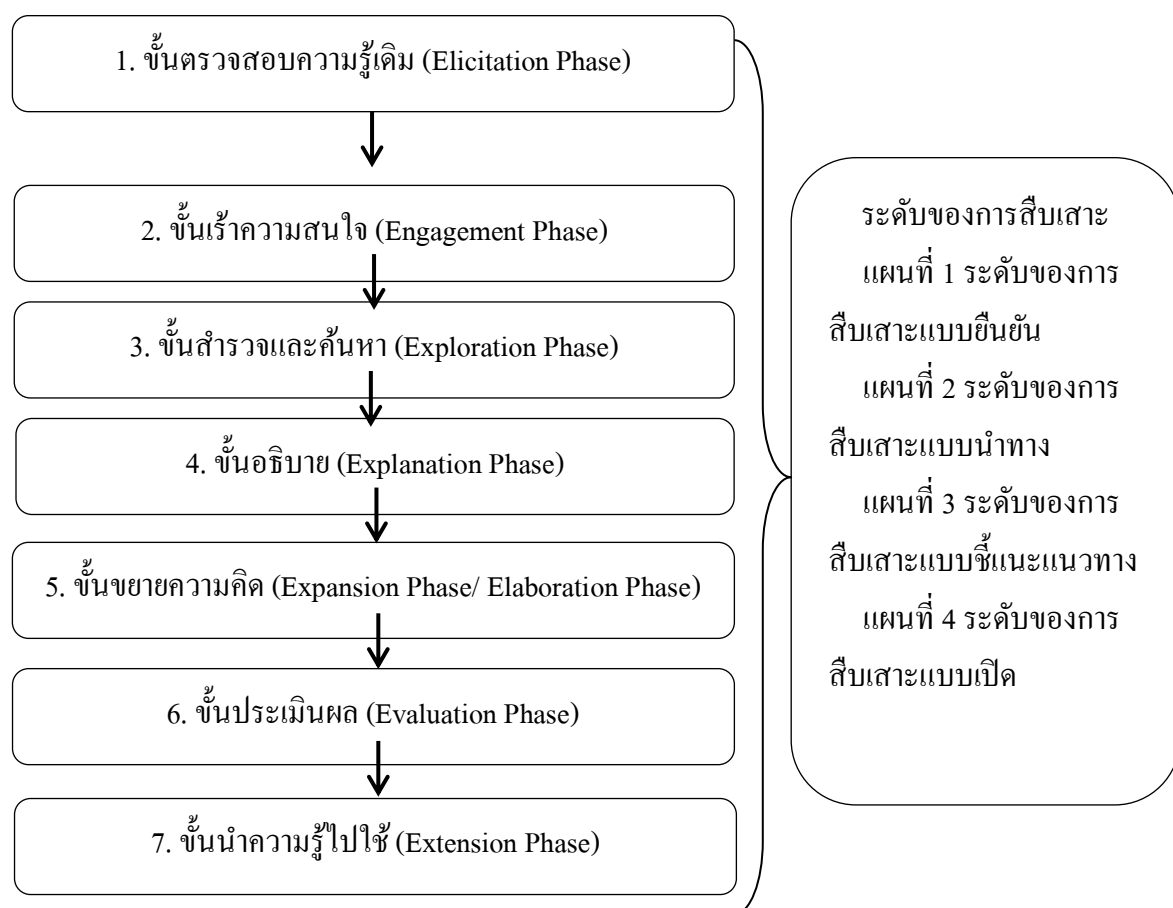
ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)	น้ำหนัก
- สืบค้นข้อมูล อภิปรายและ อธิบาย โครงสร้างและ หน้าที่ของ ส่วนประกอบ ภายในเซลล์ที่ ศึกษาด้วยกล้อง จุลทรรศน์	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เซลล์และทฤษฎีของเซลล์	2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย โครงสร้าง ของส่วนประกอบภายใน เซลล์ ที่ศึกษาด้วยกล้อง จุลทรรศน์อิเล็กตรอน และสามารถคำนวณหา กำลังขยายของภาพ และ ขนาดของวัตถุ หรือ ขนาดของภาพจากกล้อง จุลทรรศน์	2	18
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โครงสร้างของเซลล์ที่ ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอน	1. นักเรียนสามารถ อธิบายลักษณะ โครงสร้าง และหน้าที่ ของส่วนต่างๆ ของเซลล์ ที่ศึกษาด้วยกล้อง จุลทรรศน์อิเล็กตรอนได้	3	24
		2. นักเรียนสามารถ เปรียบเทียบความ แตกต่างของโครงสร้าง ของเซลล์โพรคาริโอต และเซลล์ยูคาริโอตได้	1	8

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)	น้ำหนัก
- อภิปรายและ สรุปเกี่ยวกับการ สื่อสารระหว่าง เซลล์การ เปลี่ยนแปลง สภาพของเซลล์ และการชราภาพ ของเซลล์	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การรักษาคุณภาพของ เซลล์และการสื่อสาร ระหว่างเซลล์	1. นักเรียนสามารถ อธิบายการลำเลียงสาร แบบผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ และไม่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์	2	18
		2. อธิบายและระบุ ขั้นตอนของวิธีการ สื่อสารระหว่างเซลล์ที่อยู่ ใกล้กันและอยู่ไกลกัน	1	8
- อภิปรายและ สรุปเกี่ยวกับการ สื่อสารระหว่าง เซลล์การ เปลี่ยนแปลง สภาพของเซลล์ และการชราภาพ ของเซลล์	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การเปลี่ยนแปลงสภาพ ของเซลล์และการชราภาพ ของเซลล์	1. นักเรียนสามารถบอก ได้ว่าเซลล์ที่ได้จากการ แบ่งเซลล์จะมีการ เปลี่ยนแปลงสภาพของ เซลล์ไปทำหน้าที่เฉพาะ อย่างไรในเนื้อเยื่อ อวัยวะ และระบบต่าง ๆ ของ ร่างกาย	1	8
		2. บอกสาเหตุแห่งการ ชราภาพของเซลล์	1	8

1.3 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
ความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำข้อมูลที่ได้
วิเคราะห์เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรม โดยมีการเพิ่มระดับของการสืบเสาะลงในแต่ละ
แผนการจัดการเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์และทฤษฎีของเซลล์ ใช้ระดับการ

สืบเสาะความรู้แบบยืนยัน (Confirmed inquiry) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ใช้ระดับการสืบเสาะความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การสื่อสารระหว่างเซลล์ใช้ระดับการสืบเสาะความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์ ใช้ระดับการสืบเสาะความรู้แบบแบบเปิด (Open inquiry) ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แสดงการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

1.4 ศึกษาเนื้อหาจากบทเรียน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ และสาระสำคัญของหน่วยการเรียนรู้ เพื่อแบ่งแยกเนื้อหาที่จะนำมาจัดการเรียนรู้

1.5 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 4 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.5.1 สารสำคัญ

1.5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.3 สารการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.5.4 กระบวนการจัดการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม
- 2) ขั้นสร้างความสนใจ
- 3) ขั้นสำรวจและค้นหา
- 4) ขั้นอธิบาย
- 5) ขั้นขยายความรู้
- 6) ขั้นประเมินผล
- 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้

1.5.5 สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1.5.6 การวัดและประเมินผล

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสารการเรียนรู้ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะและด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

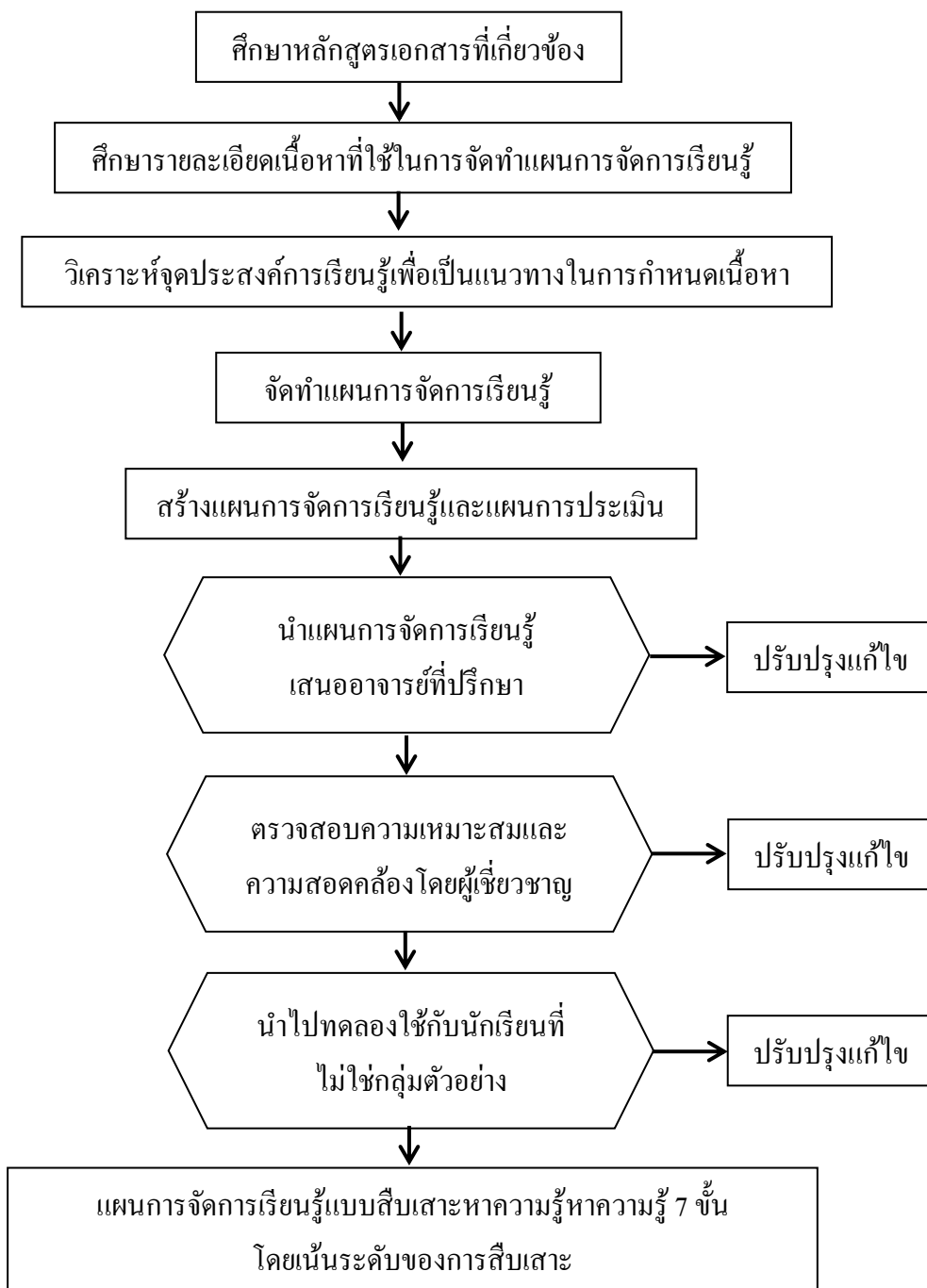
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมระหว่าง 4.54 - 4.77 (สูงกว่า 3.50) และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 0.14 - 0.18 (ไม่เกิน 1.00) อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมากที่สุด

1.8 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ในทุกประเด็น แต่ประเด็นในเรื่องของกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้กลับไปปรับปรุงให้กิจกรรมมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น และปรับแก้คำผิด ปรับรูปประโยคให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปราชญ์ราษฎร์ อารุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ต่อไปซึ่งสามารถสรุปได้ ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 แสดงขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์

มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และการวัดการคิดวิเคราะห์

2.2 ศึกษาเทคนิคในการสร้างข้อสอบจากหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบหนังสือการวัดผลและประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบเขียนตอบ จำนวน 3 ข้อ ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และบทความที่เกี่ยวข้องกับในชีวิตประจำวัน ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ได้แก่ ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และด้านการวิเคราะห์หลักการ โดยสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์	จำนวนข้อสอบ/ข้อ
1. ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ	3
2. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์	3
3. ด้านการวิเคราะห์หลักการ	3
รวม	9

ตารางที่ 3-6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์

ข้อที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. (วิเคราะห์ ความสำคัญ)	3	นักเรียนสามารถพิจารณา จำแนกแจกแจงองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่ามีสาเหตุอะไร สาเหตุสำคัญอะไรมีปัจจัยอะไรบ้างมีเหตุผลอย่างไรได้อย่างชัดเจนถูกต้องอย่างน้อย 3 คำตอบ
	2	นักเรียนสามารถพิจารณา จำแนกแจกแจงองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่ามีสาเหตุอะไร สาเหตุสำคัญอะไรมีปัจจัยอะไรบ้างมีเหตุผลอย่างไรได้อย่างชัดเจนถูกต้องอย่างน้อย 2 คำตอบ

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
	1	นักเรียนสามารถพิจารณา จำแนกแจกแจงองค์ประกอบที่สำคัญของ สิ่งของหรือเรื่องราวต่างๆ ว่ามีสาเหตุอะไร สาเหตุสำคัญอะไรมีปัจจัย อะไรบ้างมีเหตุผลอย่างไร ได้อย่างชัดเจนถูกต้องอย่างน้อย 1 คำตอบ
	0	นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบผิด
2. (วิเคราะห์ ความสัมพันธ์)	3	นักเรียนสามารถค้นหาความเกี่ยวข้องของส่วนสำคัญต่างๆ ของ เรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไรเหตุใดจึงเป็น เช่นนั้น จะส่งผลกระทบต่ออย่างไรได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 คำตอบ
	2	นักเรียนสามารถค้นหาความเกี่ยวข้องของส่วนสำคัญต่างๆ ของ เรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไรเหตุใดจึงเป็น เช่นนั้น จะส่งผลกระทบต่ออย่างไรได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 คำตอบ
	1	นักเรียนสามารถค้นหาความเกี่ยวข้องของส่วนสำคัญต่างๆ ของ เรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไรเหตุใดจึงเป็น เช่นนั้น จะส่งผลกระทบต่ออย่างไรได้ถูกต้องอย่างน้อย 1 คำตอบ
	0	นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบผิด
3. (วิเคราะห์ หลักการ)	3	นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นว่าสัมพันธ์ กันอยู่โดยอาศัยหลักการใดได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 คำตอบ
	2	นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นว่าสัมพันธ์ กันอยู่โดยอาศัยหลักการใดได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 คำตอบ
	1	นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นว่าสัมพันธ์ กันอยู่โดยอาศัยหลักการใดได้ถูกต้องอย่างน้อย 1 คำตอบ
	0	นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบผิด

2.4 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความ
ถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ
ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์และการวัดผล
เพื่อตรวจสอบลักษณะในเรื่องสถานการณ์การใช้คำถามภาษาที่ใช้เนื้อหา เพื่อประเมินค่าความ

เหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด

2.6 พิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ซึ่งแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์นี้มีดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60-1.00 และได้ทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความชัดเจนของคำถาม ปรับแก้คำผิด ปรับรูปประโยคให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นเรียบร้อยแล้ว สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไปได้

2.7 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คนจากนั้นปรับปรุงแก้ไขแล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

2.8 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนแล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 209-211) โดยใช้การแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำด้วยเทคนิค 50% แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 209-211)

2.9 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทั้งฉบับ โดยการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟา (α Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) โดยแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์นี้มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.22-0.48 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.26-0.63 และมีค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.87 ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไปได้

2.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนอยู่ในท้ายแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ จากนั้นนำแบบทดสอบนี้ไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

3.1 ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือ และคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งแบ่งพฤติกรรมด้านต่าง ๆ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ ดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (%)	จำนวนข้อสอบ			รวม
			ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	
1. เซลล์และ ทฤษฎีของ เซลล์	1. อธิบายความหมายของเซลล์และทฤษฎีเซลล์	8	2(1)	3(2)		5(3)
	2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบาย โครงสร้าง ของส่วนประกอบภายในเซลล์ ที่ศึกษาด้วย กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และสามารถ คำนวณหาค่าล้างขยายของภาพ และขนาดของ วัตถุ หรือขนาดของภาพจากกล้องจุลทรรศน์	18	2(1)	5(3)	3(1)	10(5)
2. โครง สร้างของเซลล์ ที่ศึกษาด้วย กล้องจุล ทรรศน์อิเล็ก ตรอน	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะ โครงสร้าง และหน้าที่ของส่วนต่างๆ ของเซลล์ที่ศึกษา ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนได้	24	5(3)	10 (5)		15 (8)
	2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่าง ของโครงสร้างของเซลล์โพรคาริโอต และ เซลล์ยูคาริโอตได้	8		3(1)	2(1)	5(2)

ตารางที่ 3-7 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (%)	จำนวนข้อสอบ			รวม
			ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	
3. การรักษาดุลยภาพของเซลล์และการสื่อสารระหว่างเซลล์	1. นักเรียนสามารถอธิบายการลำเลียงสารแบบผ่านเยื่อหุ้มเซลล์และไม่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์	18	5(2)	5(3)		10(5)
	2. อธิบายและระบุขั้นตอนของวิธีการสื่อสารระหว่างเซลล์ที่อยู่ใกล้กันและอยู่ไกลกัน	8		3(1)	2(1)	5(2)
4. การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์	1. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างในเนื้อเยื่อ อวัยวะ และระบบต่าง ๆ ของร่างกาย	8	3(2)	2(1)		5(3)
	2. บอกสาเหตุแห่งการชราภาพของเซลล์	8		3(1)	2(1)	5(2)
	รวม	100	17 (9)	34 (17)	9 (4)	60 (30)

หมายเหตุ 2(1) 2 คือ จำนวนแบบทดสอบที่สร้างขึ้น (1) คือ จำนวนแบบทดสอบที่เลือก

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choices) 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์ที่ 3-7

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยาที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (ชุดเดิม) ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยา ด้านการสอน วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะและด้านการวัดประเมินผลโดยประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) โดยแบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60-1.00 และได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญดังนี้ การปรับแก้คำผิด ปรับรูปประโยคให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จากนั้นจึงนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไปได้

3.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียน เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตมาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปราจิณราษฎร์บำรุงจำนวน 45 คน

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) โดยเลือกข้อที่มีค่าความยากมีค่าตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 1.00 เป็น ข้อสอบที่ใช้ได้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, หน้า 155-157)

3.9 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และ โครงสร้างข้อสอบที่กำหนด

3.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟา (α Coefficient) ของครอนบัก (Cronbach) โดยแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.24-0.65 ค่าอำนาจจำแนกในช่วง 0.22-0.44 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.73 ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไปได้

3.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1.แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
- 2.ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต และทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงและแก้ไขแล้ว
- 3.ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ในวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ใช้เวลาสอน 12 คาบโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการคิดวิเคราะห์ (ฉบับเดิม)
5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาชีววิทยามาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ANCOVA (ทดสอบสมมติฐานข้อ 1)
2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ANCOVA (ทดสอบสมมติฐานข้อ 2)

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ด้วยการทดสอบ One Sample t – test (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 100-104) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3)

4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ด้วยการทดสอบ One Sample t – test (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 100-104) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4)

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307) คือ

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

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) (สมนึก ภัททิษณี, 2549)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาวิชา
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์โดยใช้สูตร PE ของวิทนีย์ และซาเบอร์ส (Whitney, & Sabers, 1989) (ล้วน สายยศและ อังคณา สายยศ, 2539, หน้า 199-200) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

2.2.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (สม โภช อนุเกศสุข, 2554, หน้า 108)

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

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

2.4 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551, หน้า 92)

$$r_{XY} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{XY}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนแบบทดสอบที่หาความเที่ยงตรงเชิงสภาพ
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมคะแนนความรู้ของผู้เรียนที่เป็นเกณฑ์

2.5 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (สม โภช อนุเกศสุข, 2554, หน้า 108)

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

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติ ANCOVA (Analysis of Covariance) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน ในการทดสอบสมมติฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.2 ทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา กับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สูตร t-test แบบ One –Sample (สม โภช อนุช, 2554, หน้า 111)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \text{ และ } df = n-1$$

เมื่อ	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
		\bar{X}	แทน ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากกลุ่มตัวอย่าง
		μ	แทน ค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของประชากร
		S	แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกันดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน F-Distribution
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
SS	แทน	ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of Squares)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง
df	แทน	ระดับชั้นแห่งความอิสระ
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2. การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ประเด็น คือ

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และการสอนแบบปกติ

2. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และการสอนแบบปกติ

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

4. ผลการเปรียบเทียบผลการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และการสอนแบบปกติได้ผลดังตารางที่ 4-1 และตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะและกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
ทดลอง	45	9.64	1.64	24.02	1.85
ควบคุม	45	9.29	1.59	22.40	2.09

จากตารางที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ก่อนเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่า $\bar{X}=9.64$, $SD=1.64$ และหลังเรียน มีค่า $\bar{X}=24.02$, $SD=1.85$ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ก่อนเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่า $\bar{X}=9.29$, $SD=1.59$ และหลังเรียน มีค่า $\bar{X}=22.40$, $SD=2.09$

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	251.245	1	251.245	236.222	.000
วิธีสอน	34.740	1	34.740	32.663*	.000
รวม	48891.000	90			

* $P < .05$

จากตารางที่ 4-2 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ สูงกว่ากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 32.663$, $P = .000$) โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้ ได้ผลดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายด้าน เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	SS	df	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	MS	F	p
ด้านความรู้ความจำ	.085	1	9	6.78	1.047	.085	.097	.757
ด้านความเข้าใจ	30.044	1	17	13.53	1.192	30.044	41.411*	.000
ด้านการนำไปใช้	1.660	1	4	2.90	0.601	1.660	4.957*	.029

* $P < .05$

จากตารางที่ 4-3 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายด้าน เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ แตกต่างกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมดสองด้านด้วยกันคือ ด้านความเข้าใจ ($F = 41.411, P = .000$) และด้านการนำไปใช้ ($F = 4.957, P = .029$) ส่วนด้านความรู้ความจำนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติไม่มีความแตกต่างกัน ($F = .097, P = .757$)

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และการสอนแบบปกติ ได้ผลดังตารางที่ 4-4 และตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะและกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
ทดลอง	45	9.56	1.55	23.02	1.45
ควบคุม	45	9.04	1.54	21.56	1.67

จากตารางที่ 4-4 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ก่อนเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีค่า $\bar{X} = 9.56$, $SD = 1.55$ และหลังเรียน มีค่า $\bar{X} = 23.02$, $SD = 1.45$ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ก่อนเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีค่า $\bar{X} = 9.04$, $SD = 1.54$ และหลังเรียน มีค่า $\bar{X} = 21.56$, $SD = 1.67$

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	91.551	1	91.551	63.955	.000
วิธีสอน	27.866	1	27.866	19.466*	.000
รวม	44976.000	90			

* $P < .05$

จากตารางที่ 4-5 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะสูงกว่า การจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 19.466, P = .000$) โดยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนของนักเรียน กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิด วิเคราะห์ สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านความสำคัญ ด้านความสัมพันธ์ และด้านหลักการ ได้ผลดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์รายด้านของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบปกติ

การคิดวิเคราะห์	SS	df	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	MS	F	p
ด้านความสำคัญ	4.260	1	9	7.37	0.880	4.260	6.707*	.011
ด้านความสัมพันธ์	1.470	1	9	7.51	0.707	1.470	3.312	.072
ด้านหลักการ	7.806	1	9	7.41	1.004	7.806	9.497*	.003

* $P < .05$

จากตารางที่ 4-6 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์รายด้านของนักเรียน หลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ แตกต่างกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมดสองด้าน ด้วยกันคือ ด้านความสำคัญ ($F = 6.707, P = .011$) และด้านหลักการ ($F = 9.497, P = .003$) ส่วนด้าน ความสัมพันธ์นั้น ความสามารถในการการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้น ระดับของการสืบเสาะ ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ($F = 3.312, P = .072$)

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม ได้ผลดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 (23 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	n	เกณฑ์	\bar{X}	SD	df	t	p
หลังเรียน	45	23	24.02	1.85	44	3.702*	.001

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-7 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 3.702, P = .001$) สรุปได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 75 ($\bar{X} = 24.02, SD = 1.85$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้ ได้ผลดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	เกณฑ์	\bar{X}	SD	df	t	p
ด้านความรู้ความจำ	45	7	6.87	0.82	44	1.098	.278
ด้านความเข้าใจ	45	13	14.11	1.21	44	6.159*	.000
ด้านการนำไปใช้	45	3	3.04	0.60	44	0.496*	.001

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-8 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายด้านวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมดสองด้านด้วยกันคือ ด้านความเข้าใจ ($F = 6.159, P = .000$) และด้านการนำไปใช้ ($F = 0.496, P = .001$) ส่วนด้านความรู้ความจำนั้น ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายด้านวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ต่ำกว่าเกณฑ์ ($F = 1.098, P = .278$)

4. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจกได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม ได้ผลดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 (20 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	n	เกณฑ์	\bar{X}	SD	df	t	p
หลังเรียน	45	20	23.02	1.45	44	13.947*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-9 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ สูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 13.947, P = .000$) สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ มีการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 75 ($\bar{X}=23.02, SD = 1.45$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์กับเกณฑ์ที่กำหนดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านความสำคัญ ด้านความสัมพันธ์ และด้านหลักการ ได้ผลดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์รายด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75

การคิดวิเคราะห์	n	เกณฑ์	\bar{X}	SD	df	t	p
ด้านความสำคัญ	45	7	7.60	0.89	44	34.698*	.000
ด้านความสัมพันธ์	45	7	7.67	0.67	44	46.433*	.000
ด้านหลักการ	45	7	7.76	0.88	44	5.740*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-10 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดวิเคราะห์รายด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกด้าน ได้แก่ ด้านหลักการ ($F = 5.740, P = .000$) ด้านความสัมพันธ์ ($F = 46.433, P = .000$) และ ด้านความสำคัญ ($F = 34.698, P = .000$) โดยเรียงตามค่าเฉลี่ยตามลำดับได้ ดังนี้ 1. ด้านหลักการ ($\bar{X}=7.76, SD = 0.88$) 2. ด้านความสัมพันธ์ ($\bar{X}=7.67, SD = 0.67$) และ 3. ด้านความสำคัญ ($\bar{X}=7.60, SD = 0.89$)

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และการคิดวิเคราะห์ ในวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และการสอนแบบปกติ เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ และการสอนแบบปกติ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม เพื่อเปรียบเทียบผลการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปราชญ์ราษฎร์บำรุง อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 90 คน จัดเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง จำนวน 45 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต สำหรับกลุ่มทดลอง แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต สำหรับกลุ่มควบคุม แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ การดำเนินการทดลองเลือกแผนการวิจัยแบบ The Pretest-Posttest Control Group Design เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูป

สรุปผลการทดลอง

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะในวิชาชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะในวิชาชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะมีผลการคิดวิเคราะห์มากกว่าร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการทดลอง

จากการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และการคิดวิเคราะห์ ในวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ สรุปผลการวิจัยและมีประเด็นอภิปราย ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะในวิชาชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานข้อที่ 1 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นหาคำถามทาง

วิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรมหรือวิธีการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ปฏิบัติและเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้ วิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถามเกิดความคิดและลงมือแสวงหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ **Eisenkraft (2003)** กล่าวว่ารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็กซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลย หรือละทิ้ง เนื่องจาก การตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่เด็กมี ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและไม่คิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การละเลยหรือเพิกเฉยในขั้นนี้จะทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของเด็กซึ่งจะไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ และยังสอดคล้องกับ **วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540)** กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะเป็นการเรียนการสอนที่ครูต้องฝึกหรือกระตุ้นให้นักเรียนคิดอยู่เสมอรวมถึงต้องให้นักเรียนได้ใช้ความคิดในระดับต่าง ๆ ไม่ใช่ความจำเพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับ **ศุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545)** การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ กระบวนการเรียนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือสร้างสรรค์สิ่งแวดลอมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ยังเป็นแนวทางหนึ่งที่มีความสอดคล้องอย่างชัดเจนในการพัฒนาแนวคิด สิ่งสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ก็คือการให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือแก้ปัญหา เช่น ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่น่าสนใจแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอประเด็นที่น่าสนใจและสงสัยจากสถานการณ์ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการนำเสนอผลการศึกษาในประเด็นนั้น ๆ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในลักษณะทำให้เห็นว่านักเรียนเกิดความสนใจในประเด็นของสถานการณ์ก่อน จากนั้นนักเรียนจึงมีกระบวนการสืบเสาะด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมารถตอบคำถามในประเด็นที่สนใจได้ และมีวิธีการนำเสนอที่แตกต่างกัน เช่น การนำเสนอ โดยเป็นบทบาทสมมติ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบนี้ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถามเกิดความคิดและลงมือแสวงหาความรู้จากการวิจัยพบว่า ชั้นตรวจสอบความรู้เดิม จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิม โดยใช้

คำถามที่เป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี และทำให้ครูได้ทราบว่า นักเรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร เช่น ผู้วิจัยได้ใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ธรรมดา กับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร นักเรียนส่วนใหญ่ตอบได้ว่า กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนมีกำลังขยายมากกว่ากล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงธรรมดา แต่นักเรียนบางคนยังไม่ทราบว่ากำลังขยายสูงสุดของกล้องจุลทรรศน์แต่ละประเภทมีกำลังขยายเท่าใดทำให้ครูต้องช่วยเติมเต็มในส่วนที่ขาดให้กับนักเรียน และครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน ส่วนในขั้นเร้าความสนใจนั้นต้องเกิดจากรื่องที่นักเรียนสงสัยหรือจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือจากการอภิปรายกลุ่มในเรื่องที่เกิดขึ้นในเวลานั้น ภาวะกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดประเด็นที่สนใจจะศึกษาทำให้นักเรียน มีความกระตือรือร้นในการอยากรู้ อยากเรียน อยากหาคำตอบ และเมื่อได้ประเด็นที่สนใจร่วมกันทั้งห้องเรียนแล้ว จึงมีการกำหนดขอบเขตรายละเอียดเรื่องที่จะศึกษาและรวบรวมประสบการณ์เดิมหรือความรู้ที่มี โดยการระดมความคิดของทุกคนในห้องช่วยกันหาแนวทางในการสำรวจเพื่อหาคำตอบของประเด็นที่สนใจ เช่น ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันอภิปรายคำถามที่นักเรียนสนใจ หรือให้นักเรียนศึกษาแผ่นภาพแสดงโครงสร้างของเซลล์สัตว์และเซลล์พืช ส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจและเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา และมีการนำความรู้เดิมมาช่วยในการระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการศึกษาในขั้นต่อไป ในขั้นสำรวจค้นหาเมื่อได้ประเด็นคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้วจะมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกการออกแบบการศึกษาโดยมีการระดมความคิดในกลุ่มช่วยกันหาวิธีการทดลองที่จะนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบของประเด็นปัญหาพร้อมทั้งทำการศึกษาหรือทำการทดลอง โดยมีการลงมือปฏิบัติทำการทดลองเพื่อหาคำตอบด้วยตัวเอง เช่น ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อศึกษา เรื่อง การทดลองศึกษาหน้าที่ของนิวเคลียสในเซลล์อะมีบา แสดงความสำคัญของนิวเคลียส จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตั้งคำถาม เพื่อนำเข้าสู่ข้อสรุป จากการจัดการเรียนรู้นี้ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ของตนเองและนักเรียนได้ฝึกการตั้งคำถาม ออกแบบการศึกษาหรือการทดลอง พร้อมทั้งมีทักษะในการลงมือทำด้วยตนเอง เพื่อให้ได้ข้อมูลนำไปสู่ในขั้นต่อไปคือ ขั้นอธิบาย เมื่อได้ข้อมูลจากการทดลองแล้วจึงนำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนบรรยายสรุปผลการศึกษาหรือการทดลองหน้าชั้นเรียน ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาแนวคิดและสามารถ

อธิบายและลงข้อสรุป เกี่ยวกับข้อมูลที่ได้และมีการนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ภายในชั้นเรียน ส่วนในชั้นขยายความรู้ ช่วงนี้เป็นการที่ให้นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยง กับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบาย สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ เช่น ปกตินักเรียนจะได้รับความรู้ในเรื่องเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ เพียงอย่างเดียว แต่ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ เรื่องสิ่งมีชีวิตโพรคาริโอตและ ยูคาริโอตไปด้วย ทำให้นักเรียนเกิดความรู้กว้างขวางขึ้น และขยายแนวรอบความคิดของตนเอง และต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ในชั้นประเมิน เป็นการตรวจสอบการประเมินการ เรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด เช่น คำถามท้าย บทเรียน แบบฝึกหัด หรือสรุปความรู้ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนได้ทราบถึงพัฒนาการของตนเองและ กระตือรือร้นในการพัฒนาตนเองให้มากยิ่งขึ้นต่อไป และสุดท้ายขั้นนำความรู้ไปใช้ ขั้นนี้นักเรียน นำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียน สามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้ และมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

นอกจากนี้หากพิจารณารายด้านของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ผลของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ยังทำให้ผลสัมฤทธิ์ ของนักเรียนในด้านความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้มีการพัฒนาที่ดีขึ้นมากกว่าด้านความรู้ความจำ อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะนั้นเป็น การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและยั่งยืน ไม่ได้มุ่งเน้นให้ นักเรียนเรียนรู้ด้วยการจำ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนรู้ในด้านความรู้ความจำของทั้ง สองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ซึ่งจากประสบการณ์ของครูในการสอนพบว่า การระดมความคิดเห็นใน การแก้ปัญหา มีการตั้งคำถาม ตอบคำถาม เช่น ครูจะมีการสอดแทรกคำถามในระหว่างการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความสนใจ และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียนตลอดเวลาและ แสดงความคิดเห็น เช่น นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ลักษณะร่วมกัน และมีการตั้งคำถามจนนำไปซึ่ง ของคำตอบ ซึ่งเป็นเทคนิคของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของ การสืบเสาะ จึงสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของ การสืบเสาะ นั้นส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิรยรัตน์ ใช้ช่วง (2556) ได้ศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองยางพิทยาคม ก่อน และหลังเรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือเปรียบเทียบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนระหว่างการเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือและที่เรียนแบบปกติ เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองยางพิทยาคม หลังเรียนระหว่างการเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือและที่เรียนแบบปกติ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิวพร ศรีจรรย์ (2559) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ 32.28 นักเรียนมีพัฒนาการระดับกลาง

2. การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ในวิชาชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และผลการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ มีผลการคิดวิเคราะห์มากกว่าร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวทางหนึ่งที่มีความสอดคล้องอย่างชัดเจนในการพัฒนาทักษะความสามารถในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรมหรือวิธีการเรียนรู้ที่นักเรียน ได้ปฏิบัติและเรียนรู้

เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้โดยเน้นระดับของการสืบเสาะก็เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยนักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย คอยสนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวางแผนการเรียน มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ โดยสอดคล้องกับประมวล สิริพันธ์แก้ว (2546) ได้กล่าวว่าการสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากนักเรียนทุกชั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถามหรือกำหนดหัวข้อเรื่อง การวางแผนดำเนินการรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแปลความหมายและลงข้อสรุป ซึ่งจากประสบการณ์สอนที่ผ่านมาของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเมื่อทำการวัดประเมินผลด้วยข้อสอบปรนัย แต่เมื่อวัดประเมินผลด้วยข้อสอบที่ให้ตอบแสดงวิธีทำหรืออธิบาย นักเรียนมักจะเขียนอธิบายไม่ค่อยได้ อาจเป็นเพราะในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเชื่อว่าเป็นวิชาที่ยาก ต้องเรียนรู้โดยผ่านการท่องจำเท่านั้น จึงทำให้เมื่อประเมินผลด้วยข้อสอบที่ให้ตอบแสดงวิธีทำหรืออธิบายซึ่งต้องใช้การคิดวิเคราะห์ของนักเรียน นักเรียนจะได้คะแนนน้อย

เมื่อพิจารณาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในทุกด้าน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นระดับของการสืบเสาะจะมีการคิดวิเคราะห์ ด้านความสำคัญ และด้านหลักการแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ในขณะที่การคิดวิเคราะห์ ด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน อาจมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นระดับของการสืบเสาะหาความรู้ต้องขึ้นอยู่กับความเชื่อและความเข้าใจว่ากิจกรรมต่างๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหานักเรียนเป็นผลให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เน้นวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ปรากฏการณ์ที่กำลังเผชิญหรือประสบอยู่ และพร้อมทำทฤษฎีความคิด โดยวิธีการที่นักเรียน เป็นผู้กำหนดวิธีการหาความรู้ด้วยตนเองมากกว่า การรับรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในแนวทางต่าง ๆ กันเพื่อแก้ปัญหาหรือความขัดแย้งด้านความคิด ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเต็มที่ ให้ออกแบบนักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยครูตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียน ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้

หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปลงเป็นหลักการ เกณฑ์ หรือวิธีการในการ
 แก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้าง
 สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดยเป็นผู้กำกับ ควบคุมดำเนินการให้
 คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนคิด รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยน
 เรียนรู้ เช่น ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ความรู้อิงเป็น
 วิธีการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียน
 คิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ผู้เรียนจะได้รับความรู้จากการคิดสืบเสาะหาความรู้ และได้เรียนรู้
 กระบวนการแก้ปัญหาไปด้วยพร้อม ๆ กัน ซึ่งประกอบไปด้วย การสืบเสาะหาความรู้แบบขั้นบันได
 ระดับการสืบเสาะนี้ นักเรียนจะเป็นผู้ตรวจใช้การคิดวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อ
 ยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์
 ความรู้ที่คาดหวังให้นักเรียนค้นพบ และให้นักเรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน
 หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว เช่น ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำกิจกรรมการศึกษาลักษณะของสิ่งมีชีวิต
 ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งใบงานจะมีข้อมูลรูปภาพที่ถูกต้องอยู่แล้ว นักเรียนมีหน้าที่ค้นหา
 คำตอบและมายืนยันกับข้อมูลที่ครูให้ว่าถูกต้องหรือไม่ ทำให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะมีกระบวนการ
 ค้นคว้ามาซึ่งคำตอบและนำไปยืนยันกับข้อมูลที่ถูกต้อง เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการจะทำให้ นักเรียนมี
 ความภาคภูมิใจในผลงาน มีความกระตือรือร้น และสามารถฝึกการคิดวิเคราะห์ ฝึกสังเกต ฝึก
 วิเคราะห์ ในรูปที่เกิดจากการศึกษาด้วยตนเองกับรูปที่ครูเตรียมมาให้ว่ามีความถูกต้องเพียงใด การ
 สืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง ระดับการสืบเสาะนี้ให้นักเรียนใช้การคิดวิเคราะห์ค้นพบองค์ความรู้
 ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้
 นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด ซึ่งจะต่างกับแบบแรกคือมีความรู้ นำทาง
 ให้แล้วให้นักเรียนคิดต่อด้วยตนเอง เช่น ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำกิจกรรมการศึกษาโครงสร้างเซลล์ที่
 ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงธรรมดา และ โครงสร้างเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์
 อิเล็กตรอนซึ่งในกิจกรรมนี้นักเรียนจะต้องมีการสืบเสาะหาข้อมูลด้วยตนเองรู้แต่เพียงว่าให้ศึกษา
 โครงสร้างเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ทั้งสองชนิดซึ่งมันต้องมีความแตกต่างกันแน่นอน
 นักเรียนก็จะไปสืบเสาะหาความรู้จากใบความรู้ หนังสือ อินเทอร์เน็ต ทำให้นักเรียนมีความสนใจ
 อย่างมากที่จะศึกษาข้อมูลว่ามันจะมีลักษณะ โครงสร้างที่แตกต่างกันอย่างไร ในเมื่อเซลล์ดูด้วยกล้อง
 จุลทรรศน์เหมือนกัน ด้วยวิธีการนี้จะทำให้นักเรียนค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้สร้าง
 ประเด็นเนื้อหา สามารถคิดวิเคราะห์ทางด้านความสัมพันธ์ว่าระหว่างเซลล์ที่เกิดจากการศึกษาของ
 โครงสร้างเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ทั้งสองชนิด การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง ระดับ

การสืบเสาะนี้ นักเรียนใช้การคิดวิเคราะห์หาค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจ ตรวจสอบ เช่น ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำกิจกรรมการศึกษาการสื่อสารระหว่างเซลล์ โดยให้นักเรียนระดมความคิดเห็นด้วยตนเองว่า เซลล์แต่ละเซลล์มีการสื่อสารกันอย่างไร นักเรียนก็จะคิดได้หลากหลายรูปแบบ แต่ครูจะไม่บอกว่ามีการสื่อสารกันด้วยวิธีการใดบ้าง ให้นักเรียนเข้าสู่กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอกระบวนการที่พบในการสื่อสารระหว่างเซลล์ว่ามีกระบวนการใดบ้าง โดยครูจะเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องและเพิ่มเติมข้อมูลในส่วนที่ขาดไป ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบนี้จะทำให้ นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ การหาเหตุผลมาสนับสนุนคำตอบ การนำเสนอ และความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ระดับการสืบเสาะนี้ นักเรียนจะใช้การคิดวิเคราะห์หาค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองจากแนวคิดข้างต้น นักเรียนจะสร้างประเด็นปัญหา คำถามจากสิ่งที่นักเรียนสนใจแล้วนำไปออกแบบการสำรวจศึกษาด้วยตนเอง เพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบ เช่น ผู้วิจัยได้ให้ทำกิจกรรม โดยครูจะนำสถานการณ์ที่เจอในชีวิตประจำวัน แล้วให้นักเรียนอภิปรายเพื่อสร้างประเด็นด้วยตัวเองและลงมือสืบเสาะค้นหาคำตอบในประเด็นที่สนใจ พร้อมทั้งคิดวิธีการนำเสนอด้วยตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดและลงมือทำงานอย่างเป็นกระบวนการ ฝึกการคิดวิเคราะห์เริ่มตั้งแต่ประเด็นที่สงสัยและสนใจจะศึกษาจนถึงวิเคราะห์ต่อว่าจะทำอย่างไรจะได้คำตอบในสิ่งที่เรามั่นใจออกมา สุดท้ายจะนำเสนอออกมาในรูปแบบใดให้เข้าใจ น่าสนใจและถูกต้อง ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่เน้นระดับของการสืบเสาะจะส่งผลให้นักเรียนได้นำความรู้ทั้งหมดมาสรุปออกมาตามความเข้าใจซึ่งเป็นการฝึกในการคิดวิเคราะห์เชิงทฤษฎี วิทยาศาสตร์ ทางด้านความสำคัญ และหลักการอีกด้วย ทั้งนี้หากพิจารณาทางด้านของคะแนนการคิดวิเคราะห์กับเกณฑ์ พบว่า ผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นระดับของการสืบเสาะ ยังทำให้การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในทุก ๆ ด้านเมื่อเทียบกับเกณฑ์มีการพัฒนาที่ดีขึ้น อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นระดับของการสืบเสาะ นั้นเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกวิเคราะห์ วิเคราะห์ ฝึกนำเสนอ ฝึกสร้างองค์ความรู้ โดยครูจะตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง ที่กล่าวมา จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชาญฤทธิ์ สมองดี (2556) ได้ทำการศึกษา

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ชีววิทยาเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตาม วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) อยู่ ในระดับมาก (ระดับ 4) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชลธิชา พลชัย (2560) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ผลการวิจัยพบว่า 1. ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พบว่ามี นักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้น ไปของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไว้ ในส่วนคะแนนความสามารถด้าน การคิดวิเคราะห์เฉลี่ยได้ 17.15 คิดเป็นร้อยละ 57.17

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ในการนำรูปแบบการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรปรับให้สอดคล้องกับ สถานการณ์ เช่น จำนวนนักเรียนต่อกลุ่ม การกำหนดบทบาทของนักเรียนได้ตามความเหมาะสม

1.2 ในการนำรูปแบบการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประเด็นคำถามหรือสถานการณ์ที่ นักเรียนสนใจถ้ามีหลายหัวข้อครูควรแนะนำให้เข้าประเด็นในเรื่องที่ต้องการศึกษาเพื่อให้นักเรียน ไม่หลงประเด็นและสามารถดำเนินการจัดการเรียนรู้ได้ต่อไป

1.3 ในการนำรูปแบบการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรม ก่อนข้างมาก ควรมีการปรับความยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสมในแต่ละครั้งของการทำกิจกรรม

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับ ของการสืบเสาะ ร่วมกับการใช้แบบจำลอง สื่อวีดีโอ ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ ในวิชา ชีววิทยา ที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้แนวคิดที่เป็นนามธรรมของผู้เรียน เพราะเป็นสิ่งจำเป็นใน การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันของนักเรียน

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *เอกสารชุดเทคนิคการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *คู่มือจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิตติชัย สุชาติโนบล. (2541). *ผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการประถมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- กุศลสิน มุสิกกุล. (2551). *ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. *ครูวิทยาศาสตร์*, 15 (1), 66 – 71.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2553). *การคิดเชิงวิเคราะห์* (พิมพ์ครั้งที่6). กรุงเทพฯ: ชักเชสมิเดีย.
- จริยา ภูสีฤทธิ์. (2550). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จริยารัตน์ ไข่ช้าง. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองยางพิทยาคม จังหวัดนครราชสีมา*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- จิรนนท์ จันทยุทธ. (2554). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจต่อการเรียน เรื่อง พันธะเคมี และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น กับแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเคมีศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- จิรวรรณ ธานี. (2542). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (แผนการเรียนศิลป์ภาษา) ในโรงเรียนรัฐบาล เขตการศึกษา 10. วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนภาษาอังกฤษ, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*
- ชลธิชา พลชัย. (2560). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E). วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.*
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *เทคโนโลยีการออกแบบและพัฒนา. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.*
- ทิสนา เขมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 15). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- ธัญญ์ริย์ สมองดี. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่องการถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้วัฏจักรเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- นงนาฏ วงศ์คำ. (2554). *ผลการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 7 ขั้นที่เน้นกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิตที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพิริยาลัย จังหวัดแพร่. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.*
- นิภา เมธธาวิชัย. (2536). *การประเมินผลการเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : พิเศษฐ์การพิมพ์.*
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). *การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.*
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2546. กรุงเทพฯ: สสวท.*
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2550). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ขั้น. วารสารวิชาการ, 10(4), 25-30.*

- พรพรรณ พึ่งประยูรพงศ์. (2547). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พ.ว.).
- ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. (2545). *สัมมนาหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. เอกสารประกอบการเรียน วิชา 506713 มหาสารคาม: สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิชย์.
- โรงเรียนปราชญ์ราษฎร์อารุง. (2552). *หลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. ปราชญ์บุรี: โรงเรียนปราชญ์ราษฎร์อารุง.
- ลักขณา สรีวัฒน์. (2549). *การคิด*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *การวัดด้านจิตพิสัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วรรณพงษ์ สิทธิโชค. (2530). *สาเหตุความด้อยสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร: วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- วันวิสา เห็นประจักษ์. (2558). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

- วิมล พงษ์पालิต. (2541). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.*
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2549). *การพัฒนาการเรียนการสอนภาควิชาหลักสูตรและการสอน. เอกสารคำสอน มหาสารคาม: ภาคหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*
- วิรัช วรรณรัตน์. (2539). *การวัดและการประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.*
- วิรุทธ วิเชียรโชติ. (2521). *จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ: อำนวยการพิมพ์.*
- ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารณี คำวังนัง. (2544). *สอนเด็กให้คิดเป็น. กรุงเทพฯ: ทิปส์พับบลิเคชัน.*
- ศิวพร ศรีจรรย์ (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2559). *รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2559. วันที่ค้นข้อมูล 5 พฤษภาคม 2560, เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th/>*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2551). *ชีววิทยา เล่ม 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2553). *คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). *กระบวนการเทคโนโลยี. เข้าถึงได้จาก [http://designtechnology.ipst.ac.th/uploads/ DesignProcess-OnWebforRobotContest.pdf](http://designtechnology.ipst.ac.th/uploads/DesignProcess-OnWebforRobotContest.pdf).*
- สมนึก ภัททิยชนิ. (2546). *การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่4). กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.*
- สมนึก ภัททิยชนิ. (2549). *การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่5). กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.*

- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กอสินธุ์ :
 ประสานการพิมพ์.
- สมบูรณ์ สุริยวงศ์, สมจิตรา เรืองศรี และเพ็ญศรี เศรษฐวงศ์. (2543). *ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา*.
 กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- สมโภช อนนทสุข. (2554). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุธารพินท์ โนนศรีชัย. (2550). *การคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5ES)*. วิทยานิพนธ์ศึกษา
 ศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย,
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*.
 กรุงเทพฯ ฯ: การพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2553). *19 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ:
 โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2549). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ
 พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. ปทุมธานี: สกายบุ๊กส์.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2554). *มาตรฐานการศึกษาตัวบ่งชี้และ
 เกณฑ์การพิจารณา เพื่อการประเมินคุณภาพภายนอก ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน: ประถม
 และมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- อัชนี ศรีสุแล. (2541). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้
 ระหว่างการสอนโดยใช้สไลด์จากโปรแกรมนำเสนอในคอมพิวเตอร์และวิธีการสอนตาม
 คู่มือครู*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย,
 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). *หลักการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 3 ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- อารมณ เพชรชื่น. (2527). *เทคนิคการวัดประเมินผลการศึกษาระดับประถมศึกษา*. ชลบุรี:
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.
- อุทุมพร จามรมาน. (2544). *แบบสอบถาม: การสร้างและการใช้* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ ฯ:
 ฟีนี่พลับบิขซึ่ง.

- อุบล อรรคแสง. (2551). *การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อำนาจ เจริญศิลป์. (2537). *วิธีสอนวิทยาศาสตร์ยุคใหม่*. กรุงเทพฯ ๑: โอเดียนสโตร์.
- Bloom, B. S., Dabid, R. K., & Bertram, B.M. (1964). *Taxonomy of education objective*. London : David Mckay.
- Budnitz, N. (2003). *What do we mean by inquiry?*. Retrived from http://www.biology.duke.edu/cibl/inquiry/what_is_inquiry.htm
- Elsenkraft, Arthur. (2003). Expanding the 5Es model : A proposed 7E emphasizes Transferring of Learning and the importance of eliciting prior understanding. *The Science Teachers*, 70(6), 56-59.
- Gurbuz, F., Turgut, U., & Salar, R. (2013, September). The Effect of 7E Learning Model on Academic Achievements and Retention of 6th Grade Science and Technology Course Students in the Unit Electricity in Our Life. *Turkish science education*, 10(3), 91.
- Herron. (1971). The Nature of Scientific Inquiry. *School Review*, 79, 171-212.
- Lawson, Anton. E. (2001). "Using the Learning Cycle to Teach Biology Concepts and Reasoning Patterns. *Journal of Biology Education*, 35(4), 165.
- Sund, R.B., & Trowbridge, L.W. (1973). *Teaching Science by Inquiry in Secondary School*. Ohio : Charles E. Merrill.
- Welch, W.W. (1981). Inquiry in School Science. *The Science Teacher*, 3, 53-64.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้
- แบบทดสอบการวัดคิดวิเคราะห์
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร

สืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ

(ตัวอย่าง)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยาเรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

หมายเลขที่

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

โรงเรียนปราชญ์ราษฎร์อารุง

คำชี้แจง :

1. ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้และเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

2. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ

3. ข้อสอบมีจำนวน 30 ข้อละ 1 คะแนน รวม 30 คะแนน ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

เซลล์และทฤษฎีของเซลล์

1. เซลล์ หมายถึงอะไร (ความรู้ความจำ)

ก. ส่วนที่เล็กที่สุดของสาร

ข. ส่วนที่เล็กที่สุดของพืช

ค. ส่วนที่เล็กที่สุดของสัตว์

(ง.) ส่วนที่เล็กที่สุดของพืชและสัตว์

2. ไวรัสจัดเป็นสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่ไวรัสไม่เป็นเซลล์ เหตุผลที่จัดไวรัสเป็นสิ่งมีชีวิตคือ (ความเข้าใจ)

(ก.) สืบพันธุ์ได้

ข. กินอาหารได้

ค. ปรับตัวได้

ง. สร้างอาหารได้

3. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกับสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์มีสิ่งใดที่เหมือนกัน (ความเข้าใจ)

ก. ขนาดของเซลล์

ข. รูปร่างของเซลล์

ค. ความแข็งแรงของเซลล์

(ง.) ส่วนประกอบพื้นฐานของเซลล์

การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์

26. ข้อใดถูกต้องที่สุด (ความรู้ความจำ)

- (ก.) เซลล์ที่ชราภาพแล้วจะมีการสังเคราะห์โปรตีนน้อยลง
- ข. การชราภาพของเซลล์ไม่เกี่ยวข้องกับยีน
- ค. การสร้าง ATP ในไมโทคอนเดรียแปรผันตามอายุของเซลล์
- ง. เซลล์ที่มีอายุมากจะมีส่วนปลายของโครโมโซมยาวขึ้นทุกครั้งที่มีการแบ่งเซลล์

27. การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์เกิดขึ้นเมื่อใด (ความรู้ความจำ)

- ก. ระหว่างการแบ่งเซลล์
- ข. ก่อนที่จะเริ่มการแบ่งเซลล์
- ค. หลังจากเซลล์มีการเติบโตแล้ว
- (ง.) ภายหลังกการแบ่งเซลล์ขณะที่เซลล์เติบโต

28. เซลล์ประสาทมีโครงสร้างเหมาะสมในการทำหน้าที่รับส่งกระแสประสาท อย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. รูปร่างกลมไม่มีนิวเคลียส
- ข. เป็นเส้นใยโปรตีนที่มีความเหนียว
- ค. แดกแขนงออกไปคล้ายกับรากพืช
- (ง.) มีเส้นใยประสาทที่ยาวและสั้นยื่นออกจากตัวเซลล์

29. เพราะเหตุใดเซลล์จึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงสภาพ (ความเข้าใจ)

- ก. เพื่อให้เซลล์มีโครงสร้างที่สมบูรณ์
- ข. เพื่อให้เซลล์มีความว่องไวในการทำงาน
- (ค.) เพื่อให้เหมาะสมกับการไปทำหน้าที่เฉพาะ
- ง. เพื่อให้เซลล์เจริญพัฒนาไปเป็นเซลล์ต้นแบบในการแบ่งเซลล์

30. ถ้านักเรียนไปพบลักษณะของเด็กที่หน้าแก่กว่าเด็กปกติและมีอาการเจริญเติบโตช้ามาก รูปร่างแคระแกรน เตี้ย น้ำหนักน้อย และเหนียวง่าย นักเรียนคิดว่าเด็กคนนี้มีอาการของโรคใด (การนำไปใช้)

- ก. โพรเจเรีย
- ข. เวอร์เนอร์ซินโดรม
- ค. ดาวน์ซินโดรม
- (ง.) ข้อ ก และ ข

(ตัวอย่าง)

แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์

หมายเลขที่

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

โรงเรียนปราชญ์ราษฎร์อารุง

คำชี้แจง :

1. ให้นักเรียนอ่านคำถามและเขียนคำตอบให้ถูกต้องและครบถ้วนในแบบทดสอบ
2. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
3. ข้อสอบมีจำนวน 9 ข้อ รวม 27 คะแนน ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 90 นาที

เรื่องที่ 1 นักวิทยาศาสตร์โลกไม่ใช่หนึ่งเดียว อาจมีสิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์อื่น



เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคมที่ผ่านมา นักวิทยาศาสตร์ของสหรัฐฯ เปิดเผยว่า บนดาวเคราะห์กว่า 60,000 ล้านดวงในกาแล็กซีทางช้างเผือกอาจสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่จริง เพราะมีดวงดาวหลายล้านดวงอยู่

ในเขตเอื้อต่อการมีชีวิต และโคจรรอบดาวฤกษ์เหมือนกับโลก

รายงานระบุว่า นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า บนดาวเคราะห์อื่น ๆ กว่า 60,000 ล้านดวง มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่จริง โดยรวบรวมข้อมูลมาจากยานอวกาศเคปเลอร์ขององค์การนาซา ที่ถูกปล่อยขึ้นสู่อวกาศเมื่อวันที่ 7 มีนาคม ค.ศ. 2009 ซึ่งจากการสำรวจของยานอวกาศดังกล่าวทำให้พวกเขาทราบว่าในกาแล็กซีทางช้างเผือก มีดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการเกิดสิ่งมีชีวิตโคจรรอบดาวฤกษ์มากมาย ไม่ว่าจะเป็นขนาดหรือลักษณะภายนอก

นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ยังได้ทำแบบจำลอง 3 มิติขึ้นมา เพื่อสำรวจและวิเคราะห์สัญญาณความเย็นช่วงกลางวันบนพื้นผิวของดาวเคราะห์ด้วย เนื่องจากสัญญาณเหล่านั้นทำให้พวกเขาทราบข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดมวลเมฆ และภาวะที่ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตชัดเจนยิ่งขึ้น พร้อมทั้งยังสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาระบบตรวจสอบน้ำบนดาวเคราะห์ที่จะนำมาใช้กับหอดูดาว เจมส์ เวบบ์ (JWST) ซึ่งกำลังจะเปิดตัวในปีค.ศ. 2018 ด้วย

ทั้งนี้ ข้อมูลดังกล่าวตรงกับการศึกษา และข้อมูลการสำรวจทางอวกาศที่ดีพิมพ์ลงในวารสาร Astrophysical Journal Letters ที่นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยชิคาโก และมหาวิทยาลัยนอร์ทเวสเทิร์นนำมาอ้างว่า ดาวเคราะห์ในกาแล็กซีทางช้างเผือกกว่า 60,000 ล้านดวงที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากภายนอกของดาวเคราะห์เหล่านั้นมีมวลเมฆลอยตัวอยู่บนชั้นบรรยากาศ

ด้านนายโดเรียน แอบบอต ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาขาธรณีฟิสิกส์จากมหาวิทยาลัยชิคาโก อธิบายเพิ่มเติมว่า มวลเมฆเหล่านั้นจะคอยทำหน้าที่สะท้อนความร้อนและดูดซับรังสีจากที่แผ่มาจากดาวอื่น ๆ เป็นผลให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งมีอุณหภูมิที่เอื้ออำนวยต่อการเกิดสิ่งมีชีวิต ในขณะที่เดียวกันก็เป็นการแสดงให้เห็นด้วยว่า บนดาวเคราะห์เหล่านั้นจะต้องมีน้ำอยู่อย่างแน่นอน

อย่างไรก็ดี ในตอนนี้มีดาวเคราะห์เพียง 10 ดวงเท่านั้น ที่นักวิทยาศาสตร์พิสูจน์และสามารถยืนยันแล้วว่า น่าจะมีสิ่งมีชีวิตอยู่จริง ๆ

ที่มา : <https://men.kapook.com/view66108.html>

เข้าถึงเมื่อ 26 พฤษภาคม 2560

1.1 จากข่าวข้างต้นนักวิทยาศาสตร์ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์ไว้อย่างไร
(วิเคราะห์ความสำคัญ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงสนับสนุนว่าดาวเคราะห์แต่ละดวงจะมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้
(วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 จากที่นักเรียนได้อ่านข่าวนี้ นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ใช้หลักการใดในการวิเคราะห์ถึง
ปัจจัยที่เอื้ออำนวยต่อการมีสิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์ ในกาแล็กซีทางช้างเผือก (วิเคราะห์หลักการ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เรื่องที่ 2 ไคติน-ไคโตซาน

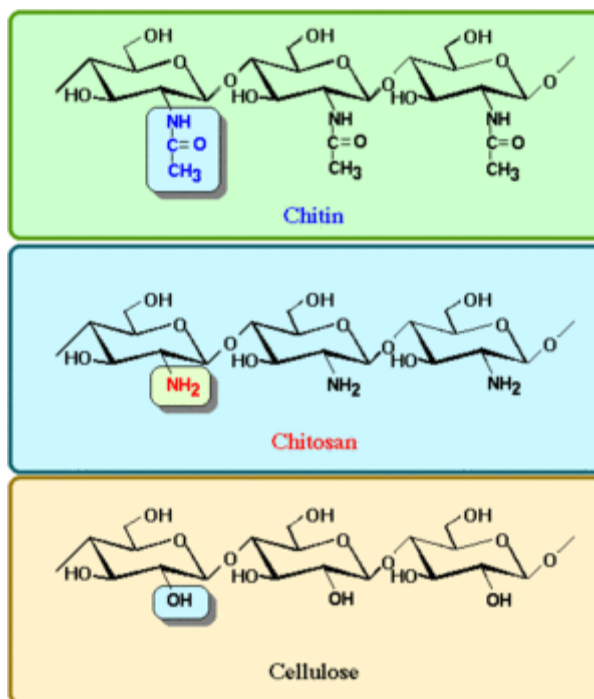


Fig. 3. Structure of Chitin, Chitosan and Cellulose

ไคติน-ไคโตซาน เป็นวัสดุชีวภาพเกิดในธรรมชาติ จัดอยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตผสมที่ประกอบด้วยอนุพันธ์ของน้ำตาลกลูโคสที่มีธาตุไนโตรเจนติดอยู่ด้วยทำให้มีคุณสมบัติที่โดดเด่นและหลากหลายมีประสิทธิภาพสูงในกิจกรรมชีวภาพ และยังสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงเป็นสารที่มีความปลอดภัยในการใช้กับมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม สารไคติน-ไคโตซานนี้มีลักษณะพิเศษในการนำมาใช้ดูดซับและจับตะกอนต่างๆในสารละลายแล้วนำสารกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งเป็นการหมุนเวียนตามระบบธรรมชาติ

โครงสร้างทางเคมีของสารไคติน คล้ายคลึงกับเซลลูโลส คือเป็นเส้นใยที่ยาว ไคตินที่เกิดในธรรมชาติมีโครงสร้างของผลึกที่แข็งแรงมีการจัดตัวของรูปแบบของผลึกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ แอลฟาไคตินบีต้าไคติน และแกมมาไคติน ไคตินที่เกิดในเปลือกกุ้งและปู ส่วนใหญ่อยู่ในรูปแอลฟาไคติน ส่วนไคตินที่อยู่ในปลาหมึกพบว่าส่วนใหญ่เป็นบีต้าไคตินในการจัดเรียงตัวของโครงสร้างตามธรรมชาติ พบว่าแอลฟาไคตินมีคุณลักษณะของเสถียรภาพทางเคมีสูงกว่าบีต้าไคติน ดังนั้นจึงมีโอกาสบีต้าไคตินสามารถจะเปลี่ยนแปลงรูปแบบไปเป็นแอลฟาไคตินได้ในสารละลายของกรดแก่ เช่น กรดเกลือ เป็นต้น ส่วนแกมมาไคตินเป็นโครงสร้างผสมระหว่างแอลฟาและบีต้าไคติน

ไคตินเป็นโพลีเมอร์ที่มีสายยาวมีองค์ประกอบของหน่วยย่อยเป็นอนุพันธ์ของน้ำตาลกลูโคสมีชื่อว่า N-acetyl glucosamine ไคตินเป็นสารที่ละลายยากหรือไม่ค่อยละลาย ส่วนไคโตซานเป็นโพลีเมอร์ของหน่วยย่อยที่ชื่อว่า glucosamine มากกว่า 60% ขึ้นไป (นั่นคือมีปริมาณ N-acetylglucosamine นั้นเอง ในธรรมชาติย่อมมีไคตินและไคโตซาน ประกอบอยู่ในโพลีเมอร์ ที่เป็นสายยาวในสัดส่วนต่างๆ กันถ้ามีปริมาณของ glucosamine น้อยกว่า 40 % ลงมา พอลิเมอร์นั้นจะละลายได้ในกรดอินทรีย์ต่างๆ นั้นหมายถึงมีปริมาณไคโตซานมากกว่า 60 % นั้นเอง ฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีทำให้ไคตินเปลี่ยนไปเป็นไคโตซาน คือการลดลงของหมู่อะซีทิลหรือเรียกว่า Deacetylation ขณะที่มีการลดลงของหน่วยย่อย N-acetyl glucosamine ย่อมเป็นการเพิ่มขึ้นของ glucosamine ในปริมาณที่เท่ากัน ซึ่งคือการเปลี่ยนแปลงไคตินให้เป็นไคโตซานนั่นเอง การจัดระดับของการ Deacetylation มีค่าร้อยละหรือเรียกว่า Percent Deacetylation (% DD) กล่าวคือเมื่อในพอลิเมอร์มีค่าเกิน % DD เกินกว่า 60 % ขึ้นไป ของการกระจายไคโตซานในกรดอินทรีย์มาก จะเพิ่มขึ้นของหมู่เอมิโนของ glucosamine ทำให้มีความสามารถในการรับโปรตรอน จากสารละลายได้เพิ่มขึ้นซึ่งช่วยในการละลายดีขึ้น เพราะมีสมบัติของประจุบวกเพิ่มขึ้น ฉะนั้นไคโตซานจึงสามารถละลายได้ดีขึ้นในกรดต่างๆ เช่น กรดน้ำส้ม กรดแลคติก และกรดอินทรีย์อื่นๆ

ซึ่งโดยธรรมชาติแล้ว ไคโตซานจะไม่ละลายน้ำเช่นเดียวกับเปลือกกุ้ง กระดองปู หรือเปลือกไม้ทั่วไป แต่ไคโตซานจะละลายได้ดีเมื่อใช้กรดอินทรีย์เป็นตัวทำละลาย สารละลายของไคโตซานจะมีความข้นเหนียวแต่ใสคล้ายวุ้น หรือพลาสติกใส ยืดหยุ่นได้เล็กน้อยจึงมีคุณสมบัติที่พร้อมจะทำให้เป็นรูปแบบต่างๆ ได้ง่าย โดยเฉพาะถ้าต้องการทำเป็นแผ่นหรือเยื่อบางๆ เป็นเจล หรือรูปร่างเป็นเม็ด เกลลี่ เส้นใย สารเคลือบและคอลลอยด์ เป็นต้น นอกจากนี้ไคโตซานยังย่อยสลายตามธรรมชาติ จึงไม่เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต เมื่อกินเข้าไปและไม่มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อเติมลงไปใต้น้ำหรือในดินเพื่อการเกษตร

ไคโตซานที่ผลิตขึ้นมาใช้ในปัจจุบันนี้ มีหลายรูปแบบ และส่วนใหญ่จะผลิตมาจากบริษัทต่างประเทศ จึงมีราคาค่อนข้างสูง

ที่มา : กมลศิริ พันธนียะ http://www.nicaonline.com/articles9/site/view_article.asp?idarticle=158
เข้าถึงเมื่อ 4 กรกฎาคม 2560

2.1 จากบทความข้างต้น โคลดินและโคลโตซานมีลักษณะเด่นอย่างไรจึงนำมาทำเป็นวัสดุชีวภาพ (วิเคราะห์ความสำคัญ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 จงเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการใช้โคลดินและโคลโตซานเพื่อมาผลิตเป็นวัสดุชีวภาพ (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.3 ถ้านักเรียนเป็นนักออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการออกแบบบรรจุภัณฑ์รักษ์โลก นักเรียนจะเลือกใช้วัตถุดิบจากโคลดิน และโคลโตซานหรือไม่ เพราะเหตุใด (วิเคราะห์หลักการ)

.....

.....

.....

.....

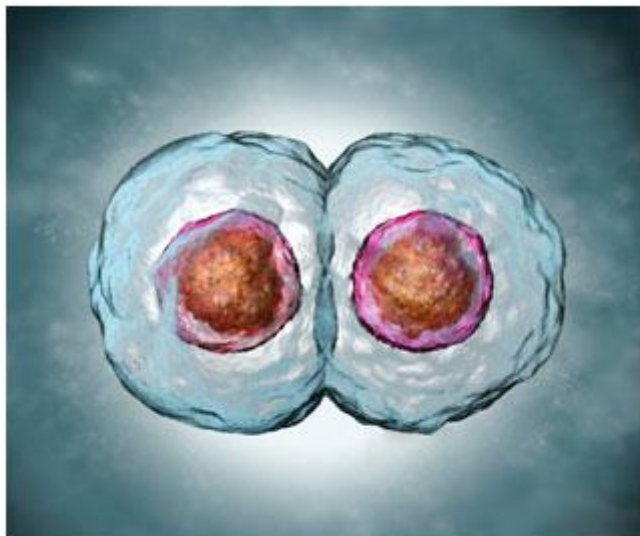
.....

.....

.....

.....

เรื่องที่ 3 สเต็มเซลล์ (Stem Cell) คืออะไร?



สเต็มเซลล์ คือ เซลล์ธรรมชาติที่มีลักษณะหลายเซลล์และอยู่ในสิ่งมีชีวิต ทั้งในมนุษย์ พืช รวมทั้ง สัตว์ เกือบทุกชนิด สเต็มเซลล์ประกอบด้วยหลายเซลล์ มีต้นกำเนิดมาจากเซลล์หนึ่ง โดยเริ่มต้นจากเซลล์เดียวที่มีการผสมพันธุ์ระหว่างเพศผู้และเพศเมีย พัฒนาไปเป็นหลายเซลล์และพัฒนาอีกไปเป็นอวัยวะ เซลล์ที่เป็นต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดทั้งมวล เราเรียกว่า “สเต็มเซลล์”

เมื่อมนุษย์เจริญเติบโตขึ้น โดยนำครึ่งหนึ่งของเซลล์มาจากไข่ของแม่ และครึ่งหนึ่งมาจากสเปิร์มของพ่อ รวมกันกลายเป็นหนึ่งเซลล์ เกิดการฝังตัวกลายเป็นมนุษย์ และมีอวัยวะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ สเต็มเซลล์สามารถพัฒนาไปเป็นเซลล์เนื้อเยื่อทั้งหมด ได้ถึง 200 กว่าชนิด ที่เดียว จึงเรียกว่า เซลล์ทุกเซลล์มีการพัฒนา มาจากสเต็มเซลล์นั่นเอง

ผู้ก่อตั้งคำว่า สเต็มเซลล์ เป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซียท่านหนึ่ง ในปี ค.ศ. 1908 การประชุมที่กรุงเบอร์ลิน เชื่อว่า สเต็มเซลล์ มีความสามารถในการสร้างเลือด จึงตั้งชื่อว่า สเต็มเซลล์ และได้มีการศึกษามาอย่างยาวนานและต่อเนื่องไปพร้อมกับการพัฒนาความรู้ที่เพิ่มมากขึ้นชีวิตได้ สเต็มเซลล์สามารถพัฒนาสร้างสิ่งมีชีวิตและสร้างอวัยวะขึ้นมาได้ เมื่อเจริญเติบโตเป็นมนุษย์แล้ว สเต็มเซลล์ก็ยังคงอยู่และกระจายกระจายอยู่ในร่างกาย สเต็มเซลล์มีทำหน้าที่ซ่อมแซม เมื่ออยู่ในตับ ก็ทำหน้าที่สร้างตับ สเต็มเซลล์ที่อยู่ในสมอง ทำหน้าที่สร้างสมอง ที่อยู่ในไขกระดูก ก็ทำหน้าที่สร้างเลือด

มีงานวิจัยค้นพบว่า สเต็มเซลล์สามารถซ่อมร่างกายได้ โดยทำการทดลองนำเส้นเลือดหัวใจของหนู มาทำให้เกิดอาการหัวใจขาดเลือด และทดลองโดยการฉีดสเต็มเซลล์เข้าไป พบว่าภายใน 9

วัน หนูสามารถสร้างเส้นเลือดใหม่ และกล้ามเนื้อหัวใจใหม่ได้ด้วยตัวเอง ทั้งนี้ ได้มีการศึกษาวิจัยสเต็มเซลล์เพิ่มขึ้น แต่ในบางแห่งนั้น ได้นำมาใช้ โดยขาดความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง ความแตกต่างของสเต็มเซลล์ ที่มาจากเลือด มาจากไขกระดูก และมาจากรก

สเต็มเซลล์จากเลือด: ในเม็ดเลือดประกอบด้วยสเต็มเซลล์ ในปัจจุบัน เราพยายามนำสเต็มเซลล์จากเลือดมารักษา โดยการฉีดเข้าไปไขกระดูกสร้างสเต็มเซลล์ หลังจากนั้น ก็ทำการใช้เครื่องเก็บสเต็มเซลล์ และนำกลับมาฉีดเข้าไปใหม่ ยกตัวอย่าง การศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ต้องตัดขา การใช้สเต็มเซลล์รักษานั้น ทำให้ประมาณ 90% ไม่ต้องตัดขา และยังสามารถทำให้แผลหายได้ ซึ่งเป็นการตอบสนองผลการรักษาที่ค่อนข้างดี

สเต็มเซลล์จากไขกระดูก: ในไขกระดูกของมนุษย์ มีหลายเซลล์ประกอบกัน หนึ่งในนั้นก็มียีสเต็มเซลล์ไขกระดูกด้วยการเจาะเข้าไปในกระดูกและดูดส่วนของเลือดออกมา จะได้สเต็มเซลล์จากไขกระดูก ซึ่งปรากฏว่าสามารถตอบรับได้ดีในการรักษาโรคหลายๆโรค เช่น โรคหัวใจ โรคตับ โรคไขสันหลัง และโรคชรา

สเต็มเซลล์จากรก: มาจากส่วนของสายสะดือ จากรก จากน้ำคร่ำ ซึ่งสามารถสกัดนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการรักษาได้ สเต็มเซลล์ชนิดที่เหมาะสมแก่การปลูกถ่ายในผู้ป่วยเพื่อการรักษา เรียกว่า “มีเซนไคม์” ในต่างประเทศ ได้แยก “มีเซนไคม์” ให้มีความบริสุทธิ์ ซึ่งจะทำให้สามารถปลูกถ่ายให้กับใครก็ได้ ทั้งนี้ ในปัจจุบัน มีการแยกสเต็มเซลล์จากน้ำคร่ำแล้ว เพื่อใช้ในการรักษาโรค เช่น โรคอัลไซเมอร์ โรคพาร์กินสัน โรคเบาหวาน และโรคเลือด

หลักการทำงานของสเต็มเซลล์ อันดับแรก จะเข้าไปในอวัยวะที่เกิดการบาดเจ็บและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและทำให้เจริญงอกใหม่ในเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้น ทั้งนี้ ได้มีการพิสูจน์และรับรองด้วยผลวิจัยมาแล้ว เช่น ได้ทำการทดลองนำเข็มไปทิ่มที่สมองของหนูและฉีดสเต็มเซลล์เข้าไปที่หางของหนู ปรากฏว่าสเต็มเซลล์ได้เข้าไปเปลี่ยนเป็นเซลล์สมองในบริเวณสมองของหนู การเปลี่ยนแปลงเซลล์นั้น พิสูจน์แล้วว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงจากเซลล์ที่ฉีดเข้าไป ทั้งนี้ สเต็มเซลล์ยังทำหน้าที่ สร้างสาร Growth Factor เพื่อกระตุ้นให้เซลล์ซ่อมตัวเองซึ่งเปรียบเหมือนเป็นยาหลังสารอายุวัฒนะนั้นเอง

สเต็มเซลล์สามารถรักษาโรคใดได้บ้าง?

ในปัจจุบัน ทั่วโลกมีการวิจัยแล้วว่าการรักษาด้วยสเต็มเซลล์ถือเป็นความหวังใหม่ทางการแพทย์ที่สามารถรักษาโรคที่เกิดจากการเสื่อมถอยของเซลล์ เช่น โรคอัลไซเมอร์ โรคพาร์กินสัน โรคเบาหวาน โรคเลือด โรคตับ โรคสมอง ข้อเข่าเสื่อม ภูมิคุ้มกันไวเกิน รูมาตอยด์ SLE มะเร็ง

บางชนิด โรคอัมพฤกษ์ อัมพาต จอประสาทตาเสื่อม โรคไขสันหลัง หลอดเลือดสมองตีบ และโรค
ออทิสติก

ความก้าวหน้าของการนำสเต็มเซลล์มาใช้รักษาโรคในต่างประเทศ?

สำหรับความก้าวหน้าของการรักษาในต่างประเทศนั้น ปัจจุบัน สเต็มเซลล์ได้ถูกนำมาสกัด
เป็นยา เพื่อใช้ในการรักษาโรค มีชื่อว่า “Prochymal” ได้รับการรับรองจากประเทศแคนาดา ซึ่งจัด
ว่าเป็นยาที่สกัดจากสเต็มเซลล์ ตัวแรกของโลกที่ได้รับการอนุมัติให้ใช้ได้ ส่วนในประเทศ
ออสเตรเลีย ได้อนุมัติให้ใช้สเต็มเซลล์จากไขมันของตัวเอง ซึ่งพบว่าได้รับการตอบสนองซึ่งได้ผลดี
กับการรักษาในโรคสมองเสื่อมและไขสันหลังเสื่อมด้วย ในปัจจุบัน การรักษาด้วยสเต็มเซลล์ ถือว่า
เป็นความล้ำหน้าของการเจริญด้านวิวัฒนาการผสมกับวิทยาการทางการแพทย์สมัยใหม่จริง

ที่มา : โดย นพ.ฉัตรชัย ศรีบัณฑิต <http://www.absolute-health.org/thai/article-th-042.htm>

เข้าถึงเมื่อ : 4 กรกฎาคม 2560

3.1 จากบทความข้างต้น สเต็มเซลล์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ได้อย่างไร
(วิเคราะห์ความสำคัญ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.2 เพราะเหตุใดสเต็มเซลล์จึงสามารถรักษาโรคบางชนิดได้ (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.3 ถ้านักเรียนมีญาติผู้ใหญ่ที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน ซึ่งมีแผลที่เท้าและอาจต้องตัดเท้าทิ้งเพื่อ
ป้องกันการติดเชื้อ ต่อมาแพทย์แนะนำแนวทางการรักษาแบบสเต็มเซลล์ให้ในฐานะที่นักเรียนต้อง
เป็นผู้ตัดสินใจในการรักษาครั้งนี้ นักเรียนคิดว่าควรเลือกการรักษาโดยใช้สเต็มเซลล์หรือไม่ เหตุใด
นักเรียนจึงมั่นใจในการรักษาด้วยวิธีนี้ (วิเคราะห์หลักการ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์
เรื่องที่ 1 นักวิทยาศาสตร์เผยโลกไม่ใช่หนึ่งเดียว อาจมีสิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์อื่น

ข้อที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1.1 (วิเคราะห์ ความสำคัญ)	3	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบที่สำคัญของบทความ "ได้ดังต่อไปนี้ ดาวเคราะห์ในกาแล็กซีมากกว่า 60,000 ล้านดวง อาจมีสิ่งมีชีวิตอยู่จริงซึ่งปัจจุบันมีดาวเคราะห์เพียง 10 ดวงเท่านั้น ที่นักวิทยาศาสตร์พิสูจน์และสามารถยืนยันแล้วว่าน่าจะมีสิ่งมีชีวิตอยู่จริงๆ"
	2	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบที่สำคัญของบทความ "ได้บางส่วนต่อไปนี้ ดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในกาแล็กซี อาจมีสิ่งมีชีวิตอยู่จริงซึ่งปัจจุบันมีดาวเคราะห์เพียง 10 ดวงเท่านั้น ที่นักวิทยาศาสตร์พิสูจน์และสามารถยืนยันแล้วว่าน่าจะมีสิ่งมีชีวิตอยู่จริงๆ"
	1	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบที่สำคัญของบทความ "ได้บางส่วนต่อไปนี้ ดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในกาแล็กซี อาจมีสิ่งมีชีวิตอยู่จริง"
	0	นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบผิด
1.2 (วิเคราะห์ ความสัมพันธ์)	3	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกถึงความสัมพันธ์ของบทความ "ได้ดังต่อไปนี้ ดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในกาแล็กซีทางช้างเผือกโคจรรอบดาวฤกษ์เหมือนกับโลกและมีขนาดหรือลักษณะภายนอกที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตรวมทั้งดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในกาแล็กซีทางช้างเผือกเหล่านั้นยังมีมวลเมฆลอยตัวอยู่บนชั้นบรรยากาศด้วย"
	2	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกถึงความสัมพันธ์ของบทความ "ได้บางส่วนต่อไปนี้ ดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในกาแล็กซีทางช้างเผือกโคจรรอบดาวฤกษ์เหมือนกับโลกและ ในกาแล็กซีทางช้างเผือกเหล่านั้นยังมีมวลเมฆลอยตัวอยู่บนชั้นบรรยากาศด้วย"
	1	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกถึงความสัมพันธ์ของบทความ "ได้บางส่วนต่อไปนี้ ดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในกาแล็กซีทางช้างเผือกโคจรรอบดาวฤกษ์เหมือนกับโลก"
	0	นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบผิด

ข้อที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1.3 (วิเคราะห์ หลักการ)	3	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกถึงหลักการของบทความ ได้ดังต่อไปนี้ นักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลอง 3 มิติ เพื่อสำรวจและวิเคราะห์สัญญาณ ความเย็นช่วงกลางวันบนพื้นผิวของดาวเคราะห์ นอกจากนี้ยังมีมวลเมฆบนดาว เคราะห์ในกาแล็กซีทางช้างเผือก จะคอยทำหน้าที่สะท้อนความร้อนและดูดซับ รังสีจากที่แผ่มาจากดาวอื่น ๆ เป็นผลให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งมี อุณหภูมิที่เอื้ออำนวยต่อการเกิดสิ่งมีชีวิต และเมื่อมีปรากฏการณ์เรือนกระจก แสดงให้เห็นว่า บนดาวเคราะห์เหล่านั้นจะต้องมีน้ำอยู่อย่างแน่นอน
	2	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกถึงหลักการของบทความ ได้บางส่วนต่อไปนี้ ดาวเคราะห์ในกาแล็กซีทางช้างเผือกมีมวลเมฆบนดาวเคราะห์ซึ่งคอยทำหน้าที่ สะท้อนความร้อนและดูดซับรังสีจากที่แผ่มาจากดาวอื่น ๆ เป็นผลให้เกิด ปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งมีอุณหภูมิที่เอื้ออำนวยต่อการเกิดสิ่งมีชีวิต และเมื่อ มีปรากฏการณ์เรือนกระจก แสดงให้เห็นว่า บนดาวเคราะห์เหล่านั้นจะต้องมีน้ำ อยู่อย่างแน่นอน
	1	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกถึงหลักการของบทความ ได้บางส่วนต่อไปนี้ นักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลอง 3 มิติ เพื่อสำรวจและวิเคราะห์สัญญาณ ความเย็นช่วงกลางวันบนพื้นผิวของดาวเคราะห์
	0	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบผิด

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์
เรื่อง ไคติน-ไคโตซาน

ข้อที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2.1 (วิเคราะห์ ความสำคัญ)	3	<ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบที่สำคัญของบทความได้ดังต่อไปนี้ ไคติน และไคโตซาน มีคุณสมบัติหลากหลายและมีประสิทธิภาพสูงในกิจกรรมชีวภาพ และยังสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงเป็นสารที่มีความปลอดภัยในการใช้กับมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ไคโตซานจะไม่ละลายน้ำเช่นเดียวกับเปลือกกุ้ง กระจดองปู หรือเปลือกไม้ทั่วไป แต่ไคโตซานจะละลายได้ดีเมื่อใช้กรดอินทรีย์เป็นตัวทำละลาย สารละลายของไคโตซานจะมีความข้นเหนียวแต่ใสคล้ายวุ้น หรือพลาสติกใส ยืดหยุ่นได้เล็กน้อยจึงมีคุณสมบัติที่พร้อมจะทำให้เป็นรูปแบบต่างๆได้ง่าย
	2	<ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบที่สำคัญของบทความได้บางส่วนต่อไปนี้ ไคติน และไคโตซาน สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงเป็นสารที่มีความปลอดภัยในการใช้กับมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม สารละลายของไคโตซานจะมีความข้นเหนียวแต่ใสคล้ายวุ้นหรือพลาสติกใส ยืดหยุ่นได้เล็กน้อยจึงมีคุณสมบัติที่พร้อมจะทำให้เป็นรูปแบบต่างๆได้ง่าย
	1	<ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบที่สำคัญของบทความได้บางส่วนต่อไปนี้ ไคติน และไคโตซาน สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงเป็นสารที่มีความปลอดภัยในการใช้กับมนุษย์
	0	<ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบผิด

ข้อที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2.2 (วิเคราะห์ ความสัมพันธ์)	3	<p>นักเรียนสามารถบอกถึงความสัมพันธ์ของบทความ ได้ดังต่อไปนี้</p> <p>ข้อดีของการใช้ไคติน และไคโตซาน</p> <p>ไคติน และไคโตซานนำไปใช้เป็นวัสดุชีวภาพ มีประสิทธิภาพสูงในกิจกรรมชีวภาพ สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ มีความปลอดภัยในการใช้กับมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม และมีลักษณะพิเศษในการนำมาใช้ดูดซับและจับตะกอนต่างๆในสารละลายแล้วนำสารกลับมาใช้ใหม่ได้ซึ่งเป็นการหมุนเวียนตามระบบธรรมชาติ นอกจากนี้ไคโตซานจะมีความขึ้นเหนียวแต่ใสคล้ายวุ้น หรือพลาสติกใส ยืดหยุ่นได้เล็กน้อยจึงมีคุณสมบัติที่พร้อมจะทำให้เป็นรูปแบบต่างๆได้ง่าย</p> <p>ข้อเสียของการใช้ไคติน และไคโตซาน</p> <p>ไคติน และไคโตซาน มีหลายรูปแบบ และส่วนใหญ่ในประเทศไทยยังไม่มีการผลิตอย่างจริงจัง ส่วนใหญ่จะผลิตมาจากบริษัทต่างประเทศ จึงมีราคาค่อนข้างสูง</p>
	2	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถบอกถึงความสัมพันธ์ของบทความ ได้บางส่วนต่อไปนี้ <p>ข้อดีของการใช้ไคติน และไคโตซาน</p> <p>ไคติน และไคโตซาน สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ มีความปลอดภัยในการใช้กับมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม และมีลักษณะพิเศษในการนำมาใช้ดูดซับและจับตะกอนต่างๆในสารละลายแล้วนำสารกลับมาใช้ใหม่ได้ซึ่งเป็นการหมุนเวียนตามระบบธรรมชาติ</p> <p>ข้อเสียของการใช้ไคติน และไคโตซาน</p> <p>ไคติน และไคโตซาน มีหลายรูปแบบ และส่วนใหญ่ในประเทศไทยยังไม่มีการผลิตอย่างจริงจัง ส่วนใหญ่จะผลิตมาจากบริษัทต่างประเทศ</p>
	1	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถบอกถึงความสัมพันธ์ของบทความ ได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
	0	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบผิด

ข้อที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2.3 (วิเคราะห์ หลักการ)	3	<ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนสามารถบอกถึงหลักการของบทความ ได้ดังต่อไปนี้ เลือกไข่ เพราะวัตถุดิบจากไคติน และไคโตซาน เป็นวัสดุชีวภาพเกิดในธรรมชาติ สามารถย่อยสลายได้ ดังนั้นจึงเป็นสารที่มีความปลอดภัยในการใช้กับมนุษย์ สัตว์ สิ่งแวดล้อม เมื่อกินเข้าไปและไม่มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อเติมลงไปหรือนำไปใช้เพื่อการเกษตร และยังมีลักษณะพิเศษในการนำมาใช้ดูดซับและจับตะกอนต่างๆในสารละลายแล้วนำสารกลับมาใช้ใหม่ได้ซึ่งเป็นการหมุนเวียนตามระบบธรรมชาติ สารละลายของไคโตซานจะมีความข้นเหนียวแต่ใสคล้ายวุ้น หรือพลาสติกใส ยืดหยุ่นได้เล็กน้อยจึงมีคุณสมบัติที่พร้อมจะทำให้เป็นรูปแบบต่างๆได้ง่าย
	2	<ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนสามารถบอกถึงหลักการของบทความ ได้บางส่วนต่อไปนี้ เลือกไข่ เพราะวัตถุดิบจากไคติน และไคโตซาน สามารถย่อยสลายได้ ดังนั้นจึงเป็นสารที่มีความปลอดภัยในการใช้กับมนุษย์ สัตว์ สิ่งแวดล้อม เมื่อกินเข้าไปและไม่มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อเติมลงไปหรือนำไปใช้เพื่อการเกษตร สารละลายของไคโตซานจะมีความข้นเหนียวแต่ใสคล้ายวุ้น หรือพลาสติกใส ยืดหยุ่นได้เล็กน้อยจึงมีคุณสมบัติที่พร้อมจะทำให้เป็นรูปแบบต่างๆได้ง่าย
	1	<ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนสามารถบอกถึงหลักการของบทความ ได้บางส่วนต่อไปนี้ เลือกไข่ เพราะวัตถุดิบจากไคติน และไคโตซาน สามารถย่อยสลายได้
	0	<ul style="list-style-type: none"> ● นักเรียนตอบว่าไม่เลือกไข่ เพราะมีราคาแพงเกินไปไม่คุ้มทุน หรือนักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบผิด

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์
เรื่อง สเต็มเซลล์ (Stem Cell) คืออะไร ?

ข้อที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3.1 (วิเคราะห์ ความสำคัญ)	3	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบที่สำคัญของบทความ ได้ดังต่อไปนี้ สเต็มเซลล์สามารถซ่อมร่างกายได้ โดยสามารถสร้างเส้นเลือดใหม่ และกล้ามเนื้อหัวใจใหม่ได้ สามารถรักษากลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ต้องตัดขา เพื่อไม่ให้ต้องตัดขาได้ และยังสามารถทำให้แผลหายได้ ช่วยในการรักษาโรคหลายๆโรค เช่น โรคหัวใจ โรคตับ โรคไขสันหลัง และโรคชรา โรคอัลไซเมอร์ โรคพาร์กินสัน และโรคเลือด
	2	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบที่สำคัญของบทความ ได้บางส่วนต่อไปนี้ สเต็มเซลล์สามารถ ช่วยในการรักษาโรคหลายๆโรค เช่น โรคหัวใจ โรคตับ โรคไขสันหลัง และโรคชรา โรคอัลไซเมอร์ โรคพาร์กินสัน และโรคเลือด
	1	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบที่สำคัญของบทความ ได้บางส่วนต่อไปนี้ สเต็มเซลล์สามารถซ่อมร่างกายได้ เช่น สามารถสร้างเส้นเลือดใหม่ และกล้ามเนื้อหัวใจใหม่ได้
	0	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบผิด
3.2 (วิเคราะห์ ความสัมพันธ์)	3	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกถึงความสัมพันธ์ของบทความ ได้ดังต่อไปนี้ สเต็มเซลล์สามารถรักษาโรคได้เนื่องจากสเต็มเซลล์จะเข้าไปในอวัยวะที่เกิดการบาดเจ็บและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและทำให้เจริญงอกใหม่ในเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้น ทั้งนี้ สเต็มเซลล์ยังทำหน้าที่ สร้างสาร Growth Factor เพื่อกระตุ้นให้เซลล์ซ่อมตัวเองซึ่งเปรียบเหมือนเป็นยาหลังสารอายุวัฒนะนั่นเอง
	2	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกถึงความสัมพันธ์ของบทความ ได้บางส่วนต่อไปนี้ สเต็มเซลล์สามารถรักษาโรคได้เนื่องจากสเต็มเซลล์จะเข้าไปในอวัยวะที่เกิดการบาดเจ็บและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและทำให้เจริญงอกใหม่ในเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้น

ข้อที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
	1	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกถึงความสัมพันธ์ของบทความ ได้บางส่วนต่อไปนี้ สเต็มเซลล์สามารถรักษาโรคได้ โดยสร้างสาร Growth Factor เพื่อกระตุ้นให้เซลล์ซ่อมตัวเอง
	0	นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบผิด
3.3 (วิเคราะห์ หลักการ)	3	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกถึงหลักการของบทความ ได้ดังต่อไปนี้ รักษา เพราะเซลล์ทุกเซลล์ของมนุษย์มีการพัฒนา มาจากสเต็มเซลล์ นอกจากนั้นยังมีงานวิจัยค้นพบว่า สเต็มเซลล์สามารถซ่อมร่างกายได้ คือสร้างเส้นเลือดใหม่ และกล้ามเนื้อหัวใจใหม่ได้ด้วยตัวเอง งานวิจัยยังพบอีกว่าสเต็มเซลล์จากเลือดในเมดเลือด สามารถรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ต้องตัดขา การใช้สเต็มเซลล์รักษานั้น ทำให้ประมาณ 90% ไม่ต้องตัดขา และยังสามารถทำให้แผลหายได้ ซึ่งเป็นการตอบสนองผลการรักษาที่ค่อนข้างดี
	2	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกถึงหลักการของบทความ ได้บางส่วนต่อไปนี้ รักษา เพราะ งานวิจัยพบว่าสเต็มเซลล์จากเลือดในเมดเลือด สามารถรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ต้องตัดขา การใช้สเต็มเซลล์รักษานั้น ทำให้ประมาณ 90% ไม่ต้องตัดขา และยังสามารถทำให้แผลหายได้ ซึ่งเป็นการตอบสนองผลการรักษาที่ค่อนข้างดี
	1	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกถึงหลักการของบทความ ได้บางส่วนต่อไปนี้ รักษา เพราะเซลล์ทุกเซลล์ของมนุษย์มีการพัฒนา มาจากสเต็มเซลล์ นอกจากนั้นยังมีงานวิจัยค้นพบว่า สเต็มเซลล์สามารถซ่อมร่างกายได้ คือสร้างเส้นเลือดใหม่ และกล้ามเนื้อหัวใจใหม่ได้ด้วยตัวเอง
	0	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนบอกว่าไม่รักษา หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือตอบผิด

(ตัวอย่าง)

แผนการจัดการเรียนรู้การแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพ
ของเซลล์

รหัสวิชา ว 30241 ชีววิทยาเพิ่มเติม 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 2 คาบ

โรงเรียนปราชญ์ราชฤๅมย์

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของ

ระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

2. อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการสื่อสารระหว่างเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ และการชราภาพของเซลล์

สาระสำคัญ

เซลล์ที่เกิดจากการแบ่งเซลล์บางเซลล์จะมีการเปลี่ยนสภาพไปทำหน้าที่เฉพาะอย่าง เซลล์ที่เจริญเติบโตเต็มที่ที่มีการชราภาพทำให้ร่างกายเสื่อมสภาพและตายในที่สุด อายุขัยของสิ่งมีชีวิตถูกควบคุมโดยยีนและสิ่งแวดล้อม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างไรในเนื้อเยื่อ อวัยวะและระบบต่างๆ ของร่างกาย
2. นักเรียนสามารถบอกสาเหตุแห่งการชราภาพของเซลล์
3. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนใฝ่รู้และมุ่งมั่นในการทำงาน

สาระการเรียนรู้

- การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์

การประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
ความรู้ 1. การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์ 2. บอกสาเหตุแห่งการชราภาพของเซลล์	- การตอบคำถาม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ การชราภาพของเซลล์ ของนักเรียนในห้องเรียน - ตรวจแบบบรรยายสรุปการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์	- ข้อคำถาม - แบบบรรยายสรุปการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์	- นักเรียนทุกกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบในชั้นเรียน - นักเรียนทุกกลุ่มสามารถเขียนบรรยายการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์
ทักษะ/กระบวนการ	- สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม	- แบบประเมินทักษะการทำกิจกรรม/ การทดลอง	- นักเรียนได้คะแนนในระดับดีขึ้นไป
คุณลักษณะ - มีวินัย ใฝ่เรียนใฝ่รู้และมุ่งมั่นในการทำงาน	- สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	- แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายกลุ่ม	- นักเรียนแต่ละกลุ่มได้คะแนนในระดับดีขึ้นไป

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

1.1 ครูทบทวนบทเรียนเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตซึ่งมี 2 แบบ คือ แบบไมโทซิส และไมโอซิส

1.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันคิด ตอบคำถามว่า การแบ่งเซลล์มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตอย่างไร

แนวคำตอบ การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นการแบ่งเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ (cleavage)

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

2.1 ครูนำข่าวทางวิทยาศาสตร์มาเล่าให้นักเรียนฟังว่า “อีกไม่นานการรักษาโรคต่างๆ จะไม่มีการใช้ยา แต่จะเปลี่ยนเป็นการใช้เซลล์ในการรักษาแทน” นักเรียนเกิดข้อสงสัยว่า “ทำไมเซลล์ถึงสามารถนำมาใช้ในการรักษาแทนยาได้”

2.2 นักเรียนและครูร่วมกันอธิบายในเบื้องต้นว่า เราทราบมาอยู่แล้วว่า เซลล์ทุกเซลล์ล้วนมีการเปลี่ยนแปลงมาจากเซลล์ต้นกำเนิด ซึ่งหลังจากที่มีการปฏิสนธิระหว่างเซลล์ไข่กับเซลล์สเปิร์ม แล้วนั้นจะเรียกว่า ไซโกต ซึ่งเป็นเซลล์ต้นกำเนิด จากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงเซลล์ไปทำหน้าที่เฉพาะอย่าง ฉะนั้นนักเรียนอาจตอบข้อสงสัยที่ว่าทำไมจึงใช้เซลล์แทนยาในการรักษาโรค เพราะในเมื่อเซลล์ทุกเซลล์มาจากเซลล์ต้นกำเนิด เมื่อเซลล์มันเกิดการชำรุด หรือเสียหาย ก็อาจจะใช้เซลล์ต้นกำเนิดมารักษาได้

2.3 ครูตั้งข้อสงสัยเพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยต่อว่า

- จากไซโกตนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรจึงสามารถเปลี่ยนไปเป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่เฉพาะอย่าง เช่น เซลล์ผิวหนัง เซลล์ประสาท เซลล์สมอง

- เมื่อเซลล์ต่างๆ ที่เปลี่ยนไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างแล้ว เช่น เซลล์ผิวหนัง เซลล์ประสาท เซลล์สมอง เซลล์ต่างๆ เหล่านี้มีโอกาสชราและเสื่อมในอนาคตรหรือไม่ หรือจะอยู่กับเราไปตลอดชั่วอายุขัยของสิ่งมีชีวิต

- นักเรียนเคยเห็นข่าวของคนที่ยังอายุน้อย แต่หน้าแก่แสดงว่าเซลล์เค้าแก่หรือชราภาพเร็วกว่าปกติใช่ไหม แล้วมันมีชื่อของอาการที่เกิดขึ้นแบบนี้หรือไม่

- เราดูข่าวเกี่ยวกับประชากรในประเทศไทยพบว่าสถิติของการเสียชีวิตด้วยโรคนั้นมีแนวโน้มอายุเพิ่มมากขึ้นทุกปี “แล้วมีเหตุผลอะไรบ้างที่มีผลต่ออายุขัยของสิ่งมีชีวิต” ซึ่งนักเรียนอาจจะแยกได้เป็นปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน ซึ่งจะได้นำไปตั้งประเด็นคำถามในข้อต่อไป

2.4 นักเรียนและครูอภิปรายร่วมกัน และนักเรียนในห้องร่วมกันกำหนดประเด็นข้อสงสัยที่ต้องการศึกษาในเรื่องนี้ ซึ่งได้ประเด็นคำถามดังต่อไปนี้

- การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ (cell differentiation) มีวิธีการอย่างไร และมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร
- ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์สัตว์และเซลล์พืชเพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่างมีอะไรบ้าง
- เพราะเหตุใดสิ่งมีชีวิตจึงมีอายุขัยจำกัด
- การชราภาพของเซลล์เกิดขึ้นจริงหรือไม่ ถ้าจริงสามารถเกิดจากสาเหตุใดได้บ้าง
- มีโรคที่เซลล์แก่ตัวเร็วกว่าคนปกติหรือไม่ ถ้ามีเรียกว่าโรคอะไร
- ปัจจัยภายนอกใดบ้างที่มีผลต่ออายุขัยของสิ่งมีชีวิต
- มิวเทชัน (mutation) คืออะไร และมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

3.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แต่ละกลุ่มบริหารจัดการทำงานกันภายในกลุ่ม และร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบจากในประเด็นของคำถามในขั้นของการจัดการเรียนรู้ก่อนหน้า

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการนำเสนอด้วยตนเอง โดยมีครูคอยสนับสนุนอุปกรณ์ที่นักเรียนต้องการ

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ อภิปรายหน้าชั้นเรียนในประเด็นของคำถามที่สงสัย ซึ่งเนื้อหาที่นักเรียนนำเสนอจะมีความถูกต้องหรือไม่นั้น ครูยังไม่ต้องแก้ หรืออธิบาย ให้นำไปอธิบายในขั้นตอนต่อไป

4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

4.1 หลังจากนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียนแล้ว ซึ่งอาจได้คำตอบที่หลากหลาย แต่ครูควรให้แนวคำตอบในประเด็นสำคัญ ดังต่อไปนี้

- การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ (cell differentiation) มีวิธีการอย่างไร และมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

แนวการตอบ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์นั้นจะมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เพื่อเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่ต่างๆ และมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต คือ เพื่อไปทำหน้าที่เฉพาะอย่าง เกิดเป็นเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ

- ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์สัตว์และเซลล์พืชเพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่างมีอะไรบ้าง

แนวการตอบ เซลล์สัตว์ เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์ประสาท เซลล์กล้ามเนื้อ เซลล์พืช เช่น เซลล์ในกลุ่มท่อลำเลียงน้ำ และเซลล์ในกลุ่มท่อลำเลียงอาหาร

- เพราะเหตุใดสิ่งมีชีวิตจึงมีอายุขัยจำกัด

แนวการตอบ เนื่องมาจากการชราของเซลล์ ทำให้ร่างกายเสื่อมสภาพในการทำงานและตายในที่สุด

- การชราภาพของเซลล์เกิดขึ้นจริงหรือไม่ ถ้าจริงสามารถเกิดจากสาเหตุใดได้บ้าง

แนวการตอบ การชราภาพของเซลล์เกิดขึ้นจริง เกิดจากการแบ่งเซลล์ที่ทำให้ปลายโครโมโซมสั้นลงทุกครั้ง และเกี่ยวข้องกับการทำงานของยีน

- มีโรคที่เซลล์แก่ตัวเร็วกว่าคนปกติหรือไม่ ถ้ามีเรียกว่าโรคอะไร

แนวการตอบ โพรเจเรีย หรือ เวอร์เนอร์ซินโดรม (Progeria หรือ Werner Syndrome)

- ปัจจัยภายนอกใดบ้างที่มีผลต่ออายุขัยของสิ่งมีชีวิต

แนวการตอบ อนุมูลอิสระ (free radical) รังสี สารเคมี

- มิวเทชัน (mutation) คืออะไร และมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

แนวการตอบ มิวเทชัน คือ การเปลี่ยนแปลงของสารพันธุกรรมอย่างถาวร มีผลต่อสิ่งมีชีวิตโดยทำให้โมเลกุลของเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีรูปร่างและการทำหน้าที่ต่างไปจากปกติ

4.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปดังต่อไปนี้

- เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างในเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ

- วงจรของการสืบพันธุ์ของมนุษย์จำเป็นต้องอาศัยการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสและไมโทซิส

- การชราภาพของเซลล์เกิดจากการแบ่งเซลล์ที่ทำให้ปลายโครโมโซมสั้นลงทุกครั้ง และเกี่ยวข้องกับการทำงานของยีน

5. ขยายความรู้ (Elaboration Phase)

5.1 ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า เมื่อเซลล์แบ่งตัวแล้วก็จะเปลี่ยนแปลงสภาพไป เพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสทำให้ได้จำนวนเซลล์เพิ่มมากขึ้น และเป็นผลให้เกิดการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น เกิดกระบวนการต่างๆ 4 กระบวนการ คือ

1. การเพิ่มจำนวนเซลล์ (cell multiplication) การเพิ่มจำนวนเซลล์ทำให้ได้เซลล์ใหม่มากขึ้นและมีขนาดเพิ่มขึ้น การจะมีเซลล์มากขึ้นแค่ไหนก็แล้วแต่ชนิดของสิ่งมีชีวิตนั้นว่ามีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่เท่าใด

2. การเติบโต (growth) ในสิ่งมีชีวิตที่เป็นเซลล์เดียว เมื่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิตแบ่งเซลล์ในตอนแรกเซลล์ใหม่ที่ได้จะมีขนาดเล็กกว่าเซลล์เดียว ในเวลาต่อมา เซลล์ใหม่ที่ได้จะสร้างสารต่างๆเพิ่มมากขึ้น ทำให้ขนาดของเซลล์ใหม่นั้นขยายขนาดขึ้น ในสิ่งมีชีวิตพวกที่เป็นหลายเซลล์ผลจากการเพิ่มจำนวนเซลล์ก็คือการขยายขนาดให้ใหญ่โตขึ้น

3. การเปลี่ยนแปลงของเซลล์เพื่อไปทำหน้าที่ต่างๆ (cell differentiation) เซลล์จะเปลี่ยนแปลงไปเพื่อไปทำหน้าที่ต่างๆ กัน เช่น เซลล์กล้ามเนื้อทำหน้าที่ในการหดตัวทำให้เกิดการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว เซลล์ประสาททำหน้าที่ในการนำกระแสประสาทเกี่ยวกับความรู้สึกและคำสั่งต่างๆ เซลล์ภายในร่างกายของเราจะเริ่มต้นมาจากเซลล์เซลล์เดียวกัน แต่มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อไปทำหน้าที่ต่างๆ กันไปเพื่อให้สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นๆ สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมต่างๆ กันได้

4. การเกิดรูปร่างที่แน่นอน (morphogenesis) การเปลี่ยนแปลงของเซลล์เพื่อไปทำหน้าที่ต่างๆ ขบวนการเหล่านี้จะเกิดขึ้นในระยะเอมบริโออยู่ตลอดเวลาที่มีการสร้างอวัยวะต่างๆ ขึ้น อัตราเร็วของการสร้างในแต่ละแห่งบนร่างกายจะไม่เท่ากัน ทำให้เกิดรูปร่างของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดขึ้น โดยที่สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีแบบแผนและลักษณะต่างๆ เป็นแบบที่เฉพาะตัวและไม่เหมือนกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ

นอกจากนี้เมื่อสิ่งมีชีวิตมีขนาดใหญ่ขึ้น จำเป็นต้องมี **การวัดการเจริญเติบโต (measurement of growth)** มีหลายวิธีดังนี้

1. การวัดน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น เป็นเกณฑ์ที่สำคัญที่ใช้ในการวัดการเติบโต เพราะการที่น้ำหนักเพิ่มขึ้นได้ก็เนื่องมาจากเซลล์ของร่างกายเพิ่มมากขึ้น หรือมีการสร้างและสะสมของสารต่างๆ ภายในเซลล์และร่างกายมากขึ้น

2. การวัดความสูงที่เพิ่มขึ้น

3. การวัดปริมาตรที่เพิ่มขึ้น

4. การนับจำนวนเซลล์ที่เพิ่มขึ้น การนับจำนวนเซลล์จะใช้กับสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กๆ ได้ เช่น การเพิ่มจำนวนเซลล์ของสาหร่าย

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

6.1 นักเรียนตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์เกิดขึ้นเมื่อใด

แนวการตอบ ภายหลังจากการแบ่งเซลล์ ขณะที่เซลล์เติบโตจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพเกิดขึ้น

- การชราภาพของเซลล์เกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวการตอบ มีการขาดหายไปของส่วนปลายโครโมโซมทุกครั้งที่มีการแบ่งเซลล์ ทำให้โครโมโซมสั้นลง

- การชราภาพของเซลล์เกี่ยวข้องกับอายุขัยของเซลล์และยีนหรือไม่

แนวการตอบ น่าเกี่ยวข้องกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)

7.1 ครูชี้แจงเพิ่มเติมกับนักเรียนว่า เราได้ทราบมาแล้วว่าสิ่งมีชีวิตมีอายุขัยจำกัด การที่สิ่งมีชีวิตมีอายุขัยจำกัดเนื่องมาจากการชราของเซลล์ ทำให้ร่างกายเสื่อมสภาพในการทำงานและตายในที่สุด นักวิทยาศาสตร์ได้พบว่า ในเซลล์ชราามีบริเวณส่วนปลายของโครโมโซมสั้นลงทุกครั้ง ที่เซลล์มีการแบ่งเซลล์ อาจเป็นไปได้ว่าส่วนนี้ควบคุมการปรับสภาพของเซลล์ เซลล์ชราามีการทำหน้าที่บางอย่างลดน้อยลง เช่น การสังเคราะห์โปรตีนลดลง ความว่องไวในการทำงานจึงต่ำลง

อายุขัยของสิ่งมีชีวิตอาจเกิดจากปัจจัยภายนอก เช่น อนุมูลอิสระ (free radical) สารที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระทำให้ DNA เกิดมิวเทชัน (mutation) การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนบางชนิดทำให้สมบัติของเซลล์เปลี่ยนไป จนไม่สามารถปรับตัวให้อยู่รอดในสิ่งแวดล้อมได้ และเกิดการชราภาพของเซลล์ในสิ่งมีชีวิตในที่สุด ซึ่งโรคที่เซลล์แก่ตัวเร็วกว่าคนปกติเรียกว่าโรค โปรเจเรีย หรือ เวอร์เนอร์ซินโดรม (Progeria หรือ Werner Syndrome) นั่นเอง

7.2 ครูชี้ประเด็นให้เห็นถึงความมหัศจรรย์ของร่างกายมนุษย์และพืชซึ่งเป็นผลมาจากการแบ่งเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ และการปรับตัวให้เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมอันเป็นผลมาจากกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาในวิชาชีววิทยาต่อไป และครูใช้คำถามถามนักเรียนเพื่อเรียนรู้ในเนื้อหาต่อไป ดังนี้

- ร่างกายของสัตว์หรือพืชประกอบขึ้นจากอะไร เกี่ยวข้องกับเซลล์อย่างไร

แนวการตอบ ประกอบขึ้นจากระบบต่างๆ ที่ทำงานประสานกัน ระบบประกอบด้วยอวัยวะต่างๆ เนื้อเยื่อแต่ละชนิดอาจประกอบด้วยเซลล์ชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน

- เนื้อเยื่อคืออะไร จงยกตัวอย่างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อ หรืออวัยวะที่นักเรียนรู้จักมาพอ

สังเขป

แนวการตอบ เนื้อเยื่อ คือ กลุ่มของเซลล์ที่ทำหน้าที่ร่วมกัน เช่น เนื้อเยื่อไขมัน มีหน้าที่
ลำเลียงน้ำและธาตุอาหารประกอบด้วยเซลล์หลายชนิด ได้แก่ เวสเซลเมมเบอร์ พารენไคมาและไฟ
เบอร์

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 เรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 สสวท. ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551
2. หนังสือชีววิทยา ตามโครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน.
3. ห้องสมุด โรงเรียนปราชญ์ราษฎร์อารุง
4. อินเทอร์เน็ต <http://www.ipst.ac.th/biology/>

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนร้อยละ 90 สามารถบอกได้ว่าเซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างในเนื้อเยื่อ อวัยวะและระบบต่างๆ ของร่างกาย
2. นักเรียนร้อยละ 87 สามารถบอกสาเหตุแห่งการชราภาพของเซลล์
3. นักเรียนร้อยละ 92 มีวินัย ใฝ่เรียน ใฝ่รู้และมุ่งมั่นในการทำงาน

ปัญหาและอุปสรรค

พื้นที่ในการทำกิจกรรมมีค่อนข้างน้อย เช่น นักเรียนคิดการนำเสนอที่ต้องใช้พื้นที่อาจจะไม่สะดวกในการทำกิจกรรม

แนวทางแก้ไข

แนวทางในการแก้ไขเรื่องพื้นที่บางคาบที่ต้องการใช้พื้นที่มากอาจย้ายห้องที่เรียนไปห้องที่มีพื้นที่มากกว่า เช่น ห้องประชุม เพื่อให้มีความสะดวกในการร่วมกิจกรรม

ข้อเสนอแนะ

ในการให้ออกแบบนำเสนอด้วยตนเอง นักเรียนยังไม่ค่อยมีความคิดสร้างสรรค์มากนัก ครูควรจัดการเรียนรู้ฝึกให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ จะทำให้เป็นการฝึกนักเรียนให้สามารถออกแบบการนำเสนอได้อย่างสร้างสรรค์

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายศศิวัฒน์ เคะชะ)

วันที่ 24 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560

บันทึกผลการเรียนรู้ของนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....4.....เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนนี้ นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากเนื่องจากเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนออกแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลการเรียนรู้ในแต่ละขั้นมีดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ในขั้นนี้ นักเรียนสามารถทบทวนความรู้เดิมได้อย่างถูกต้อง และยังสามารถตอบคำถามในความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตด้วย แต่มีนักเรียนบางคนที่ยังไม่แสดงความคิดเห็น ไม่ตั้งใจเท่าที่ควร

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) ผู้เรียนมีความสนุกสนานกับการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนสามารถใช้ความรู้เดิม และจินตนาการวิวัฒนาการการรักษาโรคในอนาคต ซึ่งนักเรียนบางคนจะคิดว่าเป็นไปได้จริงหรือไม่ และในช่วงของการกำหนดประเด็นนักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนดประเด็นที่สงสัยได้อย่างสร้างสรรค์ แต่บางคนยังออกนอกประเด็นในเนื้อหาอยู่บ้าง

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) ในขั้นนี้ นักเรียนสามารถที่จะใช้ความรู้เดิมร่วมกันปรึกษาภายในกลุ่ม และออกแบบการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง รวมทั้งออกแบบการนำเสนอด้วยความคิดของนักเรียนเองด้วย ผลปรากฏว่านักเรียนสามารถออกแบบในขั้นสำรวจและค้นหาคำตอบรวมทั้งวิธีการนำเสนอได้อย่างสร้างสรรค์ แต่ก็ยังมีบางกลุ่มยังใช้รูปแบบเดิมๆ

4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถที่จะสรุปความรู้ที่ได้จากขั้นสำรวจค้นหาหลงเป็นความคิดเห็นของกลุ่มและสามารถออกมาแนะนำเสนอด้วยรูปแบบของกลุ่มตนเองได้อย่างคล่องแคล่ว แต่บางกลุ่มอาจมีข้อจำกัดของพื้นที่ในการนำเสนอ ซึ่งครูจะเป็นผู้คอยให้คำปรึกษา ร่วมกันวิเคราะห์ และสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติมจากประเด็นที่ร่วมกันศึกษา เป็นอย่างดี โดยได้รับความรู้เพิ่มเติมจากประเด็นที่ศึกษา

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) นักเรียนร้อยละ 90 สามารถบอกได้ว่าเซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างในเนื้อเยื่อ อวัยวะและระบบต่างๆ ของร่างกาย นักเรียนร้อยละ 87 สามารถบอกสาเหตุแห่งการชราภาพของเซลล์ นักเรียนร้อยละ 92 มีวินัย ใฝ่เรียนใฝ่รู้และมุ่งมั่นในการทำงาน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase) ในขั้นนี้นักเรียนมีความสนใจมากเพราะเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวกับนักเรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของยีนทำให้เป็นโรคแก่เร็ว ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกับความรู้ที่เคยได้ดูข่าวทางโทรทัศน์

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายศศิวัฒน์ เฑชะ)

วันที่ 24 เดือน พฤศจิกายน .พ.ศ.2560

**แนวทางการปรับปรุงแก้ไขตามบันทึกผลการเรียนรู้ของนักเรียน
สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป**

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....4.....เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์

1. ในขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ในขั้นนี้นักเรียนบางคนที่ยังไม่แสดงความคิดเห็น ไม่ตั้งใจเท่าที่ควรนั้นอาจแก้ไขโดยเพิ่มกิจกรรมที่มีความน่าสนใจ เช่น รูปภาพแปลกๆ เพื่อให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนมากขึ้น
2. ขั้นสำรวจค้นหา ในขั้นนี้นักเรียนบางกลุ่มยังใช้รูปแบบเดิมๆ ครูอาจจะนำเสนอรูปแบบการค้นคว้าหรือการนำเสนอรูปแบบใหม่ตามสื่อต่างๆ เช่น youtube
3. ขั้นอธิบาย ในขั้นนี้เนื่องจากพื้นที่ในการทำกิจกรรมมีค่อนข้างน้อย เช่น นักเรียนคิดการนำเสนอที่ต้องใช้พื้นที่อาจจะไม่สะดวกในการทำกิจกรรม แนวทางการปรับปรุงแก้ไขเรื่องพื้นที่ บางคาบที่ต้องการใช้พื้นที่มากอาจย้ายห้องที่เรียนไปห้องที่มีพื้นที่มากกว่า เช่น ห้องประชุม เพื่อให้มีความสะดวกในการร่วมกิจกรรม หรือหากไม่มีพื้นที่อาจให้นักเรียนออกแบบการนำเสนอให้มีความเหมาะสมกับสถานที่ที่มี
4. ขั้นประเมินผล นักเรียนที่ยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ ครูใช้การสอนซ่อมเสริมนอกเวลา เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายศศิวัฒน์ เดชะ)

วันที่ 24 เดือน พฤศจิกายน .พ.ศ.2560

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรายกลุ่ม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

วันที่ประเมิน.....กลุ่ม.....ชั้น.....

สมาชิก 1. เลขที่ 2. เลขที่ 3. เลขที่
 4. เลขที่ 5. เลขที่ 6. เลขที่

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอน สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด / ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

พฤติกรรมเรียนรายกลุ่ม	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
มีวินัย	1. เข้าเรียนตรงเวลา				
	2. แต่งกายเรียบร้อยเหมาะสมกับกาลเทศะ				
	3. ปฏิบัติตามกฎระเบียบของห้อง				
ใฝ่เรียนรู้	4. แสวงหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ				
	5. มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ				
	6. สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล				
มุ่งมั่นในการทำงาน	7. มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย				
	8. มีความอดทนและไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ				
คะแนนรวม		คุณภาพอยู่ในระดับ			

ข้อเสนอแนะ.....

เกณฑ์การให้คะแนน	
ปฏิบัติบ่อยและเป็นประจำ	ระดับ 4
ปฏิบัติบ่อย	ระดับ 3
ปฏิบัติบางครั้ง	ระดับ 2
ปฏิบัติน้อยครั้ง	ระดับ 1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ช่วงคะแนน 29-32	ระดับดีมาก
ช่วงคะแนน 25-28	ระดับดี
ช่วงคะแนน 13-24	ระดับพอใช้
ช่วงคะแนน 1-12	ระดับปรับปรุง

.....ผู้ประเมิน

แบบประเมินทักษะการทำกิจกรรม/การทดลองรายกลุ่ม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

วันที่ประเมิน.....กลุ่ม.....ชั้น.....

สมาชิก

1. เลขที่ 2. เลขที่ 3. เลขที่
 4. เลขที่ 5. เลขที่ 6. เลขที่

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอน สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด / ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1. มีการวางแผนการทำกิจกรรม/การทดลอง				
2. ปฏิบัติกิจกรรม/การทดลองได้ถูกต้อง				
3. ปฏิบัติกิจกรรม/การทดลองครบถ้วน				
4. การใช้เครื่องมืออุปกรณ์การทำกิจกรรม/การทดลอง				
5. การเก็บอุปกรณ์/ความสะอาด				
คะแนนรวม	คุณภาพอยู่ในระดับ			

เกณฑ์การให้คะแนน	
ปฏิบัติบ่อยและเป็นประจำ	ระดับ 4
ปฏิบัติบ่อย	ระดับ 3
ปฏิบัติบางครั้ง	ระดับ 2
ปฏิบัติน้อยครั้ง	ระดับ 1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ช่วงคะแนน 16-20	ระดับดีมาก
ช่วงคะแนน 11-15	ระดับดี
ช่วงคะแนน 6-10	ระดับพอใช้
ช่วงคะแนน 1-5	ระดับปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ.....

.....ผู้ประเมิน

ภาคผนวก ค
ตารางวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางภาคผนวก ก-1 การวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา 1 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ตามรูปแบบ สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ (IOC)

เนื้อหา	องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็น					รวม	ค่าเฉลี่ย
		ผู้เชี่ยวชาญ คนที่						
		1	2	3	4	5		
แผนที่ 1 เรื่องเซลล์ และทฤษฎี ของเซลล์	1. สารสำคัญ	5	5	5	5	5	25	5
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4	5	23	4.6
	3. สารการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5
	4. กิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	5	4	23	4.6
	5. สื่อการเรียนรู้	5	5	5	5	4	24	4.8
	6. การวัดและการประเมินผล	4	5	5	5	4	23	4.6
	7. ความสอดคล้องของเทคนิคที่นำมาใช้	5	5	5	5	4	24	4.8
แผนที่ 2 เรื่อง โครงสร้าง ของเซลล์ที่ ศึกษาด้วย กล้อง จุลทรรศน์ อิเล็กตรอน	1. สารสำคัญ	5	4	4	5	5	23	4.6
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	5	5	23	4.6
	3. สารการเรียนรู้	5	4	5	5	5	24	4.8
	4. กิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	4	4	22	4.4
	5. สื่อการเรียนรู้	5	4	5	4	4	22	4.4
	6. การวัดและการประเมินผล	4	4	5	5	4	22	4.4
	7. ความสอดคล้องของเทคนิคที่นำมาใช้	5	4	5	5	4	23	4.6

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

เนื้อหา	องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็น					รวม	ค่าเฉลี่ย
		ผู้เชี่ยวชาญ คนที่						
		1	2	3	4	5		
แผนที่ 3	1. สาระสำคัญ	5	4	4	5	5	23	4.6
เรื่องการ	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	5	5	23	4.6
รักษาคุณ	3. สาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	24	4.8
ภาพของ	4. กิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	5	4	22	4.4
เซลล์และ	5. สื่อการเรียนรู้	5	4	5	5	4	23	4.6
การสื่อสาร	6. การวัดและการ	4	4	5	5	4	22	4.4
ระหว่าง	ประเมินผล							
เซลล์	7. ความสอดคล้องของเทคนิคที่นำมาใช้	5	4	5	4	4	22	4.4
แผนที่ 4	1. สาระสำคัญ	5	4	5	5	5	24	4.8
เรื่องการ	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	5	5	23	4.6
เปลี่ยน	3. สาระการเรียนรู้	4	4	5	5	5	23	4.6
แปลงสภาพ	4. กิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	5	4	22	4.4
ของเซลล์	5. สื่อการเรียนรู้	5	4	5	5	4	23	4.6
และการชรา	6. การวัดและการ	5	4	5	5	4	23	4.6
ภาพของ	ประเมินผล							
เซลล์	7. ความสอดคล้องของเทคนิคที่นำมาใช้	5	4	5	4	4	22	4.4

หมายเหตุ การวิเคราะห์หาค่าความเหมาะสมระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีเกณฑ์การตัดสินดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ตารางภาคผนวก ค-2 การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (IOC)

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	0	0	1	1	1	3	0.6
5	0	0	1	1	1	3	0.6
6	1	-1	1	1	1	3	0.6
7	1	1	1	1	1	5	1
8	0	1	1	1	1	4	0.8
9	1	1	1	1	1	5	1
10	0	1	1	1	1	4	0.8
11	0	1	1	1	1	4	0.8
12	1	1	1	1	1	5	1
13	1	1	1	1	1	5	1
14	-1	1	1	1	1	3	0.6
15	0	1	1	1	1	4	0.8
16	0	1	1	1	1	4	0.8
17	0	1	1	1	1	4	0.8
18	1	1	0	1	1	4	0.8
19	1	1	-1	1	1	3	0.6
20	1	1	1	1	1	5	1
21	0	1	1	1	1	4	0.8
22	1	1	1	1	1	5	1
23	0	0	1	1	1	3	0.6
24	1	0	1	1	1	4	0.8
25	1	1	1	1	1	5	1

ตารางภาคผนวก ค-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
26	1	1	1	1	1	5	1
27	1	1	1	1	1	5	1
28	0	1	1	1	1	4	0.8
29	0	1	1	1	1	4	0.8
30	0	1	0	1	1	3	0.6

หมายเหตุ การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สามารถนำมาใช้ได้ ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

ตารางภาคผนวก ค-3 การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับระดับการคิดวิเคราะห์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์

ข้อสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	1	1	1	1	1	5	1
1.2	0	1	1	1	1	4	0.8
1.3	1	1	1	1	1	5	1
2.1	1	1	1	1	1	5	1
2.2	-1	1	1	1	1	3	0.6
2.3	1	1	1	1	1	5	1
3.1	1	1	1	1	1	5	1
3.2	-1	1	1	1	1	3	0.6
3.3	1	1	1	1	1	5	1

หมายเหตุ การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ที่สามารถนำมาใช้ได้ ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

ตารางภาคผนวก ค-4 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.35	0.33	16	0.63	0.22
2	0.37	0.22	17	0.44	0.44
3	0.43	0.48	18	0.52	0.44
4	0.43	0.33	19	0.43	0.33
5	0.26	0.22	20	0.37	0.30
6	0.37	0.22	21	0.44	0.37
7	0.54	0.26	22	0.57	0.33
8	0.35	0.26	23	0.63	0.44
9	0.33	0.30	24	0.43	0.26
10	0.46	0.41	25	0.31	0.33
11	0.56	0.30	26	0.30	0.37
12	0.41	0.30	27	0.41	0.37
13	0.35	0.26	28	0.24	0.26
14	0.39	0.33	29	0.39	0.26
15	0.65	0.26	30	0.33	0.22

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.73

ตารางภาคผนวก ค-5 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดการคิดวิเคราะห์

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1.1	0.35	0.33	2.3	0.63	0.22
1.2	0.37	0.44	3.1	0.44	0.44
1.3	0.43	0.37	3.2	0.52	0.44
2.1	0.43	0.26	3.3	0.43	0.33
2.2	0.26	0.48			

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

ตารางภาคผนวก ค-6 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับของการสืบเสาะ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต (คะแนน 30 คะแนน)

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

หมายเหตุ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.64 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 24.02

ตารางภาคผนวก ค-7 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต (คะแนน 30 คะแนน)

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

หมายเหตุ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.29 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 22.40

ตารางภาคผนวก ค-8 คะแนนการคิดวิเคราะห์ที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน
ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นระดับ
ของการสืบเสาะ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต (คะแนน 27 คะแนน)

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

หมายเหตุ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.56 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 23.02

ตารางภาคผนวก ค-9 คะแนนการคิดวิเคราะห์ที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน
ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต
(คะแนน 27 คะแนน)

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

หมายเหตุ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.04 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 21.56