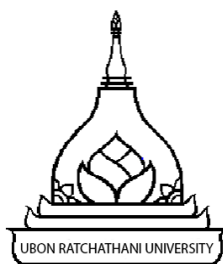


การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง สารพันธุกรรม โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์

อรุณี จันทร์หอม

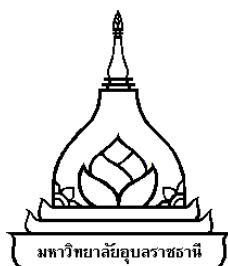
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



THE DEVELOPMENT OF GRADE 12 STUDENT'S
LEARNING ACHIVEMENT IN THE TOPIC OF
GENETIC MATERIAL USING SCIENCE INQUIRY INSTRUCTION

ARUNEE CHANHOM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
UBON RATCHATANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2018
COPYRIGHT OF UBON RATCHATANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องสารพันธุกรรม
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย นางอรุณี จันทร์หอม

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน พินสุวรรณ	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะวัน วุฒิเสลา	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรีดา ปุกหุด)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

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

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2561

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และติดตามการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน พินสุวรรณ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตระกูลรัตน์ วุฒิเสลา ประธานกรรมการและกรรมการสอบ ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่างๆ ทำให้งานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ คุณครูยุพาพรรณวรรณสาย และคุณครูณิตยา ตรงดี ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนดอนมดแดงวิทยาคม อำเภอดอนมดแดง จังหวัดอุบลราชธานี ที่ได้อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์และการเก็บข้อมูลวิจัย ขอขอบพระคุณคณาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทุกท่าน ที่ได้กรุณาอบรมให้ความรู้ และเป็นທີ່ปรึกษาในด้านต่าง ๆ ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ที่สนับสนุนเงินทุนการศึกษา “ครูดีครูเก่ง (Master teacher)” ระดับปริญญาโท ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ขอขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจเสมอมา ขอขอบคุณครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจและช่วยเหลือส่งเสริมสนับสนุนมาโดยตลอด จนการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สุดท้ายนี้ขอโน้มระลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ที่ได้เลี้ยงดู อบรมสั่งสอนและเป็นที่กำลังใจในการศึกษาเล่าเรียนตลอดมา ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้สนใจในการศึกษา ทั้งมวล

อรุณี จันทร์หอม

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง สารพันธุกรรมโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย : อรุณี จันทร์หอม

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร

คำสำคัญ : การสืบเสาะวิทยาศาสตร์ สารพันธุกรรม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความพึงพอใจ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารพันธุกรรม กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้อง 6/1 จำนวน 40 คน ห้อง 6/2 จำนวน 42 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เก็บข้อมูลจาก 1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 2) ใบกิจกรรม และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า ห้อง 6/1 กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 84.42/83.08 ค่าดัชนีประสิทธิผล ($E.I$) เท่ากับ 0.7657 ส่งผลให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน ($\langle g \rangle$) คิดเป็นร้อยละ 76.57 จัดเป็นความก้าวหน้าระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 27.67) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 83.08) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก (4.41) และห้อง 6/2 กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 84.31/81.98 ค่าดัชนีประสิทธิผล ($E.I$) เท่ากับ 0.7549 ส่งผลให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน ($\langle g \rangle$) คิดเป็นร้อยละ 75.49 จัดเป็นความก้าวหน้าระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 26.35) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 81.98) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก (4.38)

ABSTRACT

TITLE : THE DEVELOPMENT OF GRADE 12 STUDENT'S LEARNING ACHIVEMENT
IN THE TOPIC OF GENETIC USING SCIENCE INQUIRY INSTRUCTION

AUTHOR : ARUNEE CHANHOM

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. SUPAPORN PORNTRAI, Ph.D.

KEYWORDS : SCIENCE INQUIRY, GENETICS, LEARNING ACHIEVMENT,
SATISFACTION

This research aimed to develop the academic achievement and the satisfaction of 12th grade students by using science inquiry-based learning activity in topic of genetics. The participant were 2 classrooms (40 and 42 students in each class) from cluster random sampling. Data were collected from 1) academic achievement test (30 items of 4 multiple choices test), 2) activity sheets and 3) questionnaire (20 items of 5 levels of attitude). The results for in the M.6/1 classroom showed that the efficiency (E_1/E_2) and effectiveness (E.I) of this were 84.42/83.08 and 0.7657 respectively. It allowed the students in this class to gain 76.57 learning progression (<g>) which represented a high gain level. In addition, it also allowed the students to improve their pre-academic achievement from a low level (27.67%) to be an excellent level for post-academic achievement (83.08) which is a statistically significant increasing ($p<0.5$). The students' satisfaction towards the learning activity was at a high level (4.41). For the M.6/2 classroom, the efficiency and effectiveness of this were 84.31/81.98 and 0.7549, respectively. It allowed the students in this class to gain 75.49 learning progression which represented a high gain level. In addition, it also allowed the students to improve their pre-academic achievement from a low level (26.35%) to be an excellent level for post-academic achievement (81.98%) which is a statistically significant increasing ($p<0.5$). In addition, the students' satisfaction towards the learning activity was at a high level (4.38)

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์	7
2.2 ผสมสัมฤทธิ์ทางการเรียน	13
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 รูปแบบการวิจัย	21
3.2 กลุ่มที่ศึกษา	22
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	23
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	40
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	42
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	44
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	
4.1 เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของสารพันธุกรรม	49
4.2 เรื่องโครงสร้าง DNA	56
4.3 เรื่องการสังเคราะห์ DNA	63

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 การถอดรหัสพันธุกรรม	70
4.5 การสังเคราะห์โปรตีน	77
4.6 ภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ เรื่องสารพันธุกรรม	83
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	93
5.2 ข้อเสนอแนะ	97
เอกสารอ้างอิง	98
ภาคผนวก	
ก แผนผังความคิดสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน	107
ข รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย	110
ค ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้	112
ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์	114
จ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	120
ฉ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน	131
ช ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) และดัชนีประสิทธิผล (E.I) ของแผนการจัดการเรียนรู้	134
ซ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	140
ณ ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized gain) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	151
ญ ค่าความพึงพอใจ (Satisfaction)	156
ประวัติผู้วิจัย	159

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา 3
1.2	ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) สารการเรียนรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2 3
3.1	กิจกรรมหลักในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน 23
3.2	โครงสร้างแบบทดสอบ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม 37
3.3	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 43
4.1	ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า 52
4.2	ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า 53
4.3	ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และ 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA 54
4.4	ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/1 ที่ตอบคำถามในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า 59
4.5	ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/2 ตอบคำถามในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า 60
4.6	ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และ ห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้าง DNA 61
4.7	ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า 66
4.8	ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/2 ตอบคำถามในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า 67
4.9	ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และ ห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ DNA 68
4.10	ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า 73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.11 ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/2 ตอบคำถามในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	74
4.12 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และ ห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ DNA	75
4.13 ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	80
4.14 ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/2 ตอบคำถามในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	81
4.15 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และ ห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถอดรหัสพันธุกรรม	82
4.16 ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	88
4.17 ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/2 ตอบคำถามในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	88
4.18 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และ ห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์โปรตีน	90
ค.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC)	113
จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	121
ช.1 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้	135
ช.2 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้อง 6/1	135
ช.3 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้อง 6/1	136
ช.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล ห้อง 6/1	136
ช.5 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล ห้อง 6/1	138
ช.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ห้อง 6/1	141
ช.2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ห้อง 6/2	143
ช.3 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ห้อง 6/1	145
ช.4 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ห้อง 6/2	147

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ซ.5	วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ห้อง 6/1 148
ซ.6	วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ห้อง 6/2 149
ซ.7	วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ห้อง 6/1 149
ซ.8	วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ห้อง 6/2 150
ณ.1	ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้อง 6/1 152
ณ.2	ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้อง 6/1 154
ญ.1	ค่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ของห้อง 6/1 เรื่อง สารพันธุกรรม 157
ญ.1	ค่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ของห้อง 6/2 เรื่อง สารพันธุกรรม 158

สารบัญภาพ

ตารางที่	หน้า
3.1	ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ 25
3.2	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 39
3.3	ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ 40
3.4	ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล 42
4.1	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 เป็นรายบุคคล เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA 50
4.2	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 เป็นรายบุคคล 50
4.3	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2 51
4.4	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2 52
4.5	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 เป็นรายบุคคล 57
4.6	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 เป็นรายบุคคล 57
4.7	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2 58
4.8	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2 59
4.9	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 เป็นรายบุคคล เรื่องการสังเคราะห์ DNA 64
4.10	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 เป็นรายบุคคล 64
4.11	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2 65
4.12	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของ ห้อง 6/1 และห้อง 6/2 66
4.13	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 เป็นรายบุคคลเรื่องการถอดรหัสพันธุกรรม 71

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ห้อง 6/2 เป็นรายบุคคล	71
4.15 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2	72
4.16 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2	73
4.17 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 เป็นรายบุคคลเรื่องการสังเคราะห์โปรตีน	78
4.18 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 เป็นรายบุคคล	78
4.19 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1และห้อง 6/2	79
4.20 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2	80
4.21 ภาพรวมประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ของห้อง 6/1	84
4.22 ภาพรวมประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ของห้อง 6/2	84
4.23 ภาพรวมดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ของห้อง 6/1 และห้อง 6/2	85
4.24 ภาพรวมคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 เป็นรายบุคคล	86
4.25 ภาพรวมคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 เป็นรายบุคคล	86
4.26 ภาพรวมระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2	86
4.27 ภาพรวมคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1	87
4.28 ภาพรวมคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/2	88
ก.1 แผนผังความคิด สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน	108
ก.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องโครงสร้าง DNA จำนวน 2 ชั่วโมง	109

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 กำหนดไว้ในข้อ 1 ว่า “คนไทยและการศึกษาไทย มีคุณภาพและได้มาตรฐานระดับสากล” ซึ่งเป็นนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการที่จะพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนให้มีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะการคิดวิเคราะห์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นทุกคนจึงต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและ เทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) กระทรวงศึกษาธิการจึงให้ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น

แนวคิดวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการสารพันธุกรรมได้รับการบรรจุไว้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) โครงสร้าง DNA เป็นแนวคิดที่ยากที่จะเรียนรู้เพราะกระบวนการเป็นเรื่องยากที่จะเห็นภาพ การใช้รูปแบบการสอนแบบเอ็มแอนด์เอ็มในการช่วยให้เรียนรู้ได้ดีขึ้น (Joseph E. et al, 2016) การเรียนรู้ผ่านการเล่นเกมช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรื่องโครงสร้าง DNA Transcription Translation มิวเทชัน การคัดเลือกโดยธรรมชาติ เป็นต้น (Laura Paloma and Eduardo, 2013)

ผู้สอนจำนวนไม่น้อยถ่ายทอดความรู้ในเรื่องนี้ด้วยการบรรยาย บางท่านใช้กระดานและดินสอช่วยในการอธิบาย (Mertens and Walker, 1992) ผู้สอนจำนวนหนึ่งใช้กิจกรรม Hands-on เพื่อจำลองขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีนกิจกรรมเหล่านี้ทำจากวัสดุแบบต่าง ๆ เช่น บล็อกไม้ (Fabrick JA and Pei J., 2014) กิจกรรมบทบาทสมมติทำให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนการแปลรหัสได้รวมทั้งได้ออกกำลังกายจากการเล่นเกมอย่างสนุกสนาน (Cornil et al., 2015) ชุดการแสดงบทบาทสมมติเรื่อง

Transcription และ การสังเคราะห์โปรตีน โดย DNA และ mRNA ทำจากกระดาด tRNA ทำจากไม้แขวนเสื้อ และกรดอะมิโนทำจากตัวต่อเลโก้ (Takemura and Kurabayashi, 2014) การใช้กิจกรรมการวาดภาพเป็นฐานช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องโครงสร้าง DNA DNA-replication และการสังเคราะห์โปรตีนได้ (Yosi et al., 2005) และในการสรุปบทเรียนนั้น story board มีประโยชน์ในการประเมินนักเรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียน (Michele et al., 2015)

อย่างไรก็ตามแม้จะมีการใช้เทคนิควิธีที่หลากหลายแต่ยังพบว่า นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังคงมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม (Jamei et al., 2001) รายงานว่า การแปลรหัส เป็นหัวข้อที่นักเรียนมีความสับสนมากในการเรียนเรื่องการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม นอกจากนี้ยังพบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอื่น ๆ เช่น โครงสร้างและการทำงานของ RNA ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ mRNA rRNA tRNA จะสับสนระหว่างโคดอนและแอนติโคดอน ไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่าง DNA → RNA → amino acid (พอลิเพปไทด์) (Nakthong et al., 2007; Dikmenli, 2010; Ozcan et al., 2012) Smith (1991) กล่าวว่า ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับแก้ด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันออกไปดังนั้นครูจำเป็นต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับนักเรียนในบริบทของตนเอง

Ozcan et al. (2012) กล่าวว่าจัดการการเรียนรู้วิชาชีววิทยาจะมีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์เชิงรุก (Active interaction) ในกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ ครูที่สอนวิชาชีววิทยาสามารถลดบทบาทการบรรยาย (Lecture) และเพิ่มการใช้กลวิธีที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery) ประสบการณ์ Hands-on และการทำงานแบบมีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มโดยผ่านกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry process) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย การคิดเชิงเหตุผลที่นำไปสู่การเกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้ (สุธีระ ประเสริฐสรรพ, 2555; McDonald, 2012) การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบและเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ (National Research Council (NRC), 2000) และการนำเสนอ คิวเคอร์รี่และซักถาม แสดงเหตุผลโต้แย้งในคำอธิบายที่สร้างขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในงานของตนเอง (สุภาพร พรไตร, 2555; NRC, 2000; Proulx, 2004)

ด้วยเหตุผลนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนานักกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์เรื่องสารพันธุกรรม โดย ค่าประสิทธิภาพและประสิทธิผลไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80/80 และ 0.50 ตามลำดับ รวมทั้งผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าระดับกลาง ซึ่งจะเป็นตัวอย่างที่เป็นประโยชน์ต่อครูในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้ เกิดประสิทธิภาพและบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรในลำดับต่อไป

ตารางที่ 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ภาคเรียน	ปีการศึกษา 2557		ปีการศึกษา 2558		ปีการศึกษา 2559	
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ภาคเรียนที่ 1	65.67	8.56	68.35	8.76	66.56	9.53

ที่มา: เอกสารสรุปการวัดผลประเมินผลโรงเรียนดอนมดแดงวิทยาคม พ.ศ. 2557-2559

จากตารางที่ 1.1 พบว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปี 2557-2559 จำนวน 3 ปี ต่อเนื่องอยู่ในระดับ ปานกลาง เมื่อเทียบเป็นผลการเรียนคือระดับ 2.5 ควรได้รับการพัฒนาให้สูงขึ้น

ตารางที่ 1.2 ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) สาระการเรียนรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2

ระดับ	คะแนนปี 2557			คะแนนปี 2558			คะแนนปี 2559		
	เต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
โรงเรียน	100.00	49.87	21.21	100.00	36.98	17.36	100.00	27.86	18.78
จังหวัด	100.00	50.98	24.17	100.00	34.58	17.42	100.00	28.49	21.05
สพฐ.	100.00	54.88	25.04	100.00	36.84	18.14	100.00	31.48	22.25
ประเทศ	100.00	54.17	25.28	100.00	36.71	18.17	100.00	31.44	22.35

ที่มา: ผลการทดสอบระดับชั้นชาติด้านพื้นฐาน พ.ศ. 2557-2559

จากตารางที่ 1.2 พบว่าค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-Net) สาระที่ 1 วิชาชีววิทยา มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ซึ่งครอบคลุมถึง เรื่องสารพันธุกรรมนั้น มีผลการทดสอบค่าเฉลี่ยต่ำกว่าระดับจังหวัด ระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) และระดับประเทศ ควรได้รับการพัฒนาให้มีผลการทดสอบให้สูงขึ้น

1.2 วัดดูประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย

1.2.1 วัดดูประสงค์ของการวิจัย

1.2.1.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องสารพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.2.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.2.1.3 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง สารพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.2.1.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจ เรื่อง สารพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.2.2 สมมติฐานของการวิจัย

1.2.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพเท่ากับหรือมากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และมีประสิทธิผลมากกว่า 0.5

1.2.2.2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.2.3 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium gain) ขึ้นไป

1.2.2.4 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับความพึงพอใจมากขึ้นไป

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.3.1.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สายการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวน 82 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนดอนมดแดงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 29

1.3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 40 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 จำนวน 42 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

1.3.2 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่วันที่ 4 กรกฎาคม ถึงวันที่ 4 สิงหาคม 2560 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 10 ชั่วโมง

1.3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา 4 เรื่อง สารพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 นำความรู้ไปพัฒนาการจัดการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 5
- 1.4.2 พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ให้สูงขึ้น
- 1.4.3 นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยาและศึกษาต่อในวิชาชีววิทยาจนสามารถประกอบอาชีพได้
- 1.4.4 เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Science inquiry activity) โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้น (NRC, 2000) ได้แก่

- 1.5.1.1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (Learner engages in scientifically oriented questions)
- 1.5.1.2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (Learner gives priority to evidence in responding to question)
- 1.5.1.3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (Learner formulates explanations from evidence)
- 1.5.1.4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Learner connects explanations to scientific knowledge)
- 1.5.1.5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (Learner communicates and justifies explanations)

1.5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ความจำ และการวิเคราะห์ ที่วัดได้จากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามแนวคิดด้านพุทธิพิสัยของ เบนจามิน บลูม (Bloom, 1976)

1.5.3 ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดที่ดีของนักเรียนที่มีต่อครู กิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อการสอน การวัดผลประเมินผล บรรยากาศและสิ่งแวดล้อมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารพันธุกรรม วัดได้จากการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

1.5.4 นักเรียน

นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สายการเรียนวิทย์-คณิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนดอนมดแดงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 29 ที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารพันธุกรรม

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารพันธุกรรมระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

National Research Council (2000) กล่าวว่า การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการที่หลากหลายที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาสิ่งต่าง ๆ ทางกายภาพในธรรมชาติ และเสนอคำอธิบายสิ่งเหล่านั้นด้วยข้อมูลที่ได้จากการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมที่นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักฐาน ตรรกะ และจินตนาการ ในการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของโลก (Newman et al., 2004)

กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นด้วยคำถามที่เกี่ยวกับธรรมชาติ หรือคำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นเต้น สงสัยใคร่รู้ (American Association for the Advancement of Science: AAAS, 1970; วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2545) นำไปสู่การค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์, 2544) โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ เกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง (สุริยทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545)

บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบ หรือข้อสรุป

ด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน (ทิสนา แคมมณี, 2545) เช่น เตรียมข้อมูลเอกสารต่าง ๆ ที่มีคนค้นคว้ามาแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่ หรือ มองเห็นภาพได้ชัดเจนลึกซึ้งขึ้น (พิมพันธ์ เตชะคุปต์, 2544) เป็นผู้ควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนคิด รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) (สสวท, 2546) และมุ่งเน้นการใช้ กระบวนการกลุ่ม (AAAS, 1970)

2.1.2 คุณลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

National Research Council (2000) กล่าวว่าคุณลักษณะของการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

2.1.2.1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ

คำถามเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับวัตถุสิ่งของ สิ่งมีชีวิต และเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏตามธรรมชาติ ล้วนแต่เชื่อมโยงกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ เป็นคำถามที่นำผู้เรียนไปสู่ การสืบเสาะหาความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้มาอธิบายสิ่งต่าง ๆ หรือ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินั้น คำถามทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ คำถาม ประเภท ทำไม (Why) เช่น ทำไมวัตถุหล่นลงสู่พื้นโลก ทำไมหินบางชนิดจึงมีผลึก ทำไมหัวใจของคน แบ่งเป็นห้อง ๆ คำถามประเภทนี้บางครั้งไม่สามารถหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ได้ และคำถามอีก ประเภทหนึ่งคือ คำถามประเภท อย่างไร (How) เช่น แสงช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างไร ผลึกของ หินเกิดขึ้นได้อย่างไร หลายครั้งที่ผู้เรียนจะถามคำถามประเภท Why ซึ่งคำถามเหล่านี้หากเปลี่ยนเป็น ประเภท How ได้ จะทำให้ผู้เรียนเริ่มมีกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพราะ คำถามประเภท How แคบและชัดเจนกว่าที่ต้องการรู้อะไร และจะสามารถหาคำตอบได้อย่างไร ในห้องเรียน การใช้คำถามประเภท Why และ How อย่างเหมาะสม กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ และอยากสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งคำถามอาจมาจากผู้เรียน ครู สื่อการสอน เว็บไซต์ หรือ แหล่งอื่น ๆ โดยครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการเป็นผู้ชี้แนะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากคำถามนั้นมาจาก ผู้เรียน ครูมีบทบาทสำคัญในการช่วยทำให้คำถามเหล่านั้นเปลี่ยนเป็นคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ควรเริ่มจากการใช้คำถามเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความหมาย ตรง ประเด็น และสามารถหาคำตอบได้ด้วยการสืบเสาะ สำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แล้ว เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งจากการสังเกตและจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ ดังนั้นครูที่ดีจึงควรช่วยให้ผู้เรียน จดจ่อกับคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะในเรื่องที่น่าสนใจและมีประสิทธิภาพ

2.1.2.2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม

การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานสำหรับการอธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ ใน โลกมีกลไกทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจในการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องจากการเฝ้าสังเกต

ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ประสาทสัมผัส และใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อช่วยประสาทสัมผัสให้ดียิ่งขึ้น เช่น กล้องโทรทรรศน์ หรือใช้เครื่องมือเพื่อการวัดสมบัติบางประการที่ประสาทสัมผัสของคนไม่สามารถรับรู้ได้ เช่น สนามแม่เหล็ก ความถูกต้องของหลักฐานที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาจากการวัดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม การทำซ้ำ และการเก็บข้อมูลอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์นั้น ๆ จากข้อความข้างต้นอธิบายถึงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์รวบรวมมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่นเดียวกับในห้องเรียน ผู้เรียนจะนำข้อมูลหลักฐานมาพัฒนาและอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหลักฐานนั้นผู้เรียนอาจได้มาจากการสังเกต การวัดปริมาณต่าง ๆ เช่น การวัดอุณหภูมิ ระยะทาง หรือเวลา แล้วบันทึกข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานโดยหลักฐานนั้นอาจเป็นหลักฐานที่ได้มาจากครู สื่อการสอน เว็บไซต์ต่าง ๆ หรือสิ่งอื่น ๆ ที่สามารถนำไปใช้ในการตอบคำถามที่ผู้เรียนสนใจได้

2.1.2.3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานอยู่บนเหตุผล คำอธิบายเหล่านั้นจะให้เหตุและผล และความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานที่ค้นพบและข้อโต้แย้งทางตรรกะต่าง ๆ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ต้องประกอบด้วยผลการทดลองหรือข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสังเกต นักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลเหล่านั้นเป็นประจักษ์พยานที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มากกว่าความรู้ และอาจเกิดเป็นความรู้ใหม่ แต่สำหรับผู้เรียนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างความคิดใหม่จากความเข้าใจของตนเอง เช่น ผู้เรียนอาจใช้การสังเกตและประจักษ์พยานที่ได้จากการเก็บรวบรวมหลักฐานด้วยวิธีอื่น ๆ เพื่ออธิบายว่าเพราะเหตุใดต้นไม้จึงตายในภาวะหนึ่งแต่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในอีกภาวะหนึ่ง

2.1.2.4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

หลังจากที่ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผู้เรียนรวบรวมมาได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปผู้เรียนต้องมีการประเมินเพื่อตัดคำอธิบายที่ไม่น่าเป็นไปได้ออก หรือการแก้ไขปรับปรุงคำอธิบายให้ชัดเจนและเข้าใจดียิ่งขึ้น ขั้นตอนนี้เป็นคุณลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนอาจตั้งคำถามว่า หลักฐานเชิงประจักษ์นี้ สนับสนุนคำอธิบายที่สนใจหรือไม่ คำอธิบายที่ได้ ตอบคำถามที่ต้องการทราบหรือไม่ มีคำอธิบายอื่นที่มีเหตุผลกว่านี้หรือไม่ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นควรได้รับการตรวจสอบจากครู ซึ่งครูอาจให้ผู้เรียนมีการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิด เปรียบเทียบ หรือตรวจสอบความถูกต้องจากครู หรือสื่อการสอนอื่นที่ครูเตรียมไว้ให้ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญเพราะเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะได้เชื่อมโยงคำอธิบายของตนเองกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม และข้อสำคัญคือครูได้ตรวจสอบว่าคำอธิบายของผู้เรียนถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์หรือไม่

2.1.2.5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง

นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบความรู้ใหม่ จะมีการนำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น ทำให้งานในด้านนั้น ๆ เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักวิทยาศาสตร์ได้ทบทวนข้อสงสัยต่าง ๆ ให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น รวมไปถึงเปิดโอกาสให้นักวิทยาศาสตร์ท่านอื่นนำความรู้ไปใช้ต่อไป การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนคำอธิบายต่อคำถามที่ผู้เรียนสร้างขึ้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคนอื่นมีโอกาสได้ถามคำถาม ตรวจสอบหลักฐานเชิงประจักษ์หรือเหตุผลที่ผิดไปจากความจริง ระบุง้อความที่เกินกว่าหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผู้เรียนรวบรวมได้ และเสนอแนะคำอธิบายอื่น ๆ ที่เพื่อนสร้างขึ้นจากการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเดียวกัน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนโต้แย้งหรือแลกเปลี่ยนคำอธิบายที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างคำถาม หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผู้เรียนค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนรู้โดยการรับฟังจากครูเพียงฝ่ายเดียว

คุณลักษณะสำคัญ 5 ประการนี้ ไม่ได้มีลักษณะการดำเนินไปแบบเส้นตรง (Linear progression) แต่มีลักษณะเป็นวัฏจักร (Cycle) กล่าวคือเมื่อได้มีการสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเองในประเด็นหนึ่ง ๆ แล้ว จะนำไปสู่การสืบเสาะเพื่อหาคำตอบของคำถามทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ต่อไป (สุภาพร พรไตร, 2555)

ในการจัดการเรียนรู้ที่ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้จะต้องประกอบด้วยคุณลักษณะดังกล่าวสอดแทรกในขั้นตอนต่าง ๆ ของรูปแบบการสอน (Instructional models) หรือกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning activities) (ประมวล ศิริพันธ์แก้ว, 2540) เช่น รูปแบบการสอนแบบ Inquiry cycle หรือ 5E ที่คิดค้นขึ้นโดยนักการศึกษาจากกลุ่ม Biological Science Curriculum Society: BSCS (1997) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนที่มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะทั้ง 5 ประการของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสร้างความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายความรู้ (Elaboration) และการประเมินผล (Evaluation) ตามลำดับ

2.1.3 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (2540) แบ่งการสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภทคือ

(1) การสืบเสาะหาความรู้ตามที่มีผู้กำหนดไว้ให้ (Structured inquiry) ผู้เรียนทำตามวิธีการทุกขั้นตอน เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาคำตอบของคำถาม หรือประเด็นที่ถูกกำหนดไว้แล้ว การสืบเสาะหาความรู้ประเภทนี้เหมาะสำหรับฝึกประสบการณ์ และทักษะการสืบเสาะหาความรู้ก่อนที่จะก้าวไปสู่การดำเนินการด้วยตนเองมากขึ้น

(2) การสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อเสนอแนะให้ (Guided inquiry) ผู้เรียนสามารถดัดแปลงข้อเสนอแนะในการดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ตามที่เห็นสมควร และเหมาะสมกับสถานการณ์ แต่ก็มี

การกำหนดคำถามหรือหัวข้อเรื่องในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ให้ การสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อเสนอแนะไว้ให้ ส่งผลให้ประสบความสำเร็จสูงกว่าในการเรียนการสอนที่ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ และเป็นบันไดขั้นสำคัญที่นำไปให้ผู้เรียนก้าวไปสู่การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ต่อไป

(3) การสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระ (Independent inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่เริ่มต้นจากผู้เรียนทุกขั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถามหรือกำหนดหัวข้อเรื่อง การวางแผน ดำเนินการรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแปลความหมายและลงข้อสรุป ตัวอย่างของการสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระรูปแบบหนึ่งก็คือ การส่งเสริมให้ผู้เรียนทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ การจัดให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระที่มีประสิทธิภาพ ควรให้ผู้เรียนได้ผ่านการสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อเสนอแนะไว้ให้ก่อน เพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนคุ้นเคยกับคุณลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แล้วจึงจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระต่อไป

2.1.4 ระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2550) แบ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็น 3 ระดับ ตามลักษณะการถามของผู้สอนและผู้เรียน ได้แก่

(1) ครูเป็นผู้ถาม (Passive inquiry) ครูเป็นผู้กำหนดคำถาม นักเรียนเป็นฝ่ายตอบคำถามส่วนใหญ่ การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เหมาะสำหรับการเริ่มการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นครั้งแรก

(2) ครูและผู้เรียนช่วยกันถาม (Combined inquiry) ครูหรือนักเรียนเป็นผู้กำหนดคำถาม นักเรียนเป็นผู้ตอบคำถาม ซึ่งใช้เมื่อนักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการถามของครูมากขึ้น ซึ่งข้อควรระวังในการส่งเสริมให้นักเรียนตั้งคำถามคือให้นักเรียนคิดก่อนการถามครู และหลักสำคัญคือครูพยายามไม่ให้คำตอบแต่จะส่งเสริมหรือถามต่อเพื่อให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

(3) ผู้เรียนเป็นผู้ถาม (Active inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยนักเรียน เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ถามคำถามส่วนใหญ่ โดยที่ครูเป็นผู้แนะแนวหรือเน้นจุดสำคัญที่นักเรียนมองข้าม ซึ่งวิธีนี้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้คำถามแล้วนักเรียนจึงสามารถตั้งคำถามและหาคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

นอกจากนี้ สมภาร เชื้ออ่อน (2554) ได้แบ่งระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

(1) การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบ และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

(2) การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

(3) การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

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

2.1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

พวงทอง มิมั่งคั่ง (2537) ได้สรุปข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

(1) นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา

(2) นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด และวิธีสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

(3) นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

(4) นักเรียนสามารถเรียนรู้บทสนทนาและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

(5) นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

(1) ในการสอนแต่ละครั้งต้องใช้เวลาในการสอนมาก

(2) ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัย แปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

(3) ในกรณีที่นักเรียนกลุ่มอ่อน เนื้อหาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

(4) นักเรียนบางคนที่ยังขาดวุฒิภาวะอาจขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาด้วยตนเอง และนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอดอบคำถามได้ แต่นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

(5) การใช้การสอนแบบนี้ย่อมอาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2542) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือมีคุณลักษณะที่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ในวิชาหนึ่งวิชาใด โดยเฉพาะ โดยเกิดจากคุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพของสมองบุคคล เช่น พฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ผลสัมฤทธิ์จึงถือเป็นการตรวจสอบพฤติกรรมในด้านพุทธิพิสัย (ปิยนุช โอสาร, 2555)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้อีกหรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์, 2540) ในการที่จะพิจารณาว่าผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ตามหลักสูตรหรือไม่ เพียงใด จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัด (กรมวิชาการ, 2546; กัญญา ลินทรัตนศิริกุล, 2540) เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ประกอบด้วยชุดคำถามที่มุ่งวัดความรู้ความสามารถ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนหลังจากเกิดการเรียนรู้ (บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวนลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม, 2545) โดยเครื่องมือวัดสมรรถภาพของผู้เรียนต้องมีประสิทธิภาพทั้งวิธีการประเมินกิจกรรม เกณฑ์การประเมิน และแบบประเมินเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือการประเมินที่ผู้สอนต้องให้ความสำคัญและกำหนดสาระสำคัญของการประเมินไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อการเตรียมความพร้อมไว้ก่อนการจัดการเรียนการสอน (สสวท., 2546)

2.2.2 ปัจจัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Bloom (1976) ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอนในโรงเรียนและกล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 3 ปัจจัย ดังนี้

(1) พฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive entry behaviors) หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยความถนัดและพื้นฐานเดิมของผู้เรียน

(2) คุณลักษณะทางจิตใจ (Affective entry characteristics) หมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ ทศนคติต่อเนื้อหาวิชาที่เรียนในโรงเรียน ระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง และลักษณะบุคลิกภาพ

(3) คุณภาพการเรียนการสอน (Quality of instruction) ได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาดและรู้ผลว่าตนเองกระทำได้อีกต้องหรือไม่

นอกจากนี้ Richey (1986) ได้สรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ประกอบด้วยปัจจัย 4 ปัจจัย ดังนี้

(1) ผู้เรียน ประกอบด้วย ลักษณะทางประชากร คุณลักษณะด้านความสามารถ ทั้งทางด้านร่างกายและความรู้ความคิด สมรรถภาพและเจตคติ

(2) เนื้อหาวิชา ประกอบด้วย แบบของผลการเรียนรู้ (พุทธิพิสัย เจตพิสัยและทักษะพิสัย) ความสามารถทางสมอง ความสนใจ ความคงทนการถ่ายทอดและขอบเขตเนื้อหาวิชา

(3) สิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย คุณลักษณะเชิงทำเลที่ตั้งและสภาพบรรยากาศ ได้แก่ บริบททางสังคมในด้านอิทธิพลจากภายนอก บรรยากาศภายในองค์กร วัสดุและการจัดการ คุณลักษณะ และการปฏิสัมพันธ์ของบุคลากรในองค์กร

(4) วิธีการสอน ประกอบด้วย ขอบเขตของเนื้อหา กลวิธีการสอน การเสนอเนื้อหา และการจัดลำดับเนื้อหา

สรุปได้ว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย คุณลักษณะของผู้เรียน คุณภาพการสอนของครูและสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งคุณลักษณะของผู้เรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด คุณภาพการสอนของครูและปัจจัยอื่น ๆ มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรองลงมาตามลำดับ

2.3.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของนักเรียนในด้านพุทธิพิสัยที่เป็นการวัด 2 องค์ประกอบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน ดังนี้

2.3.3.1 การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการปฏิบัติโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมา สามารถสังเกตและวัดได้ เช่น วิชาศิลปะ พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance test) ซึ่งเป็นการประเมินผลพิจารณาที่วิธีปฏิบัติ (Procedure) และผลงานที่ปฏิบัติ

2.3.3.2 การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับช่วยให้ครูสามารถตัดสินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะเป็นวิธีการประเมินพฤติกรรมของ

นักเรียนที่เป็นอิสระได้มากกว่าวิธีอื่น ๆ เมื่อเทียบกับกระบวนการเรียนการสอนที่มีอยู่ (เยาวดี วิบูลย์ ศรี, 2540)

2.2.4 ชนิดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2540) กล่าวว่า แบบทดสอบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมักจะเป็นคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and pencil test) กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง (Performance test) แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือแบบทดสอบของครูที่สร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน ดังนี้

(1) แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของคำถามที่ครูเป็นคนสร้างขึ้น ซึ่งจะเป็นหัวข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียนว่านักเรียนมีความรู้มากเพียงใด บกพร่องที่ส่วนใด เพื่อครูจะได้สอนซ่อมเสริมหรือดูความพร้อมที่จะเริ่มบทใหม่ตามการจัดการเรียนรู้ของครู

(2) แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ และใช้วินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคน ข้อสอบตามมาตรฐานนอกจากมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้วยังมีมาตรฐานในด้านวิธีการดำเนินการสอบ คือ ไม่ว่าโรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ต้องดำเนินการสอบแบบเดียวกัน แบบทดสอบด้านมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบถึงวิธีการสอบว่าทำอย่างไรจึงจะมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการในการสร้างข้อคำถามคล้ายกัน คือเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาหรือพฤติกรรมที่ได้สอนนักเรียนไปแล้ว สำหรับพฤติกรรมที่ใช้วัดจะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom (1976) ที่ได้รับการปรับปรุงโดย Anderson et al. (2001) ซึ่งวัดผลด้านสติปัญญาจากการวัดพฤติกรรม ได้แก่ การจำ (Remembering) การเข้าใจ (Understanding) การประยุกต์ใช้ (Applying) การวิเคราะห์ (Analysing) การประเมินค่า (Evaluating) และการสร้างสรรค์ (Creating)

สมนึก ภัททิยธนี (2544) กล่าวว่า แบบทดสอบที่ครูสร้างมีหลายแบบแต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

(1) ข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย (Subjective or essay test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนคำตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นแต่ละคน

(2) ข้อสอบกาถูก-ผิด (True-false test) ลักษณะทั่วไปถือได้ว่าข้อสอบแบบกาถูก-ผิดคือข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

(3) ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยคหรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้นเพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

(4) ข้อสอบแบบตอบสั้น (Short answer test) ลักษณะทั่วไปข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนคำตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้น และกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

(5) ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับคำหรือข้อความใดในชุดอีกชุดหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนด

(6) ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) ลักษณะทั่วไปข้อสอบแบบเลือกตอบนี้จะประกอบด้วย 2 ตอน ตอนนำหรือคำถามกับตอนเลือก ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน อาจเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

2.2.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนในการสร้างที่สำคัญ 3 ขั้นตอน ดังนี้ (บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม, 2545; พิมพ์ดี เดชะคุปต์, 2545)

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนสร้างข้อสอบ ประกอบด้วย

(1) การกำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบ สิ่งสำคัญประการแรกที่ผู้สร้างข้อสอบจะต้องรู้ คือ อะไรคือจุดมุ่งหมายของการทดสอบ ทำไมจึงต้องมีการสอบ และจะนำผลการสอบไปใช้อย่างไร

(2) การกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด เนื้อหาที่ต้องการวัดได้จากจุดมุ่งหมายของการทดสอบ ผู้สร้างข้อสอบจะต้องวิเคราะห์หาเนื้อหาที่ต้องการวัดให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดสำหรับพฤติกรรมที่ต้องการวัดนั้น อาจจำแนกตามทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่ง เช่น ตามแนวความคิดของ Anderson et al. (2001) ได้แก่ การจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์

(3) กำหนดลักษณะหรือรูปแบบของแบบทดสอบ อาจเลือกแบบทดสอบประเภทความเรียงหรือแบบทดสอบอัตนัย แบบตอบสั้น และเลือกตอบหรือแบบทดสอบปรนัย ซึ่งขึ้นอยู่กับ

จุดมุ่งหมายของการทดสอบ ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่วัด ลักษณะหรือคุณสมบัติผู้เข้าสอบ และจำนวนผู้เข้าสอบ เป็นต้น

(4) การจัดทำตารางที่วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด เป็นการวางแผนผังการสร้างแบบทดสอบ ทำให้ผู้สร้างข้อสอบรู้ว่าในแต่ละเนื้อหาจะต้องสร้างข้อสอบในพฤติกรรมใดบ้าง พฤติกรรมละกี่ข้อ การจัดทำตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแผนผังการออกข้อสอบ ควรมีคำหรือข้อความดังต่อไปนี้ ชื่อรายวิชาและชั้นเรียน ภาคเรียนและปีการศึกษาที่สอน วัน/เดือน/ปีที่วิเคราะห์พฤติกรรม ชื่อผู้วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ชื่อผู้สร้างข้อสอบ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในเนื้อหาวิชา ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และเรื่องหรือรายละเอียดเนื้อหาวิชาจะสร้างข้อสอบ

(5) การกำหนดส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอน ได้แก่ ความยาวของแบบทดสอบ หรือจำนวนข้อของข้อสอบและคะแนน ระยะเวลาที่ให้ทำแบบทดสอบ วิธีการดำเนินการสอบ วิธีการตรวจให้คะแนน เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างแบบทดสอบ ประกอบด้วย

(1) ลักษณะหรือประเภทของข้อสอบที่เหมือนกัน ควรจัดให้อยู่ตอนเดียวกันเป็นหมวดหมู่ ซึ่งจะช่วยให้ง่ายในการตรวจให้คะแนน

(2) ไม่ใช่คำหรือข้อความซ้ำคำตอบ

(3) ควรให้เนื้อหาบังคับคำตอบ ไม่ใช่ใช้แบบของคำหรือข้อความ

(4) ควรเขียนข้อสอบด้วยภาษาที่ง่าย ตรงไปตรงมา ไม่ควรใช้ข้อความปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

(5) ควรหลีกเลี่ยงวัฒนธรรมท้องถิ่น

(6) ไม่ควรให้ข้อสอบข้อใดข้อหนึ่งไปแนะคำตอบอีกข้อหนึ่ง

(7) ไม่ควรลอกข้อความโดยตรงจากหนังสือมาสร้างเป็นข้อสอบ

(8) ความยากของข้อสอบควรอยู่ที่ระดับปานกลาง และเรียงข้อสอบโดยเรียงจากง่ายไปยาก จะช่วยให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการทำข้อสอบ

(9) คำสั่งข้อสอบควรกะทัดรัด ชัดเจนและสมบูรณ์

ในขั้นนี้เป็นการเขียนข้อสอบตามเนื้อหาพฤติกรรมและรูปแบบของแบบทดสอบที่กำหนดไว้ โดยจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับร่าง

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้

เมื่อสร้างแบบทดสอบแล้วจึงนำแบบทดสอบไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งคุณภาพของแบบทดสอบอาจพิจารณาทั้งคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก และหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ได้แก่ ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น การตรวจสอบสามารถทำได้ทั้งตรวจสอบเอง และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจ การตรวจสอบเองเป็นการตรวจสอบ

คุณภาพของข้อคำถาม-คำตอบ หลักการสร้างข้อสอบที่ดี สำหรับการตรวจโดยผู้เชี่ยวชาญจะเป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อดูว่าข้อคำถามแต่ละข้อสัมพันธ์สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวัดหรือไม่ ครอบคลุมเนื้อหา และเป็นตัวแทนของเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่

จากการศึกษาพอสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอน 3 ขั้น คือ ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนสร้างข้อสอบ ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้

2.2.6 ประโยชน์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุรียัน แสงแก้ว (2535) กล่าวถึงประโยชน์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 5 ประการ ดังนี้

- (1) เพื่อคุุระดับพัฒนาการ
- (2) เพื่อประโยชน์ในการแนะนนวนักเรียน
- (3) เพื่อประโยชน์ในด้านการวางแผนสร้างหลักสูตร
- (4) เพื่อใช้ในการสอบคัดเลือกและเพื่อเลื่อนชั้น
- (5) เพื่อใช้เปรียบเทียบความสามารถในการสอนของครูในโรงเรียนเดียวกันหรือเปรียบเทียบระหว่างโรงเรียน

ระหว่างโรงเรียน

จากการศึกษาพอสรุปได้ว่า ประโยชน์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อคุุระดับพัฒนาการ เป็นประโยชน์ในการแนะนนวนักเรียน ใช้ในการแผนสร้างหลักสูตร ใช้ในการสอบคัดเลือก และเพื่อเลื่อนชั้นให้กับนักเรียน

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เรื่องสารพันธุกรรม

การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ยีนและโครโมโซม ผู้สอนบางท่านได้มีการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสตอรี่ไลน์ แนวคิดในการจัดการเรียนรู้มี 4 ประการ คือ มีการบูรณาการการเรียนรู้ การเรียนรู้เกิดขึ้นจากประสบการณ์ตรง ผู้เรียนมีส่วนร่วม ความคงทนของการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับวิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้ และ ผู้เรียนจะรู้คุณค่าและสร้างผลงานที่ดีได้หากได้ลงมือกระทำ (อุบลวรรณ เลี้ยวอุดมชัย, 2558) การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่งผลต่อเจตคติระดับมาก (จรรยารักษ์ กุลพ่วง, 2558) และมีการนำเสนอต่าง ๆ มาใช้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสร้างความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ เช่น กาญจนา ขาวจ้าว และ สุธารทิพย์ เรื่องประภาวุฒิ (2558) ได้จัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

(E_1/E_2) เท่ากับ 80.25/80.10 ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก เนื่องจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นตอนของกิจกรรมที่เอื้อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย มีการจัดเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก ผู้เรียนจึงสามารถฝึกปฏิบัติกิจกรรมได้ด้วยตนเองจนเกิดการเรียนรู้

นอกจากนี้ได้มีการนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ร่วมกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน เช่น วรุณี ศรีโพธิ์ และสุภาพร พรไตร (2557) ได้จัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการแสดงบทบาทสมมติ (Role-playing) ในการจำลองพันธุศาสตร์ของมังกร ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความก้าวหน้าทางการเรียนที่สูงขึ้น ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีขั้นตอนการจัดการกิจกรรมที่กระชับ มีลำดับการจัดการเรียนรู้ที่ดี และคำถามในแบบทดสอบมีความเหมาะสม สุชาดา โพธิ์ไชยราช และสุภาพร พรไตร (2558) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมที่นักเรียนได้เรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ (hands-on activity) ซึ่งสามารถยกระดับความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนให้สูงขึ้น และยังทำให้นักเรียนมีความคงทนของความรู้ด้วย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ในทุกขั้นตอนของการสืบเสาะ และมีการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง โดยมีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.27/83.33

2.3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ผู้สอนวิชาชีววิทยาหลายท่านได้นำกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ร่วมกับสื่อและเทคนิคต่าง ๆ เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายตามบริบทของผู้สอน ผู้เรียน โรงเรียน และแหล่งการเรียนรู้ที่มีอยู่ตามความเหมาะสม เช่น การจัดการเรียนรู้เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้สื่อประสมส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน เนื่องจากผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ที่มาจากการสืบเสาะแสวงหาหรือลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และมีการใช้สื่อเข้ามาช่วยเสริมในการเรียนการสอนเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อที่เป็นวิทัศน์มีภาพเคลื่อนไหวชัดเจนซึ่งช่วยเสริมในเรื่องที่ไม่สามารถนำมาทำปฏิบัติการหรือการทดลองได้ ทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาของวิชาชีววิทยาที่เป็นนามธรรมให้เข้าใจเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น (เสาวลักษณ์ หล้าสิงห์, 2558) ฌณภาพร จันทร์ดวง และคณะ (2557) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.39/82.56 ทำให้

นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมในระดับมากที่สุด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้และจัดลำดับความคิดก่อนหลังได้อย่างเป็นขั้นตอน ประกอบกับการใช้ชุดกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับเนื้อหา

นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ตามปกติ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ ในแต่ละขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้ผังกราฟิกชนิดต่าง ๆ ในการรวบรวมข้อมูลที่กระจัดกระจายและเป็นนามธรรมให้เห็นเป็นภาพที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ จดจำความรู้ เนื้อหาได้ง่ายและยาวนาน (สมจิต ผอมเซ่ง และคณะ, 2557) การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของนักเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ระดับมาก (ชนันธร อุตมศิลป์, 2559)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 รูปแบบการวิจัย
- 3.2 กลุ่มที่ศึกษา
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 รูปแบบการวิจัย

3.1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกึ่งทดลอง ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการทดสอบก่อนและหลัง (One-group pretest and posttest design) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$O_1 \text{ ----- } X \text{ ----- } O_2 \quad (3.1)$$

เมื่อ	O_1	คือ	การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
	O_2	คือ	การทดสอบหลังเรียน (Posttest)
	X	คือ	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารพันธุกรรม

3.1.2 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

งานวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกึ่งทดลอง ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการทดสอบหลัง (One short case study) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$X \text{ ----- } O_2 \quad (3.2)$$

เมื่อ	O ₂	คือ	การประเมินความพึงพอใจ
	X	คือ	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารพันธุกรรม

3.2 กลุ่มที่ศึกษา

3.2.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สายการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวน 82 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนดอนมดแดงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาเขต 29

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง 6/1 จำนวน 40 คน และห้อง 6/2 จำนวน 42 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โรงเรียนมีบริบท ดังนี้

3.2.2.1 ด้านภูมิศาสตร์

โรงเรียนดอนมดแดงวิทยาคมตั้งอยู่ที่ 11 หมู่ 12 บ้านศรีดอนมดแดง ตำบลเหล่าแดง อำเภอดอนมดแดง จังหวัดอุบลราชธานี อยู่ห่างจากอำเภอเมืองอุบลราชธานี ประมาณ 35 กิโลเมตร มีเนื้อที่ 44 ไร่ 2 งาน 58 ตารางวา มีเขตพื้นที่บริการคือ ตำบลเหล่าแดง ตำบลดอนมดแดง ตำบลท่าเมือง และตำบลคำไฮใหญ่

3.2.2.2 สภาพชุมชนรอบบริเวณโรงเรียน

ลักษณะเป็นชุมชนเมือง มีหน่วยงานราชการตั้งอยู่ใกล้เคียง เช่น สำนักงาน ปศุสัตว์อำเภอดอนมดแดง สำนักงานการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยดอนมดแดง องค์การบริหารส่วนตำบลเหล่าแดง อำเภอดอนมดแดง สถานีตำรวจภูธรดอนมดแดง โรงพยาบาล ดอนมดแดง เป็นต้น มีเฉพาะร้านค้าด้านหน้าโรงเรียนเรียงยาวจนถึงหน้าโรงพยาบาล เป็นชุมชน ชนบท ประชากรทั้งสิ้น 28,554 คน เป็นชาย 14,323 คน หญิง 14,231 คน ประชาชนส่วนใหญ่ นับถือศาสนาพุทธ มีวัดทั้งหมด 23 แห่ง สำนักสงฆ์ 5 แห่ง

3.2.2.3 การคมนาคม

อำเภอดอนมดแดงห่างจากตัวจังหวัดอุบลราชธานี 32 กิโลเมตร ทางถนน อุบลราชธานีตระการพืชผล 20 กิโลเมตร ทางถนนแต่ใหม่-ดงบัง 6 กิโลเมตร ทางถนนคำไฮใหญ่-ท่า ศีลา 6 กิโลเมตร

3.2.2.4 สภาพภูมิศาสตร์

อำเภอดอนมดแดงมีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบอุดมสมบูรณ์ตลอดทั้งปี บางแห่งเป็น เนินเขาเล็ก ๆ พื้นที่ทางด้านทิศใต้มีหนองน้ำขนาดใหญ่และมีเกาะดอนมดแดงสถานที่สำคัญของอำเภอ

3.2.2.5 ด้านเศรษฐกิจ

โดยทั่วไปของอำเภอดอนมดแดงประชากรของอำเภอร้อยละ 80 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม โดยมีพื้นที่ทำการเกษตรทั้งสิ้น จำนวน 93,601 ไร่ รองลงมาคือ อาชีพรับจ้าง

3.2.2.6 ด้านประเพณี ศาสนา ศิลปวัฒนธรรม

โรงเรียนมีความสัมพันธ์ที่ดีกับชุมชน ครูและนักเรียน เข้าร่วมกิจกรรมเนื่องในโอกาสต่าง ๆ เช่น ประเพณีลอยกระทง วันสำคัญทางศาสนา การเยี่ยมบ้าน เป็นต้น

3.2.2.7 ด้านการเรียนการสอน

โรงเรียนดอนมดแดงวิทยาคม เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2551 และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2551 ในปีการศึกษา 2560 มีจำนวนนักเรียน 671 คน มีห้องเรียนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งสิ้น 17 ห้องเรียน ครูและบุคลากรทางการศึกษาประกอบด้วยครูประจำการจำนวน 32 คน รองผู้อำนวยการ 1 คน ผู้อำนวยการ 1 คน ครูธุรการ จำนวน 1 คน และแม่บ้านจำนวน 1 คน อัตราส่วนระหว่างครู:นักเรียนมีค่าเท่ากับ 1: 20 คน ใช้ระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียน 1 ห้องเรียนต่อครู 2 คน จำนวนครูที่สอนตรงวิชาเอกคิดเป็น ร้อยละ 100

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 ชนิดของเครื่องมือวิจัย

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน รวมเวลา 10 คาบ

3.3.1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.3.1.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย 4 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ รวมจำนวน 20 ข้อ

3.3.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย

3.3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้ (ภาพที่ 3.1)

1) ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และจากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนดอนมดแดงวิทยาคม สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

2) วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ แนวทางการวัดผลและประเมินผล

3) ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี วิธีการ และเทคนิคการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4) วางโครงสร้างแนวการสอน/กิจกรรม/เทคนิค/วิธีการสอน/สื่อการสอนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการสร้างแผนผังความคิดสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน เพื่อเรียงลำดับและกำหนดขอบข่ายของการจัดกิจกรรม จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบภาษา และปรับปรุงแก้ไขตามที่ได้รับข้อเสนอแนะ (ภาคผนวก ก) นำแผนผังความคิดที่สร้างขึ้นไปเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 แผน โดยแต่ละแผนมีองค์ประกอบดังนี้

- 4.1) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
- 4.2) สาระสำคัญ
- 4.3) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4.4) สาระการเรียนรู้
- 4.5) คำถามสำคัญ
- 4.6) การจัดการเรียนรู้ มีลักษณะดังต่อไปนี้
 - 4.6.1) ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ
 - 4.6.2) ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม
 - 4.6.3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่
 - 4.6.4) ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 4.6.5) ผู้เรียนสื่อสารโต้แย้ง แสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบ
 - 4.6.6) สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้
 - 4.6.7) การวัดผล และประเมินผล
 - 4.6.8) เกณฑ์การวัดผล และประเมินผล

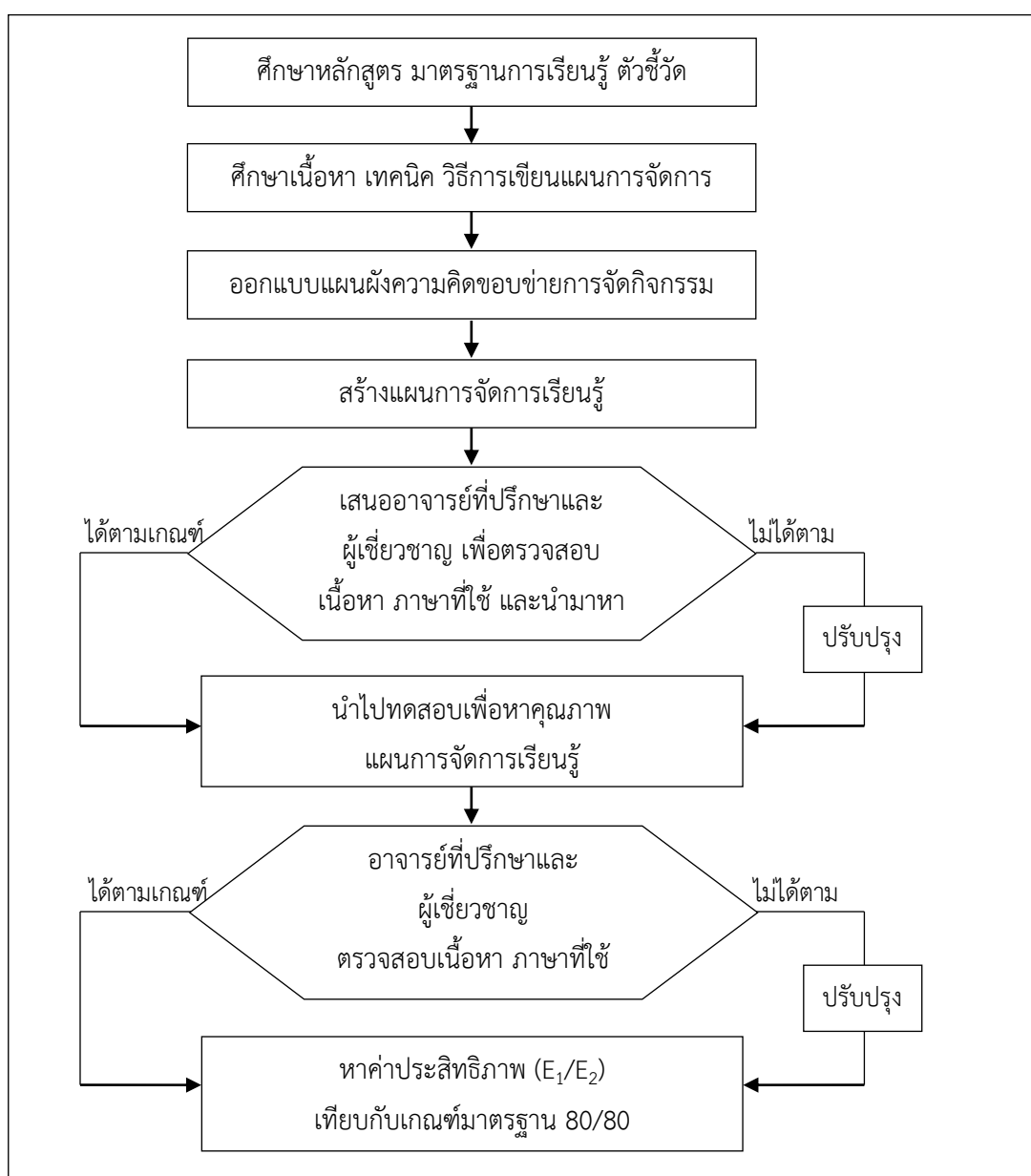
ค้นพบ

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบ แนะนำเพื่อการแก้ไขปรับปรุงให้แผนการจัดการเรียนรู้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ (ภาคผนวก ข) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์ (Index of item objective congruence: IOC) โดยมีการกำหนดเกณฑ์การพิจารณาคัดชั้นความสอดคล้อง ดังนี้ +1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคิดว่าสอดคล้อง 0 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง และ -1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคิดว่าไม่สอดคล้อง จากนั้นนำคะแนนที่ได้ มาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละข้อคำถาม หากค่าที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีกิจกรรมการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์ (ภาคผนวก ค)

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนดอนมดแดงวิทยาคมที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) ซึ่งพบว่ามีค่าเท่ากับ 83.93/81.67 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ (ภาคผนวก ง) เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยกิจกรรมหลักที่สำคัญ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมหลักในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน

แผนที่/เรื่อง/จำนวนคาบ	กิจกรรมหลัก
1. องค์ประกอบทางเคมีของ DNA (2 ชั่วโมง)	- ค้นหาองค์ประกอบทางเคมีของ DNA - ศึกษาโครงสร้างของน้ำตาลดีออกซีไรโบส ไนโตรจีนัสเบสและหมู่ฟอสเฟต - ต่อแบบจำลองโครงสร้างนิวคลีโอไทด์ และพอลินิวคลีโอไทด์
2. โครงสร้าง DNA (2 ชั่วโมง)	- ศึกษาโครงสร้าง DNA - ต่อแบบจำลองโครงสร้าง DNA กระดาษแบบง่าย - นำเสนอแบบจำลองโครงสร้าง DNA
3. การสังเคราะห์ DNA (2 ชั่วโมง)	- ศึกษาสารตั้งต้นและขั้นตอนการสังเคราะห์ DNA - ต่อจิ๊กซอร์ขั้นตอนการสังเคราะห์ DNA - แสดงบทบาทสมมติขั้นตอนการสังเคราะห์ DNA
4. การถอดรหัสพันธุกรรม (2 ชั่วโมง)	- ศึกษาชนิดและโครงสร้างของ RNA - ศึกษาสารตั้งต้นและขั้นตอนการถอดรหัสพันธุกรรม - เขียน concept mapping ขั้นตอนการถอดรหัสพันธุกรรม - แสดงบทบาทสมมติการถอดรหัสพันธุกรรม
5. การสังเคราะห์โปรตีน (2 ชั่วโมง)	- ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีน - ศึกษาสารตั้งต้นและขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีน - ต่อจิ๊กซอร์ขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีน - ปฏิบัติการจำลองการสังเคราะห์โปรตีน

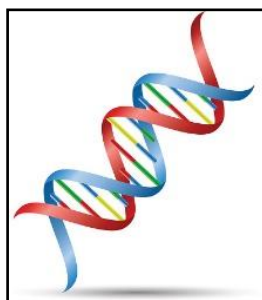
กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ National Research Council (2000) ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และให้ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของนักเรียน วิธีดำเนินกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA (120 นาที)

ขั้นที่ 1 ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (10 นาที)

(1) นักเรียนดูภาพตัวต่อเลโก้นักเรียนดู เปรียบเทียบกับภาพ DNA





(2) ครูตั้งคำถามว่า องค์ประกอบของตัวต่อเลโก้แองกรีเบิร์ดคือชิ้นส่วนพลาสติกโปร่งและ สีต่าง ๆ แล้ว องค์ประกอบของดีเอ็นเอทั้งสายสีแดง และสายสีน้ำเงิน (ตามภาพ) มีอะไรบ้าง ประกอบกันอย่างไร

(3) ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้เรียนรู้องค์ประกอบทางเคมีของ DNA” ตอบคำถามดังต่อไปนี้ (ครูเขียนคำถามไว้บนกระดานว่า)

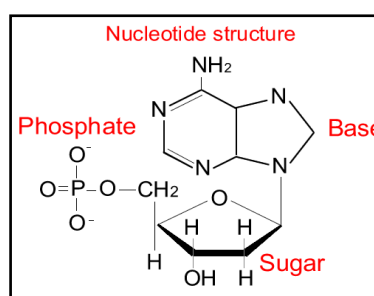
(3.1) องค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์ของ DNA มีอะไรบ้าง

(3.2) นิวคลีโอไทด์ต่อกันเกิดสายพอลินิวคลีโอไทด์ได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (40 นาที)

(1) แบ่งนักเรียนเป็น 6 กลุ่มๆ ละ 7-8 คน รับผิดชอบกิจกรรมที่ 1 อุปกรณ์นิวคลีโอไทด์ของ DNA ประกอบด้วย โครงสร้างกระดูกของ น้ำตาลดีออกซีไรโบส เบส A เบส T เบส C เบส G และหมู่ฟอสเฟต

(2) จากนั้นทุกกลุ่ม รับประทานภาพโครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ ช่วยกันวิเคราะห์ อภิปราย โครงสร้างการต่อกันของสารทั้งสามว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง ประกอบกันอย่างไรดังภาพ



(3) ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนรวบรวมข้อมูล

(3.1) ภาพที่นักเรียนได้เรียกว่าอะไร

(3.2) นิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยองค์ประกอบอะไรบ้าง

(3.3) น้ำตาลดีออกซีไรโบสประกอบด้วยคาร์บอนกี่อะตอม

- (3.4) ตำแหน่งคาร์บอนเรียกว่าอะไร
- (3.5) เบสมีกี่ชนิด
- (3.6) เบสต่อกับน้ำตาลตรงตำแหน่งใด
- (3.7) หมู่ฟอสเฟตต่อกับน้ำตาลตรงตำแหน่งใด
- (3.8) นักเรียนต่อนิวคลีโอไทด์ได้ต่างกันกี่ชนิด
- (3.9) ถ้านำนิวคลีโอไทด์เรียงต่อกันเป็นสายยาว จะเรียงต่อกันอย่างไร
- (3.10) นักเรียนทุกกลุ่มออกแบบการเรียงต่อกัน

ขั้นที่ 3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ
(30 นาที)

(1) นักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอการเรียงต่อกันเป็นสายยาวของนิวคลีโอไทด์ โดยครูให้อิสระ
ในเรียงต่อ

- (2) นำเสนอผลงานของกลุ่มโดยติดผลงานหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (20 นาที)

- (1) นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA
- (2) นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง นิวคลีโอไทด์ต่อกันเป็นพอลินิวคลีโอไทด์อย่างไร
- (3) นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปการเรียงต่อกันของนิวคลีโอไทด์เป็นสายพอลินิวคลีโอ
ไทด์

ขั้นที่ 5 ผู้เรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง
(20 นาที)

- (1) นำเสนอข้อมูลการต่อ จากนั้น ครูถามว่า แต่ละกลุ่มมีส่วนที่ต่างกันอย่างไรบ้าง
(ต่างกันที่จำนวนนิวคลีโอไทด์และลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์)

- (2) จากนั้นนักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3 เขียนแผนภาพแสดงพอลินิวคลีโอไทด์
- (3) นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ชื่นชมและเขียนคำถามที่สงสัยลงในแผ่นสงสัยจัง
- (4) นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามที่เพื่อนกลุ่มอื่นเขียนไว้
- (5) นักเรียนร่วมชื่นชมผลงานการแสดงของเพื่อน ร่วมกันอภิปรายสรุปถึงองค์ประกอบ
ทางเคมีของ DNA แล้วเชื่อมโยงไปถึง คือโครงสร้างของDNA ในชั่วโมงหน้า

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องโครงสร้าง DNA (120 นาที)

ขั้นที่ 1 ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที)

ครูนำนักเรียนทบทวนถึงองค์ประกอบทางเคมีและสายพอลินิวคลีโอไทด์ ที่ได้เรียนไปในชั่วโมงที่แล้ว ครูถามนักเรียนว่า พอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย จะสามารถจับกันเป็นโครงสร้าง DNA ได้อย่างไร ครูกล่าวว่า วันนี้เราจะมาเรียน เรื่อง โครงสร้าง DNA ตอบคำถามดังต่อไปนี้” (ครูเขียนคำถามไว้บนกระดานว่า) “โครงสร้างของ DNA เกิดจากพอลินิวคลีโอไทด์ประกอบกันอย่างไร”

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (25 นาที)

(1) นักเรียนทุกกลุ่มรับผลการทดลองของชาร์กาฟฟ์

(2) ครูตั้งคำถามเพื่อการรวบรวมข้อมูลดังนี้

(2.1) ชาร์กาฟฟ์ค้นพบว่า DNA สิ่งมีชีวิตทุกชนิด พบเบสชนิดใดเหมือนกันบ้าง

(2.2) เบสที่พบนั้น คู่ใดบ้างที่มีปริมาณเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

(2.3) ดังนั้นการจับคู่กันของพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย น่าจะจับกันระหว่างคู่เบสใช่หรือไม่

(2.4) นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่ามีคู่เบส ชนิดใดเป็นคู่เบสกันบ้าง ?

(3) จากนั้นนักเรียนทุกกลุ่มรับนิวคลีโอไทด์ พร้อมกับต่อเป็นสายพอลินิวคลีโอไทด์ 1 สายก่อนให้อิสระในการเรียงต่อกันเป็นพอลินิวคลีโอไทด์ จากนั้นนำมาติดไว้ที่บอร์ดหลังห้อง

(4) จากนั้นนักเรียนรับผลการทดลองของเอ็มเอชเอฟ วิลคินส์ และโรซาลินด์ แฟรงคลิน และสมมติฐานแบบจำลองโครงสร้างโมเลกุลของ DNA ของ เจมส์ วอตสันและฟรานซิส คริก ครูถาม

(4.1) วิลคินส์และแฟรงคลินเอกซเรย์ผ่านผลึก DNA เกิดการหักเหของรังสีเอกซ์เกิดภาพบนแผ่นฟิล์มอย่างไร

(4.2) สรุปเกี่ยวกับโครงสร้างทางกายภาพของ DNA จากผลการทดลองของวิลคินส์และแฟรงคลิน ได้ว่า

(4.3) วอตสันและคริกพบว่า การทดลองของชาร์กาฟฟ์พบว่าคู่เบสจับกันด้วยพันธะชนิดใด

(4.4) พันธะชนิดดังกล่าวมีจำนวน กี่พันธะ

(4.5) วอตสันและคริก วิเคราะห์ผลการทดลองของวิลคินส์และแฟรงคลินและชาร์กาฟฟ์ สร้างแบบจำลอง DNA ประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์ที่สาย เรียงตัวอย่างไร

(4.6) ปลาย 3 ไพรม์ของพอลินิวคลีโอไทด์สายหนึ่ง จับกับปลาย 5 ไพรม์ ของอีกพอลินิวคลีโอไทด์สายหนึ่งโดยแต่ละสายจับกับตรงไหน ด้วยพันธะอะไร

(4.7) โครงสร้าง DNA บิดเกลียวคู่หรือไม่ เวียนไปทางใด

(4.8) ระยะห่างระหว่างนิวคลีโอไทด์ในสายพอลินิวคลีโอไทด์ห่างกันเท่าใด

- (4.9) ระยะห่างระหว่างพอลินิวคลีโอไทด์สองสายห่างกันมากที่สุดเท่าใด
- (4.10) เกลียว 1 รอบ ระยะห่างเท่าใด
- (4.11) เกลียว 1 รอบ พอลินิวคลีโอไทด์แต่ละสาย ประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์กี่

โมเลกุล

ขั้นที่ 3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (60 นาที)

นักเรียนทุกกลุ่มสร้างโมเดลโครงสร้าง DNA ต่อกันเป็น DNA 2 มิติและรับอุปกรณ์สร้างแบบจำลองโครงสร้าง DNA จากกระดาษ

ขั้นที่ 4 ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (10 นาที)

- (1) ครูแจกใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของ DNA
- (2) นักเรียนทุกกลุ่ม ศึกษาโครงสร้าง DNA จากนั้นตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 โครงสร้างของ DNA

(3) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุป โครงสร้างของ DNA เกิดจากพอลินิวคลีโอไทด์ ประกอบกันอย่างไร

ขั้นที่ 5 ผู้เรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (20 นาที)

- (1) นำเสนอผลงานโมเดลโครงสร้าง DNA 3 มิติ สรุปโครงสร้าง DNA
 - (2) ครูนำเล่นเกม Answer show board โดยครูตั้งคำถามให้นักเรียนทุกกลุ่มตอบคำถามโดยการเขียนลงในไวท์บอร์ดที่ครูเตรียมให้ การตอบให้พูดพร้อมกับยกบอร์ดขึ้น
 - (3) ครูประกาศคะแนน นักเรียนร่วมชื่นชมงานของกลุ่มตนเองและเพื่อน
- กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์ DNA (120 นาที)

ขั้นที่ 1 ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที)

(1) ครูนำนักเรียนอภิปรายถึงการสังเคราะห์ DNA ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนทราบแล้วว่า DNA เป็นสารพันธุกรรม ซึ่งมีความสำคัญควบคุมลักษณะพันธุกรรม สามารถเพิ่มจำนวนได้ในกระบวนการเพิ่มจำนวนตัวเองนั้น DNA ควรจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลง (ไม่เปลี่ยนแปลง) เหมือนกับการถ่ายเอกสาร ที่จะไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิม และเพิ่มจำนวนจาก DNA โมเลกุลเดิมที่มีอยู่

(2) ครูถามว่า “DNA สังเคราะห์ตัวเองได้อย่างไร” มีกระบวนการอย่างไร และสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ DNA มีอะไรบ้าง

- (3) ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้เรียนรู้การสังเคราะห์ DNA เพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้” (ครูเขียนคำถามไว้บนกระดานว่า)

(3.1) กระบวนการสังเคราะห์ DNA คืออะไร

(3.2) สารตั้งต้นและผลผลิตในกระบวนการ DNA Replication คืออะไร

(3.3) ขั้นตอนการกระบวนการจำลอง DNA (DNA Replication) มีขั้นตอนอย่างไร

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐาน ที่เกี่ยวเนื่องกับคำถาม (30 นาที)

(1) แบ่งนักเรียนเป็น 6 กลุ่มๆ ละ 7-8 คน นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง อะไรบ้างจำเป็นในการสังเคราะห์ DNA (DNA replication) เพื่อศึกษาชนิดและบทบาทหน้าที่ของสารตั้งต้นและผลผลิต ของกระบวนการดังกล่าว แล้ววิเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน ครูตั้งคำถามเพื่อการรวบรวมข้อมูล

(1.1) สารตั้งต้นในการจำลองตัวเองของ DNA มีอะไรบ้าง

(1.2) การจำลองตัวเองของ DNA เป็นแบบใด จงอธิบาย

(1.3) ทิศทางการสังเคราะห์พอลินิวคลีโอไทด์สายใหม่ มีทิศทางอย่างไร

(1.4) พอลินิวคลีโอไทด์สายใหม่แต่ละสายเรียกว่าอะไรบ้าง

(1.5) DNA 1 โมเลกุล จำลองตัวเองแล้ว จะได้ DNA เพิ่มขึ้นกี่โมเลกุล

(2) จากนั้นรับบัตรคำขั้นตอนการสังเคราะห์ DNA ช่วยกันวิเคราะห์ เรียงลำดับขั้นตอนการสังเคราะห์ DNA (DNA replication) ครูตั้งคำถามเพื่อการรวบรวมข้อมูลดังนี้

(2.1) ขั้นตอนแรกของการจำลองตัวเองของ DNA เริ่มจากอะไร

(2.2) เอนไซม์ที่สลายพันธะไฮโดรเจนระหว่างคู่เบส คือ

(2.3) การจำลองตัวเองได้พอลินิวคลีโอไทด์สายใหม่ชื่อว่า สีดิงแอสตรนด์ มีทิศเดียวกันหรือสลับทิศกันกับการสลายพันธะ

(2.4) การจำลองตัวเองได้พอลินิวคลีโอไทด์สายใหม่ชื่อว่า แลกกิงแอสตรนด์ มีทิศเดียวกันหรือสลับทิศกันกับการสลายพันธะ

(2.5) เอนไซม์ชนิดใดเชื่อมนิวคลีโอไทด์เป็นสายสีดิงแอสตรนด์

(2.6) การสร้างสายแลกกิงแอสตรนด์ ต่างจากสายสีดิงแอสตรนด์ตรงไหน

(2.7) เอนไซม์ที่เชื่อมสายแลกกิงแอสตรนด์จากสายสั้นๆเป็นสายยาวคือ

(2.8) DNA แม่แบบประกอบด้วย 3' ATTCCGGATGCATCGTA 5' จำลองตัวเองได้เป็น

(2.9) จากคำถามข้อที่แล้ว ถ้าทิศทางการสลายพันธะไฮโดรเจน จากขวาไปซ้าย

(2.10) พอลินิวคลีโอไทด์สายใหม่มีชื่อว่าอะไร

ขั้นที่ 3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (20 นาที)

(1) นักเรียนทุกกลุ่มรับอุปกรณ์ในการจำลองตัวเองของ DNA

(2) วางผลงานไว้หน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (20 นาที)

(1) นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่องการจำลองตัวเองของ DNA (DNA replication)

(2) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปการสังเคราะห์ DNA นักเรียนตรวจสอบความ

ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ผู้เรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (45 นาที)

(1) นักเรียนแบ่งกลุ่มใหม่เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 22 คน

(2) ครูตั้งคำถามว่า หากนักเรียนจะแสดงบทบาทสมมติในการสังเคราะห์ DNA นักเรียนต้องแสดงเป็นอะไรบ้าง มีเครื่องแต่งกายอย่างไรบ้าง ทุกกลุ่มตกลงบทบาทการแสดง

(3) ครูแจกลำดับพอลินิวคลีโอไทด์ทั้งสองสายของ DNA ให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติเป็น

(4) โครงสร้าง DNA และการสังเคราะห์ DNA เอนไซม์ที่ใช้

(5) นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มแสดงบทบาทสมมติพร้อมทั้งกล่าว อธิบายบทบาทของตนเองไปพร้อมขณะที่ทำการแสดง

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการถอดรหัสพันธุกรรม (120 นาที)

ขั้นที่ 1 ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที)

(1) ครูนำนักเรียนอภิปรายถึงกระบวนการ ถอดรหัสพันธุกรรม ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่า DNA เคยออกจากนิวเคลียสหรือไม่ (ไม่) แล้ว DNA ควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนอย่างไร(ส่งตัวแทนออกไปทำการสังเคราะห์โปรตีน) อะไรคือตัวแทนที่ DNA ส่งออกมาแทน แล้วนักเรียนทราบหรือไม่ว่า RNA เกี่ยวข้องกับ DNA อย่างไร (นำรหัสพันธุกรรมจาก DNA ไปสังเคราะห์โปรตีน)

(2) ครูถามว่า “DNA ส่งรหัสพันธุกรรมได้อย่างไร มีกระบวนการอย่างไร และสารตั้งต้นในการส่งรหัสพันธุกรรม มีอะไรบ้าง

(3) ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้เรียนรู้การถอดรหัสพันธุกรรม (transcription of genetic code) เพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้” (ครูเขียนคำถามไว้บนกระดานว่า)

(3.1) กระบวนการทรานสคริปชัน (transcription) คืออะไร มีลำดับขั้นตอนอย่างไร

(3.2) สารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการทรานสคริปชัน(transcription) มีอะไรบ้าง

(3.3) ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการทรานสคริปชัน(transcription) คืออะไร

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (15 นาที)

- (1) แบ่งนักเรียนเป็น 6 กลุ่มๆ ละ 6-7 คน นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา ใบกิจกรรมที่ 1 บัตรคำเรื่อง อะไรบ้างจำเป็นในการถอดรหัสพันธุกรรม เพื่อศึกษาสารตั้งต้นและผลิตในการถอดรหัสพันธุกรรม โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ศึกษาหน้าที่ของสารดังกล่าวให้ชัดเจน แล้วร่วมกันอภิปรายสรุป
- (2) จากนั้นทุกกลุ่ม รับบัตรคำขั้นตอนการถอดรหัส ช่วยกันวิเคราะห์ อภิปรายลำดับขั้นตอนการถอดรหัสเพื่อจะตอบคำถามบนกระดาน

ขั้นที่ 3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (10 นาที)

- (1) ทุกกลุ่มเรียงลำดับขั้นตอนในการถอดรหัสพันธุกรรม โดยการติดกระดุมแป้นเรียงตั้งแต่ตอนแรกถึงขั้นตอนสุดท้าย
- (2) เขียน concept mapping ใบกิจกรรมที่ 2
- (3) นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ร่วมกันอภิปราย ชื่นชมผลงานของแต่ละกลุ่ม
- (4) ครูแจกเฉลยบัตรคำขั้นตอนการถอดรหัสพันธุกรรม
- (5) นักเรียนตรวจสอบลำดับขั้นตอนการถอดรหัสพันธุกรรม
- (6) จากนั้นนักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 3

ขั้นที่ 4 ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (20 นาที)

- (1) ครูแจกใบความรู้ที่ 1 เรื่องการถอดรหัสพันธุกรรม (transcription of genetic code)
- (2) นักเรียนทุกกลุ่ม ศึกษาการถอดรหัสพันธุกรรม เรียงลำดับหัวข้อตามคำถามข้างต้น คือสารตั้งต้นที่ต้องใช้และผลิตที่ได้ ขั้นตอนการถอดรหัสพันธุกรรม
- (3) นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง นิวคลีโอไทด์ของ DNA ส่งรหัสพันธุกรรมให้ mRNA ได้อะไรบ้าง
- (4) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บน mRNA ที่ได้จาก DNA แม่แบบ (DNA template) นักเรียนตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ผู้เรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (10 นาที)

- (1) นักเรียนแบ่งกลุ่มใหม่เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน
- (2) ครูตั้งคำถามว่า หากนักเรียนจะแสดงบทบาทสมมติในการถอดรหัสพันธุกรรม นักเรียนต้องแสดงเป็นอะไรบ้าง มีเครื่องแต่งกายอย่างไรบ้าง
- (3) นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมที่ 6 ถอดรหัสพันธุกรรมกันเถอะ
- (4) ทุกกลุ่มตกลงบทบาทการแสดง
- (5) นักเรียนรับเครื่องแต่งกาย แล้วแต่งกายตามบทบาทที่ได้รับ

(6) ครูแจกรหัสโคดอนบน DNA แม่แบบ ให้นักเรียนแสดงเป็นโครงสร้าง DNA และการถอดรหัสพันธุกรรมเพื่อเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การแสดงบทบาทสมมติเพื่ออธิบาย

(7) นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มแสดงบทบาทสมมติพร้อมทั้งกล่าว อธิบายบทบาทของเองไปพร้อมขณะที่ทำการแสดง

(8) นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ชื่นชมและเขียนคำถามที่สงสัยลงในแผ่นสงสัยจัง

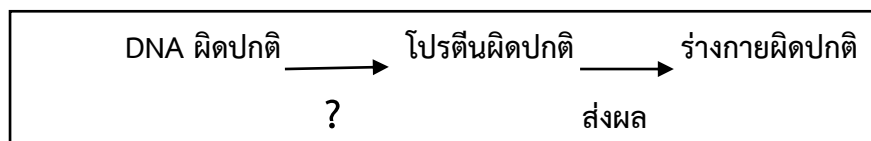
(9) นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามที่เพื่อนกลุ่มอื่นเขียนไว้

(10) นักเรียนร่วมชื่นชมผลงานการแสดงของเพื่อน ร่วมกันอภิปรายสรุปถึงกระบวนการถอดรหัสพันธุกรรม แล้วเชื่อมโยงไปถึงขั้นตอนต่อไป คือการแปลรหัสพันธุกรรมในการสังเคราะห์โปรตีน ในช่วงชั่วโมงหน้า

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์โปรตีน (120 นาที)

ขั้นที่ 1 ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (10 นาที)

(1) ครูให้นักเรียนดูภาพเด็กที่เป็นธาลัสซีเมีย สาเหตุเกิดจาก ความผิดปกติของฮีโมโกลบิน ซึ่งเป็นโปรตีน + ฮีม มีสาเหตุจากความผิดปกติของยีน แล้วสรุปแผนภาพให้นักเรียนดู



จากนั้นครูย้ำว่า ช่วงเวลาที่แล้วเราเรียนรู้ว่า DNA ถอดรหัสพันธุกรรมให้กับ mRNA แล้วส่งออกจากนิวเคลียสมายังไซโทพลาซึม จากนั้นครูถามว่า mRNA มีความสำคัญอย่างไรต่อการสังเคราะห์โปรตีน (mRNA นำรหัสพันธุกรรมมายังไซโทพลาซึมเพื่อสังเคราะห์โปรตีน)

(2) ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้เรียนรู้การสังเคราะห์โปรตีน เพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้” (ครูเขียนคำถามไว้บนกระดานว่า)

(2.1) Translation คืออะไร

(2.2) สารตั้งต้นและขั้นตอนการแปลรหัสเพื่อสังเคราะห์โปรตีนมีอะไรบ้าง

(2.3) บทบาทของ mRNA ไรโบโซม tRNA ขณะสังเคราะห์โปรตีนทำหน้าที่อย่างไร

(2.4) ลำดับนิวคลีโอไทด์บน mRNA นำไปสู่การสังเคราะห์โปรตีนได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (50 นาที)

(1) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน เพื่อทำกิจกรรมที่ 5 ใ้กิจกรรมที่ 1 เรื่อง “ค้นหาโปรตีนด้วยรหัสลับ”

(2) ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มบัตรรหัสลับ ประกอบด้วย AUG UUA UAG UGA UUU UGG จากนั้นทุกกลุ่มศึกษารหัสลับแต่ละรหัสว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้าง (ตัวอักษร 3 ตัว) ทราบหรือไม่ว่าตัวอักษรนั้นหมายถึงอะไร (ไรโบนิวคลีโอไทด์ของ RNA 1 ตัวอักษรคือ 1 ไรโบนิวคลีโอไทด์) ทราบหรือไม่ว่ารหัสลับนี้เรียกว่าอะไร (รหัสพันธุกรรมหรือโคดอน) รหัสพันธุกรรมดังกล่าวเป็นตัวกำหนดอะไร จากนั้นครูแจกแผ่นไขปริศนารหัสลับให้นักเรียนทุกกลุ่ม ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่ารหัสพันธุกรรมที่นักเรียนได้รับ เป็นตัวกำหนดอะไร จากนั้นให้นักเรียนทุกกลุ่มศึกษาจากแผ่นไขปริศนารหัสลับ นักเรียนทุกกลุ่มตอบคำถาม (กำหนดกรดอะมิโน กำหนดรหัสเริ่มต้น สังเคราะห์โปรตีน กำหนดรหัสหยุด) ครูถามต่อว่า นักเรียนลองสรุปว่า รหัสพันธุกรรมมีอยู่ที่กลุ่มอะไรบ้าง (3 กลุ่ม คือ รหัสเริ่มสังเคราะห์โปรตีน รหัสหยุด รหัสกรดอะมิโน) แล้วนักเรียนทราบหรือไม่ว่า แผ่นไขปริศนารหัสลับเรียกว่า อะไร(ตารางรหัสพันธุกรรม มีได้หลากหลายรูปแบบ) จากนั้นครูให้นักเรียน แต่ละกลุ่ม หยิบกรดอะมิโนตามรหัสพันธุกรรมที่กลุ่มตนได้รับ จากนั้นให้เขียนแผนภาพได้ดังนี้

AUG	UUA	UAG	UGA	UUU	UGG
Met	stop	stop	stop	Phe	Trp

นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ภายในเซลล์ กระบวนการนี้เกิดขึ้นที่ใด อะไรบ้างที่มีส่วนร่วมในการเกิดกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน

(3) นักเรียนทุกกลุ่ม รับบัตรคำบาทบาทหน้าที่ ของสารตั้งต้นที่ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีน ประกอบด้วย mRNA ไรโบโซม tRNA กรดอะมิโน

(4) นักเรียนรับใบกิจกรรมที่ 2 สร้างโมเดลการสังเคราะห์โปรตีน พร้อมกับรับโมเดลตัวแทนสารดังกล่าว

(5) ครูตั้งคำถามเพื่อเริ่มต้นกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน ครูตั้งกติกาในการตอบคำถามว่า นักเรียนทุกคนในกลุ่มต้องตอบคำถามได้ทุกคน จึงยกมือพร้อมกันและตอบพร้อมกัน พร้อมกับหยิบโมเดลสิ่งนั้นออกมา 1 ชิ้น โดยใช้คำถามต่อไปนี้

(5.1) สิ่งใดนำรหัสพันธุกรรมจาก DNA ออกจากนิวเคลียส ไปยังไซโทพลาซึม (mRNA)

(5.2) สิ่งใดอ่านรหัสพันธุกรรมบนโคดอน และเป็นแหล่งสังเคราะห์โปรตีน (ไรโบโซม)

(5.3) สิ่งใดขนส่งกรดอะมิโนมาสังเคราะห์โปรตีน (tRNA)

(5.4) สิ่งใดเป็นผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการดังกล่าว (กรดอะมิโนเรียงต่อกันด้วยพันธะ เพปไทด์ เรียกว่า เพปไทด์หรือพอลิเพปไทด์)

(6) จากนั้นครูให้นักเรียน ทุกกลุ่มสรุปกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน

ขั้นที่ 3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (10 นาที)

ครูแจกรหัสพันธุกรรมให้ทุกกลุ่ม จากนั้นทุกกลุ่มเริ่มกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน เรียงลำดับ ด้วยโมเดลอย่างง่าย เรียงลำดับขั้นตอนตามที่ครูตั้งคำถาม (AUG ACG CCG UAA) เพื่อให้ให้นักเรียนมองภาพการสังเคราะห์โปรตีนก่อนจะสามารถแสดงบทบาทสมมติในการสังเคราะห์โปรตีนได้ต่อไป

ขั้นที่ 4 ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (20 นาที)

(1) ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาอภิปรายผลการสังเคราะห์โปรตีนจากโมเดลอย่างง่ายของกลุ่ม

(2) นักเรียนและครูร่วมกันสรุปและอภิปราย จากคำถามเรื่อง การสังเคราะห์โปรตีน ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มควรได้ข้อสรุปร่วมกัน ดังนี้

(2.1) Translation คืออะไร (กระบวนการแรกในการแปลรหัสพันธุกรรมเพื่อสังเคราะห์โปรตีน)

(2.2) สารตั้งต้นการแปลรหัสเพื่อสังเคราะห์โปรตีนมีอะไรบ้าง (mRNA ไรโบโซม tRNA กรดอะมิโน)

(2.3) ขั้นตอนการแปลรหัสเพื่อสังเคราะห์โปรตีนมีอะไรบ้าง(ขั้นเริ่มการแปลรหัส ขึ้นต่อสายพอลิเพปไทด์ต่อเนื่อง ขึ้นหยุดสังเคราะห์สังเคราะห์)

(2.4) บทบาทของ mRNA ไรโบโซม tRNA ขณะสังเคราะห์โปรตีนทำหน้าที่อย่างไร(mRNA นำรหัสพันธุกรรมหรือโคดอน มายังไซโทพลาซึม ไรโบโซมอ่านรหัสพันธุกรรมบน mRNA พบรหัส AUG เริ่มสังเคราะห์ หากเจอรหัสหยุดจะหยุดสังเคราะห์โปรตีนทันที tRNA จับกับกรดอะมิโน นำกรดอะมิโนมายังไรโบโซม จากนั้น tRNA จับกับโคดอนขณะเดียวกัน กรดอะมิโนเกิดจากการสร้างพันธะเพปไทด์ต่อกัน tRNA หลุดออกไป)

(2.5) ลำดับนิวคลีโอไทด์บน mRNA นำไปสู่การสังเคราะห์โปรตีนได้อย่างไร (เป็นตัวกำหนดรหัสพันธุกรรมหรือโคดอนเพื่อกำหนดกรดอะมิโน รหัสเริ่มสังเคราะห์โปรตีน และรหัสหยุด)

(2.6) ลองคิดดู หากครูกำหนดให้โปรตีนชนิดหนึ่ง มีกรดอะมิโน 20 โมเลกุล เกิดจากนิวคลีโอไทด์กี่โมเลกุลอย่างน้อยกี่โมเลกุล (63 โมเลกุล เนื่องจากกรดอะมิโน 1 โมเลกุล ได้จากนิวคลีโอไทด์ 3 โมเลกุล แต่การสังเคราะห์จริงนั้นต้องรวมรหัสหยุดไปด้วยทุกครั้งอีก 3 นิวคลีโอไทด์)

(3) นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การแปลรหัสพันธุกรรม

(4) นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3 ช่วยกันสรุป และตอบคำถามลงใบกิจกรรม

ขั้นที่ 5 ผู้เรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (30 นาที)

(1) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน

(2) แสดงบทบาทสมมติตามใบกิจกรรมที่ 5 โปรตีนที่รัก เพื่อเป็นการสนับสนุนความเข้าใจเรื่องการแปลรหัส ได้รับความรู้พร้อมกับความสนุกสนานจากการทำกิจกรรม สรุปความเข้าใจที่ได้จากการเรียน แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผล โดยมีวิธีการเล่นดังนี้

- (2.1) ผู้เล่นทุกคนต้องแสดงบทบาทเป็นโคดอน ไรโบโซม tRNA กรดอะมิโน
- (2.2) ผู้เล่นทุกคนทบทวนบทบาทของตนเองจากบทที่นักเรียนจับได้
- (2.3) สวมชุดการแสดง พร้อมแล้วนักเรียนคนหนึ่งเป็นผู้กำกับคอยแจกโคดอนที่ต้องเริ่มแสดง
- (2.4) แต่ละกลุ่มเริ่มแสดงบทบาทการสังเคราะห์โปรตีน ผู้กำกับคอยสังเกตว่าแสดงได้ถูกต้องหรือไม่ โดยผู้ที่เป็นไรโบโซมจะต้องเป็นผู้อ่านรหัสบนโคดอนด้วยเสียงดังเพื่อให้ tRNA ได้อินนํากรดอะมิโนมาให้ถูกต้อง

3.3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้ (ภาพที่ 3.8)

- 1) ศึกษาเอกสารมาตรฐานการศึกษา การวัดและประเมินผลการศึกษา การสร้างข้อสอบตามแนวคิดของ Bloom (ทศนา แคมมณี, 2545)
- 2) ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จากหลักสูตรแกนกลาง หลักสูตรสถานศึกษา หนังสือเรียนชีววิทยาพื้นฐานของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 3) สร้างตารางโครงสร้างแบบทดสอบ (Test blueprint) ดังตารางที่ 3.2
- 4) สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับตารางโครงสร้างแบบทดสอบวัดระดับความรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom (1976) ที่ได้รับการปรับปรุงโดย Anderson et al. (2001) ซึ่งวัดผลด้านสติปัญญาจากการวัดพฤติกรรม ได้แก่ การจำ การเข้าใจ และการวิเคราะห์

ตารางที่ 3.2 โครงสร้างแบบทดสอบ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

แผนที่	เรื่อง	จำนวนคาบ	ระดับการคิด			รวม
			จำ	เข้าใจ	วิเคราะห์	
1	องค์ประกอบทางเคมีของDNA	2	2	4	-	6
2	โครงสร้าง DNA	2	-	2	4	6
3	การสังเคราะห์ DNA	2	2	3	1	6
4	การถอดรหัสพันธุกรรม	2	2	2	2	6
5	การสังเคราะห์โปรตีน	2	-	4	2	6
รวม		10	6	15	9	30

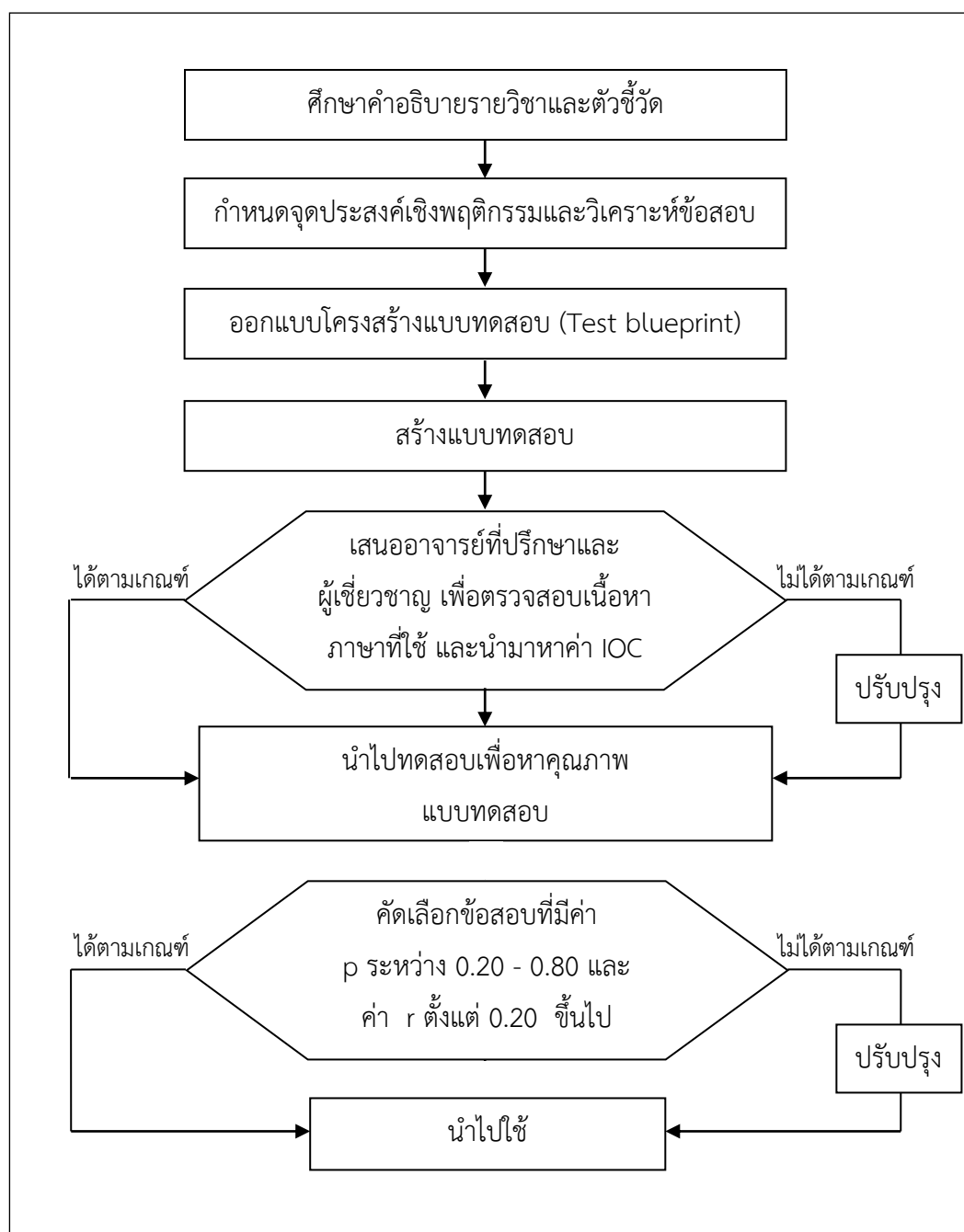
5) นำแบบทดสอบเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาว่าคำถามตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ และนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง หากค่าที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่าข้อสอบข้อนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์ (ภาคผนวก จ)

6) นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียน ดอนมดแดงวิทยาคม ซึ่งเคยเรียนเรื่อง สารพันธุกรรม และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง นำมาตรวจให้คะแนน

7) วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยหาค่าความยาก (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ทั้งนี้พบว่าข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.13-1.00 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -0.08-0.75 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.47 และมีข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 24 ข้อ

8) นำข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาปรับปรุงแก้ไข และนำไปทดสอบใหม่กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนดอนมดแดงวิทยาคม ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง นำมาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์หาค่าความยากพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.24-0.82 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.92 (ภาคผนวก จ)

9) จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (ภาคผนวก จ)



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้ (ภาพที่ 3.9)

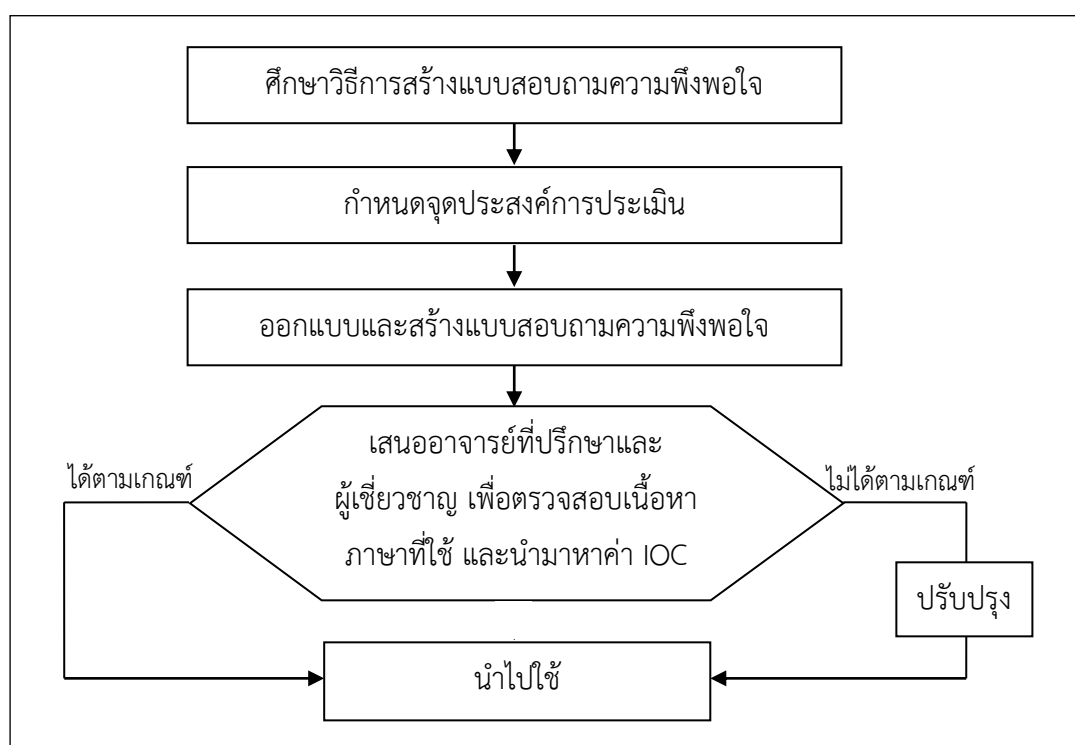
1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากหนังสือ เช่น การวิจัยเบื้องต้น การวัดผลและประเมินผลการศึกษา (สมนึก ภัทธิยธนี, 2553; บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

2) สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) ประกอบด้วย 4 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ ได้แก่ ด้านการสอนของครู ด้านการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ

3) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และนำเสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับคุณลักษณะที่ต้องการประเมิน

4) ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความพึงพอใจข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องไม่ผ่านเกณฑ์ตามข้อเสนอแนะ จนได้แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีค่า IOC เท่ากับ 0.5 หรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไป นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง

5) จัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ประกอบด้วย 4 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ รวมจำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (ภาคผนวก ฉ)



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีการดำเนินการดังนี้ (ภาพที่ 3.4)

3.4.1 ครูแนะนำรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้และบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

3.4.2 ทดสอบก่อนเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง สารพันธุกรรม เรื่องย่อย องค์ประกอบทางเคมีของ DNA ซึ่งมีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดเรียนรู้ที่ 1 จำนวน 6 ข้อ

3.4.3 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย 6 กลุ่ม กลุ่มละ 6 - 7 คน โดยคะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยใช้คะแนนจากผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

3.4.4 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ จำนวน 1 แผน พร้อมเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนในแผนการจัดการเรียนรู้

3.4.5 ทดสอบหลังเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนชุด เดิมแต่มีการสลับข้อคำถาม

3.4.6 สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบ สอบถามความพึงพอใจ

3.4.7 ดำเนินการตั้งแต่ข้อ 3.4.2–3.4.6 ซ้ำ โดยแบ่งการสอบอีก 4 ครั้ง โดยเปลี่ยนแบบทดสอบ ดังนี้

3.4.7.1 ตอนที่ 2 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดเรียนรู้ที่ 2 ข้อ 7-12 จำนวน 6 ข้อ

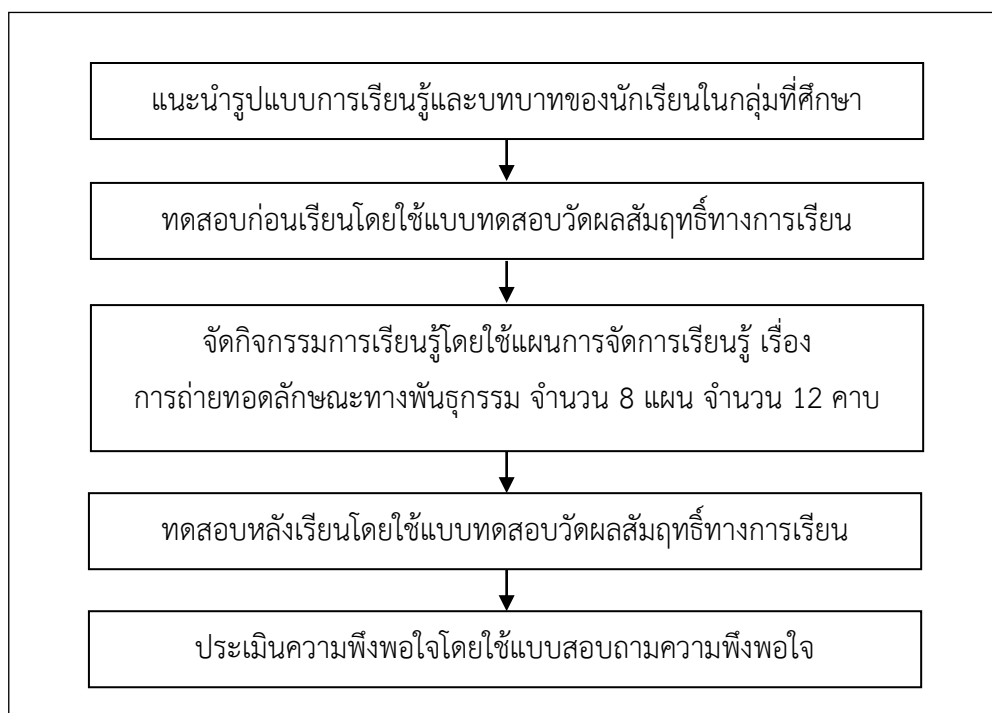
3.4.7.2 ตอนที่ 3 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดเรียนรู้ที่ 3 ข้อ 13-18 จำนวน 6 ข้อ

3.4.7.3 ตอนที่ 4 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดเรียนรู้ที่ 4 ข้อ 19–24 จำนวน 6 ข้อ

3.4.7.4 ตอนที่ 5 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดเรียนรู้ที่ 5 ข้อ 25-30 จำนวน 6 ข้อ

3.4.8 นำคะแนนจากการทำกิจกรรมในขณะดำเนินกิจกรรมในแต่ละแผน และคะแนนทดสอบ ก่อนเรียน และหลังเรียนจากแบบทดสอบทุกฉบับ มาหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลในส่วนอื่น ๆ ต่อไป

3.4.9 นำคะแนนจากแบบสอบถามความพึงพอใจมาหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นรายข้อ เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลในส่วนอื่น ๆ ต่อไป



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรม และคะแนนจากการทำแบบทดสอบทุกฉบับ มาวิเคราะห์ดังนี้

3.5.1 หาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรม คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

3.5.2 หาค่าประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้รายแผนจากคะแนนที่นักเรียนทำกิจกรรม ในระหว่างเรียน และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (ภาคผนวก ข)

3.5.3 หาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้รายแผนจากร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (ภาคผนวก ข)

3.5.4 นำคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาแจกแจงความถี่ เป็น 8 ระดับ ตามเกณฑ์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ดังนี้

ตารางที่ 3.3 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

ช่วงคะแนนร้อยละ	ระดับ	ช่วงคะแนนร้อยละ	ระดับ
80-100	ดีเยี่ยม	60-64	น่าพอใจ
75-79	ดีมาก	55-59	พอใช้
70-74	ดี	50-54	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
65-69	ค่อนข้างดี	0-49	ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

3.5.5 นำค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ภาคผนวก ข) มาเปรียบเทียบกับโดยการวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent-samples t-test analysis) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพิจารณาทั้งแบบรายชั้น และรายเนื้อหา

3.5.6 นำคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized gain; $\langle g \rangle$) ทั้งแบบรายชั้น รายคน และรายเนื้อหา (ภาคผนวก ฉ) และแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความก้าวหน้าทางการเรียน (อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2550) ดังนี้

กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับสูง (High gain) $\langle g \rangle \geq 0.7$

กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับปานกลาง (Medium gain) $0.3 \leq \langle g \rangle < 0.7$

กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับต่ำ (Low gain) $0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3$

3.5.7 นำคะแนนจากแบบสอบถามความพึงพอใจมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นรายข้อและภาพรวมทั้งหมด

สำหรับระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ จะนำค่าเฉลี่ยไปเทียบเกณฑ์การแปลผล ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
4.51–5.00	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.51–4.50	มีความพึงพอใจในระดับมาก
2.51–3.50	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.51–2.50	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1.00–1.50	มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.6.1.2 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

$$E1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \quad (3.2)$$

เมื่อ	E1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกหัด
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

$$E2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad (3.3)$$

เมื่อ	E2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของคะแนนสอบหลังเรียน

B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
N	แทน	จำนวนนักเรียน

3.6.1.3 ค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$p = \frac{R}{n} \quad (3.4)$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากของแบบทดสอบ
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	n	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

3.6.1.4 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$r = \frac{R_U - R_L}{N} \quad (3.5)$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	R_U	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
	R_L	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

3.6.1.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ ใช้วิธีวิเคราะห์แบบอิงกลุ่ม จากสูตร KR-20 (Kuder-Richardson-20)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right] \quad (3.6)$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูก
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิด
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

3.6.2 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.6.2.1 ค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.7)$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนของนักเรียนทั้งหมด

3.6.2.2 ค่าร้อยละ

$$\% = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3.8)$$

เมื่อ	$\%$	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.6.2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$SD = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (3.9)$$

เมื่อ	SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบน
	X	แทน	คะแนนแต่ละคน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์สมมติฐาน

3.6.3.1 การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad (3.10)$$

df = N - 1

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบผลความมีนัยสำคัญ
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

3.6.3.2 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้

$$E. I = \frac{\% \text{ ของผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \% \text{ ของผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}{100 - \% \text{ ของผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}} \quad (3.11)$$

3.6.3.3 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน

$$< g > = \frac{P_2 - P_1}{100 - P_1} \quad (3.12)$$

เมื่อ	$\langle g \rangle$	แทน	ค่าความก้าวหน้า
	P_1	แทน	ค่าร้อยละของคะแนนสอบก่อนเรียน
	P_2	แทน	ค่าร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

งานวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเรียงตามลำดับ ได้แก่ ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ และอภิปรายผล โดยรายงานเนื้อหาเรียงตามลำดับ ดังนี้

- 4.1 เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA
- 4.2 เรื่องโครงสร้าง DNA
- 4.3 เรื่องการสังเคราะห์ DNA
- 4.4 เรื่องการถอดรหัสพันธุกรรม
- 4.5 เรื่องการสังเคราะห์โปรตีน
- 4.6 ภาพรวมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารพันธุกรรม

4.1 เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA

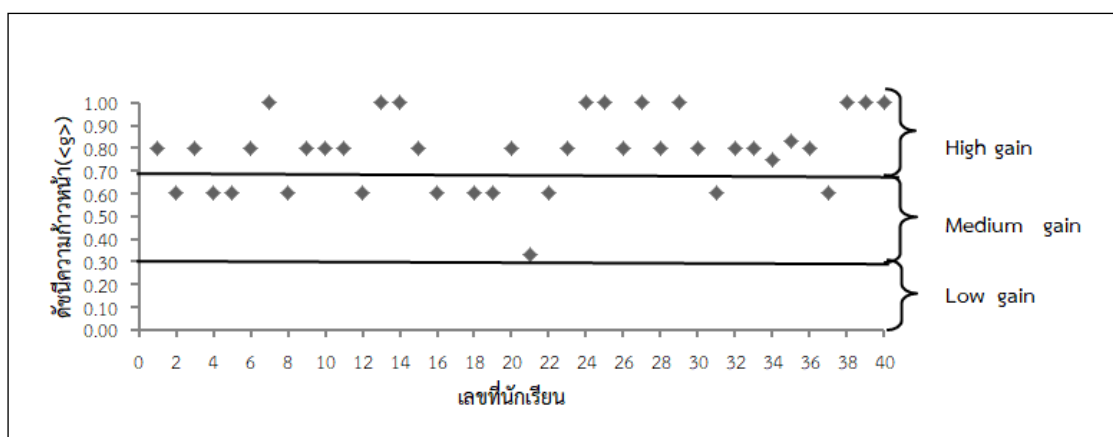
4.1.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) เมื่อใช้กับห้อง 6/1 มีค่าเท่ากับ 84.00/82.50 และห้อง 6/2 มีค่าเท่ากับ 82.64/81.35 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง (High gain) โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า ($\langle g \rangle$) เท่ากับ 0.7801 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA ทำให้นักเรียนห้อง 6/1 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 78.01 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 12 และ 28 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1) และเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7662 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA ทำให้นักเรียนห้อง 6/2 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 76.62 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 15 และ 27 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.2) จากข้อมูล

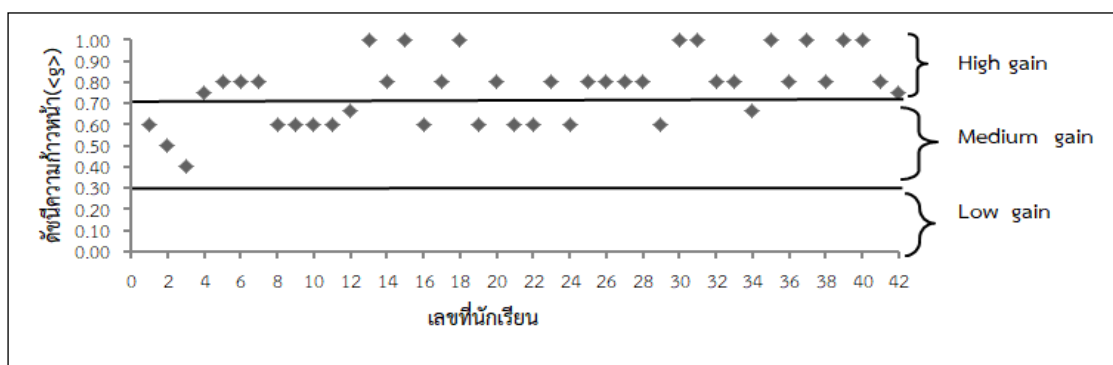
ความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA นี้มีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I) เท่ากับ 0.7801 และ 0.7662 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (0.5)

4.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

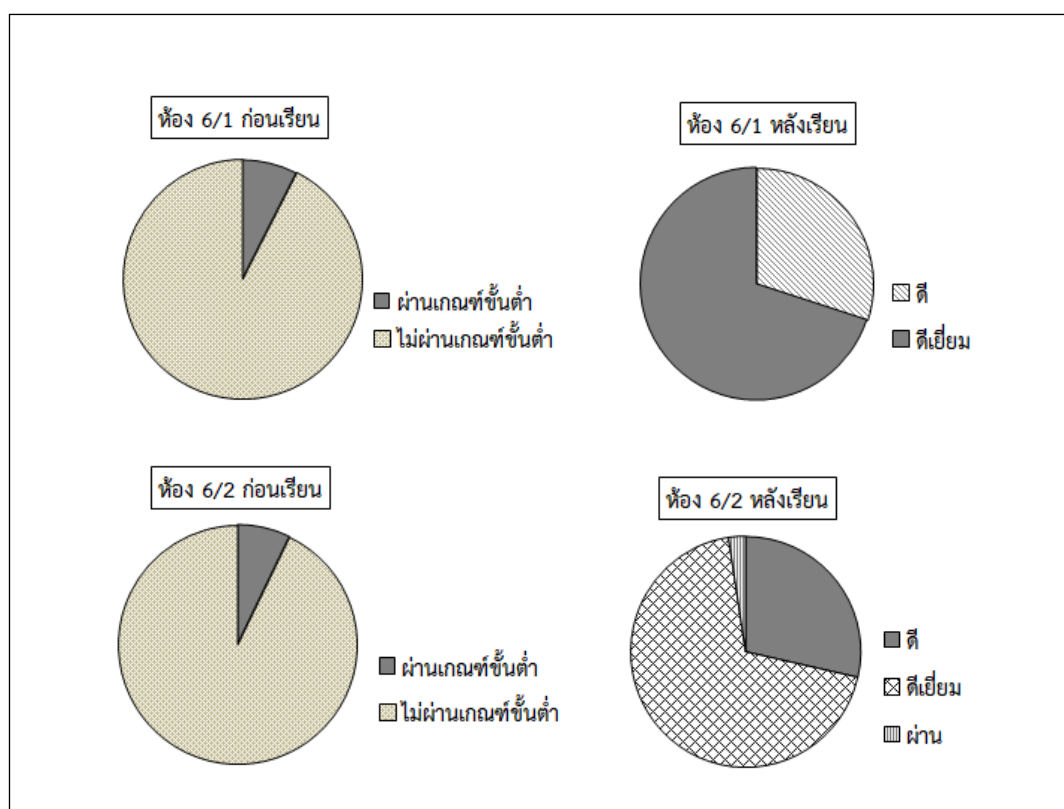
เมื่อวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 20.42 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 3 คน มีคะแนนอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ และ 37 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 82.50 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 28 คน ระดับดี 12 คน และจากการวิเคราะห์คะแนนสอบของนักเรียนห้อง 6/2 พบว่า คะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 20.24 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 3 คน มีคะแนนอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ และ 39 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81.35 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 29 คน ปานกลาง 12 คนและผ่าน 1 คน (ภาพที่ 4.3)



ภาพที่ 4.1 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 เป็นรายบุคคล



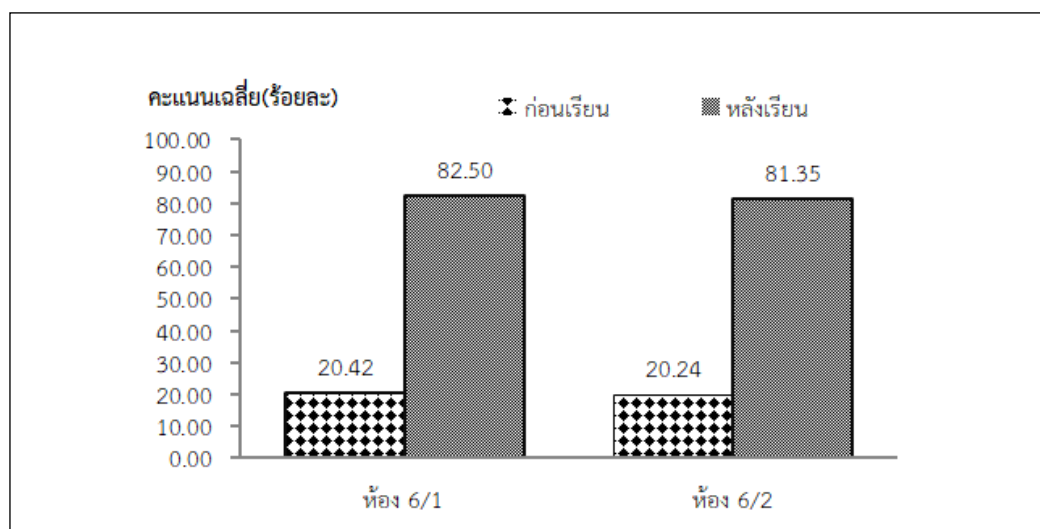
ภาพที่ 4.2 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 เป็นรายบุคคล



ภาพที่ 4.3 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนห้อง 6/1 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 82.50) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 20.42) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนห้อง 6/2 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 81.35) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 20.24) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองห้องเรียน (ภาพที่ 4.4)

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ (ตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ โดยคำถามที่ 1 และ 2 เป็นคำถามที่วัดความจำ และคำถามที่ 3, 4, 5 และ 6 เป็นคำถามที่วัดความเข้าใจ พบว่า มีนักเรียนตอบคำถามข้อถูกมากกว่าร้อยละ 80 สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนมีความรู้และเข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ได้เป็นอย่างดีจึงเป็นวิธีการที่น่าจะเหมาะสมในการนำไปใช้แก้ไขความเข้าใจที่ถูกต้องให้กับนักเรียนนักเรียนได้



ภาพที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2

ตารางที่ 4.1 ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	โครงสร้างขององค์ประกอบ นิวคลีโอไทด์	20.00	80.00	0.75
2	ชนิดของเบสของนิวคลีโอไทด์	22.50	85.00	0.81
3	โครงสร้างนิวคลีโอไทด์	17.50	80.00	0.76
4	ชื่อพันธะเคมีของนิวคลีโอไทด์	20.00	87.50	0.84
5	การเชื่อมต่อเป็นนิวคลีโอไทด์	20.00	82.50	0.78
6	ชื่อของปลายของนิวคลีโอไทด์	22.50	80.00	0.74

ตารางที่ 4.2 ความถึของนักเรียนห้อง 6/2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้ำวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถึนักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้ำวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	โครงสร้างขององค์ประกอบนิวคลีโอไทด์	16.67	80.95	0.77
2	ชนิดของเบสของนิวคลีโอไทด์	21.43	80.95	0.76
3	โครงสร้างนิวคลีโอไทด์	19.05	80.95	0.76
4	ชื่อพันธะเคมีของนิวคลีโอไทด์	23.81	83.33	0.78
5	การเชื่อมต่อเป็นนิวคลีโอไทด์	23.81	80.95	0.75
6	ชื่อของปลายของนิวคลีโอไทด์	16.67	80.95	0.77

4.1.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA พบว่านักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.43 ± 0.49 และ 4.32 ± 0.52 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ผลเป็นดังนี้

ด้านการสอนของครู นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.46 ± 0.49 และ 4.30 ± 0.53) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 มีความพึงพอใจที่สุด คือ ครูใช้คำถามเริ่มต้นหาคำตอบจากสิ่งที่เรียนและครูใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจ อธิบายการใช้สื่อชัดเจน (4.50 ± 0.49) ส่วนข้อที่นักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจที่สุด คือ ครูใช้คำถามเริ่มต้นหาคำตอบจากสิ่งที่เรียน (4.48 ± 0.50)

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.53 ± 0.47 และ 4.32 ± 0.47) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 มีความพึงพอใจที่สุด คือ รู้สึกสนุกเมื่อร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน (4.88 ± 0.43) ส่วนข้อที่นักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจที่สุด คือ สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น (4.40 ± 0.49)

ด้านสื่อการเรียนการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.42 ± 0.48 และ 4.38 ± 0.55) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 มีความพึงพอใจที่สุด คือ สื่อการสอนใช้ง่ายทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น (4.49 ± 0.50) ส่วนข้อที่นักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจที่สุด คือ สื่อการสอนทำให้เรียนรู้สนุกสนาน (4.48 ± 0.50)

ด้านการวัดผลประเมินผล นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.43 ± 0.49) และ (4.43 ± 0.52) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 มีความพึงพอใจที่สุด คือ พึงพอใจกับคะแนนที่ได้รับ (4.43 ± 0.49 และ 4.43 ± 0.49)

เมื่อพิจารณาข้อเสนอแนะของนักเรียนทั้งสองห้อง พบว่าสิ่งที่นักเรียนประทับใจ มีดังนี้

(1) รู้สึกสนุกเมื่อได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน ก “ชอบที่ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมทำให้เข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น” และนักเรียน ข “ชอบกิจกรรมเรียงนิวคลีโอไทด์ และช่วยเหลือกันทำงานเป็นกลุ่ม”

(2) สื่อการเรียนการสอน นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน ค “ชอบสื่อการสร้างนิวคลีโอไทด์ ทำให้เข้าใจเรื่ององค์ประกอบของ DNA ได้ดีขึ้น” และนักเรียน ง “ชอบการเรียงต่อดิวคลีโอไทด์ทำให้สามารถได้หลักการในการเรียงต่อดิวคลีโอไทด์เป็นพอลินิวคลีโอไทด์”

(3) การได้ทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน จ “ชอบที่ได้ทำงานเป็นกลุ่มได้ร่วมมือกันและแก้ปัญหาไปด้วยกันกับเพื่อน”

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ คือ นักเรียนชอบที่จะเรียนรู้จากสื่อการสอนที่ครูนำมาให้เรียนรู้

ตารางที่ 4.3 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
1. ด้านการสอนของครู						
1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจ ทำให้อยากเรียนรู้	4.45	0.50	มาก	4.43	0.49	มาก
1.2 ครูใช้คำถามในการเริ่มต้นหาคำตอบจากสิ่งที่เรียน	4.50	0.48	มาก	4.48	0.50	มาก
1.3 ครูใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจ อธิบายการใช้สื่อชัดเจน	4.50	0.49	มาก	4.40	0.49	มาก
1.4 ครูเน้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4.42	0.49	มาก	4.00	0.69	มาก
1.5 ครูช่วยสรุปเนื้อหาให้ถูกต้องและให้กำลังใจเสมอ	4.43	0.49	มาก	4.21	0.47	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.46	0.49	มาก	4.30	0.53	มาก

ตารางที่ 4.3 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
2. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						
2.1 มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	4.48	0.50	มาก	4.36	0.53	มาก
2.2 รู้สึกสนุกเมื่อได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน	4.88	0.43	มากที่สุด	4.26	0.44	มาก
2.3 มีโอกาสตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น	4.48	0.49	มาก	4.33	0.47	มาก
2.4 เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	4.25	0.45	มาก	4.26	0.44	มาก
2.5 สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	4.58	0.50	มากที่สุด	4.40	0.49	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.53	0.47	มากที่สุด	4.32	0.47	มาก
3. ด้านสื่อการเรียนการสอน						
3.1 สื่อการสอนจูงใจให้สนใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น	4.46	0.49	มาก	4.38	4.38	มาก
3.2 ชอบสื่อการสอนที่ครูนำมาใช้ในการเรียนการสอน	4.45	0.49	มาก	4.36	4.36	มาก
3.3 สื่อการสอนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น	4.49	0.50	มาก	4.45	4.45	มาก
3.4 สื่อการสอนทำให้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน	4.45	0.49	มาก	4.48	4.24	มาก
3.5 สื่อการสอนใช้ให้เหมาะสมกับเวลา	4.26	0.43	มาก	4.24		มาก
เฉลี่ย	4.42	0.48	มาก	4.38	0.55	มาก

ตารางที่ 4.3 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
4. ด้านการวัดผลประเมินผล						
4.1 ชอบที่ครูถามหรือให้แสดงความคิดเห็น	4.35	0.48	มาก	4.24	0.65	มาก
4.2 พอใจกับคะแนนที่ได้รับ	4.43	0.49	มาก	4.43	0.49	มาก
4.3 ชอบที่ครูประเมินผลบ่อย ๆ	4.20	0.61	มาก	4.05	0.58	มาก
4.4 พอใจที่ได้ทราบความก้าวหน้าในการเรียน	4.38	0.48	มาก	4.40	0.58	มาก
4.5 ชอบที่ครูให้คะแนนจากการประเมินผลหลายหลาย	4.17	0.51	มาก	4.21	0.41	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.30	0.52	มาก	4.27	0.54	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.43	0.48	มาก	4.32	0.52	มาก

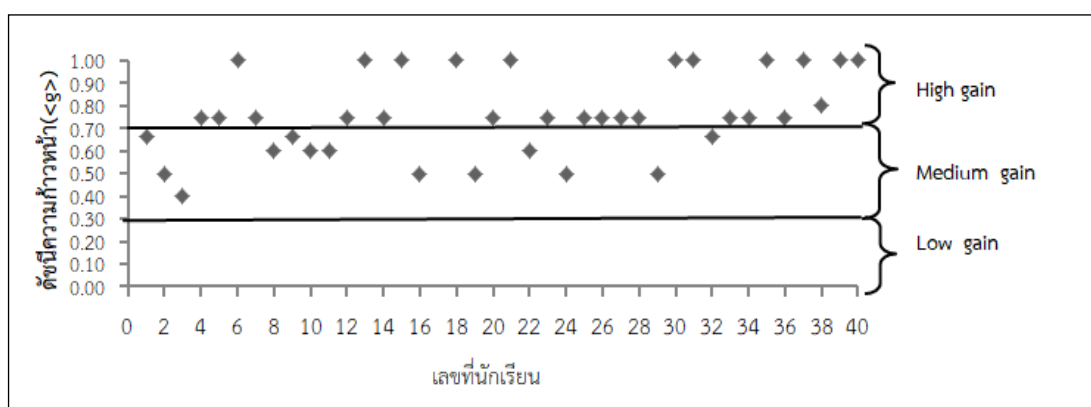
4.2 เรื่องโครงสร้าง DNA

4.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

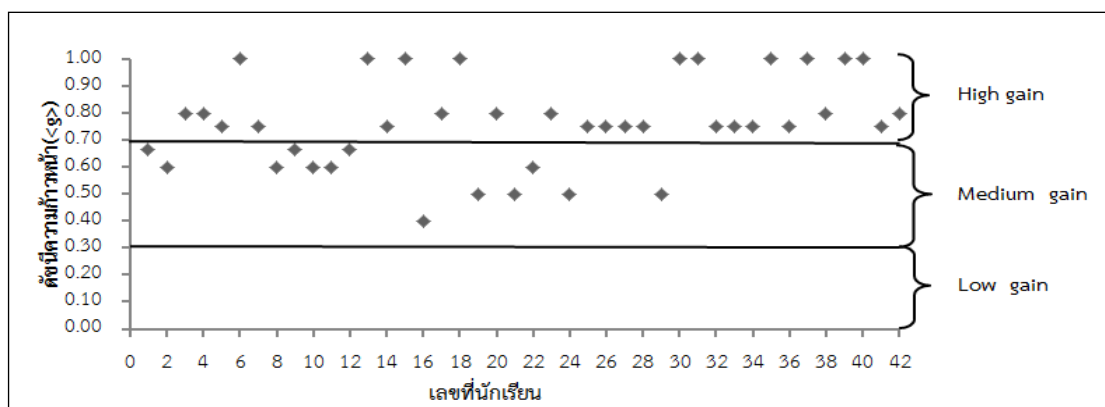
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อใช้กับห้อง 6/1 มีค่าเท่ากับ 84.30/ 82.92 และห้อง 6/2 มีค่าเท่ากับ 84.30/82.14 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7644 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้อง 6/1 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 76.44 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 13 และ 27 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.5) และเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7606 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้อง 6/2 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 76.06 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 13 และ 29 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.6) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7644 และ 0.7606 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

4.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

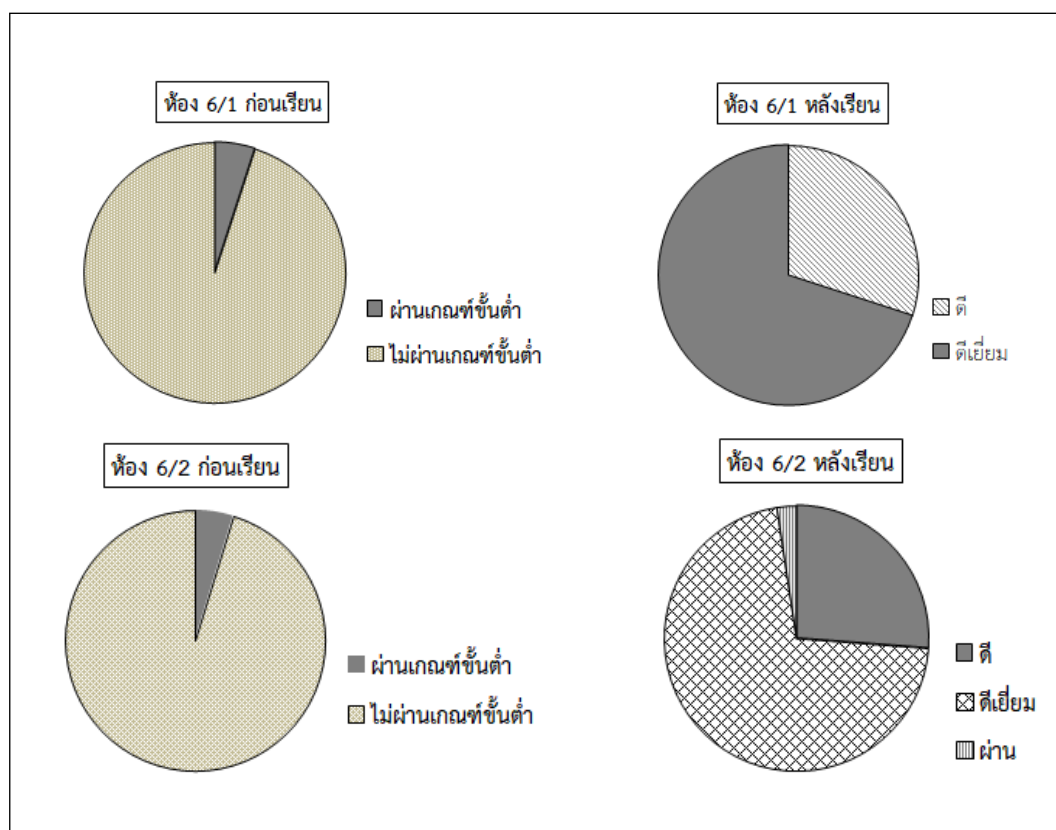
จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 27.50 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 2 คน มีคะแนนอยู่ในระดับผ่าน 38 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้ และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 82.92 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 28 คน ระดับดี 11 คนและผ่าน 1 คน และจากการวิเคราะห์คะแนนสอบของนักเรียนห้อง 6/2 พบว่ามีผลสัมฤทธิ์แนวโน้มเช่นเดียวกันกับห้อง 6/1 คือคะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 25.40 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 2 คน มีคะแนนอยู่ในระดับผ่าน และอีก 40 คน อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 82.14 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 30 คน ระดับ 11 คนและผ่าน 1 คน (ภาพที่ 4.7)



ภาพที่ 4.5 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 เป็นรายบุคคล



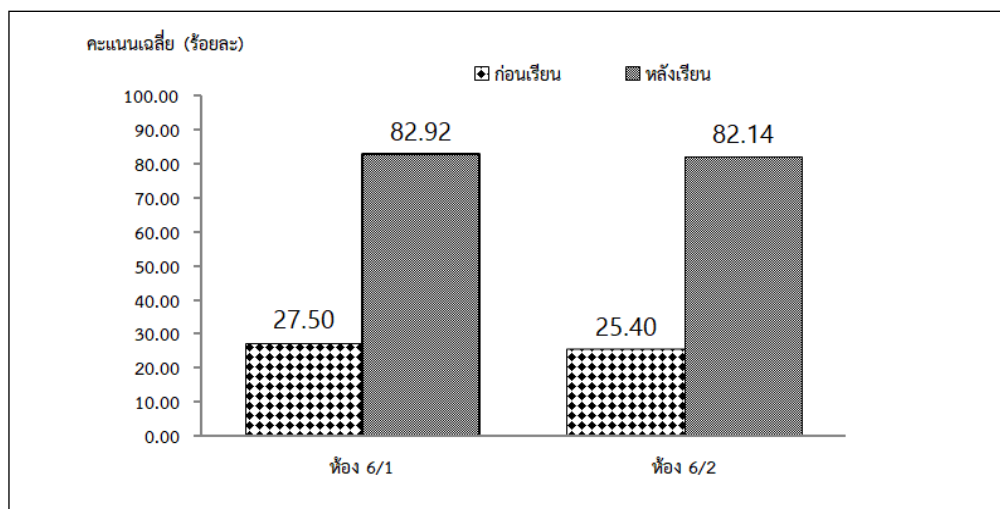
ภาพที่ 4.6 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 เป็นรายบุคคล



ภาพที่ 4.7 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนห้อง 6/1 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 82.92) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 27.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนห้อง 6/2 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 82.14) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 25.40) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองห้องเรียน (ภาพที่ 4.8)

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ (ตารางที่ 4.4 และ ตารางที่ 4.5) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ โดยคำถามที่ 8 และ 12 ซึ่งเป็นคำถามที่วัดความเข้าใจ และคำถามที่ 7 9 10 และ 11 เป็นคำถามที่วัดการวิเคราะห์ มีนักเรียนตอบถูกมากกว่าร้อยละ 80 สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถวิเคราะห์โครงสร้างของ DNA ได้เป็นอย่างดีจึงเป็นวิธีการที่น่าจะเหมาะสมในการนำไปใช้แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตามที่ยังมีรายงานไว้โดย Kindfield (1991); Clark and Mathis (2000); Michele (2015)



ภาพที่ 4.8 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2

ตารางที่ 4.4 ความถึของนักเรียนห้อง 6/1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถึนักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	วิเคราะห์จำนวนพอลินิวคลีโอไทด์	25.00	82.50	0.77
2	พันธะไฮโดรเจนของ DNA	25.00	85.00	0.80
3	วิเคราะห์จำนวนพันธะไฮโดรเจน	22.73	85.00	0.81
4	วิเคราะห์พอลินิวคลีโอไทด์สายที่เป็นคู่กัน	27.27	82.50	0.76
5	วิเคราะห์ความยาวของ DNA	22.73	80.00	0.74
6	เข้าใจโครงสร้างของ DNA	27.27	82.50	0.76

ตารางที่ 4.5 ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	วิเคราะห์จำนวนพอลินิวคลีโอไทด์	23.81	80.95	0.75
2	พันธะไฮโดรเจนของ DNA	23.81	83.33	0.78
3	วิเคราะห์จำนวนพันธะไฮโดรเจน	23.81	80.95	0.75
4	วิเคราะห์พอลินิวคลีโอไทด์สายที่เป็นคู่กัน	30.95	83.33	0.76
5	วิเคราะห์ความยาวของ DNA	23.81	83.33	0.78
6	เข้าใจโครงสร้างของ DNA	26.19	80.95	0.74

4.2.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโครงสร้าง DNA พบว่านักเรียนห้อง 6/1 และนักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.38 ± 0.48 และ 4.38 ± 0.50 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.18) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ผลเป็นดังนี้

ด้านการสอนของครู นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.43 ± 0.49 และ 4.40 ± 0.50) ข้อที่นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจที่สุด คือ ครูใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจ อธิบายการใช้สื่อชัดเจน (4.48 ± 0.50 และ 4.44 ± 0.50)

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.42 ± 0.49 และ 4.42 ± 0.48) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 มีความพึงพอใจที่สุด คือ สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น (4.53 ± 0.50) ส่วนข้อที่นักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจที่สุด คือ รู้สึกสนุกในกิจกรรมการเรียนการสอน (4.51 ± 0.47)

ด้านสื่อการเรียนการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.44 ± 0.63 และ 4.42 ± 0.63) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 มีความพึงพอใจที่สุด คือ สื่อการสอนทำให้เรียนรู้ อย่างสนุกสนาน (4.50 ± 0.50) ส่วนข้อที่นักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจที่สุด คือ สื่อการสอนใช้ง่ายทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้นและสื่อการสอนทำให้เรียนรู้ อย่างสนุกสนาน (4.47 ± 0.50)

ด้านการวัดผลประเมินผล นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.30 ± 0.48 และ 4.30 ± 0.52) ข้อที่นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจที่สุด คือ พอใจกับคะแนนที่ได้รับ (4.40 ± 0.49 และ 4.42 ± 0.49)

เมื่อพิจารณาข้อเสนอแนะของนักเรียนทั้งสองห้อง พบว่าสิ่งที่นักเรียนประทับใจ มีดังนี้
 ชอบที่ได้ลงมือปฏิบัติ ภูมิใจในผลงานของตนเองและกลุ่มช่วยกันดี ชอบการเรียนรู้ที่มีสื่อให้เรียนรู้และ
 ข้อเสนอแนะคืออยากให้มื่อการเรียนรู้ในกิจกรรมขณะเรียนรู้

ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
 ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้าง DNA

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล
1. ด้านการสอนของครู						
1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจ	4.43	0.49	มาก	4.44	0.49	มาก
1.2 ครูใช้คำถามในการเริ่มต้นหาคำตอบจากสิ่งที่เรียน	4.45	0.50	มาก	4.44	0.50	มาก
1.3 ครูใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจอธิบายการใช้สื่อชัดเจน	4.48	0.50	มาก	4.44	0.50	มาก
1.4 ครูเน้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4.40	0.49	มาก	4.33	0.53	มาก
1.5 ครูช่วยสรุปเนื้อหาให้ถูกต้องและให้กำลังใจเสมอ	4.38	0.48	มาก	4.38	0.49	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.43	0.49	มาก	4.40	0.50	มาก
2. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						
2.1 มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	4.43	0.49	มาก	4.44	0.50	มาก
2.2 รู้สึกสนุกเมื่อได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน	4.45	0.50	มาก	4.51	0.47	มากที่สุด
2.3 มีโอกาสตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น	4.35	0.48	มาก	4.39	0.49	มาก
2.4 เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	4.33	0.48	มาก	4.27	0.44	มาก
2.5 สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	4.53	0.47	มากที่สุด	4.49	0.50	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.42	0.49	มาก	4.42	0.48	มาก

ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้าง DNA (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
3. ด้านสื่อการเรียนการสอน						
3.1 สื่อการสอนจูงใจให้สนใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น	4.46	0.45	มาก	4.43	0.49	มาก
3.2 ชอบสื่อการสอนที่ครูนำมาใช้ในการเรียนการสอน	4.33	0.47	มาก	4.43	0.49	มาก
3.3 สื่อการสอนใช้ง่ายทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น	4.48	0.50	มาก	4.47	0.50	มาก
3.4 สื่อการสอนทำให้เรียนรู้สนุกสนาน	4.50	0.50	มาก	4.47	0.49	มาก
3.5 สื่อการสอนใช้ให้เหมาะสมกับเวลา	4.25	0.43	มาก	4.25	0.50	มาก
เฉลี่ย	4.40	0.47	มาก	4.41	0.49	มาก
4. ด้านการวัดผลประเมินผล						
4.1 ชอบที่ครูถามหรือให้แสดงความคิดเห็น	4.33	0.47	มาก	4.32	0.51	มาก
4.2 พอใจกับคะแนนที่ได้รับ	4.40	0.49	มาก	4.42	0.49	มาก
4.3 ชอบที่ครูประเมินผลบ่อย ๆ	4.23	0.57	มาก	4.17	0.60	มาก
4.4 พอใจที่ได้ทราบความก้าวหน้าในการเรียน	4.35	0.48	มาก	4.37	0.50	มาก
4.5 ชอบที่ครูให้คะแนนจากการประเมินผลหลายหลาย	4.18	0.48	มาก	4.19	0.48	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.30	0.48	มาก	4.30	0.52	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.38	0.48	มาก	4.38	0.50	มาก

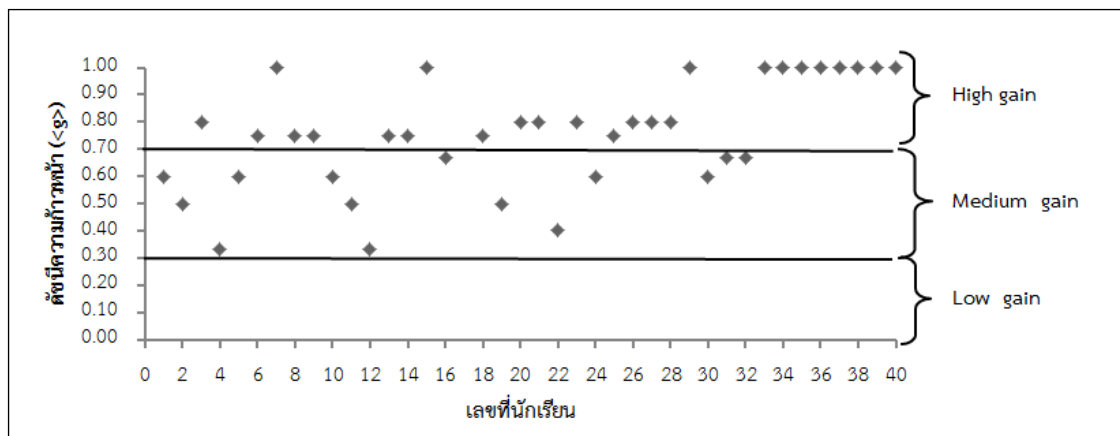
4.3 เรื่องการสังเคราะห์ DNA

4.3.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

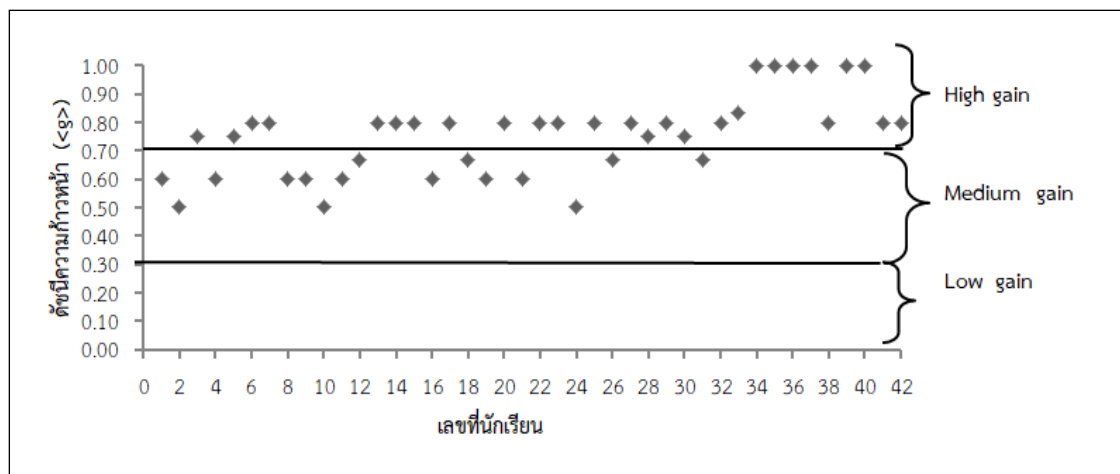
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อใช้กับห้อง 6/1 มีค่าเท่ากับ 84.20/82.50 และห้อง 6/2 มีค่าเท่ากับ 84.20/81.25 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7640 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้อง 6/1 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 76.40 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 14 และ 26 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.9) และเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7577 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้อง 6/2 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 75.77 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 15 และ 27 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.10) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7640 และ 0.7577 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

4.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

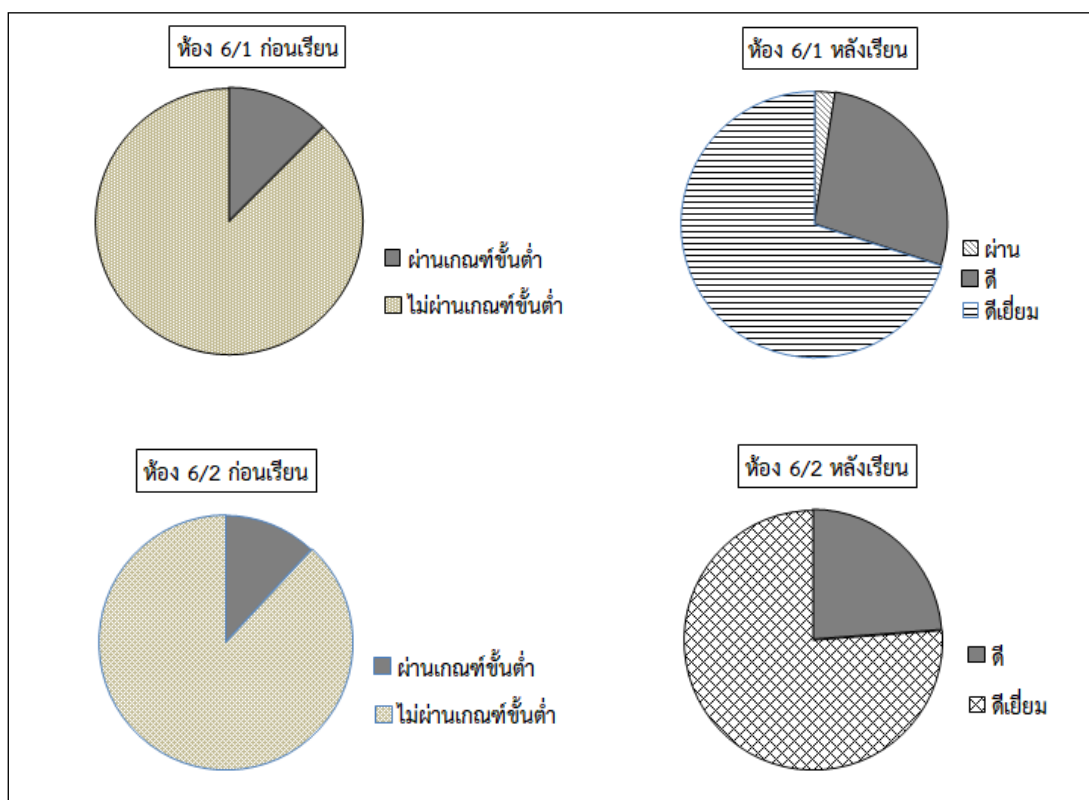
จากผลการศึกษาในข้อที่ผ่านมา ผู้วิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาตรฐาน จึงเป็นที่น่าสนใจว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้มากน้อยเพียงใด จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 25.83 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 35 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 82.50 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 28 คน ระดับดี 11 คนและระดับผ่าน 1 คน และจากการวิเคราะห์คะแนนสอบของนักเรียนห้อง 6/2 พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับห้อง 6/1 คือ คะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 23.02 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 37 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81.35 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 32 คน ระดับดี 10 คน (ภาพที่ 4.11)



ภาพที่ 4.9 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 เป็นรายบุคคล



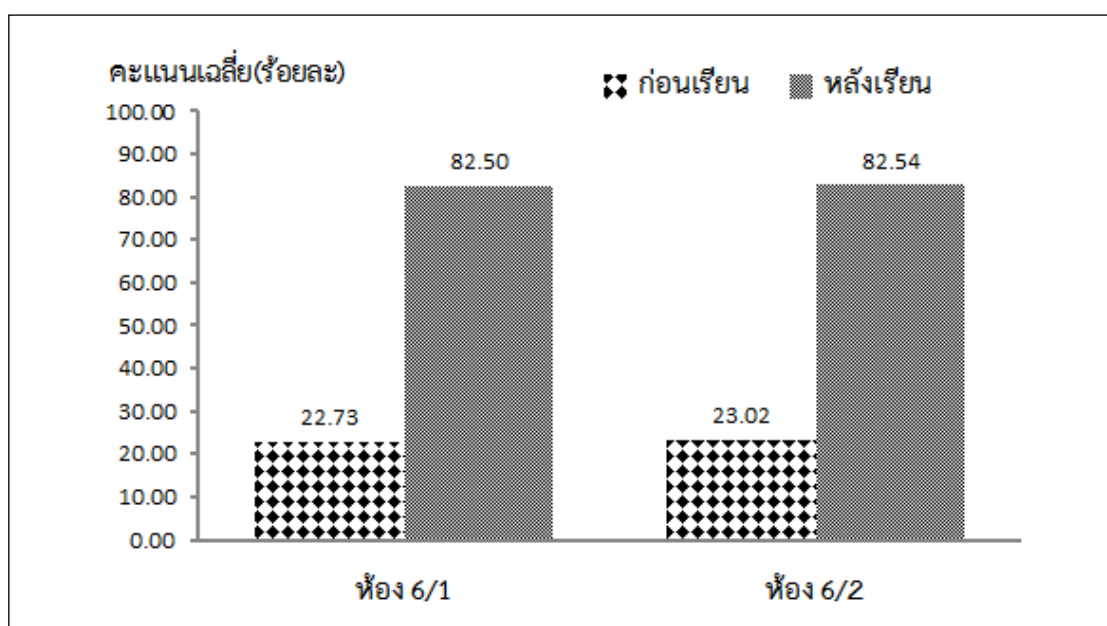
ภาพที่ 4.10 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 เป็นรายบุคคล



ภาพที่ 4.11 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1และห้อง 6/2

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนห้อง 6/1 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 82.50) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 25.83) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนห้อง 6/2 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 81.35) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 23.02) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองห้องเรียน (ภาพที่ 4.12)

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ (ตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ โดยคำถามที่ 13 และ 14 เป็นคำถามที่วัดการจำ และคำถามที่ 15, 16 และ 18 เป็นคำถามที่วัดการเข้าใจ และคำถามที่ 17 เป็นคำถามที่วัดการวิเคราะห์ มีนักเรียนตอบถูกมากกว่าร้อยละ 80 สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถวิเคราะห์การสังเคราะห์ DNA ได้จึงเป็นวิธีการที่น่าจะเหมาะสมในการนำไปใช้แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตามที่รายงานไว้โดย Yosi (2005)



ภาพที่ 4.12 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และ ห้อง 6/2

ตารางที่ 4.7 ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	สารตั้งต้นในการสังเคราะห์ DNA	25.00	85.00	0.80
2	บทบาทของเอนไซม์ในการสังเคราะห์ DNA	22.73	87.50	0.84
3	ขั้นตอนการสังเคราะห์ DNA	20.45	80.00	0.75
4	บอกทิศทาง และลำดับเบสของ DNA	22.73	80.00	0.74
5	บอกลำดับเบสของสายพอลินิวคลีโอไทด์	25.00	82.50	0.77
6	บอกหน้าที่ของ DNA	20.45	80.00	0.75

ตารางที่ 4.8 ความถึของนักเรียนห้อง 6/2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถึนักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนี ความก้าวหน้า
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	สารตั้งต้นในการสังเคราะห์ DNA	21.43	80.95	0.76
2	บทบาทของเอนไซม์ในการสังเคราะห์ DNA	23.81	85.71	0.81
3	ขั้นตอนการสังเคราะห์ DNA	21.43	80.95	0.76
4	บอกทิศทาง และลำดับเบสของ DNA	23.81	85.71	0.81
5	บอกลำดับเบสของสายพอลินิวคลีโอไทด์	26.19	80.95	0.74
6	บอกหน้าที่ของ DNA	21.43	80.95	0.76

4.3.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ DNA พบว่านักเรียนห้อง 6/1 และนักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.44 ± 0.50 และ 4.31 ± 0.52 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ผลเป็นดังนี้

ด้านการสอนของครู นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.45 ± 0.50 และ 4.29 ± 0.51) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 มีความพึงพอใจที่สุด คือ ครูนำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจ ทำให้อยากเรียนรู้ (4.50 ± 0.50) ส่วนข้อที่นักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจที่สุด คือ ครูใช้คำถามในการเริ่มต้นหาคำตอบจากสิ่งที่เรียน (4.48 ± 0.50)

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.50 ± 0.48 และ 4.32 ± 0.47) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 มีความพึงพอใจที่สุด คือ รู้สึกสนุกเมื่อได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน (4.78 ± 0.42) ส่วนข้อที่ห้อง 6/2 มีความพึงพอใจที่สุด คือ สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น (4.40 ± 0.49)

ด้านสื่อการเรียนการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.50 ± 0.48 และ 4.38 ± 0.55) ข้อที่นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจที่สุด สื่อการสอนทำให้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน (4.50 ± 0.48 และ 4.38 ± 0.55)

ด้านการวัดผลประเมินผล นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.44 ± 0.50 และ 4.31 ± 0.52) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 มีความพึงพอใจที่สุด คือ พอใจกับคะแนนที่ได้รับ

(4.58 $\pm$ 0.50) ส่วนข้อที่นักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจที่สุด คือ พอใจที่ได้ทราบความก้าวหน้าในการเรียน (4.40 $\pm$ 0.58)

เมื่อพิจารณาข้อเสนอแนะของนักเรียนทั้งสองห้อง พบว่าสิ่งที่นักเรียนประทับใจ มีดังนี้

(1) การได้แสดงบทบาทสมมติ นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ ได้เข้าใจเนื้อหาพร้อมกับได้ทบทวนเนื้อหาด้วยการแสดงบทบาทสมมติทำให้เข้าใจในเนื้อหาและมีความคงทนในการจำ

(2) การได้ทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ว่าได้ร่วมมือกับกลุ่มในการสร้างแสดงบทบาทสมมติการสังเคราะห์ DNA

ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ไมโครโฟนมีไม่เพียงพอในการใช้ขณะแสดงนักเรียนต้องตะโกนเสียงดัง

ตารางที่ 4.9 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ DNA

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
1. ด้านการสอนของครู						
1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจ ทำให้อยากเรียนรู้	4.50	0.50	มาก	4.43	0.49	มาก
1.2 ครูใช้คำถามในการเริ่มต้นหาคำตอบจากสิ่งที่เรียน	4.45	0.50	มาก	4.48	0.50	มาก
1.3 ครูใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจ อธิบายการใช้สื่อชัดเจน	4.40	0.49	มาก	4.40	0.49	มาก
1.4 ครูเน้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4.45	0.50	มาก	3.90	0.61	มาก
1.5 ครูช่วยสรุปเนื้อหาให้ถูกต้องและให้กำลังใจเสมอ	4.43	0.49	มาก	4.21	0.47	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.45	0.50	มาก	4.29	0.51	มาก

ตารางที่ 4.9 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ DNA (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล
2. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						
2.1 มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	4.53	0.50	มากที่สุด	4.36	0.53	มาก
2.2 รู้สึกสนุกเมื่อได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน	4.78	0.42	มากที่สุด	4.26	0.44	มาก
2.3 มีโอกาสตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น	4.40	0.49	มาก	4.33	0.47	มาก
2.4 เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	4.35	0.48	มาก	4.26	0.44	มาก
2.5 สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	4.43	0.49	มาก	4.40	0.49	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.50	0.48	มาก	4.32	0.47	มาก
3. ด้านสื่อการเรียนการสอน						
3.1 สื่อการสอนจูงใจให้สนใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น	4.55	0.50	มากที่สุด	4.38	0.49	มาก
3.2 ชอบสื่อการสอนที่ครูนำมาใช้ในการเรียนการสอน	4.55	0.50	มากที่สุด	4.36	0.48	มาก
3.3 สื่อการสอนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น	4.58	0.49	มากที่สุด	4.45	0.50	มาก
3.4 สื่อการสอนทำให้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน	4.60	0.49	มากที่สุด	4.48	0.50	มาก
3.5 สื่อการสอนใช้ให้เหมาะสมกับเวลา	4.23	0.42	มาก	4.24	0.78	มาก
เฉลี่ย	4.50	0.48	มาก	4.38	0.55	มาก

ตารางที่ 4.9 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ DNA (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
4. ด้านการวัดผลประเมินผล						
4.1 ชอบที่ครูถามหรือให้แสดงความคิดเห็น	4.35	0.48	มาก	4.24	0.65	มาก
4.2 พอใจกับคะแนนที่ได้รับ	4.43	0.49	มาก	4.43	0.49	มาก
4.3 ชอบที่ครูประเมินผลบ่อย ๆ	4.23	0.65	มาก	4.05	0.58	มาก
4.4 พอใจที่ได้ทราบความก้าวหน้าในการเรียน	4.38	0.48	มาก	4.40	0.58	มาก
4.5 ชอบที่ครูให้คะแนนจากการประเมินผลหลายหลาย	4.20	0.56	มาก	4.21	0.41	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.32	0.53	มาก	4.27	0.54	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.44	0.50	มาก	4.31	0.52	มาก

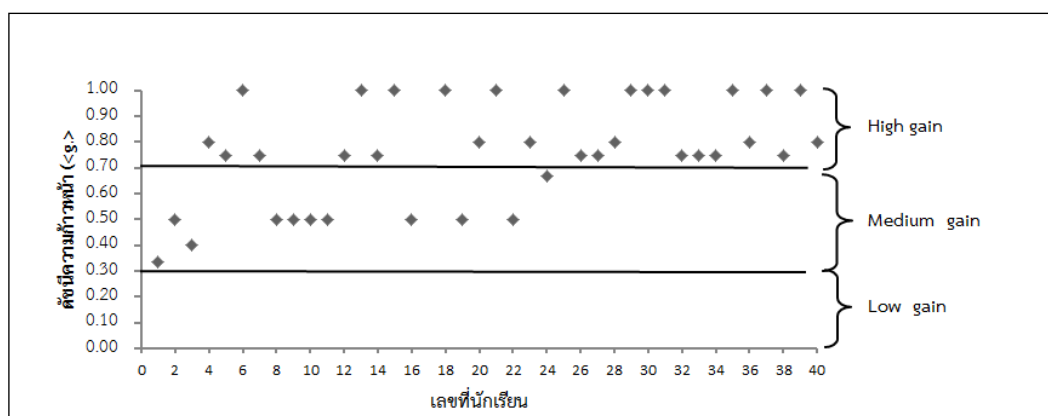
4.4 เรื่องการถอดรหัสพันธุกรรม

4.4.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

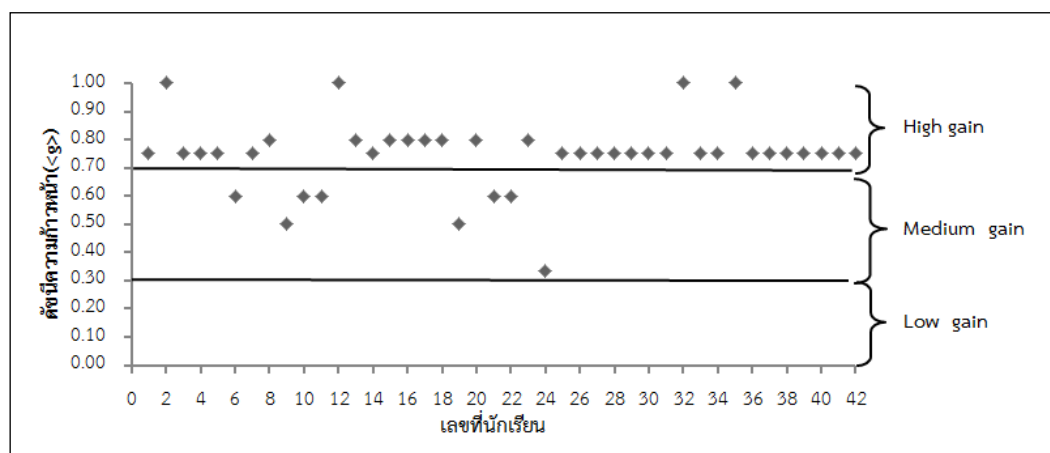
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อใช้กับห้อง 6/1 มีค่าเท่ากับ 84.60 /83.75 และห้อง 6/2 มีค่าเท่ากับ 84.60/81.75 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7636 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนห้อง 6/1 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 76.36 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 11 และ 29 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.13) และเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7386 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนห้อง 6/2 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 73.86 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 8 และ 34 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.14) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7636 และ 0.7386 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

4.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

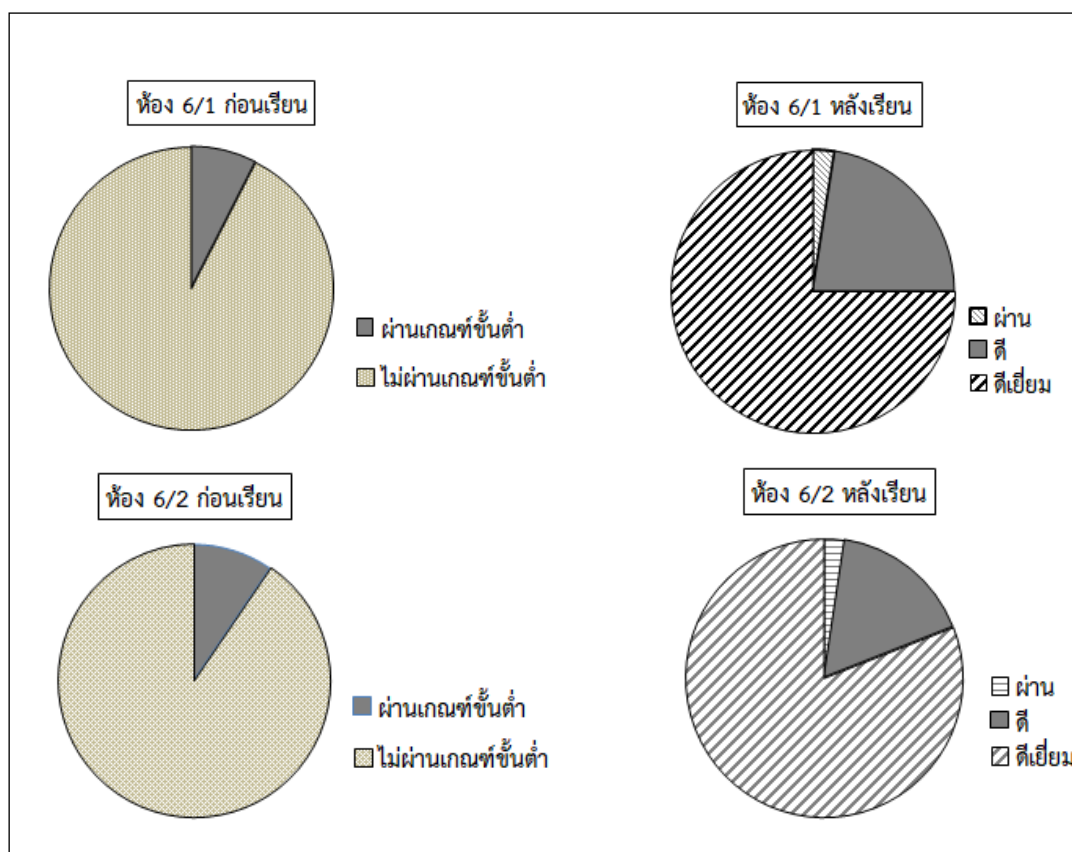
จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 31.25 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 3 คน มีคะแนนอยู่ในระดับผ่าน และ 37 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่าน เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 83.75 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 30 คน ระดับดี 9 คน และระดับผ่าน 1 คน และจากการวิเคราะห์คะแนนสอบของนักเรียนห้อง 6/2 พบว่าผลสัมฤทธิ์มีแนวโน้มเช่นเดียวกัน คือ คะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 30.16 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 4 คน มีคะแนนอยู่ในระดับผ่าน และ 38 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่าน เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81.75 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 34 คน ระดับดี 7 คน และผ่าน 1 คน (ภาพที่ 4.15)



ภาพที่ 4.13 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 เป็นรายบุคคล



ภาพที่ 4.14 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 เป็นรายบุคคล

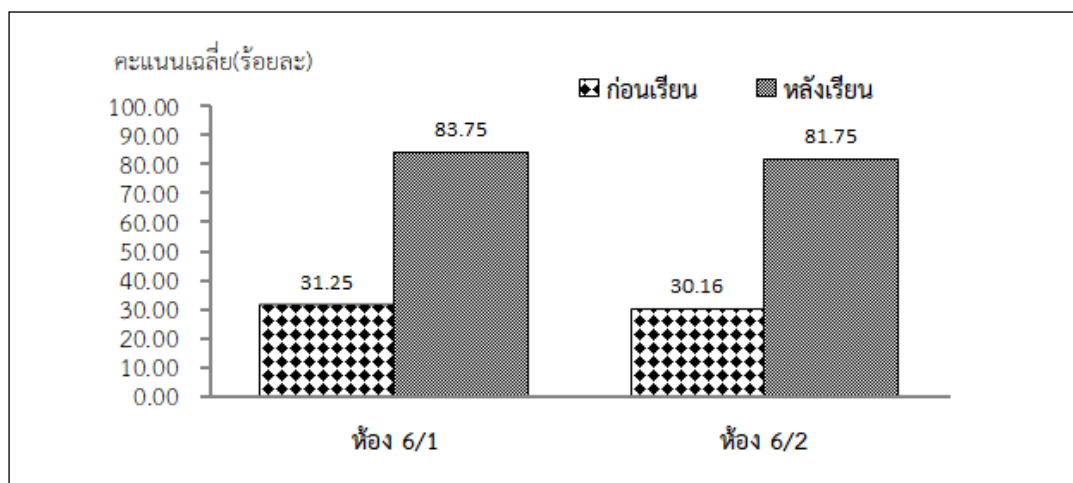


ภาพที่ 4.15 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนห้อง 6/1 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 83.75) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 31.25) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนห้อง 6/2 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 81.75) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 30.16) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองห้องเรียน (ภาพที่ 4.16)

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ (ตารางที่ 4.10 และ ตารางที่ 4.11) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนทั้งห้อง 6/1 และ 6/2 ทำข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ โดยคำถามที่ 19 และ 21 เป็นคำถามที่วัดความจำ และ 20 และ 24 เป็นคำถามที่วัดความเข้าใจ และคำถามที่ 22 และ 23 เป็นคำถามที่วัดการวิเคราะห์ มีนักเรียนตอบถูกมากกว่าร้อยละ 80 สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถวิเคราะห์เกี่ยวกับการถอดรหัสพันธุกรรม ได้เป็นอย่างดี จึงเป็นวิธีการที่น่าจะเหมาะสมในการนำไปใช้แก้ไข

ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตามที่รายงานไว้โดย Dikmenli, 2010; Nakthong et al., 2007; Ozcan et al., 2012



ภาพที่ 4.16 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2

ตารางที่ 4.10 ความถึของนักเรียนห้อง 6/1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถึนักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	เอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการถอดรหัสพันธุกรรม	27.50	82.50	0.76
2	โครงสร้างสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ RNA	30.00	85.00	0.79
3	ขั้นตอนการถอดรหัสพันธุกรรม	27.50	82.50	0.76
4	วิเคราะห์ผลผลิตในการถอดรหัสพันธุกรรม	35.0	85.00	0.77
5	วิเคราะห์แม่แบบในการสังเคราะห์ RNA	37.50	82.50	0.72
6	นับจำนวนรหัสพันธุกรรมได้ถูกต้อง	30.00	85.00	0.79

ตารางที่ 4.11 ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ
ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	เอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการถอดรหัสพันธุกรรม	30.95	83.33	0.76
2	โครงสร้างสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ RNA	28.57	80.95	0.73
3	ขั้นตอนการถอดรหัสพันธุกรรม	28.57	80.95	0.73
4	วิเคราะห์ผลผลิตในการถอดรหัสพันธุกรรม	33.33	80.95	0.71
5	วิเคราะห์แม่แบบในการสังเคราะห์ RNA	26.19	83.33	0.77
6	นับจำนวนรหัสพันธุกรรมได้ถูกต้อง	33.33	80.95	0.71

4.4.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถอดรหัสพันธุกรรม พบว่านักเรียนห้อง 6/1 และนักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.39 ± 0.51 และ 4.31 ± 0.52 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ผลเป็นดังนี้

ด้านการสอนของครู นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.44 ± 0.50 และ 4.29 ± 0.51) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 มีความพึงพอใจที่สุด คือ ครูช่วยสรุปเนื้อหาให้ถูกต้องและให้กำลังใจเสมอ (4.48 ± 0.50) ส่วนข้อที่นักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจที่สุด คือ ครูใช้คำถามในการเริ่มต้นค้นหาคำตอบจากสิ่งที่เรียน (4.48 ± 0.50)

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.49 ± 0.67 และ 4.35 ± 0.62) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 มีความพึงพอใจที่สุด คือ รู้สึกสนุกเมื่อได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน (4.55 ± 0.50) ส่วนข้อที่นักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจที่สุด คือ สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น (4.40 ± 0.49)

ด้านสื่อการเรียนการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.38 ± 0.55 และ 4.38 ± 0.55) ข้อที่นักเรียนห้องทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจที่สุด คือ สื่อการสอนทำให้เรียนรู้สนุกสนาน (4.48 ± 0.50 และ 4.48 ± 0.50)

ด้านการวัดผลประเมินผล นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.29 ± 0.51 และ 4.27 ± 0.54) ข้อที่นักเรียนทั้งสองห้องมีความพึงพอใจที่สุด คือ พอใจกับคะแนนที่ได้รับ (4.43 ± 0.49 และ 4.43 ± 0.49)

เมื่อพิจารณาข้อเสนอแนะของนักเรียนทั้งสองห้อง พบว่าสิ่งที่นักเรียนประทับใจ มีดังนี้
 สนุกสนานกับการเรียน นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ ได้ร่วมมือกันภายในกลุ่มค้นหา
 ขั้นตอนการถอดรหัสพันธุกรรม การได้แสดงบทบาทสมมติ

ข้อเสนอแนะ ชอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่นั่งฟังบรรยายเพียงอย่างเดียว ได้แสดงออก
 อย่างสร้างสรรค์

**ตารางที่ 4.12 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ
 สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถอดรหัสพันธุกรรม**

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล
1. ด้านการสอนของครู						
1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจ ทำ ให้อยากเรียนรู้	4.43	0.449	มาก	4.43	0.49	มาก
1.2 ครูใช้คำถามในการเริ่มต้นหา คำตอบจากสิ่งที่เรียน	4.45	0.50	มาก	4.48	0.50	มาก
1.3 ครูใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจ อธิบายการใช้สื่อชัดเจน	4.45	0.50	มาก	4.40	0.49	มาก
1.4 ครูเน้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบ ด้วยตนเอง	4.40	0.49	มาก	3.90	0.61	มาก
1.5 ครูช่วยสรุปเนื้อหาให้ถูกต้องและ ให้กำลังใจเสมอ	4.48	0.50	มาก	4.21	0.47	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.44	0.50	มาก	4.29	0.51	มาก

ตารางที่ 4.12 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถอดรหัสพันธุกรรม (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล
2. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						
2.1 มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	4.45	0.50	มาก	4.36	0.53	มาก
2.2 รู้สึกสนุกเมื่อได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน	4.55	0.50	มากที่สุด	4.26	0.44	มาก
2.3 มีโอกาสตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น	4.45	0.50	มาก	4.33	0.47	มาก
2.4 เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	4.20	0.40	มาก	4.26	0.44	มาก
2.5 สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	4.53	0.50	มาก	4.40	0.49	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.44	0.48	มาก	4.32	0.47	มาก
3. ด้านสื่อการเรียนการสอน						
3.1 สื่อการสอนจูงใจให้สนใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น	4.38	0.49	มาก	4.38	0.49	มาก
3.2 ชอบสื่อการสอนที่ครูนำมาใช้ในการเรียนการสอน	4.36	0.48	มาก	4.36	0.48	มาก
3.3 สื่อการสอนใช้ง่ายทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น	4.45	0.50	มาก	4.45	0.50	มาก
3.4 สื่อการสอนทำให้เรียนรู้สนุกสนาน	4.48	0.50	มาก	4.48	0.50	มาก
3.5 สื่อการสอนใช้ให้เหมาะสมกับเวลา	4.24	0.78	มาก	4.24	0.78	มาก
เฉลี่ย	4.38	0.55	มาก	4.38	0.55	มาก

ตารางที่ 4.12 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถอดรหัสพันธุกรรม (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล
4. ด้านการวัดผลประเมินผล						
4.1 ชอบที่ครูถามหรือให้แสดงความ คิดเห็น	4.35	0.48	มาก	4.24	0.65	มาก
4.2 พอใจกับคะแนนที่ได้รับ	4.43	0.49	มาก	4.43	0.49	มาก
4.3 ชอบที่ครูประเมินผลบ่อย ๆ	4.15	0.61	มาก	4.05	0.58	มาก
4.4 พอใจที่ได้ทราบความก้าวหน้าใน การเรียนรู้	4.40	0.49	มาก	4.40	0.58	มาก
4.5 ชอบที่ครูให้คะแนนจากการ ประเมินผลหลายหลาย	4.10	0.49	มาก	4.21	0.41	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.26	0.51	มาก	4.27	0.54	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.39	0.51	มาก	4.31	0.52	มาก

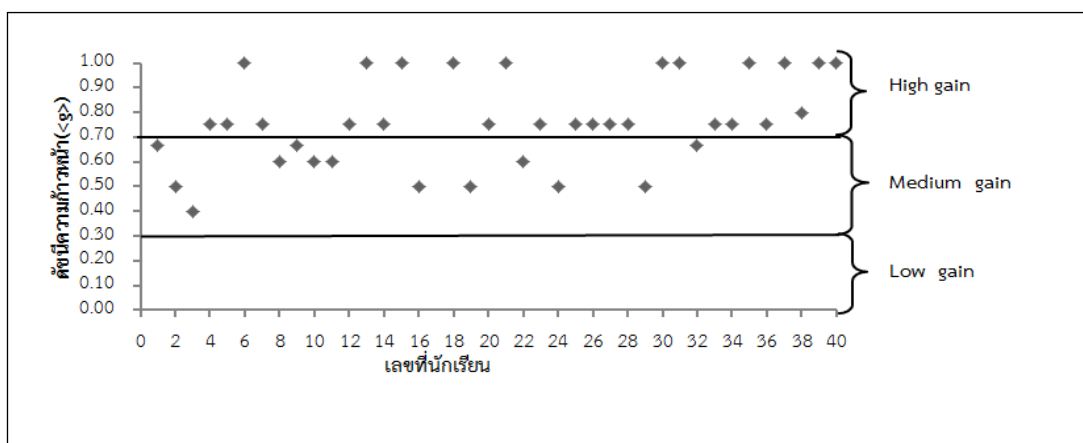
4.5 เรื่องการสังเคราะห์โปรตีน

4.5.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

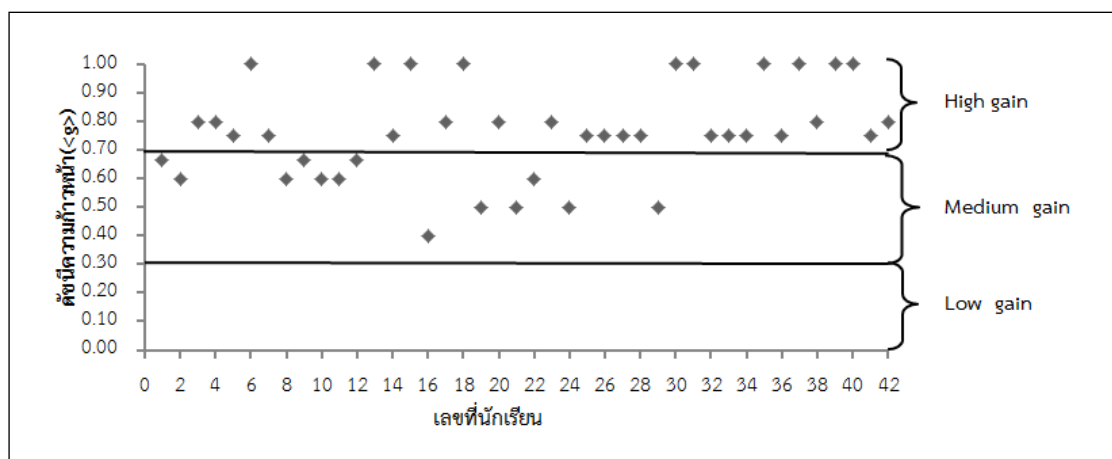
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อใช้กับห้อง 6/1 มีค่าเท่ากับ 85.00/ 83.75 และห้อง 6/2 มีค่าเท่ากับ 85.00/83.33 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ เท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 ทั้งชั้นพบว่า จัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7563 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนห้อง 6/1 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 75.63 ทั้งนี้มีนักเรียน จำนวน 13 และ 27 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.17) และเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ใน ระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7515 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนห้อง 6/2 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 75.15 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 13 และ 29 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.18) จาก ข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7563 และ 0.7515 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

4.5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

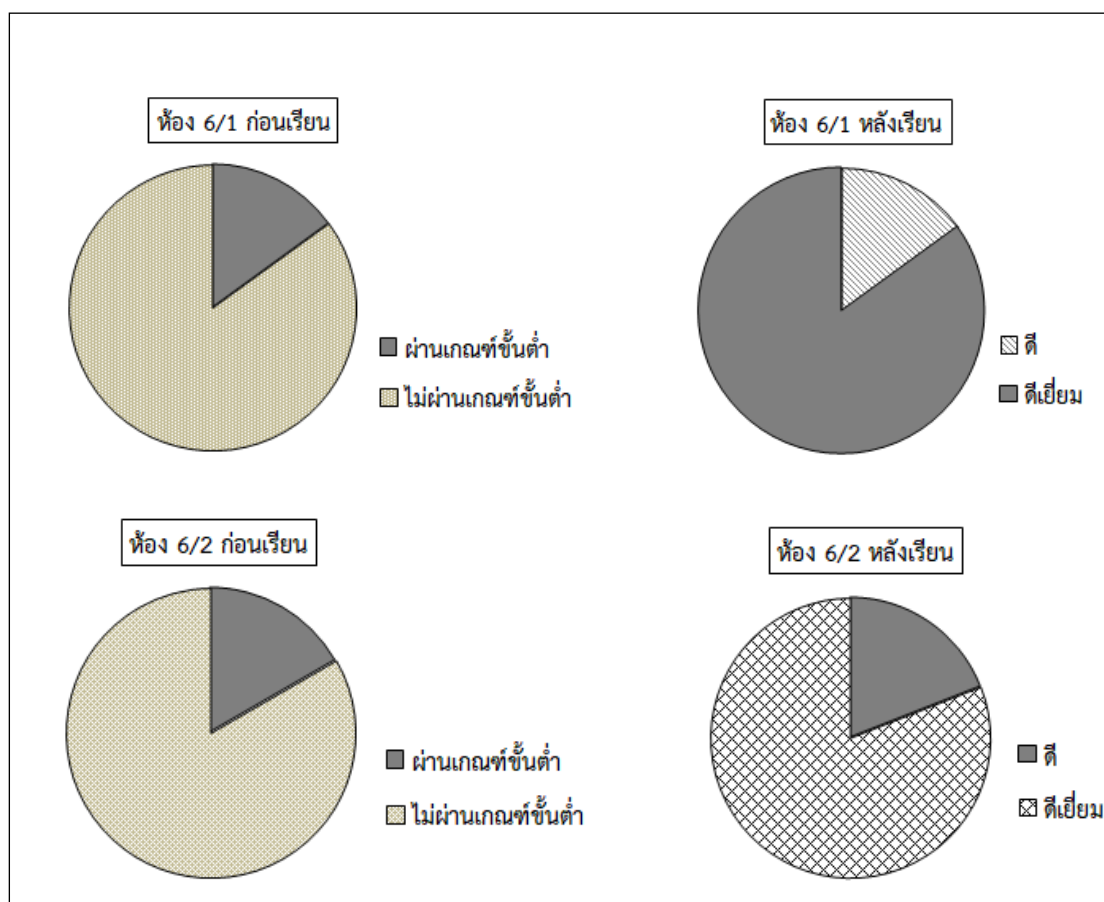
จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 33.33 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 6 คน มีคะแนนอยู่ในระดับผ่าน และ 34 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้ และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 83.75 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 36 คน ระดับดี 6 คน และจากการวิเคราะห์คะแนนสอบของนักเรียนห้อง 6/2 พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับห้อง 6/1 คือ คะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 32.94 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 35 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 83.33 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 34 คน ระดับดี 8 คน (ภาพที่ 4.19)



ภาพที่ 4.17 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 เป็นรายบุคคล



ภาพที่ 4.18 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 เป็นรายบุคคล

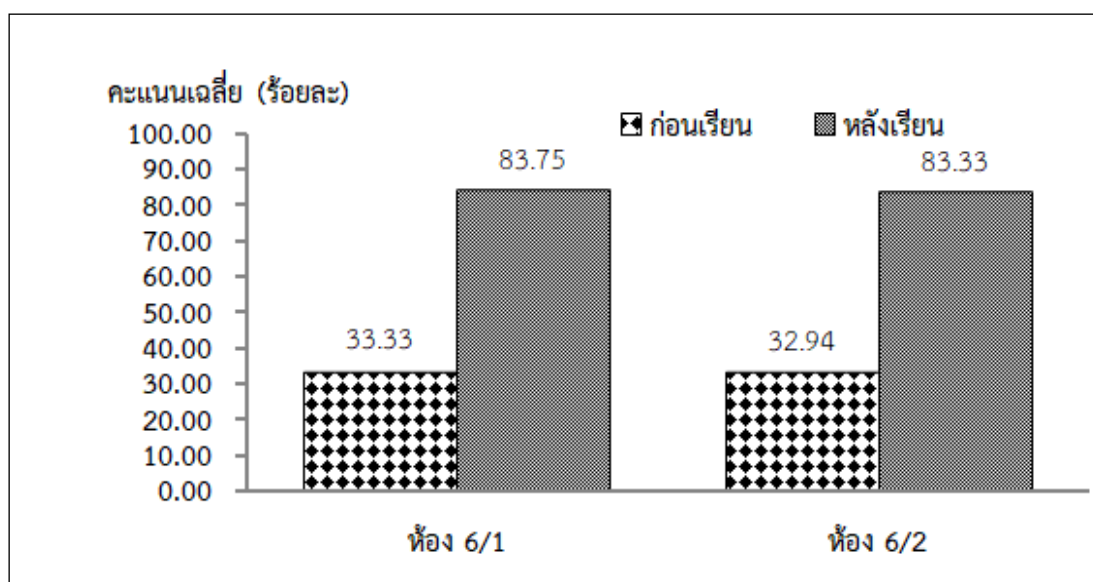


ภาพที่ 4.19 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนห้อง 6/1 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 83.75) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 33.33) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนห้อง 6/2 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 83.33) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 32.94) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองห้องเรียน (ภาพที่ 4.20)

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ (ตารางที่ 4.13 และตารางที่ 4.14) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ โดยคำถามที่ 25, 26, 28 และ 29 เป็นคำถามที่วัดความเข้าใจ และคำถามที่ 27 และ 30 วัดการวิเคราะห์ มีนักเรียนตอบถูกมากกว่าร้อยละ 80 สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถวิเคราะห์เกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีนได้เป็นอย่างดี

จึงเป็นวิธีการที่น่าจะเหมาะสมในการนำไปใช้แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตามที่รายงานไว้โดย Jamie A. S Kelso, 2011; Zedalis, J.M., 2016.



ภาพที่ 4.20 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2

ตารางที่ 4.13 ความถึของนักเรียนห้อง 6/1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ
ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความกำวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถึนักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความกำวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	วิธีการแปลรหัสพันธุกรรม	35.00	85.00	0.77
2	เข้าใจบทบาทหน้าที่ของ RNA	35.00	82.50	0.74
3	บอกชนิดและจำนวนกรดอะมิโน	32.50	82.50	0.74
4	บอกชื่อและจำนวนพันธะระหว่างกรดอะมิโน	27.50	82.50	0.76
5	วิเคราะห์กรดอะมิโนถ้ากำหนดรหัสพันธุกรรม	35.00	85.00	0.77
6	บอกรหัสพันธุกรรมเมื่อกำหนดกรดอะมิโน	35.00	85.00	0.77

ตารางที่ 4.14 ความถึของนักเรียนห้อง 6/2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ
ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถึนักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	วิธีการแปลรหัสพันธุกรรม	33.33	83.33	0.75
2	เข้าใจบทบาทหน้าที่ของ RNA	33.33	80.95	0.71
3	บอกชนิดและจำนวนกรดอะมิโน	33.33	83.33	0.75
4	บอกชื่อและจำนวนพันธะระหว่างกรดอะมิโน	30.95	83.33	0.76
5	วิเคราะห์กรดอะมิโนถ้ากำหนดรหัสพันธุกรรม	33.33	85.71	0.79
6	บอกรหัสพันธุกรรมเมื่อกำหนดกรดอะมิโน	33.33	83.33	0.75

4.5.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์โปรตีน พบว่านักเรียนห้อง 6/1 และนักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.39 ± 0.49 และ 4.31 ± 0.52 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.15) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ผลเป็นดังนี้

ด้านการสอนของครู นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.41 ± 0.49 และ 4.29 ± 0.51) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 มีความพึงพอใจที่สุด คือ ครูใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจ อธิบายการใช้สื่อชัดเจน (4.45 ± 0.50) ส่วนข้อที่นักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ครูใช้คำถามเริ่มต้นในการค้นหาคำตอบจากสิ่งที่เรียนรู้ (4.48 ± 0.50)

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.43 ± 0.48 และ 4.32 ± 0.47) ข้อที่นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจที่สุด คือ สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น (4.55 ± 0.50 และ 4.40 ± 0.49)

ด้านสื่อการเรียนการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.40 ± 0.49 และ 4.38 ± 0.55) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ สื่อการสอนกระตุ้นให้สนใจบทเรียนมากยิ่งขึ้นและชอบสื่อการสอนที่ครูนำมาใช้ในการเรียนการสอน (4.45 ± 0.50) ส่วนข้อที่นักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ สื่อการสอนทำให้เรียนรู้สนุกสนาน (4.48 ± 0.50)

ด้านการวัดผลประเมินผล นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก (4.32 ± 0.52 และ 4.27 ± 0.54) ซึ่งนักเรียนทั้งสองห้องมีความพึงพอใจมากที่สุดคือ พอใจกับคะแนนที่ได้รับ (4.43 ± 0.49)

สิ่งที่นักเรียนทั้งสองประทับใจคือการได้ทำสื่อการสังเคราะห์โปรตีนและแสดงบทบาทสมมติในการสังเคราะห์โปรตีน

ตารางที่ 4.15 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์โปรตีน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
1. ด้านการสอนของครู						
1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจ ทำให้อยากเรียนรู้	4.40	0.49	มาก	4.43	0.49	มาก
1.2 ครูใช้คำถามในการเริ่มต้นหาคำตอบจากสิ่งที่เรียน	4.36	0.48	มาก	4.48	0.50	มาก
1.3 ครูใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจ อธิบายการใช้สื่อชัดเจน	4.45	0.50	มาก	4.40	0.49	มาก
1.4 ครูเน้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4.40	0.49	มาก	3.90	0.61	มาก
1.5 ครูช่วยสรุปเนื้อหาให้ถูกต้องและให้กำลังใจเสมอ	4.43	0.49	มาก	4.21	0.47	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.41	0.49	มาก	4.29	0.51	มาก
2. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						
2.1 มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	4.45	0.50	มาก	4.36	0.53	มาก
2.2 รู้สึกสนุกเมื่อได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน	4.53	0.50	มากที่สุด	4.26	0.44	มาก
2.3 มีโอกาสตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น	4.40	0.49	มาก	4.33	0.47	มาก
2.4 เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	4.23	0.42	มาก	4.26	0.44	มาก
2.5 สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	4.55	0.50	มากที่สุด	4.40	0.49	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.43	0.48	มาก	4.32	0.47	มาก

ตารางที่ 4.15 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์โปรตีน (ต่อ)

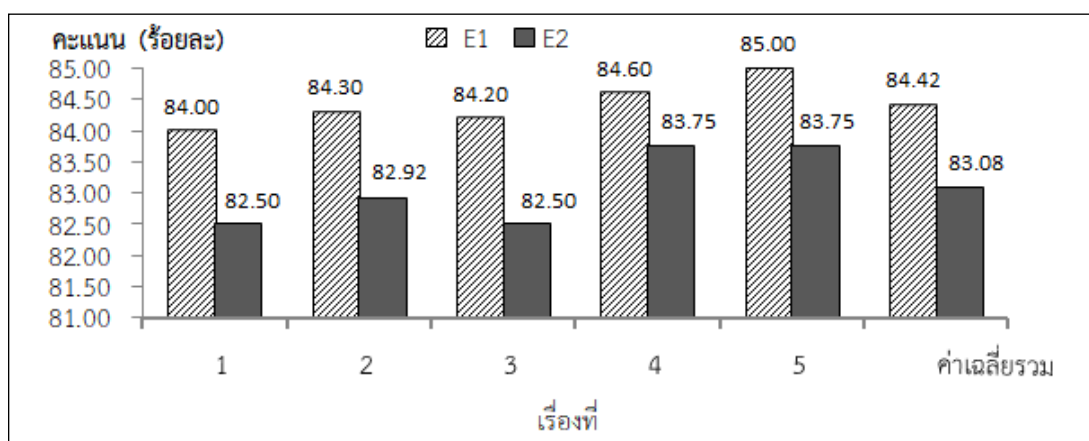
รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล
3. ด้านสื่อการเรียนการสอน						
3.1 สื่อการสอนจูงใจให้สนใจบทเรียน มากยิ่งขึ้น	4.45	0.50	มาก	4.38	0.49	มาก
3.2 ชอบสื่อการสอนที่ครูนำมาใช้ในการ เรียนการสอน	4.45	0.50	มาก	4.36	0.48	มาก
3.3 สื่อการสอนใช้ง่ายทำให้เข้าใจ เนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น	4.40	0.49	มาก	4.45	0.50	มาก
3.4 สื่อการสอนทำให้เรียนรู้อย่าง สนุกสนาน	4.38	0.48	มาก	4.48	0.50	มาก
3.5 สื่อการสอนใช้ให้เหมาะสมกับเวลา	4.30	0.46	มาก	4.24	0.78	มาก
เฉลี่ย	4.40	0.49	มาก	4.38	0.55	มาก
4. ด้านการวัดผลประเมินผล						
4.1 ชอบที่ครูถามหรือให้แสดงความ คิดเห็น	4.35	0.48	มาก	4.24	0.65	มาก
4.2 พอใจกับคะแนนที่ได้รับ	4.43	0.49	มาก	4.43	0.49	มาก
4.3 ชอบที่ครูประเมินผลบ่อย ๆ	4.23	0.57	มาก	4.05	0.58	มาก
4.4 พอใจที่ได้ทราบความก้าวหน้าใน การเรียนรู้	4.33	0.47	มาก	4.40	0.58	มาก
4.5 ชอบที่ครูให้คะแนนจากการ ประเมินผลหลายหลาย	4.25	0.58	มาก	4.21	0.41	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.32	0.52	มาก	4.27	0.54	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.39	0.49	มาก	4.31	0.52	มาก

4.6 ภาพรวมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารพันธุกรรม

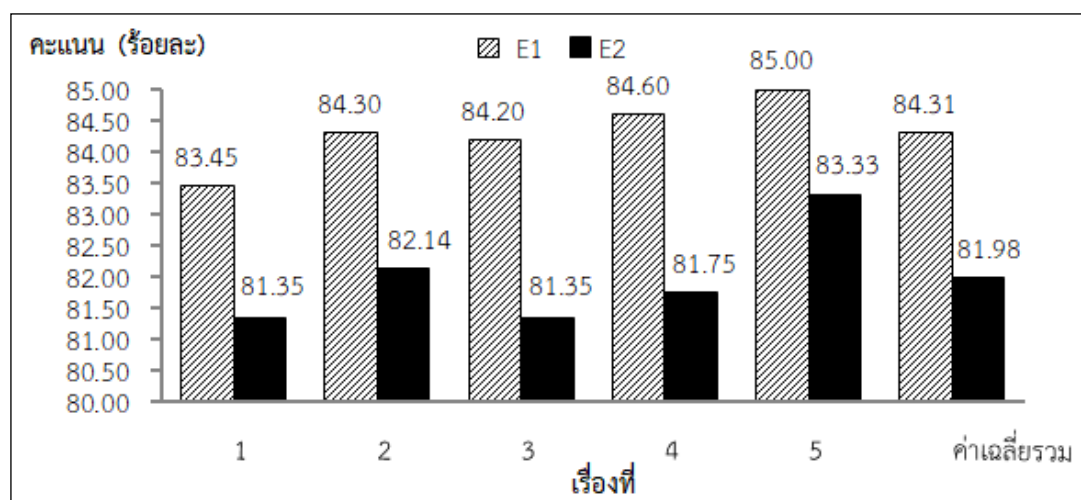
4.6.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เมื่อใช้กับห้อง 6/1 มีค่าเท่ากับ 84.42/83.08 (ภาพที่ 4.21) และห้อง 6/2 มีค่าเท่ากับ 84.31/81.98 (ภาพที่ 4.22) แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการ

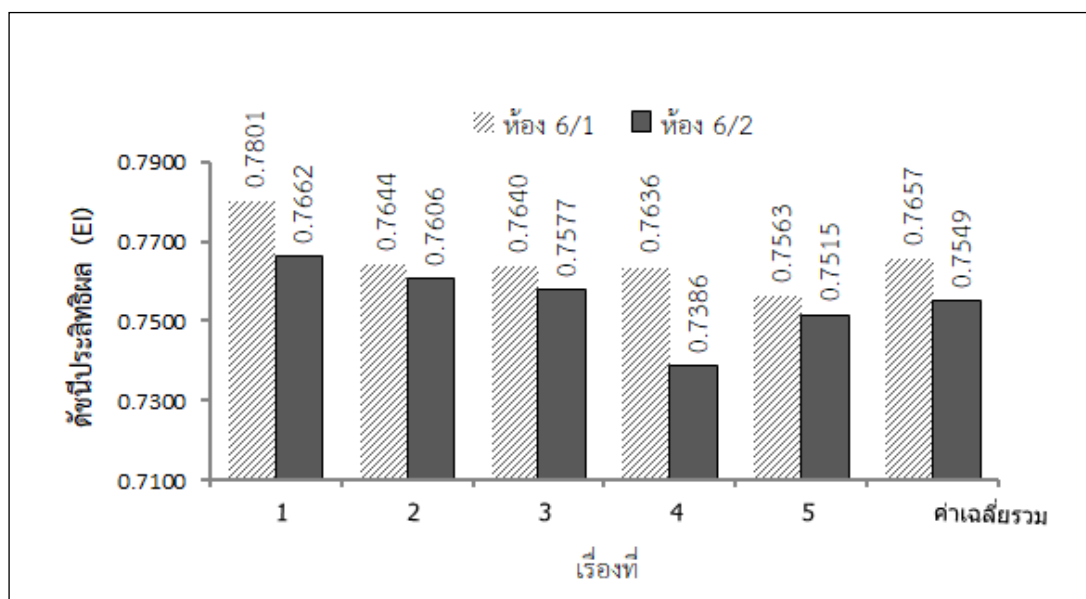
จัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7657 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้อง 6/1 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 76.57 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 13 และ 27 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.24) และเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7549 แสดงว่านวัตกรรมจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้อง 6/2 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 75.49 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 11 และ 31 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.25) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7657 และ 0.7549 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (ภาพที่ 4.23)



ภาพที่ 4.21 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ของห้อง 6/1



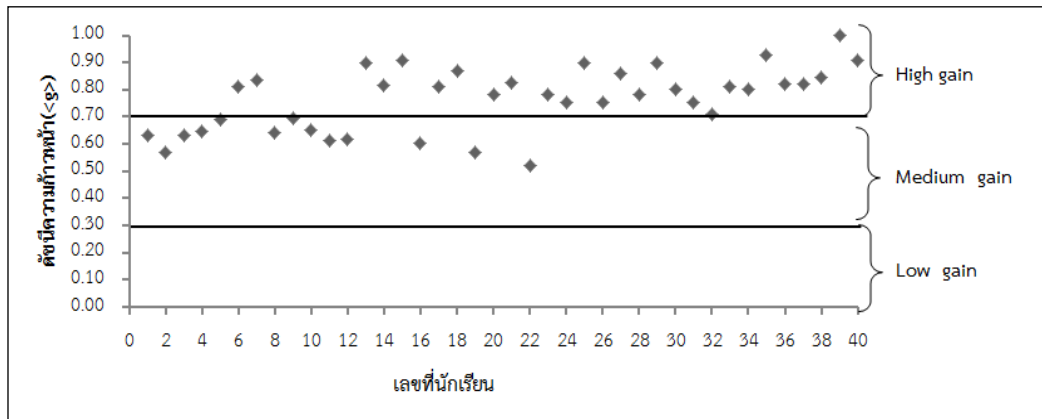
ภาพที่ 4.22 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ของห้อง 6/2



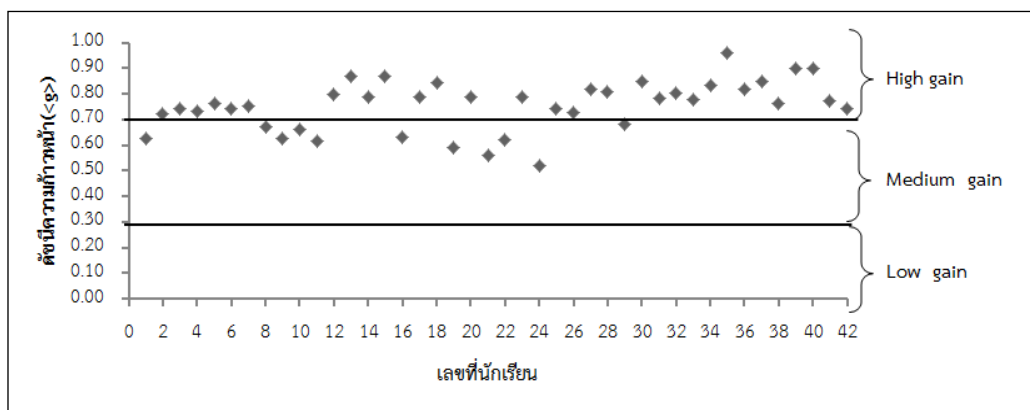
ภาพที่ 4.23 ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ของห้อง 6/1 และ ห้อง 6/2

4.6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

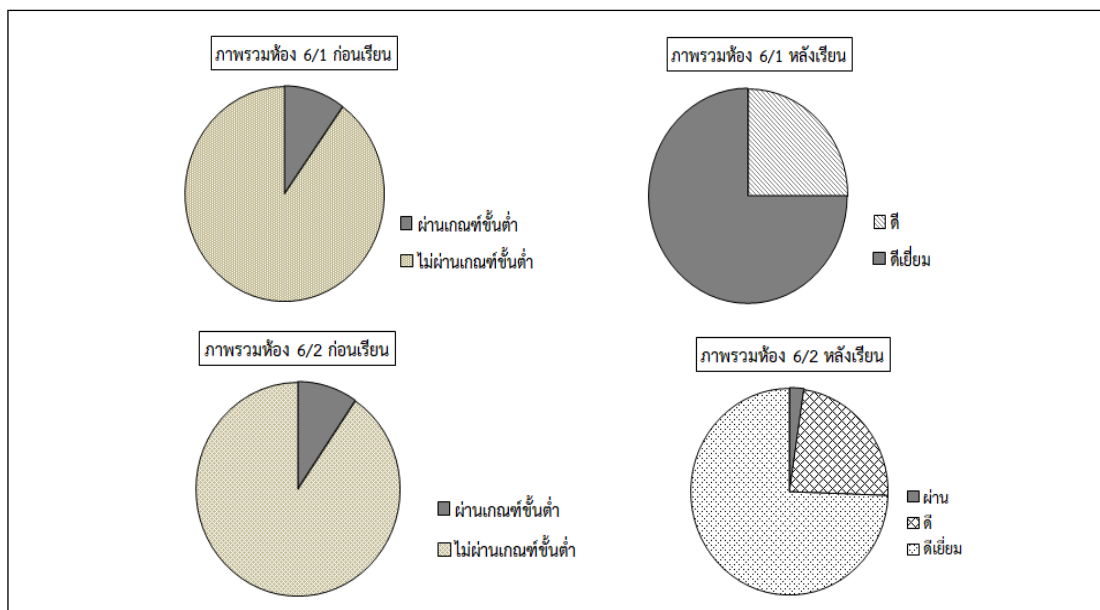
จากผลการศึกษาในข้อที่ผ่านมา ผู้วิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาตรฐาน จึงเป็นที่น่าสนใจว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้มากน้อยเพียงใด จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 27.67 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 40 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 83.08 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 30 คน และระดับดี 10 คน และจากการวิเคราะห์คะแนนสอบของนักเรียนห้อง 6/2 พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับห้อง 6/1 กล่าวคือ คะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 26.35 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 42 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81.96 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 32 คน ระดับดีมาก 10 คน (ภาพที่ 4.26)



ภาพที่ 4.24 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/1 เป็นรายบุคคล



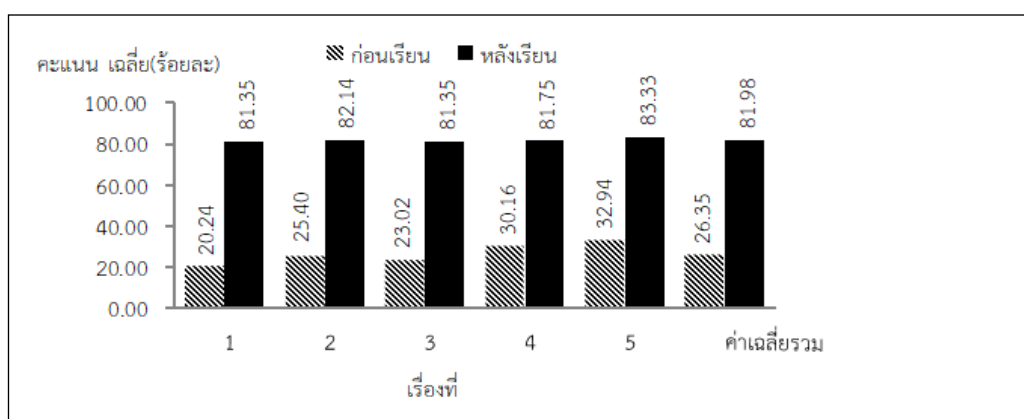
ภาพที่ 4.25 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้อง 6/2 เป็นรายบุคคล



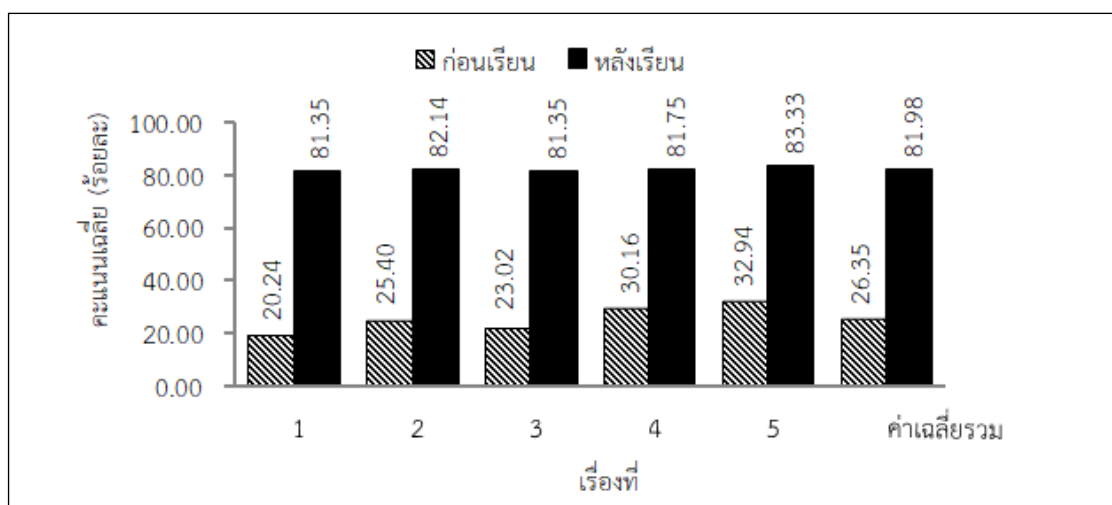
ภาพที่ 4.26 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้อง 6/1 และห้อง 6/2

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนห้อง 6/1 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 83.08) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 27.67) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) (ภาพที่ 4.28) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนห้อง 6/2 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 81.96) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 26.35) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) (ภาพที่ 4.27) สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองห้องเรียน

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายเรื่อง (ตารางที่ 4.16 และตารางที่ 4.17) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละเรื่องถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ โดยภาพรวมนักเรียนทั้งสองห้องตอบถูกมากกว่าร้อยละ 80 สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดการจำ การเข้าใจและการวิเคราะห์เกี่ยวกับเรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA โครงสร้าง DNA การสังเคราะห์ DNA การถอดรหัสพันธุกรรม และการสังเคราะห์โปรตีนได้เป็นอย่างดี จึงเป็นวิธีการที่น่าจะเหมาะสมในการนำไปใช้แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตามที่รายงานไว้ นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังคงมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม (Jamie A. S Kelso, 2011; Zedalis J.M, 2016) รายงานว่าการแปลรหัส เป็นหัวข้อที่นักเรียนมีความสับสนมากในการเรียนเรื่องการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม นอกจากนี้ยังพบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอื่น ๆ เช่น โครงสร้างและการทำงานของ RNA ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ 1) mRNA rRNA tRNA 2) มีความสับสนระหว่างโคดอนและแอนติโคดอน และ 3) ไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่าง DNA → RNA → amino acid (พอลิเพปไทด์) (Dikmenli, 2010; Nakthong et al., 2007; Ozcan et al., 2012) Smith (1991) กล่าวว่า ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับแก้ด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นครูจำเป็นต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับนักเรียนในบริบทของตนเอง



ภาพที่ 4.27 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนห้อง 6/1



ภาพที่ 4.28 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนห้อง 6/2

ตารางที่ 4.16 ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละเรื่องของการทดสอบ
ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	องค์ประกอบทางเคมีของ DNA	20.42	82.50	0.7801
2	โครงสร้าง DNA	27.50	82.92	0.7644
3	การสังเคราะห์ DNA	25.83	82.50	0.7640
4	การถอดรหัสพันธุกรรม	31.25	83.75	0.7636
5	การสังเคราะห์โปรตีน	33.33	83.75	0.7563

ตารางที่ 4.17 ความถี่ของนักเรียนห้อง 6/2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละเรื่องของการทดสอบ
ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	องค์ประกอบทางเคมีของ DNA	20.24	81.35	0.7662
2	โครงสร้าง DNA	25.40	82.14	0.7606
3	การสังเคราะห์ DNA	23.02	81.35	0.7577
4	การถอดรหัสพันธุกรรม	30.16	81.75	0.7386
5	การสังเคราะห์โปรตีน	32.94	83.33	0.7515

4.6.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม พบว่านักเรียนห้อง 6/1 และนักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.38 ± 0.48 และ 4.38 ± 0.50 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.18) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ผลเป็นดังนี้

ด้านการสอนของครู นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.43 ± 0.49 และ 4.40 ± 0.50) ข้อที่นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจที่สุด คือ ครูใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจ อธิบายการใช้สื่อชัดเจน (4.48 ± 0.50 และ 4.44 ± 0.50)

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.42 ± 0.49 และ 4.42 ± 0.48) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 มีความพึงพอใจที่สุด คือ สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น (4.53 ± 0.50) ส่วนข้อที่นักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจที่สุด คือ รู้สึกสนุกในกิจกรรมการเรียนการสอน (4.51 ± 0.47)

ด้านสื่อการเรียนการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.44 ± 0.63 และ 4.42 ± 0.63) ข้อที่นักเรียนห้อง 6/1 มีความพึงพอใจที่สุด คือ สื่อการสอนทำให้เรียนรู้ อย่างสนุกสนาน (4.50 ± 0.50) ส่วนข้อที่นักเรียนห้อง 6/2 มีความพึงพอใจที่สุด คือ สื่อการสอนใช้ง่ายทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้นและสื่อการสอนทำให้เรียนรู้ อย่างสนุกสนาน (4.47 ± 0.50)

ด้านการวัดผลประเมินผล นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.30 ± 0.48 และ 4.30 ± 0.52) ข้อที่นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจที่สุด คือ พอใจกับคะแนนที่ได้รับ (4.40 ± 0.49 และ 4.42 ± 0.49)

เมื่อพิจารณาข้อเสนอแนะของนักเรียนทั้งสองห้อง พบว่าสิ่งที่นักเรียนประทับใจ มีดังนี้ ชอบที่ได้ลงมือปฏิบัติ ภูมิใจในผลงานของตนเองและกลุ่มช่วยกันดี ชอบการเรียนรู้ที่มีสื่อให้เรียนรู้และข้อเสนอแนะคืออยากให้มียุทธศาสตร์การเรียนรู้แบบนี้

ตารางที่ 4.18 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารพันธุกรรม

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล
1. ด้านการสอนของครู						
1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจ ทำให้อยากเรียนรู้	4.45	0.50	มาก	4.44	0.49	มาก
1.2 ครูใช้คำถามในการเริ่มต้นหาคำตอบจากสิ่งที่เรียน	4.50	0.48	มาก	4.44	0.50	มาก
1.3 ครูใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจอธิบายการใช้สื่อชัดเจน	4.50	0.49	มาก	4.44	0.50	มาก
1.4 ครูเน้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4.42	0.49	มาก	4.33	0.53	มาก
1.5 ครูช่วยสรุปเนื้อหาให้ถูกต้องและให้กำลังใจเสมอ	4.43	0.49	มาก	4.38	0.49	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.46	0.49	มาก	4.40	0.50	มาก
2. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						
2.1 มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	4.47	0.50	มาก	4.44	0.50	มาก
2.2 รู้สึกสนุกเมื่อได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน	4.64	0.43	มากที่สุด	4.51	0.47	มากที่สุด
2.3 มีโอกาสตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น	4.42	0.49	มาก	4.39	0.49	มาก
2.4 เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	4.27	0.45	มาก	4.27	0.44	มาก
2.5 สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	4.52	0.50	มากที่สุด	4.49	0.50	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.46	0.47	มาก	4.42	0.48	มาก

ตารางที่ 4.18 ความพึงพอใจของนักเรียนห้อง 6/1 และห้อง 6/2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารพันธุกรรม (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
	ห้อง 6/1			ห้อง 6/2		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปล ผล
3. ด้านสื่อการเรียนการสอน						
3.1 สื่อการสอนจูงใจให้สนใจบทเรียน มากยิ่งขึ้น	4.46	0.49	มาก	4.43	0.49	มาก
3.2 ขอบสื่อการสอนที่ครูนำมาใช้ในการ เรียนการสอน	4.45	0.49	มาก	4.43	0.49	มาก
3.3 สื่อการสอนใช้ง่ายทำให้เข้าใจ เนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น	4.49	0.50	มาก	4.47	0.50	มาก
3.4 สื่อการสอนทำให้เรียนรู้อย่าง สนุกสนาน	4.45	0.49	มาก	4.47	0.49	มาก
3.5 สื่อการสอนใช้ให้เหมาะสมกับ เวลา	4.26	0.43	มาก	4.25	0.50	มาก
เฉลี่ย	4.42	0.48	มาก	4.41	0.49	มาก
4. ด้านการวัดผลประเมินผล						
4.1 ขอบที่ครูถามหรือให้แสดงความ คิดเห็น	4.35	0.48	มาก	4.32	0.51	มาก
4.2 พอใจกับคะแนนที่ได้รับ	4.43	0.49	มาก	4.42	0.49	มาก
4.3 ขอบที่ครูประเมินผลบ่อย ๆ	4.20	0.61	มาก	4.17	0.60	มาก
4.4 พอใจที่ได้ทราบความก้าวหน้าใน การเรียน	4.38	0.48	มาก	4.37	0.50	มาก
4.5 ขอบที่ครูให้คะแนนจากการ ประเมินผลหลายหลาย	4.17	0.51	มาก	4.19	0.48	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.30	0.52	มาก	4.30	0.52	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.41	0.49	มาก	4.38	0.50	มาก

4.6.4 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยโดยรวมสะท้อนให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสารพันธุกรรมโดยการ
สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สามารถ

พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสร้างความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

(1) กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน สนุกสนานกับการทำกิจกรรม เกิดทักษะกระบวนการในการทำงานเป็นกลุ่ม กล้าแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและรู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ได้เชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่ นักเรียนจึงมีความก้าวหน้าทางการเรียน เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรัชฎา ศิลมน์ (2552)

(2) การเรียนรู้โดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์นักเรียนมีโอกาสนำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น คิดวิเคราะห์และซักถาม แสดงเหตุผลโต้แย้งในคำอธิบายที่สร้างขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในงานของตนเอง (สุภาพร พรไตร, 2555; NRC, 2000; Proulx, 2004)

(3) การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบและเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ (NRC, 2000) ทำให้การเรียนรู้ที่มีความหมาย

(4) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นแนวทางที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดที่นำไปสู่การเกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้ (สุธีระ ประเสริฐสรรพ, 2555; McDonald, 2012)

(5) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมกระชับ มีการจัดลำดับการจัดการเรียนรู้ที่ดี และคำถามที่ใช้ในแบบทดสอบมีความเหมาะสม (วรวิทย์ ศรีโพธิ์ และสุภาพร พรไตร, 2557)

(6) กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย ใช้สื่อที่แปลกใหม่ ช่วยดึงดูดความสนใจ ทำให้นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหาของวิชาชีววิทยาที่เป็นนามธรรมให้เข้าใจเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น (เสาวลักษณ์ หล้าสิงห์, 2558) ได้แก่ กิจกรรมการค้นหาคำประกอบของ DNA การสร้างโครงสร้างจำลองของนิวคลีโอไทด์ การนำเรียงนิวคลีโอไทด์เป็นสายยาว กิจกรรมสร้างแบบจำลองโครงสร้าง DNA เกมการตอบคำถามเกี่ยวกับโครงสร้าง DNA กิจกรรมตัวต่อขั้นตอนการสังเคราะห์ DNA การถอดรหัสพันธุกรรม และการสังเคราะห์โปรตีน การแสดงบทบาทสมมติสังเคราะห์ DNA การถอดรหัสพันธุกรรม และการสังเคราะห์โปรตีนโดยผู้แสดงจะต้องทราบบทบาทหน้าที่ของสารตั้งต้นที่ตนเองได้รับบทบาทการแสดงนั้น การใช้วัสดุแทนสารตั้งต้นในการสังเคราะห์โปรตีน

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสร้างความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องสารพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปผล ตลอดจนมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผล

5.1.1 เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่ององค์ประกอบทางเคมีของ DNA มีลักษณะการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และให้ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของนักเรียน วิธีดำเนินกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 120 นาที ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (10 นาที) ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (40 นาที) ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (30 นาที) ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (20 นาที) และขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (20 นาที)

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน คือ 6/1 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.00/82.50 และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I) เท่ากับ 0.7801 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 78.01 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 20.42) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 82.50) และ 6/2 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 82.64/81.35 และค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7662 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.62 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 20.24) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 81.35) และนักเรียนทั้งสองห้องมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.43 ± 0.49 และ 4.32 ± 0.52 ตามลำดับ

5.1.2 เรื่องโครงสร้าง DNA

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องโครงสร้าง DNA มีลักษณะการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และให้ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของนักเรียน วิธีดำเนินกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 12 นาที ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที) ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (25 นาที) ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (60 นาที) ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (10 นาที) และขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (20 นาที)

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง 6/1 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.30/ 82.92 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7644 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.44 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูงทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 27.50) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 82.92) และห้อง 6/2 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.30/82.14 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7606 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.06 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับมาก ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 25.40) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 82.14) และนักเรียนทั้งสองห้องมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.38 ± 0.48 และ 4.38 ± 0.50 ตามลำดับ

5.1.3 เรื่องการสังเคราะห์ DNA

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ DNA มีลักษณะการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และให้ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของนักเรียน วิธีดำเนินกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 120 นาที ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที) ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (15 นาที) ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (15 นาที) ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (10 นาที) และขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (5 นาที)

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง 6/1 กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.20/82.50 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7640 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.40 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 25.83) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 82.50) และห้อง 6/2 กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.20/81.25 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7577 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 75.77 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 23.02) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 81.35) และนักเรียนทั้งสองห้องมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.44 ± 0.50 และ 4.31 ± 0.52 ตามลำดับ

5.1.4 เรื่องการถอดรหัสพันธุกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการถอดรหัสพันธุกรรม มีลักษณะการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และให้ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของนักเรียน วิธิดำเนินกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 120 นาทีประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที) ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (30 นาที) ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (20 นาที) ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (20 นาที) และขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (45 นาที)

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง 6/1 กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.60 /83.75 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7636 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.36 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 31.25) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 83.75) และห้อง 6/2 กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.60/81.75 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7386 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 72.68 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 30.16) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 81.75) และนักเรียนทั้งสองห้องมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.39 ± 0.51 และ 4.31 ± 0.52 ตามลำดับ

5.1.5 เรื่องการสังเคราะห์โปรตีน

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์โปรตีน มีลักษณะการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และให้ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของนักเรียน วิธีดำเนินกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 120 นาที ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (10 นาที) ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (50 นาที) ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (10 นาที) ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (20 นาที) และขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (30 นาที) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง 6/1 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่า ประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.00/ 83.75 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7563 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 75.63 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูงทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 33.33) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 83.75) และห้อง 6/2 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.00/83.33 และค่า ดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7515 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 75.15 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 32.94) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 83.33) และนักเรียนทั้งสองห้องมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.45 ± 0.63 และ 4.32 ± 0.64 ตามลำดับ

5.1.6 ภาพรวมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารพันธุกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสารพันธุกรรม ประกอบด้วยเนื้อหา 5 เรื่อง ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมีของ DNA โครงสร้าง DNA การสังเคราะห์ DNA การถอดรหัสพันธุกรรม การสังเคราะห์โปรตีน มีลักษณะการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และให้ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของนักเรียน วิธีดำเนินกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้รวมทั้งสิ้น 600 นาที ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง 6/1 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.42/83.08 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7657 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.57 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 27.67) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 83.08) และห้อง 6/2 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.31/81.98 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7549 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 75.49 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 26.35) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 81.96) และนักเรียนทั้งสองห้องมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.38 ± 0.48 และ 4.38 ± 0.50 ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 จากผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้เน้นกิจกรรมกลุ่มนักเรียนบางส่วนยังมีส่วนร่วมน้อยจึงควรมีการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนรายบุคคลเพิ่มเติม หรือปรับกิจกรรมจากกลุ่มใหญ่เป็นกลุ่มเล็กลง หรือกิจกรรมเพื่อนคู่คิด เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกิจกรรมมากขึ้น

5.2.2 ควรเพิ่มสื่อการเรียนรู้ ICT มัลติมีเดีย หรือเกมอื่น ๆ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน และให้มีความพึงพอใจมากที่สุด

5.2.3 กิจกรรมที่จัดการเรียนรู้ควรหลากหลาย ไม่ซ้ำ และใช้เวลาไม่นาน เนื่องจากใช้เวลานาน นักเรียนเกิดความเหนื่อย และควรเน้นให้นักเรียนคิดเอง นำเสนอเองมากยิ่งขึ้น

5.2.4 ควรนำเนื้อหาที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ต่ำเนื้อหาอื่น ๆ มาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาให้สูงขึ้นและส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยา

5.2.5 ควรมีการวัดความคงทนของการเรียนรู้หลังจากจัดการเรียนรู้ผ่านไปอย่างน้อย 15 วัน

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. **แนวการจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะดี เก่ง มีสุข.**
กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยทางการศึกษา, 2542.
- _____. **คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.**
กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ 2544.
- _____. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพมหานคร:
ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.
- _____. **ข้อเสนอปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง พ.ศ. 2552-2561.** กรุงเทพมหานคร:
พริกหวานกราฟฟิค, 2552.
- กาญจนา ข้าวจ้าว และสุธารทิพย์ เรืองประภาวุฒิ. “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี”, ใน **การประชุม
วิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 2.** น.336-371. เพชรบูรณ์:
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2558.
- กัญจนาภา สิ้นทนต์ศิริกุล. **การวิจัยเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลการเรียนประมวลสาระชุด
การวิจัยหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอน หน่วยที่ 14. นนทบุรี:**
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2540.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. **การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.**
กรุงเทพมหานคร: ศูนย์กลางดพร้าง, 2546.
- จรรยาธิษั กุลพวง. **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และ
เจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ด้วยการจัดการ
เรียนรู้รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
เชิงรุก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต:**
มหาวิทยาลัยบูรพา, 2558.
- ชนันธร อุดมศิลป์. **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง
การถ่ายทอดทางพันธุกรรมลักษณะทางพันธุกรรมโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต:**
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2559.
- ชัยยงค์ พรมวงศ์. “การทดลองประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน”, **วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์
วิจัย.** 5(1): 1-20; มีนาคม, 2556.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ณภาพร จันทรดวง, เทียมจันทร์ พาณิชน์ผลินไชย และชำนาญ ปาณางษ์. “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับรู้สัมผัสสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4”, **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์**. 12(3): 314-327; มิถุนายน, 2557.
- ทิตนา แคมมณี. **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- นุชศรา ชุมมินทร์ และสุภาพร พรไตร. “การยกระดับความสามารถการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์”, **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**. 5(2): 55-67; มกราคม-มีนาคม, 2557.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. “วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5Es”, **วารสารวิชาการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์**. 2(4): 1-9; ตุลาคม, 2550.
- บุญชม ศรีสะอาด. **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: สุริยาสาน, 2545.
- เบญจมาศ เกตุแก้ว. **การพัฒนาความคิดขั้นสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548.
- บุญศรี พรหมมาพันธ์ และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม. **แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในประมวลสาระชุดการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษาหน่วยที่ 5**. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2545.
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. “สมรรถภาพที่พึงประสงค์จากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์”, **วารสารสสวท**. 25(96): 16-19; กรกฎาคม-สิงหาคม, 2540.
- ปิยะนุช โอสาร. **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแสงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. การค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2555.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. **การเรียนการสอนที่เน้นเด็กเป็นสำคัญ แนวคิดวิธีการสอนและเทคนิคการสอน**. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์, 2544.
- _____. **พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว), 2545

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. **วิธีการทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.
- พวงทอง มีมั่งคั่ง. **การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาศึกษา, 2537.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. (2560) “เทคโนโลยีชีวภาพเบื้องต้น”, **โครงการพัฒนาศูนย์ความเป็นเลิศตามอัตลักษณ์ที่โดดเด่นของมหาวิทยาลัย**. <https://pantip.com/topic/36765353>. 2 กุมภาพันธ์, 2560.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. **การวัดผลและสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- รัชฎา ศิลมน์. **การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 69 (คลองหลวง) จังหวัดปทุมธานี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2552.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. **เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544**. กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิค, 2545.
- วารุณี อินทรบำรุง และอาภรณ์ อินเสมียน. “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลกลุ่มสารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น”, **วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์**. 6(17): 11-18; เมษายน, 2554.
- วรุดูมิ ศรีโพธิ์ และสุภาพร พรไตร. “การจำลองพันธุศาสตร์ของมังกร: กิจกรรมเพื่อการจัดการเรียนรู้การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม”, **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**. 5(2) 118-127; ตุลาคม, 2557.
- ศิริพรรณ ศรีวรรณวงษ์ และไพโรจน์ เต็มเตชาดิพงษ์. “ความเข้าใจโมเดลวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนโมเดล”, **วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา**. 4(พิเศษ): 26-32; ตุลาคม-ธันวาคม, 2553.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดการการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.
- สราวุธ สุธีรวงศ์. ผลการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสืบค้น วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถในไอทีต่างกัน. การค้นคว้าอิสระคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2554.
- สุชาดา พ่อไชยราช และสุภาพร พรไตร. “การยกระดับความสามารถการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาวิทยาศาสตร์”, วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 6(1): 46-56; สิงหาคม, 2558.
- สุธีระ ประเสริฐสรรพ. โครงการฐานวิจัย: กระบวนการเรียนรู้ใหม่ของการศึกษาไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2555.
- สุภาพร พรไตร. นวัตกรรมจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา. อุบลราชธานี: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.
- _____. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์”, วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 5(1): 11-20; พฤศจิกายน, 2557.
- สุริยัน แสงแก้ว. การศึกษาผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรู้แจ้งกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเวลาที่ใช้ในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2535.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 21 วิธีจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์, 2545.
- สมจิตร ผ่องเซ่ง, ดวงเดือน พิมสุวรรณ และนวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์. “ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหาวชิราวุธ จังหวัดสงขลา”, วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ. 7(1): 160-173; ธันวาคม, 2557.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สมนึก ภัททิยธนี. **การวัดผลการศึกษา**. มหาสารคาม: ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2544.
- _____. **การวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์, 2553.
- สมภาร เชื้ออ่อน. “ประสิทธิผลของรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มในการทดลองวิทยาศาสตร์”, *Verdian E-Journal SU*. 4(1): 645-651; กันยายน, 2554.
- สมหวัง พิธิยานุรัตน์. **รวมบทความทางการประเมินโครงการ**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- เสาวลักษณ์ หล้าสิงห์. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(5E) ด้วยสื่อประสม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 8(1): 1234-1255; กรกฎาคม, 2558.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. “การประเมินการเรียนรู้แบบใหม่โดยการใช้ผลสอบก่อนเรียนและหลังเรียน”, *วารสาร มฉก. วิชาการ*. 11(21): 86-94; กรกฎาคม-ธันวาคม, 2550.
- อุบลวรรณ เลี้ยวอุดมชัย. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่องยีนและโครโมโซมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสตอรี่ไลน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2558.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). **Science: a process Approach commentary for techers**. Warshington D.C.: AAAS, 1970.
- Anderson L.W. and et al. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision Of Bloom’s Taxonomy for Education Objectives (Complete edition)**. New York: Longman, 2001.
- Biological Science Curriculum Society (BSCS). **Teacher’guide BSCS biology: A Human approach**. Dubiqe IA: Kendell/Hunt publishing company, 1997.
- Bloom B. **Human Characteristic and School Learning**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1976.
- Clack D.C. and Mathis, P.M. “Modeling mitosis and meiosis: A problem-solving activity”, *The American Biology Teacher*. 62(3): 204-206; May, 2000.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Cornil et al. “The Role of Intermolecular Interactions on the Optical and Charge-Transfer Properties of Conjugated Polymers”, **Science Direct**. 101(1–3): 492-495; May, 2015.
- Dikmenli. “Misconceptions of cell division held by student teachers in biology”, **A drawing analysis Scientific Research and Essays**. 5(2): 235-247; January, 2010.
- Fabrick JA and Pei J. (2013). “Molecular and functional haracterization of multiple aquaporin water channel proteins”, **The western tarnished plant bug**. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24333473>. October 10, 2016.
- Jamie et al. “The Infobiotics Workbench: an integrated in silico modeling platform for Systems and Synthetic”, **Biology Bioinformatics**. 27(23): 3323-3324; July, 2011.
- Joseph E. and et al. “Using M&M's to Model Sanger's Dideoxy DNA Sequencing Method”, **The American Biology Teacher**. 78(6): 3323-3324; August, 2016.
- Kindfield A.C. “Confusing chromosome number and structure: A common student Erro”, **Journal of Biological Education**. 25(3): 193-200; January, 1991.
- Laura Paloma and Eduardo. “DNA Re-EvolutionN: A game for learning molecular genetics and evolution”, **Biochemistryl and Molecular Biology Education**. 41(6): 396-401; November-December, 2013.
- Mcdonald. “Teaching critical and analytical thinking in high school biology”, **The American Biology Teacher**. 74(3): 178-181; November, 2012.
- Mertens and Walker. “A paper and pencil strategy for teaching mitosis and meiosis: Diagnosing learning problems and predicting examination performance”. **The American Biology Teacher**. 54(10): 470-474; April, 1992.
- Michele et al. “Using Storyboarding to Model Gene Expression”, **The American Biology Teacher**. 77(6): 452-457; August, 2015.
- Nakthong U. and et al. “Student conceptions on cells and cell processes in grade 10”, **Kasetsart Journal (Social Sciences)**. 28(1): 1-10; July, 2007.

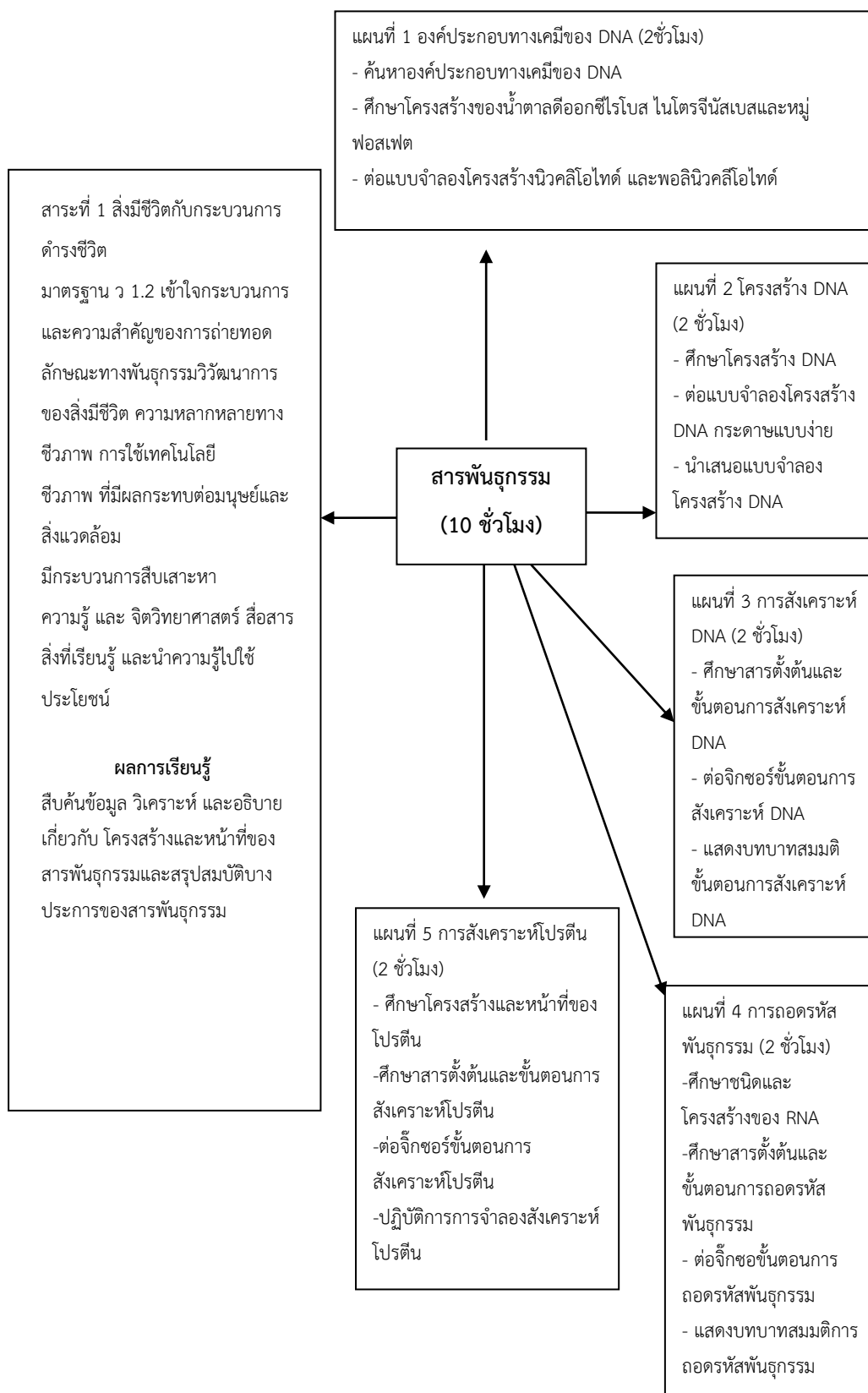
เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Nakthong U., Anuntasethakul T.A. and Yutakom N. “Student conceptions on cells and cell processes in grade 10”, **Kasetsart Journal (Social Sciences)**. 28(1): 1-10; August, 2007.
- National Research Council. **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning**. Washing D.C.: The National Academies Press, 2000.
- Newman W.J. and et al. “Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods”, **Journal of science teacher education**. 15(4): 257-279; July, 2004.
- Ozcan and et al. “Determining of the university freshmen students’ misconceptions and alternative conceptions about mitosis and meiosis”, **Procedia**. 46(15): 3677-3680; November, 2012.
- Proxulx G. “Intergrating scientific method and critical thinking in classroom debates on environmental issue”, **The American Biology Teacher**. 66(1): 26-33; December, 2014.
- Proulx G. “Integrating scientific method and critical thinking in classroom debates on environment issues”, **The American Biology Teacher**. 66(1): 26-33; February, 2004.
- Richey R. **The Theoretical and Conceptual Bases of Instructional Design**. London: Kogan Page, 1986.
- Smith. “Teaching cell division: Student difficulties and teaching recommendations”, **Journal of College Science Teaching**. 21(1): 28-33; November, 1991.
- Takemura and Kurabayashi. “Using analogy role-play activity in an undergraduate biology classroom to show central dogma revision”, **Biochemistry and Molecular Biology Education**. 42(4): 351-356; July-August, 2014.
- Yosi R. and et.al. “Understanding molecular genetics through a drawing-based activity”, **Journal of Biological Education**. 20(5): 174-178; March, 2005
- Zedalis, J.M. (2012). “AP Biology Course Planning and Pacing Guide 4”, **Protein**. <http://www.apcentral.collegeboard.org>. 11 October, 2016.

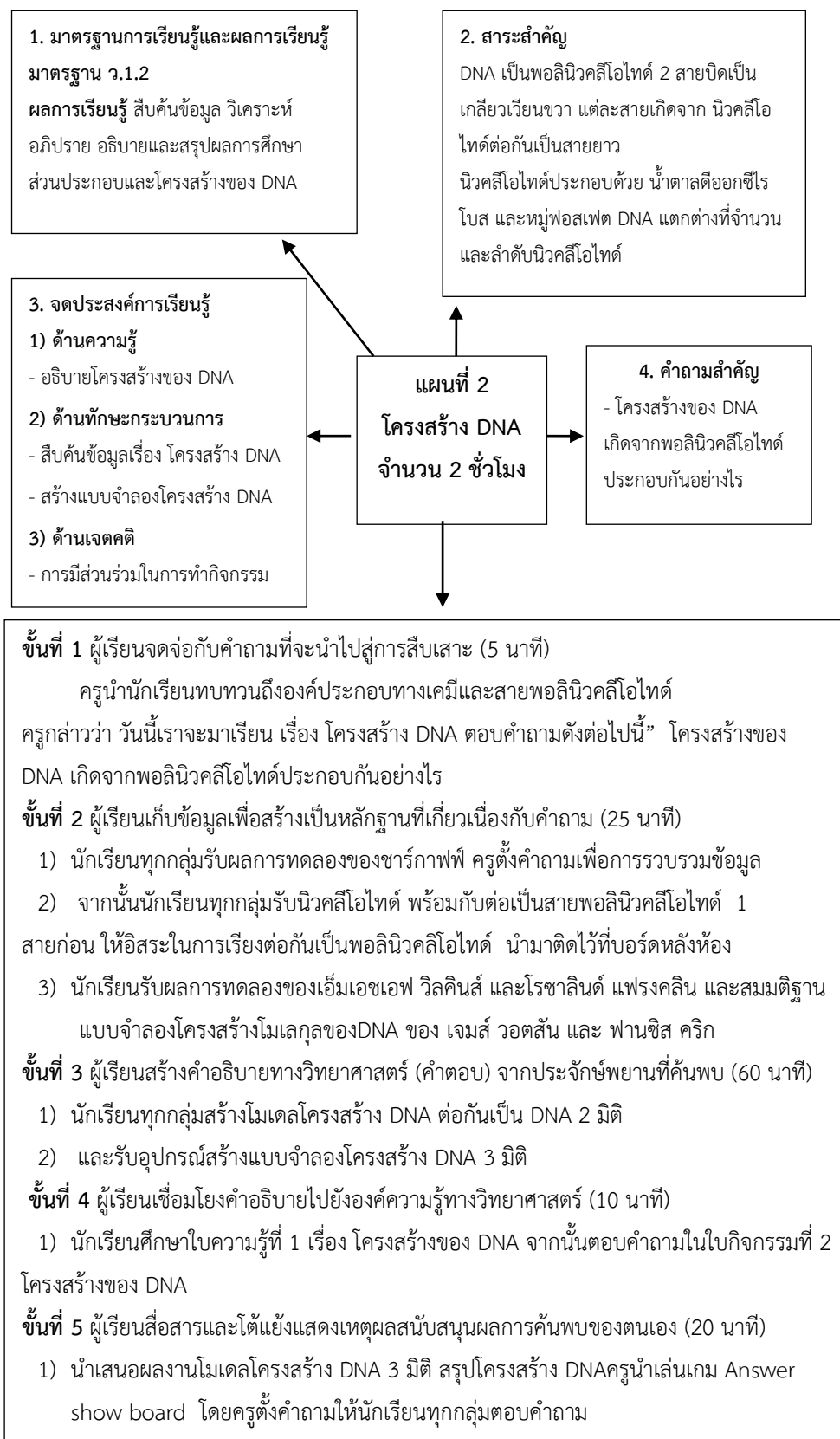
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แผนผังความคิดสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน



ภาพที่ ก.1 แผนผังความคิด สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน



ภาพที่ ก.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องโครงสร้าง DNA

ภาคผนวก ข
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบค่าดัชนีสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ ได้แก่

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภาพร พรไตร อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
2. นางสาวยุพาพรรณ วรรณสาย ครู โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช
วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาชีววิทยา
วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา
3. นางสาวนิตยา ใจตรง ครู โรงเรียนมัธยมตระการพืชผล
วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผล

ภาคผนวก ค

ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ ค.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC)

แผนที่	เรื่อง	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	องค์ประกอบทางเคมีของ DNA	+1	+1	+1	1.00
2	โครงสร้าง DNA	+1	+1	+1	1.00
3	การสังเคราะห์ DNA	+1	+1	+1	1.00
4	การถอดรหัสพันธุกรรม	+1	+1	+1	1.00
5	การสังเคราะห์โปรตีน	+1	+1	+1	1.00

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาชีววิทยา 5 รหัส ว 33245

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 1/2560

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารพันธุกรรม

เรื่อง โครงสร้างของ DNA

เวลา 2 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับสมบัติของสารพันธุกรรม

2. สาระสำคัญ

โครงสร้างของ DNA มีลักษณะเป็นเกลียว (Helix) และประกอบด้วยสารพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย และเกลียวแต่ละรอบจะมีระยะห่างเท่ากัน ระหว่าง 2 สาย เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างคู่เบส

3. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

อธิบายโครงสร้างของ DNA

3.2 ด้านทักษะกระบวนการ

- 1) สืบค้นข้อมูลเรื่อง โครงสร้าง DNA
- 2) สร้างแบบจำลองโครงสร้าง DNA

3.3 ด้านเจตคติ

การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

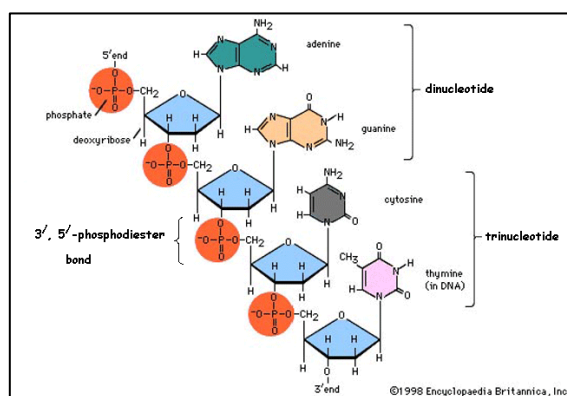
4. สาระการเรียนรู้

ระหว่างปี พ.ศ. 2493–2495 เอ็ม.เอช.เอฟ.วิลคินส์ (M.H.F Wilkins) และโรซาลิน แฟรงคลิน (Rosalin Franklin) นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ศึกษาคลี DNA บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคการหักเหของรังสีเอกซ์ หรือเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชัน (X-ray diffraction) พบว่า โครงสร้างของ DNA มีลักษณะเป็นเกลียว (Helix) และประกอบด้วยสารพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายและเกลียวแต่ละรอบจะมีระยะห่างเท่ากัน ระหว่าง 2 สาย ต่อมา พ.ศ. 2496 เจมส์ ดี. วอตสัน (Jame D. Wasson) และฟรานซิส คริก (Francis Crick) ได้คิดค้นโครงสร้างของ DNA โดยการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยหลายๆ ทางเข้าด้วยกัน ซึ่งโครงสร้างของ DNA ที่เสนอโดยวอตสันและคริกเป็นที่ยอมรับต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

DNA เป็นสารพันธุกรรมที่พบเป็นส่วนใหญ่ในสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้างดังนี้

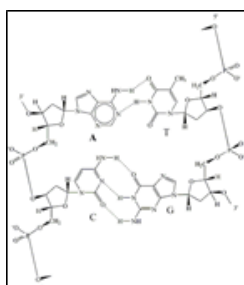
4.1 DNA เป็นพอลิเมอร์ ประกอบขึ้นจากหน่วยย่อย เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ โดยแต่ละนิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วยน้ำตาลดีออกซีไรโบส เบสชนิดใดชนิดหนึ่งใน 4 ชนิดคือเบสอะดีนีน (A) กวานีน (G) ไซโทซีน (C) หรือไทมีน (T) และกรอฟอสเฟอริกชนิดละ 1 โมเลกุลโดยนิวคลีโอไทด์แต่ละหน่วยจะมีหมู่ฟอสเฟตกับคาร์บอนตำแหน่ง 5 ของน้ำตาลและมีเบสเชื่อมกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของน้ำตาล

4.2 แต่ละนิวคลีโอไทด์เชื่อมต่อกันเป็นสายยาว โดยมีการสร้างพันธะระหว่างหมู่ฟอสเฟตของนิวคลีโอไทด์หนึ่งกับน้ำตาลของนิวคลีโอไทด์อีกหนึ่งที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3' (ไพรม) เกิดเป็นพอลิเมอร์สายยาวเรียกว่า พอลิ นิวคลีโอไทด์ ซึ่งมีปลายด้านหนึ่งเป็นคาร์บอนตำแหน่งที่ 5' ของน้ำตาล จับกับหมู่ฟอสเฟตและอีกปลายหนึ่งกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 3' ซึ่งมีหมู่ OH ของน้ำตาล ดังภาพ

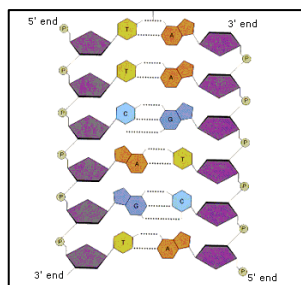


ที่มา: <http://science.srru.ac.th/org/sci-elearning/courseonline/4022503/chapter6-poly1.htm>

4.3 DNA โมเลกุลหนึ่งประกอบขึ้นจากพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย โดยสายทั้งสองนี้ยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน(Hydrogen bond) ระหว่างคู่เบส A กับ T ด้วยพันธะไฮโดรเจน 2 พันธะ (Two H-bond) และ C กับ G ด้วยพันธะไฮโดรเจน 3 พันธะ (Three H-bond)



ก



ข

ภาพ ก ที่มา: <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/biomolecule>

ภาพ ข ที่มา: <http://www.thaibiotech.info/structure-of-dna.php>

5. คำถามสำคัญ

โครงสร้างของ DNA เกิดจากพอลินิวคลีโอไทด์ประกอบกันอย่างไร

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที)

ครูนำนักเรียนทบทวนถึงองค์ประกอบทางเคมีและสายพอลินิวคลีโอไทด์ ที่ได้เรียนไปในชั่วโมงที่แล้ว ครูถามนักเรียนว่า พอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย จะสามารถจับกันเป็นโครงสร้าง DNA ได้อย่างไร ครูกล่าวว่า วันนี้เราจะมาเรียน เรื่อง โครงสร้าง DNA ตอบคำถามดังต่อไปนี้” (ครูเขียนคำถามไว้บนกระดานว่า)

โครงสร้างของ DNA เกิดจากพอลินิวคลีโอไทด์ประกอบกันอย่างไร

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (25 นาที)

- 1) นักเรียนทุกกลุ่มรับผลการทดลองของชาร์กาฟฟ์
- 2) ครูตั้งคำถามเพื่อการรวบรวมข้อมูลดังนี้
 - 2.1) ชาร์กาฟฟ์ค้นพบว่า DNA สิ่งมีชีวิตทุกชนิด พบเบสชนิดใดเหมือนกันบ้าง
 - 2.2) เบสที่พบนั้น คู่ใดบ้างที่มีปริมาณเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน
 - 2.3) ดังนั้นการจับคู่กันของพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย น่าจับกันระหว่างคู่เบสไซท์หรือไม
 - 2.4) นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่ามีกี่คู่เบส ชนิดใดเป็นคู่เบสกันบ้าง ?
- 3) จากนั้นนักเรียนทุกกลุ่มรับนิวคลีโอไทด์ พร้อมกับต่อเป็นสายพอลินิวคลีโอไทด์ 1 สายก่อน ให้อิสระในการเรียงต่อกันเป็นพอลินิวคลีโอไทด์ จากนั้นนำมาติดไว้ที่บอร์ดหลังห้อง
- 4) จากนั้นนักเรียนรับผลการทดลองของเอ็มเอชเอฟ วิลคินส์ และโรซาลินด์ แฟรงคลิน และสมมติฐานแบบจำลองโครงสร้างโมเลกุลของ DNA ของ เจมส์ วอตสันและฟรานซิส คริก ครูถามเพื่อการรวบรวมข้อมูล
 - 4.1) วิลคินส์และแฟรงคลินเอกซเรย์ผ่านผลึก DNA เกิดการหักเหของรังสีเอกซ์เกิดภาพบนแผ่นฟิล์มอย่างไร
 - 4.2) สรุปเกี่ยวกับโครงสร้างทางกายภาพของ DNA จากผลการทดลองของวิลคินส์และแฟรงคลิน ได้ว่า
 - 4.3) วอตสันและคริกพบว่า การทดลองของชาร์กาฟฟ์พบว่าคู่เบสจับกันด้วยพันธะชนิดใด
 - 4.4) พันธะชนิดดังกล่าวมีจำนวน กี่พันธะ

4.5) วาดเส้นและครีกร วิเคราะห์ผลการทดลองของวิลคินส์และแฟรงคลินและชาร์กาฟฟ์ สร้างแบบจำลอง DNA ประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์ก่สาย เรียงตัวอย่างไร

4.6) ปลาย 3 ไพรม์ของพอลินิวคลีโอไทด์สายหนึ่ง จับกับปลาย 5 ไพรม์ ของอีกพอลินิวคลีโอไทด์สายหนึ่ง

4.7) โดยแต่ละสายจับกับตรงไหน ด้วยพันธะอะไร

4.8) โครงสร้าง DNA บิดเกลียวคู่หรือไม่ เวียนไปทางใด

4.9) ระยะห่างระหว่างนิวคลีโอไทด์ในสายพอลินิวคลีโอไทด์ห่างกันเท่าใด

4.10) ระยะห่างระหว่างพอลินิวคลีโอไทด์สองสายห่างกันมากที่สุดเท่าใด

4.11) เกลียว 1 รอบ ระยะห่างเท่าใด

4.12) เกลียว 1 รอบ พอลินิวคลีโอไทด์แต่ละสาย ประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ที่

โมเลกุล

ขั้นที่ 3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (60 นาที)

1) นักเรียนทุกกลุ่มสร้างโมเดลโครงสร้าง DNA ต่อกันเป็น DNA 2 มิติ

2) และรับอุปกรณ์สร้างแบบจำลองโครงสร้าง DNA 3 มิติจากแผ่นใส

ขั้นที่ 4 ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (10 นาที)

1) ครูแจกใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของ DNA

2) นักเรียนทุกกลุ่ม ศึกษาโครงสร้าง DNA จากนั้นตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2

โครงสร้างของ DNA

3) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุป โครงสร้างของ DNA เกิดจากพอลินิวคลีโอไทด์ ประกอบกันอย่างไร

ขั้นที่ 5 ผู้เรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (20 นาที)

1) นำเสนอผลงานโมเดลโครงสร้าง DNA 3 มิติ สรุปโครงสร้าง DNA

2) ครูนำเล่นเกม Answer show board โดยครูตั้งคำถามให้นักเรียนทุกกลุ่มตอบคำถามโดยการเขียนลงในไวท์บอร์ดที่ครูเตรียมให้ การตอบให้พูดพร้อมทั้งยกบอร์ดขึ้น

3) ครูประกาศคะแนน นักเรียนร่วมชื่นชมงานของกลุ่มตนเองและเพื่อน

7. การวัด และการประเมินผลการเรียนรู้

หลักฐานการเรียนรู้ วิธีการและเครื่องมือ

เกณฑ์การผ่านร้อยละ 70

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้	เครื่องมือวัดและวิธีการ
1) ด้านความรู้ - อธิบายโครงสร้างของ DNA - สืบค้นข้อมูลเรื่อง โครงสร้าง DNA	1) ด้านความรู้ - ใบกิจกรรมที่ 1 โครงสร้างของ DNA	1) ใบกิจกรรมที่ 1 - การตอบคำถาม
2) ด้านทักษะกระบวนการ - สร้างแบบจำลองโครงสร้าง DNA	2) ด้านทักษะกระบวนการ - โมเดลโครงสร้าง DNA	- การนำเสนอโมเดล DNA
3) ด้านเจตคติ - มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	3) ด้านเจตคติ - พฤติกรรมที่แสดงถึงการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	3) พฤติกรรม - แบบสังเกตพฤติกรรมวัดการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

8. สื่อการเรียนรู้

8.1 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของ DNA

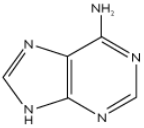
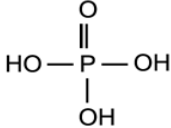
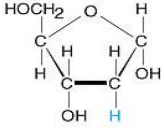
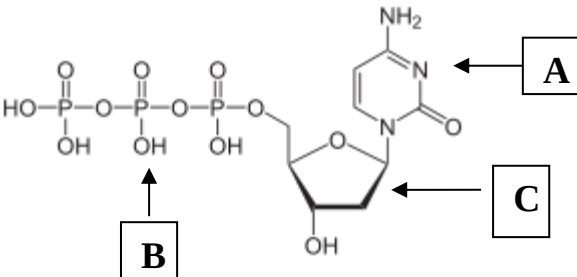
8.2 แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

8.3 วัสดุอุปกรณ์โมเดล DNA

8.4 บอร์ดตอบคำถาม

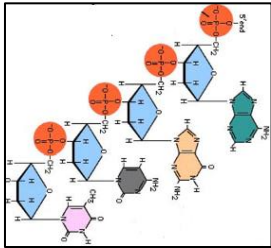
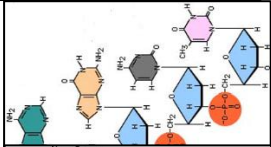
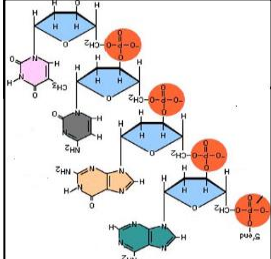
ภาคผนวก จ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ที่ได้จากการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบทดสอบก่อนเรียน-หลัง เรื่อง สารพันธุกรรม	ผู้เชี่ยวชาญ			Σ	IO C
		1	2	3		
อธิบาย องค์ประกอบ ทางเคมี ของ ดีเอ็นเอได้	1. A B และ C หมายถึงสิ่งใดตามลำดับ (ความจำ)  A  B  C 1. น้ำตาลไรโบส หมู่ฟอสเฟต ไนโตรจีนัสเบส 2. ไนโตรจีนัสเบส หมู่ฟอสเฟต น้ำตาลไรโบส <u>3</u> ไนโตรจีนัสเบส . หมู่ฟอสเฟต น้ำตาลดีออกซีไรโบส 4. น้ำตาลดีออกซีไรโบส หมู่ฟอสเฟต ไนโตรจีนัสเบส	+	+	+	+	1
	2. จากข้อ 1 ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับภาพ A (ความจำ) <u>1.</u> จัดอยู่ในกลุ่มพิวรีน 2. จัดอยู่ในกลุ่มไพริมิดีน 3. ประกอบด้วยคาร์บอน (C) 6 อะตอม 4. ไม่มีไฮโดรเจน (H) ตรงคาร์บอน (C) ตำแหน่งที่ 5	+	+	+	+	1
	3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับโครงสร้างในภาพ (ความเข้าใจ)  1. นิวคลีโอไทด์ : เบสไพริมิดีนต่อกับน้ำตาลตรงคาร์บอนตำแหน่งที่ 5 <u>2.</u> นิวคลีโอไทด์ : เบสไพวรีนต่อกับน้ำตาลตรงคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 3. นิวคลีโอไซด์ : เบสไพริมิดีนต่อกับน้ำตาลตรงคาร์บอนตำแหน่งที่ 5	+	+	+	+	1

	4. นิวคลีโอไซด์ : เบสไพโรซีนต่อกับน้ำตาลตรงคาร์บอนตำแหน่งที่ 1					
--	--	--	--	--	--	--

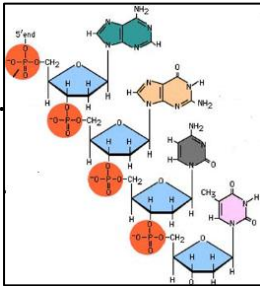
ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ที่ได้จากการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง สารพันธุกรรม	ผู้เชี่ยวชาญ			Σ	IOC
		1	2	3		
อธิบายการเรียนรู้ต่อสายพอลินิวคลีโอไทด์	4. จากภาพโครงสร้างในข้อ 3 ถ้านำมาต่อเป็นสายยาวจะต้องสร้างพันธะชนิดใด (ความเข้าใจ) 1. พันธะเอสเทอร์ 2. พันธะไฮโดรเจน 3. พันธะไกลโคซิดิก 4. พันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์	+1	+1	+1	+3	1
	5. พันธะในข้อ 4 เกิดระหว่างสารคู่ใด (ความเข้าใจ) 1. หมู่ฟอสเฟต กับ ไนโตรจีนัสเบส 2. หมู่ฟอสเฟต กับ น้ำตาล 3. น้ำตาล กับ น้ำตาล 4. ไนโตรจีนัสเบส กับ ไนโตรจีนัสเบส	+1	+1	+1	+3	1
	6. ข้อใดแสดงสายพอลินิวคลีโอไทด์ที่มีทิศ 3' และ 5' จากซ้ายไปขวาได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ)  1.  2.  3.	+1	+1	+1	+3	1

--	--	--	--	--	--	--

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ที่ได้จากการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง สารพันธุกรรม	ผู้เชี่ยวชาญ			Σ	IOC
		1	2	3		
	4. 					
อธิบายโครงสร้างของ DNA	7. ในหลอดทดลองหลอดหนึ่งมีดีเอ็นเอที่อยู่ในสภาพธรรมชาติจำนวน 60 โมเลกุล ถ้าทำให้ดีเอ็นเอเหล่านี้เกิดการคลายเกลียว จะตรวจพบสายพอลินิวคลีโอไทด์ทั้งหมดเท่าใด (การวิเคราะห์) 1. 40 สาย 2. 80 สาย <u>3. 120 สาย</u> 4. 160 สาย	+1	+1	+1	+3	1
	8. จากข้อ 7 ปริมาณของพันธะชนิดใดจะมีจำนวนลดลงอย่างมากเมื่อดีเอ็นเอเกิดการคลายเกลียว (ความเข้าใจ) 1. พันธะเอสเทอร์ <u>2. พันธะไฮโดรเจน</u> 3. พันธะไกลโคซิดิก 4. พันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์	+1	+1	+1	+3	1

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ที่ได้จากการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบทดสอบก่อนเรียน-หลัง เรื่อง สารพันธุกรรม	ผู้เชี่ยวชาญ			Σ	IOC
		1	2	3		
	9. จากข้อ 8 พันธะชนิดดังกล่าวจะมีจำนวนเท่าใด ถ้าพอลินิวคลีโอไทด์ที่เป็นองค์ประกอบของดีเอ็นเอมีลักษณะดังภาพ (การวิเคราะห์) 3' ATCGAAACGCTATGGG 5' 1. 16 พันธะ 2. 32 พันธะ <u>3. 40 พันธะ</u> 4. 80 พันธะ	+1	+1	+1	+3	1
	10. จากภาพด้านล่าง พอลินิวคลีโอไทด์สายใดที่สามารถจับคู่เกิดเป็นดีเอ็นเอได้ (การวิเคราะห์) ก. 3'ATCGAAACGCTATGGG5' ข. 5'TAGCTTTGCGATACCC3' ค. 5'ATCGAAACGCTATGGG3' ง. 3'CGATCCCATAGCGTTT5' <u>1. ก และ ข</u> 2. ข และ ค 3. ค และ ง 4. ง และ ก	+1	+1	+1	+3	1
	11. จากข้อ 10 ดีเอ็นเอโมเลกุลดังกล่าวจะมีความยาวประมาณเท่าใด (การวิเคราะห์) <u>1. 51.0 อังสตรอม</u> 2. 54.4 อังสตรอม 3. 57.6 อังสตรอม 4. 59.0 อังสตรอม	+1	+1	+1	+3	1

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ที่ได้จากการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ต่อ)

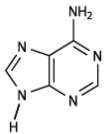
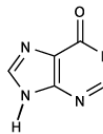
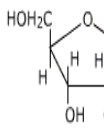
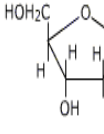
จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง สารพันธุกรรม	ผู้เชี่ยวชาญ			Σ	IOC
		1	2	3		
	12. จากข้อ 10 ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับดีเอ็นเอโมเลกุลดังกล่าว (ความเข้าใจ) 1. ปลายแต่ละด้านเป็น 3' และ 5' 2. มีความกว้างประมาณ 20 อังสตรอม 3. บิดเป็นเกลียวเวียนขวา ประมาณ 1.5 รอบ 4. พันธะระหว่างน้ำตาลช่วยให้ดีเอ็นเอบิดเป็นเกลียว	+	+	+	+	1
อธิบายและสรุปกระบวนการจำลอง DNA (DNA Replication)	13. สิ่งที่เป็นในการสังเคราะห์ DNA มีอะไรบ้าง ก. DNA แม่แบบ ข. เอนไซม์เฮลิเคส ค. เอนไซม์ DNA พอลิเมอเรส ง. เอนไซม์ไลเกส จ. ไรโบโซม ฉ. RNA ช. นิวคลีโอไทด์อิสระ	+	+	+	+	1
	1. ก ข ค ง และ ช 2. ก ข ค ง และ จ 3. ก ข ค ง จ และ ฉ 4. ก ข ค ง จ ฉ และ ช (ความจำ)	1	1	1	3	
	14. เอนไซม์ชนิดใดทำหน้าที่สลายพันธะระหว่างคู่เบส (ความจำ) 1. เฮลิเคส 2. DNA พอลิเมอเรส 3. เอนไซม์ไลเกส 4. ถูกทุกข้อ	+	+	+	+	1
	15. ข้อใด เป็นการสังเคราะห์ DNA สายลิดดิง แอสตรนด์ (ความเข้าใจ) 1. มีทิศทางการสังเคราะห์ทิศเดียวกันกับการสลายพันธะ 2. มีทิศทางการสังเคราะห์สลับทิศทางกันกับการสลายพันธะ 3. เกิดจากการสังเคราะห์สายสั้นๆเรียงต่อเป็นสายยาว 4. มีทิศทางการสังเคราะห์จากปลาย 3' ไป 5'	+	+	+	+	1

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ที่ได้จากการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง สารพันธุกรรม	ผู้เชี่ยวชาญ			Σ	IOC
		1	2	3		
	16. กำหนดให้ 5□ TACTAAAAACGCGGCTCA 3□ จงบอกลำดับเบสของ DNA อีกสาย (ความเข้าใจ) 1. 5□ TACTAAAAACGCGGCTCA 3□ 2. 5□ ATGATTTTTGCGCCGAGT 3□ 3. 3□ TACTAAAAACGCGGCTCA 5□ 4. 3□ ATGATTTTTGCGCCGAGT 5□	+1	+1	+1	+3	1
	17. กำหนดลำดับเบสพอลินิวคลีโอไทด์สายหนึ่ง ATG❶TTA❷ CGCCGCGGC พบว่าหมู่ฟอสเฟสนิวคลีโอไทด์แรกอยู่ปลายสุด อีกหนึ่งสายเป็น ...ACG...GGGGCGCCG จงบอกปลายและลำดับเบสหมายเลข ❶ และ ❷ ตามลำดับ (วิเคราะห์) 1. 3□ ATG TCC TTA CCC.....5□ ❶ ❷ 2. 5□ ATG TCC TTA CCC.....3□ ❶ ❷ 3. 5□ ATG ACG TTA GGG.....3□ ❶ ❷ 4. 3□ ATG ACG TTA GGG.....3□ ❶ ❷	+1	+1	+1	+3	1

	18. คีเอ็นเอควบคุมลักษณะพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้อย่างไร (ความเข้าใจ) 1. DNA ออกจากนิวเคลียสควบคุมโดยตรง 2. ส่งนิวคลีโอไทด์ออกจากนิวเคลียสมาควบคุม 3. ควบคุมการแบ่งเซลล์โดยตรง 4. DNA ส่งรหัสพันธุกรรมออกจากนิวเคลียส ควบคุมการ สังเคราะห์โปรตีน	+1	+1	+1	+3	1
--	---	----	----	----	----	---

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ที่ได้จากการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง สารพันธุกรรม	ผู้เชี่ยวชาญ			Σ	IO C
		1	2	3		
สรุปบทบาทของ RNA พอลิเมอเรส ในการสังเคราะห์ mRNA	19. เอนไซม์ชนิดใดทำหน้าที่ในกระบวนการถอดรหัสพันธุกรรม(Transcription) (ความจำ) 1. เอนไซม์ไลเกส 2. เอนไซม์เฮล릭ส 3. เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส <u>4. เอนไซม์อาร์เอ็นเอพอลิเมอเรส</u>	+	+	+	+	1
1	1	1	1	3		
ระบุสารตั้งต้นและขั้นตอนการสังเคราะห์ RNA	20. ถ้านำผลผลิตจากการถอดรหัสมาวิเคราะห์ทางเคมี จะไม่พบสารในภาพใด(ความเข้าใจ)  A  B  C  D 1. A 2. B 3. C <u>4. D</u>	+	+	+	+	1
1	1	1	1	3		
	21. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับผลลัพธ์ของกระบวนการถอดรหัส (ความจำ) 1. ได้ tRNA ที่จะนำรหัสพันธุกรรมไปยังไรโบโซม 2. ได้ tRNA ที่จะประกอบประกอบของไรโบโซม <u>3. ได้ mRNA ที่จะนำรหัสพันธุกรรมไปยังไรโบโซม</u> 4. ได้ rRNA ที่จะประกอบประกอบของไรโบโซม	+	+	+	+	1
1	1	1	1	3		
วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บน mRNA ที่ได้จาก DNA template	22. กำหนดให้ DNA ที่ไม่ใช่สายแม่แบบมีลำดับเบสดังภาพ ข้อใดคือดีเอ็นเอแม่แบบสำหรับกระบวนการถอดรหัสของดีเอ็นเอช่วงนี้ (การสังเคราะห์) 5' ATGAAACCTGGT TAG 3' <u>1. 3' TACTTTGGACCAATC 5'</u> 2. 3' CGTCCCAAGTTGGCT 5' 3. 5' TACTTTGGACCAATC 3' 4. 5' CGTCCCAAGTTGGCT 3'	+	+	+	+	1
1	1	1	1	3		

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ที่ได้จากการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบทดสอบก่อนเรียน-หลัง เรื่อง สารพันธุกรรม	ผู้เชี่ยวชาญ			Σ	IO C
		1	2	3		
แปลรหัส จากโคดอน ที่กำหนดให้ ได้อธิบาย เกี่ยวกับ สายพอลิ เพปไทด์	27. จากลำดับนิวคลีโอไทด์ที่กำหนดให้ ในกระบวนการแปลรหัสต้องใช้กรดอะมิโนจำนวนเท่าใด (การวิเคราะห์) 3'CUCAUGAAACCGUAGGU A 5' 1. 7 ตัว 2. 6 ตัว 3. 5 ตัว 4. 4 ตัว	+ 1	+ 1	+ 1	+ 3	1
	28. จากข้อ 27 กรดอะมิโนเหล่านั้นเชื่อมกันเป็นสายขาวด้วยพันธะชนิดใด และมีจำนวนเท่าใด (ความเข้าใจ) 1. พันธะเพปไทด์ จำนวน 3 พันธะ 2. พันธะเพปไทด์ จำนวน 4 พันธะ 3. พันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ จำนวน 5 พันธะ 4. พันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ จำนวน 6 พันธะ	+ 1	+ 1	+ 1	+ 3	1
	29. ลำดับรหัสพันธุกรรมใดที่เมื่อเกิดกระบวนการแปลรหัสแล้วจะให้ลำดับกรดอะมิโนเหมือนกัน (ความเข้าใจ) ก. AUGUUUCUUAUUGUU ข. AUGUUACUCAUCGCU ค. AUGUCCUGAUAGUA ง. AUGUUGCCUAUUGGU 1. ก และ ค 2. ข และ ค 3. ก และ ข 4. ข และ ง	+ 1	+ 1	+ 1	+ 3	1

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ที่ได้จากการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบก่อนเรียน-หลัง เรื่อง สารพันธุกรรม	ผู้เชี่ยวชาญ			Σ	IOC																														
		1	2	3																																
บอกโคดอนแอนติโคดอนจากกรดอะมิโนที่กำหนดให้	30. เพปไทด์สายหนึ่งมีลำดับกรดอะมิโนเป็น Met-Leu-Pro-Arg-Thr รหัสพันธุกรรมที่กำหนดลำดับกรดอะมิโนเหล่านี้คือข้อใด (การวิเคราะห์) <table><tr><th></th><th>U</th><th>C</th><th>A</th><th>G</th><th></th></tr><tr><td>U</td><td>UUU } Phe UUC UUA } Leu UUG</td><td>UCU } UCC } Ser UCA UCG</td><td>UAU } Tyr UAC UAA } Stop UAG } Stop</td><td>UGU } Cys UGC UGA } Stop UGG } Trp</td><td>U C A G</td></tr><tr><td>C</td><td>CUU } CUC } Leu CUA CUG</td><td>CCU } CCC } Pro CCA CCG</td><td>CAU } His CAC CAA } Gln CAG</td><td>CGU } CGC } Arg CGA CGG</td><td>U C A G</td></tr><tr><td>A</td><td>AUU } AUC } Ile AUA AUG</td><td>ACU } ACC } Thr ACA ACG</td><td>AAU } Asn AAC AAA } Lys AAG</td><td>AGU } Ser AGC AGA } Arg AGG</td><td>U C A G</td></tr><tr><td>G</td><td>GUU } GUC } Val GUA GUG</td><td>GCU } GCC } Ala GCA GCG</td><td>GAU } Asp GAC GAA } Glu GAG</td><td>GGU } GGC } Gly GGA GGG</td><td>U C A G</td></tr></table> 1. 3' AUGCUUCCUCGUACG 5' 2. 3' ACACGCCCCUGAUG 5' 3. 5' AUGCUUCCUCGUACG 3' 4. 5' ACACGCCCCUGAUG 3'		U	C	A	G		U	UUU } Phe UUC UUA } Leu UUG	UCU } UCC } Ser UCA UCG	UAU } Tyr UAC UAA } Stop UAG } Stop	UGU } Cys UGC UGA } Stop UGG } Trp	U C A G	C	CUU } CUC } Leu CUA CUG	CCU } CCC } Pro CCA CCG	CAU } His CAC CAA } Gln CAG	CGU } CGC } Arg CGA CGG	U C A G	A	AUU } AUC } Ile AUA AUG	ACU } ACC } Thr ACA ACG	AAU } Asn AAC AAA } Lys AAG	AGU } Ser AGC AGA } Arg AGG	U C A G	G	GUU } GUC } Val GUA GUG	GCU } GCC } Ala GCA GCG	GAU } Asp GAC GAA } Glu GAG	GGU } GGC } Gly GGA GGG	U C A G	+1	+1	+1	+3	1
	U	C	A	G																																
U	UUU } Phe UUC UUA } Leu UUG	UCU } UCC } Ser UCA UCG	UAU } Tyr UAC UAA } Stop UAG } Stop	UGU } Cys UGC UGA } Stop UGG } Trp	U C A G																															
C	CUU } CUC } Leu CUA CUG	CCU } CCC } Pro CCA CCG	CAU } His CAC CAA } Gln CAG	CGU } CGC } Arg CGA CGG	U C A G																															
A	AUU } AUC } Ile AUA AUG	ACU } ACC } Thr ACA ACG	AAU } Asn AAC AAA } Lys AAG	AGU } Ser AGC AGA } Arg AGG	U C A G																															
G	GUU } GUC } Val GUA GUG	GCU } GCC } Ala GCA GCG	GAU } Asp GAC GAA } Glu GAG	GGU } GGC } Gly GGA GGG	U C A G																															

ภาคผนวก ฉ
แบบทดสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่อการจัดการเรียนรู้

รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว33244 เรื่อง โครงสร้าง DNA

โรงเรียนดอนมดแดงวิทยาคม อำเภอดอนมดแดง จังหวัดอุบลราชธานี

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง กาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความพึงพอใจที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของนักเรียน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ด้านการสอนของครู					
1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจ ทำให้อยากเรียนรู้					
1.2 ครูใช้คำถามในการเริ่มต้นหาคำตอบจากสิ่งที่เรียน					
1.3 ครูใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจ อธิบายการใช้สื่อชัดเจน					
1.4 ครูเน้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง					
1.5 ครูช่วยสรุปเนื้อหาให้ถูกต้องและให้กำลังใจเสมอ					
2. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน					
2.1 มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน					
2.2 รู้สึกสนุกเมื่อได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน					
2.3 มีโอกาสตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น					
2.4 เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง					
2.5 สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น					
3. ด้านสื่อการเรียนการสอน					
3.1 สื่อการสอนจูงใจให้สนใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น					
3.2 ชอบสื่อการสอนที่ครูนำมาใช้ในการเรียนการสอน					
3.3 สื่อการสอนใช้ง่ายทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น					
3.4 สื่อการสอนทำให้เรียนรู้สนุกสนาน					
3.5 สื่อการสอนใช้ให้เหมาะสมกับเวลา					
4. ด้านการวัดผลประเมินผล					
4.1 ชอบที่ครูถามหรือให้แสดงความคิดเห็น					
4.2 พอใจกับคะแนนที่ได้รับ					
4.3 ชอบที่ครูประเมินผลบ่อย ๆ					
4.4 พอใจที่ได้ทราบความก้าวหน้าในการเรียน					
4.5 ชอบที่ครูให้คะแนนจากการประเมินผลหลายหลาย					

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่อการจัดการเรียนรู้
 รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว33244 เรื่อง โครงสร้าง DNA
 โรงเรียนดอนมดแดงวิทยาคม อำเภอดอนมดแดง จังหวัดอุบลราชธานี (ต่อ)

ตอนที่ 2 โปรดลงความคิดเห็นเพื่อใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนครั้งต่อไป

กิจกรรมในขณะที่เรียนเรื่องโครงสร้างDNA ที่นักเรียนประทับใจ

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรคในการเรียน

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข
ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) และดัชนีประสิทธิผล (E.I)
ของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ ข.1 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่	เรื่อง	ห้อง 6/1		ห้อง 6/2	
		E ₁	E ₂	E ₁	E ₂
1	องค์ประกอบทางเคมีของ DNA	84.00	82.50	83.45	81.35
2	โครงสร้าง DNA	84.30	82.92	84.30	82.14
3	การสังเคราะห์ DNA	84.20	82.50	84.20	81.35
4	การถอดรหัสพันธุกรรม	84.60	83.75	84.60	81.75
5	การสังเคราะห์โปรตีน	85.00	83.75	85.00	83.33

ตารางที่ ข.2 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้อง 6/1

แผนที่	เรื่อง	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนสอบหลังเรียน		
		คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
1	องค์ประกอบทางเคมีของ DNA	25	23.10	84	6	4.95	82.50
2	โครงสร้าง DNA	25	21.08	84.30	6	4.98	82.92
3	การสังเคราะห์ DNA	25	21.05	84.20	6	4.95	82.50
4	การถอดรหัสพันธุกรรม	25	21.15	84.60	6	5.03	83.75
5	การสังเคราะห์โปรตีน	25	21.25	85.00	6	5.03	83.75
รวม		100	21.45	84.42	6	4.93	82.21

ตารางที่ ข.3 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้อง 6/2

แผน ที่	เรื่อง	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนสอบหลังเรียน		
		คะแนน เต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	คะแนน เต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
1	องค์ประกอบทางเคมี ของ DNA	25	21.86	83.45	6	4.88	81.35
2	โครงสร้าง DNA	25	21.02	84.30	6	4.88	82.14
3	การสังเคราะห์ DNA	25	20.83	84.20	6	4.93	81.35
4	การถอดรหัสพันธุกรรม	25	21.10	84.60	6	4.90	81.75
5	การสังเคราะห์โปรตีน	25	21.21	85.00	6	5.00	83.33
รวม		100	21.20	84.31	6	4.92	81.98

ตารางที่ ข.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล ห้อง 6/1

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	ผลรวมของคะแนนหลังเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า
1	7	22	0.63
2	9	21	0.57
3	6	21	0.63
4	9	23	0.65
5	8	23	0.69
6	8	26	0.81
7	11	27	0.83
8	8	22	0.64
9	7	23	0.69
10	7	22	0.65
11	9	22	0.61
12	11	23	0.62
13	8	28	0.90
14	8	26	0.82

ตารางที่ ข.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล ห้อง 6/1 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	ผลรวมของคะแนนหลังเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า
15	7	28	0.91
16	10	22	0.60
1	8	26	0.81
18	9	27	0.87
19	9	21	0.57
20	7	25	0.78
21	10	27	0.83
22	7	19	0.52
23	7	25	0.78
24	11	25	0.75
25	10	28	0.90
26	9	25	0.75
27	9	27	0.86
28	7	25	0.78
29	10	28	0.90
30	5	25	0.80
31	6	24	0.75
32	9	24	0.71
33	7	26	0.81
34	10	26	0.80
35	9	28	0.93
36	7	26	0.82
37	7	26	0.82
38	9	27	0.84
39	10	30	1.00
40	7	28	0.91
ดัชนีประสิทธิผล (E.I)			0.7657

ตารางที่ ข.5 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล ห้อง 6/2

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	ผลรวมของคะแนนหลังเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า
1	6	23	0.63
2	10	24	0.72
3	8	24	0.74
4	8	24	0.73
5	9	25	0.76
6	6	24	0.74
7	9	25	0.75
8	6	22	0.67
9	6	21	0.62
10	7	22	0.66
11	7	21	0.61
12	15	27	0.80
13	6	27	0.87
14	6	25	0.79
15	6	27	0.87
16	6	21	0.63
1	6	25	0.79
18	9	27	0.84
19	8	21	0.59
20	6	25	0.79
21	7	20	0.56
22	6	21	0.62
23	6	25	0.79
24	11	21	0.52
25	7	24	0.74
26	11	25	0.73
27	9	26	0.82

ตารางที่ ข.5 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล ห้อง 6/2 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	ผลรวมของคะแนนหลังเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า
28	9	26	0.81
29	8	23	0.68
30	8	27	0.85
31	11	26	0.78
32	7	25	0.80
33	7	25	0.78
34	10	27	0.83
35	9	29	0.96
36	7	26	0.82
37	8	27	0.85
38	8	25	0.76
39	10	28	0.90
40	8	28	0.90
41	8	25	0.77
42	7	24	0.74
ดัชนีประสิทธิผล (E.I)			0.7549

ภาคผนวก ซ
คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ซ.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ห้อง 6/1

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	รวม
1	1	0	1	3	2	7
2	1	2	2	2	2	9
3	1	1	1	1	2	6
4	1	2	3	1	2	9
5	1	2	1	2	2	8
6	1	1	2	2	2	8
7	1	2	3	2	3	11
8	1	1	2	2	2	8
9	1	0	2	2	2	7
10	1	1	1	2	2	7
11	1	1	2	2	3	9
12	1	2	3	2	3	11
13	1	1	2	2	2	8
14	2	2	2	2	0	8
15	1	1	1	2	2	7
16	1	2	3	2	2	10
17	1	1	2	2	2	8
18	1	2	2	2	2	9
19	1	2	2	2	2	9
20	1	2	1	1	2	7
21	3	2	1	2	2	10
22	1	1	1	2	2	7
23	1	2	1	1	2	7
24	2	2	1	3	3	11
25	3	2	2	2	1	10
26	1	2	1	2	3	9
27	1	2	1	2	3	9

ตารางที่ ซ.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ห้อง 6/1 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	รวม
28	1	2	1	1	2	7
29	3	2	1	2	2	10
30	1	1	1	1	1	5
31	1	1	0	2	2	6
32	1	3	3	2	0	9
33	1	2	0	2	2	7
34	2	2	2	2	2	10
35	0	3	3	2	1	9
36	1	2	1	1	2	7
37	1	2	0	2	2	7
38	1	1	2	2	3	9
39	2	2	1	3	2	10
40	1	2	1	1	2	7
เฉลี่ย	1.23	1.65	1.55	1.88	2.00	8.30

ตารางที่ ซ.2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ห้อง 6/2

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	รวม
1	1	0	1	2	2	6
2	2	1	2	3	2	10
3	1	1	2	2	2	8
4	2	1	1	2	2	8
5	1	2	2	2	2	9
6	1	1	1	1	2	6
7	1	2	1	2	3	9
8	1	1	1	1	2	6
9	1	0	1	2	2	6
10	1	1	2	1	2	7
11	1	1	1	1	3	7
12	3	3	3	3	3	15
13	1	1	1	1	2	6
14	1	2	1	2	0	6
15	1	1	1	1	2	6
16	1	1	1	1	2	6
17	1	1	1	1	2	6
18	1	2	3	1	2	9
19	1	2	1	2	2	8
20	1	1	1	1	2	6
21	1	2	1	1	2	7
22	1	1	1	1	2	6
23	1	1	1	1	2	6
24	1	2	2	3	3	11
25	1	2	1	2	1	7
26	1	2	3	2	3	11
27	1	2	1	2	3	9

ตารางที่ ข.2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ห้อง 6/2 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	รวม
28	1	2	2	2	2	9
29	1	2	1	2	2	8
30	1	1	2	2	2	8
31	3	1	3	2	2	11
32	1	2	1	3	0	7
33	1	2	0	2	2	7
34	3	2	1	2	2	10
35	1	3	1	3	1	9
36	1	2	1	2	1	7
37	1	2	1	2	2	8
38	1	1	1	2	3	8
39	1	2	3	2	2	10
40	1	2	1	2	2	8
41	1	2	1	2	2	8
42	2	1	1	2	1	7
เฉลี่ย	1.21	1.52	1.38	1.81	1.98	7.90

ตารางที่ ซ.3 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ห้อง 6/1

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	รวม
1	5	4	4	4	5	22
2	4	4	4	4	5	21
3	5	3	5	3	5	21
4	4	5	4	5	5	23
5	4	5	4	5	5	23
6	5	6	5	6	4	26
7	6	5	6	5	5	27
8	4	4	5	4	5	22
9	5	4	5	4	5	23
10	5	4	4	4	5	22
11	5	4	4	4	5	22
12	4	5	4	5	5	23
13	6	6	5	6	5	28
14	6	5	5	5	5	26
15	5	6	6	6	5	28
16	4	4	5	4	5	22
17	5	6	5	5	5	26
18	4	6	5	6	6	27
19	4	4	4	4	5	21
20	5	5	5	5	5	25
21	4	6	5	6	6	27
22	4	4	3	4	4	19
23	5	5	5	5	5	25
24	6	4	4	5	6	25
25	6	5	5	6	6	28
26	5	5	5	5	5	25
27	6	5	5	5	6	27

ตารางที่ ข.3 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ห้อง 6/1 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	รวม
28	5	5	5	5	5	25
29	6	4	6	6	6	28
30	5	6	4	6	4	25
31	4	6	4	6	4	24
32	5	5	5	5	4	24
33	5	5	6	5	5	26
34	5	5	6	5	5	26
35	5	6	6	6	5	28
36	5	5	6	5	5	26
37	4	6	6	6	4	26
38	6	5	6	5	5	27
39	6	6	6	6	6	30
40	6	6	6	5	5	28
เฉลี่ย	4.95	4.98	4.95	5.03	5.03	24.93

ตารางที่ ซ.4 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ห้อง 6/2

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	รวม
1	4	4	4	5	6	23
2	4	4	4	6	6	24
3	3	5	5	5	6	24
4	5	5	4	5	5	24
5	5	5	5	5	5	25
6	5	6	5	4	4	24
7	5	5	5	5	5	25
8	4	4	4	5	5	22
9	4	4	4	4	5	21
10	4	4	4	4	6	22
11	4	4	4	4	5	21
12	5	5	5	6	6	27
13	6	6	5	5	5	27
14	5	5	5	5	5	25
15	6	6	5	5	5	27
16	4	3	4	5	5	21
17	5	5	5	5	5	25
18	6	6	5	5	5	27
19	4	4	4	4	5	21
20	5	5	5	5	5	25
21	4	4	4	4	4	20
22	4	4	5	4	4	21
23	5	5	5	5	5	25
24	4	4	4	4	5	21
25	5	5	5	5	4	24
26	5	5	5	5	5	25
27	5	5	5	5	6	26

ตารางที่ ข.4 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ห้อง 6/2 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	รวม
28	5	5	5	5	6	26
29	4	4	5	5	5	23
30	6	6	5	5	5	27
31	6	6	5	5	4	26
32	5	5	5	6	4	25
33	5	5	5	5	5	25
34	5	5	6	5	6	27
35	6	6	6	6	5	29
36	5	5	6	5	5	26
37	6	6	6	5	4	27
38	5	5	5	5	5	25
39	6	6	6	5	5	28
40	6	6	6	5	5	28
41	5	5	5	5	5	25
42	5	5	5	5	4	24
เฉลี่ย	4.88	4.93	4.88	4.90	5.00	24.60

ตารางที่ ข.5 วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดลองเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน
และหลังเรียน ห้อง 6/1

คะแนน ผลสัมฤทธิ์	$\bar{x}$	ร้อยละ	SD	$\bar{d}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	8.30	27.67	2.586	16.63		39.71*	0.00
หลังเรียน	24.93	83.08	3.077				

ตารางที่ ข.6 วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดลองเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน
และหลังเรียน ห้อง 6/2

คะแนน ผลสัมฤทธิ์	$\bar{X}$	ร้อยละ	SD	$\bar{d}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	7.90	26.35	1.910	16.69		37.32*	0.00
หลังเรียน	24.60	81.98	2.274				

ตารางที่ ข.7 วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดลองเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน
และหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ห้อง 6/1

แผนที่	เรื่อง	การ ทดสอบ	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
1	องค์ประกอบทางเคมีของ DNA	ก่อนเรียน	6	1.23	0.62	28.87	0.00
		หลังเรียน	6	4.95	0.71		
2	โครงสร้าง DNA	ก่อนเรียน	6	1.65	0.66	22.27	0.00
		หลังเรียน	6	4.98	0.79		
3	การสังเคราะห์ DNA	ก่อนเรียน	6	1.55	0.85	18.01	0.00
		หลังเรียน	6	4.95	0.78		
4	การถอดรหัสพันธุกรรม	ก่อนเรียน	6	1.88	0.52	21.63	0.00
		หลังเรียน	6	5.03	0.76		
5	การสังเคราะห์โปรตีน	ก่อนเรียน	6	2.00	0.68	24.93	0.00
		หลังเรียน	6	5.03	0.55		

ตารางที่ ข.8 วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดลองเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน
และหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ห้อง 6/2

แผนที่	เรื่อง	การ ทดสอบ	คะแนน เต็ม	$\bar{x}$	SD	t	p
1	องค์ประกอบทางเคมีของ DNA	ก่อนเรียน	6	1.21	0.56	26.35	0.00
		หลังเรียน	6	4.88	0.77		
2	โครงสร้าง DNA	ก่อนเรียน	6	1.52	0.67	24.93	0.00
		หลังเรียน	6	4.93	0.78		
3	การสังเคราะห์ DNA	ก่อนเรียน	6	1.38	0.73	24.07	0.00
		หลังเรียน	6	4.88	0.63		
4	การถอดรหัสพันธุกรรม	ก่อนเรียน	6	1.81	0.63	34.08	0.00
		หลังเรียน	6	4.90	0.53		
5	การสังเคราะห์โปรตีน	ก่อนเรียน	6	1.98	0.68	26.18	0.00
		หลังเรียน	6	5.00	0.62		

ภาคผนวก ณ

ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized gain) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ฅ.1 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้อง 6/1

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า	ระดับ ความก้าวหน้า
1	7	25	0.65	ปานกลาง
2	9	16	0.57	ปานกลาง
3	6	25	0.63	ปานกลาง
4	9	16	0.67	ปานกลาง
5	8	16	0.68	ปานกลาง
6	8	25	0.82	สูง
7	11	36	0.84	สูง
8	8	16	0.64	ปานกลาง
9	7	25	0.70	สูง
10	7	25	0.65	ปานกลาง
11	9	25	0.62	ปานกลาง
12	11	16	0.63	ปานกลาง
13	8	36	0.91	สูง
14	8	36	0.82	สูง
15	7	25	0.91	สูง
16	10	16	0.60	ปานกลาง
17	8	25	0.82	สูง
18	9	16	0.86	สูง
19	9	16	0.57	ปานกลาง
20	7	25	0.78	สูง
21	10	16	0.85	สูง
22	7	16	0.52	ปานกลาง
23	7	25	0.78	สูง
24	11	36	0.74	สูง
25	10	36	0.90	สูง
26	9	25	0.76	สูง

ตารางที่ ฅ.1 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้อง 6/1 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า	ระดับ ความก้าวหน้า
27	9	36	0.86	สูง
28	7	25	0.78	สูง
29	10	36	0.90	สูง
30	5	25	0.80	สูง
31	6	16	0.75	สูง
32	9	25	0.71	สูง
33	7	25	0.83	สูง
34	10	25	0.80	สูง
35	9	25	0.90	สูง
36	7	25	0.83	สูง
37	7	16	0.83	สูง
38	9	36	0.86	สูง
39	10	36	1.00	สูง
40	7	36	0.91	สูง
เฉลี่ย	8.3	23.86	0.7668	สูง

ตารางที่ ฅ.2 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้อง 6/2

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า	ระดับ ความก้าวหน้า
1	6	23	0.71	สูง
2	10	24	0.70	สูง
3	8	24	0.73	สูง
4	8	24	0.73	สูง
5	9	25	0.76	สูง
6	6	24	0.75	สูง
7	9	25	0.76	สูง
8	6	22	0.67	ปานกลาง
9	6	21	0.63	ปานกลาง
10	7	22	0.65	ปานกลาง
11	7	21	0.61	ปานกลาง
12	15	27	0.80	สูง
13	6	27	0.88	สูง
14	6	25	0.79	สูง
15	6	27	0.88	สูง
16	6	21	0.63	ปานกลาง
17	6	25	0.79	สูง
18	9	27	0.86	สูง
19	8	21	0.59	ปานกลาง
20	6	25	0.79	สูง
21	7	20	0.57	ปานกลาง
22	6	21	0.63	ปานกลาง
23	6	25	0.79	สูง
24	11	21	0.53	ปานกลาง
25	7	24	0.74	สูง
26	11	25	0.74	สูง

ตารางที่ ฅ.2 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้อง 6/2 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า	ระดับ ความก้าวหน้า
27	9	26	0.81	สูง
28	9	26	0.81	สูง
29	8	23	0.68	ปานกลาง
30	8	27	0.86	สูง
31	11	26	0.79	สูง
32	7	25	0.78	สูง
33	7	25	0.78	สูง
34	10	27	0.85	สูง
35	9	29	0.95	สูง
36	7	26	0.83	สูง
37	8	27	0.86	สูง
38	8	25	0.77	สูง
39	10	28	0.90	สูง
40	8	28	0.91	สูง
41	8	25	0.77	สูง
42	7	24	0.74	สูง
เฉลี่ย	7.90	24.64	0.76566	สูง

ภาคผนวก ญ
ค่าความพึงพอใจ (Satisfaction)

ตารางที่ ญ.1 ค่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์
ของห้อง 6/1 เรื่อง สารพันธุกรรม

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับ
1. ด้านการสอนของครู			
1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจ ทำให้อยากเรียนรู้	4.45	0.50	มาก
1.2 ครูใช้คำถามในการเริ่มต้นหาคำตอบจากสิ่งที่เรียน	4.50	0.48	มาก
1.3 ครูใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจ อธิบายการใช้สื่อชัดเจน	4.50	0.49	มาก
1.4 ครูเน้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4.42	0.49	มาก
1.5 ครูช่วยสรุปเนื้อหาให้ถูกต้องและให้กำลังใจเสมอ	4.43	0.49	มาก
2. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน			
2.1 มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	4.47	0.50	มาก
2.2 รู้สึกสนุกเมื่อได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน	4.64	0.43	มากที่สุด
2.3 มีโอกาสตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น	4.42	0.49	มาก
2.4 เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	4.27	0.45	มาก
2.5 สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	4.52	0.50	มากที่สุด
3. ด้านสื่อการเรียนการสอน			
3.1 สื่อการสอนจูงใจให้สนใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น	4.46	0.49	มาก
3.2 ชอบสื่อการสอนที่ครูนำมาใช้ในการเรียนการสอน	4.45	0.49	มาก
3.3 สื่อการสอนใช้ง่ายทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น	4.49	0.50	มาก
3.4 สื่อการสอนทำให้เรียนรู้สนุกสนาน	4.45	0.49	มาก
3.5 สื่อการสอนใช้ให้เหมาะสมกับเวลา	4.26	0.43	มาก
4. ด้านการวัดผลประเมินผล			
4.1 ชอบที่ครูถามหรือให้แสดงความคิดเห็น	4.35	0.48	มาก
4.2 พอใจกับคะแนนที่ได้รับ	4.43	0.49	มาก
4.3 ชอบที่ครูประเมินผลบ่อย ๆ	4.20	0.61	มาก
4.4 พอใจที่ได้ทราบความก้าวหน้าในการเรียน	4.38	0.48	มาก
4.5 ชอบที่ครูให้คะแนนจากการประเมินผลหลายหลาย	4.17	0.51	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.41	0.49	มาก

ตารางที่ ญ.2 ค่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์
ของห้อง 6/2 เรื่อง สารพันธุกรรม

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับ
1. ด้านการสอนของครู			
1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจ ทำให้อยากเรียนรู้	4.44	0.49	มาก
1.2 ครูใช้คำถามในการเริ่มต้นหาคำตอบจากสิ่งที่เรียน	4.44	0.49	มาก
1.3 ครูใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจ อธิบายการใช้สื่อชัดเจน	4.44	0.49	มาก
1.4 ครูเน้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4.33	0.53	มาก
1.5 ครูช่วยสรุปเนื้อหาให้ถูกต้องและให้กำลังใจเสมอ	4.38	0.49	มาก
2. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน			
2.1 มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	4.44	0.50	มาก
2.2 รู้สึกสนุกเมื่อได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน	4.51	0.47	มากที่สุด
2.3 มีโอกาสตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น	4.39	0.49	มาก
2.4 เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	4.27	0.44	มาก
2.5 สนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	4.49	0.50	มาก
3. ด้านสื่อการเรียนการสอน			
3.1 สื่อการสอนจูงใจให้สนใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น	4.43	0.49	มาก
3.2 ชอบสื่อการสอนที่ครูนำมาใช้ในการเรียนการสอน	4.43	0.49	มาก
3.3 สื่อการสอนใช้ง่ายทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น	4.47	0.50	มาก
3.4 สื่อการสอนทำให้เรียนรู้สนุกสนาน	4.47	0.50	มาก
3.5 สื่อการสอนใช้ให้เหมาะสมกับเวลา	4.25	0.50	มาก
4. ด้านการวัดผลประเมินผล			
4.1 ชอบที่ครูถามหรือให้แสดงความคิดเห็น	4.32	0.51	มาก
4.2 พอใจกับคะแนนที่ได้รับ	4.42	0.49	มาก
4.3 ชอบที่ครูประเมินผลบ่อย ๆ	4.17	0.60	มาก
4.4 พอใจที่ได้ทราบความก้าวหน้าในการเรียน	4.37	0.50	มาก
4.5 ชอบที่ครูให้คะแนนจากการประเมินผลหลายหลาย	4.19	0.48	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.38	050	มาก

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางอรุณี จันทร์หอม
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2536-พ.ศ. 2540, สถาบันราชภัฏนครราชสีมา ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา วิชาโทเคมี พ.ศ. 2548-2550, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2541-พ.ศ. 2545 อาจารย์ 1 โรงเรียนราชินีไศล อำเภอราษีไศล จังหวัดศรีสะเกษ พ.ศ. 2545-2554 ครู โรงเรียนตาลชุมพัฒนา อำเภอตาลชุม จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2554-2561 ครู โรงเรียนดอนมดแดงวิทยาคม อำเภอดอนมดแดง จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2561-ปัจจุบัน ครู โรงเรียนปทุมพิทยาคม อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี
ตำแหน่ง	ครูชำนาญการพิเศษ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนปทุมพิทยาคม ตำบลปทุม อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34000 อีเมลล์ arnchdmw@gmail.com