ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา — **สาขา**

การศึกษา — **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

The Development of 12th Graders in Molecular Genetics Concepts by Inquiry-based Learning Activities

นามผู้วิจัย นายพิคเนตร อุทัยไชย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์จีระวรรณ เกษสิงห์, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล, Dr.Agr.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุดารัตน์ สารสว่าง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

The Development of 12th Graders in Molecular Genetics Concepts by Inquiry-based Learning Activities

โดย

นายพิคเนตร อุทัยไชย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิคเนตร อุทัยไชย 2554: การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลด้วยการจัดกิจกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์จีระวรรณ เกษสิงห์, ปร.ด. 200 หน้า

งานวิจัยแบบกรณีศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล 2) ศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลที่ผ่านการเรียนรู้มาแล้ว และ 3) ศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลที่ผ่านการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การวิจัยประกอบด้วย 2 ระยะ ระยะที่ 1 สำรวจสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และวัดแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล กรณีศึกษาในระยะนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 58 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลมาแล้วในปีการศึกษา 2552 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดบุรีรัมย์ รวมทั้งครูผู้สอนหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าวจำนวน 1 คน ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้เก็บรวบรวมโดยการสังเกตสภาพโรงเรียนและห้องเรียน การบันทึกภาคสนาม และการสัมภาษณ์ครูและนักเรียนแบบกึ่งโครงสร้าง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา สำหรับข้อมูลแนวคิดเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลเก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดแนวคิด จากนั้นนำคำตอบของนักเรียนมาจัดกลุ่มเป็น 5 กลุ่มแนวคิดตาม Westbrook and Marek ผลการวิจัยนำไปใช้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในการวิจัยระยะที่ 2 การวิจัยระยะที่ 2 ศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กรณีศึกษาในระยะนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 36 คน ที่เรียนหน่วยการเรียนรู้เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลในปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนเดียวกับระยะที่ 1 เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดแนวคิด โดยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการจัดกลุ่มเป็น 5 กลุ่มแนวคิดเช่นเดียวกับในระยะที่ 1

ผลการวิจัยระยะที่ 1 พบว่า วิธีสอนในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ของครูที่ใช้มากที่สุด คือการบรรยาย ครูใช้สื่อการสอนไม่หลากหลาย โดยสื่อการสอนที่ครูใช้เป็นหลักคือ หนังสือเรียนวิชาชีววิทยาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เครื่องมือที่ใช้เป็นหลักในการวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนคือแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ ในส่วนของแนวคิดเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนแม้จะได้เรียนหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าวมาแล้ว ผลการวิจัยในระยะที่ 2 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาแนวคิดของนักเรียนได้ โดยหลังจากเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์เพิ่มขึ้นในทุกแนวคิด ขณะที่จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิดมีจำนวนลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้ก่อนเรียน

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pikaned Uthaichai 2011: The Development of 12th Graders in Molecular Genetics Concepts by Inquiry-based Learning Activities. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Miss Jeerawan Ketsing, Ph.D. 200 pages.

The case study research aimed to 1) study the current teaching and learning management with regard to the unit of Molecular Genetics of teacher. 2) study the 12th graders' molecule genetics concept 3) study the 12th graders' molecule genetics concept who learnt by inquiry-based learning activities. The study comprised of 2 phases. Phase 1 were to explore current teaching and learning management of the Molecular Genetics unit of teacher and to examine 12th graders' molecular genetics concept. The case were 58 12th graders who learnt the Molecular Genetics unit in 2009 academic year in a high school located in Burirum province, as well as the teacher who taugh the unit. Data about the current teaching and learning management was collected by school and classroom observation, researcher's field note and semistructure interviews with the teacher and students. The data was analyzed through a content analysis. For students' molecule genetics concept, the data was gathered via the Molecular Genetics Concept Test and grouping into five concept groups according to Westbrook and Marek. The results were used for designing the leaning activities used in the phase 2. Phase 2 were to study the 12th graders' molecule genetics concept who learnt by inquiry-based learning activities. The case was 36 12th graders who studied the Molecular Genetics unit in 2010 academic year of the school in the phase 1. The data was collected by using the Molecular Genetics Concept Test before and after they learned the unit through inquiry-based learning activities. The data was analyzed by grouping it into five concept groups as same as the phase 1

The results of the phase 1 reveal that in the Molecular Genetics unit, the most teaching method used was lecture. The teacher did not use a variety of instructional media. They mainly relied on text book. The main method for addressing the students' learning was multiple choices test. With respect to molecular genetics concepts, the study shows that the majority of the students perceived alternative understanding even if they had learnt the unit. The results of the Phase 2 indicate that inquiry-based learning activities were able to develop 12th graders' molecular genetics. After learning the Molecular Genetics unit through inquiry-based learning activities, the number of the students who had complete understanding was increased in all of the concepts being tested while the number of the student who conceived alternative understandings and no understanding were decreased when comparing with the before studying the unit.

_____ _____ ___/___/___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.จีระวรรณ เกษสิงห์ รองศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ทุ่มเทเวลาในการให้ความรู้ คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ และให้กำลังใจในการทำงานแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ ที่ให้คำแนะนำ ตรวจแก้ไข และให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เกี่ยวกับการทำการวิจัย และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณผู้บริหารสถานศึกษาโรงเรียนกลุ่มที่ศึกษาทุกท่าน ที่กรุณาให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในโรงเรียน และขอบคุณคณะครู และนักเรียน ตลอดจนทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่กรุณามอบทุนสนับสนุนการศึกษาในระดับปริญญาโท และมอบทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้กราบขอบพระคุณอาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน และขอบใจเพื่อนๆ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกคนที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจในการเรียนตลอดระยะเวลาในการศึกษา คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดา บูรพคณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

พิคเนตร อุทัยไชย

พฤษภาคม 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (3)

สารบัญภาพ (4)

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

ขอบเขตการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 8

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง 8

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 12

แนวคิดเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล 23

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 42

รูปแบบการวิจัย 42

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล 42

ระยะที่ 2 ศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 48

บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์ 52

ผลการวิจัยระยะที่ 1 สภาพการจัดการเรียนรู้และแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล 53

คำถามวิจัยข้อที่ 1 สภาพการจัดการเรียนรู้ของครูเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลเป็นอย่างไร 53

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

คำถามวิจัยข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลอย่างไร 60

ข้อวิจารณ์ผลการวิจัยระยะที่ 1 82

ผลการวิจัยระยะที่ 2 ศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 85

คำถามวิจัยข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลอย่างไร หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 85

ข้อวิจารณ์ผลการวิจัยระยะที่ 2 142

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 144

สรุปวิธีดำเนินการวิจัย 144

สรุปผลการวิจัย 147

ข้อเสนอแนะ 148

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 150

ภาคผนวก 160

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ 161

ภาคผนวก ข สรุปแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 163

ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 174

ภาคผนวก ง ตัวแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง 191

ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ 194

ประวัติการศึกษาและการทำงาน 200

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายภาค และสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ชั้น ม.4 – 6	34
2	แนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล	38
3	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	56
4	วิธีสอน สื่อการสอน และวิธีวัดและประเมินผลเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล	59
5	เกณฑ์ในการจัดจำแนกเพื่อจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียน	61
6	แนวคิดของนักเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ของครูเบญจพร	62
7	แนวคิดของนักเรียนก่อน และหลังเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	87

ตารางผนวกที่

1	สรุปแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล	164

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังห้องปฏิบัติการชีววิทยา	54
2	ภาพถ่ายห้องปฏิบัติการชีววิทยา	55
3	ตารางรหัสพันธุกรรม	76
4	กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่อง รูปร่างโครโมโซมก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	94
5	กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่องจำนวนโครโมโซมก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	96
6	กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ โครโมโซม ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	100
7	กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	106
8	กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่อง นิวคลีโอไทด์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	112
9	กราฟเส้นแนวคิดของนักเรียนเรื่อง การสังเคราะห์ดีเอ็นเอก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	118
10	กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่อง การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอจากดีเอ็นเอแม่พิมพ์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	122

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
11	กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่อง รหัสพันธุกรรมก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	127
12	กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่อง การสังเคราะห์โปรตีนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	131
13	กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่อง มิวเทชันเฉพาะที่ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	135
14	กราฟเส้นแนวคิดของนักเรียนเรื่อง มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนโครโมโซมก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	138
15	กราฟเส้นแนวคิดของนักเรียนเรื่อง มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	141

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาวิจัยแนวคิดเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล เนื่องจากความรู้ทางพันธุศาสตร์เป็นพื้นฐานของความรู้ในเรื่องอื่นๆ เช่น วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ นิเวศวิทยา ซึ่งเนื้อหาพันธุศาสตร์ถูกจัดไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ทุกช่วงชั้น โดยบรรจุอยู่ในสาระการเรียนรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวน การดำรงชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) นอกจากนี้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ยังมีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์และมีส่วนช่วยในการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (อรุณี วงศ์ปิยะสถิต, 2550) ยกตัวอย่างเช่น ความรู้เรื่องยีนนำไปสู่การพัฒนาสิ่งมีชีวิตสายพันธุ์ใหม่ (สุทัศน์ ศรีวัฒนพงษ์, 2551) การปรับปรุงพันธุ์สิ่งมีชีวิต (สมพร ประเสริฐส่งสกุล, 2547) การตรวจโรคทางพันธุกรรม (อมรา คัมภิรานนท์, 2546) และการใช้ลำดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมอ้างอิงความใกล้ชิดทางสายวิวัฒนาการ (สมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2546) นอกจากนี้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ยังมีส่วนช่วยในงานด้านนิติเวชมากมาย เช่น การพิสูจน์ความเป็นพ่อ แม่ ลูก และการพิสูจน์หาอาชญากรที่ก่อคดีในที่เกิดเหตุ เป็นต้น (สุภาพร สุกสีเหลือง, 2547)

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าความรู้ทางพันธุศาสตร์มีความสำคัญมากในสังคมปัจจุบัน แต่ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องพันธุศาสตร์พบว่า ผู้เรียนมักขาดความเข้าใจในแนวคิด เรื่องพันธุศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยที่รายงานว่านักเรียนมักมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องความแตกต่างของสารพันธุกรรม ยีนและโครโมโซม นักเรียนจะเกิดความสับสนเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของสารพันธุกรรมเป็นอย่างมาก (สุรจิตรา เศรษฐภักดี, 2547) นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิด crossing over ของยีนบนโครโมโซม กฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล การแปรผันทางพันธุกรรม ลักษณะเด่นที่ไม่สมบูรณ์ กระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสและคำศัพท์เฉพาะทางพันธุศาสตร์ (ฐิติมา สุขภิมนตรี, 2531) มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตำแหน่งของสารพันธุกรรม (Banet and Ayuso, 2000) ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของสารพันธุกรรมกับการแสดงออกของลักษณะของสิ่งมีชีวิต ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ที่สามารถสังเกตเห็นได้และไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระดับเซลล์และโมเลกุลได้ (Gili and Ruth, 2000) มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ การสังเคราะห์โปรตีน (Fisher, 1985) ทั้งนี้ก็เนื่องจากเนื้อหาพันธุศาสตร์โมเลกุลนั้นเป็นเรื่องที่ยากและ เป็นนามธรรม ต้องใช้จินตนาการ (Gili and Ruth, 2000) นอกจากนี้ยังมีคำศัพท์ที่ต้องจำและทำความเข้าใจมาก (ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2550) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล จะใช้วิธีสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียวจึงไม่สามารถช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจทำการศึกษาการพัฒนาแนวคิดของนักเรียนในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติกิจกรรม มีการปรึกษาหารือและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2546) โดยผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดคำถาม เกิดการคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านต่างๆ เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น (ทิศนา แขมมณี, 2552)

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งได้แบ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็น 5 ขั้นตอน (5Es) ที่สำคัญ ดังนี้ (สสวท., 2546)

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) การนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรือเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง เกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เป็นเรื่องที่น่าสนใจจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นๆ หรือเป็นเรื่องที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ถ้าในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อนให้ตั้งคำถาม เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับจึงให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา และร่วมกันกำหนดขอบเขตแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้ แล้วจึงมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ซึ่งอาจจะทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบ แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ ซึ่งผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ โดยต้องมีหลักฐาน และเหตุผลรองรับ

4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนสามารถคิดเหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ และช่วยสร้างความสนใจในเรื่องต่างๆ แก่ผู้เรียน (Parker, 2010) นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (Allen, 1997) ช่วยให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (Guzzetti *et al.*,1993) นอกจากนี้ในงานวิจัยของ ไตรรัตน์ รัตนเดช (2551) พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ในเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ซึ่งมีลักษณะของเนื้อหาเป็นนามธรรม และเป็นลำดับขั้นตอน เป็นกระบวนการ คล้ายคลึงกับเรื่อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุศาสตร์โมเลกุล และนักเรียนได้ออกแบบค้นคว้า ได้ลงมือปฏิบัติ ได้ฝึกคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ยังสอดสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาริสา ผ่องพันธ์งาม (2550) ที่พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในเรื่อง พันธุศาสตร์ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ยังสามารถช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง (สุจิตรา เศรษฐภักดี, 2547) ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเรื่องหน้าที่ของยีนมากขึ้น (ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2550)

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล โดยมีคำถามวิจัยดังนี้

คำถามการวิจัย

1. สภาพการจัดการเรียนรู้ของครูเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลเป็นอย่างไร

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลอย่างไร

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลอย่างไร หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล

2. เพื่อศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ที่ผ่านการเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลมาแล้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. เพื่อศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ โดยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล

กรณีศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิชาชีววิทยาเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นจำนวนนักเรียน 58 คน และครูผู้สอนวิชาชีววิทยาในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลจำนวน 1 คน

สิ่งที่ศึกษา คือ 1) สภาพการจัดการเรียนรู้ของครูวิชาชีววิทยาในเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 2) แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

ระยะเวลาที่ทำการวิจัยระยะที่ 1 คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 เดือนมกราคม - มีนาคม พ.ศ. 2553

ระยะที่ 2 ศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กรณีศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนเดียวกันกับระยะที่ 1 ที่เรียนวิชาชีววิทยา เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน เป็นจำนวนนักเรียน 36 คน

สิ่งที่ศึกษา คือ แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งครอบคลุม 6 แนวคิดสำคัญ ได้แก่ โครโมโซม ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โครงสร้างของดีเอ็นเอ องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ สมบัติของสารพันธุกรรม และมิวเทชัน

ระยะเวลาที่ทำการวิจัยระยะที่ 2 คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 เดือนสิงหาคม – กันยายน พ.ศ. 2553

นิยามศัพท์เฉพาะ

สภาพการจัดการเรียนรู้ หมายถึง บริบทของโรงเรียน สภาพห้องเรียน ภูมิหลังของครูและนักเรียน วิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ในปีการศึกษา 2552

แนวคิดในเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ คำอธิบาย หรือการให้คำจำกัดความของนักเรียนในเรื่อง โครโมโซม ความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โครงสร้างของดีเอ็นเอ องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ สมบัติของสารพันธุกรรม และ มิวเทชัน ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หรือนักเรียนกับครู ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2546) โดยมีขั้นตอนในการสอน 5 ขั้น ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นเร้าความสนใจ (engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration) และขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ครูผู้สอนวิชาชีววิทยาได้แนวทางในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

2. นักวิจัย ครูผู้สอน และผู้เกี่ยวข้องได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดพันธุศาสตร์โมเลกุลของนักเรียน เพื่อนำไปใช้ออกแบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือกิจกรรมพัฒนาต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นกรอบในการวิจัย ดังนี้

1. ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
    1.1 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.1 ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้
    2.2 รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้
    2.3 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. แนวคิดเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล
    3.1 ความหมายของแนวคิด
    3.2 ประเภทของแนวคิด
    3.3 การสร้างแนวคิด
    3.4 การสำรวจแนวคิด
    3.5 การจัดกลุ่มแนวคิด
    3.6 แนวคิดเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลในหลักสูตรวิทยาศาสตร์
    3.7 แนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล
    3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของ Piaget และของ Vygoysky เป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) Piaget อธิบายว่า พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บุคคลมีการปรับตัวผ่านกระบวนการซึมซาบหรือดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้สึก หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุล (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) Piaget เชื่อว่าคนทุกคนจะมีการพัฒนาเชาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์ กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (logico-mathematical experience) รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (social transmission) วุฒิภาวะ (maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น ส่วน Vygoysky ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคม เขาเชื่อว่าปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจะทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้อง หรือซับซ้อนกว้างขวางขึ้น (Bruning *et al*, 1999 อ้างใน สุรางค์ โค้วตระกูล, 2550) Vygoysky มองว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ไม่ว่าจะเป็นสิ่งแวดล้อมจากธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้น ทั้ง Piaget และ Vygoysky จึงเป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม (cognitivism) ที่ให้ความสนใจเกี่ยวกับกระบวนการรู้คิด หรือกระบวนการทางปัญญา (cognition)

1. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545: 129) กล่าวถึงหลักการของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ไว้ดังนี้

1. ความรู้ คือโครงสร้างทางปัญญาที่บุคคลสร้างขึ้นเพื่อคลี่คลายสถานการณ์ที่เผชิญ

2. ความรู้เกิดจากตัวผู้เรียน ผู้เรียนไม่เป็นผู้ที่มีแต่ความว่างเปล่า แต่ผู้เรียนจะดูดซับสารสนเทศใหม่เข้ากับความรู้เดิมหรือปรับเปลี่ยนสารสนเทศใหม่เข้ากับความรู้เดิม

3. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความหมายแก่สิ่งที่เรียน โดยการนำมาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. กิจกรรมการเรียนการสอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถตามความเชื่อของตน จะช่วยให้ฝึกสร้างความหมายกับสารสนเทศใหม่ที่ได้รับ

5. การเรียนรู้เป็นกิจกรรมทางสังคมซึ่งเกิดขึ้นโดยการสืบเสาะร่วมกัน จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ลึกซึ้งและกว้างขึ้น เพราะมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น และเป็นการขยายทรรศนะของตนให้กว้างขึ้น

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540: 20-21) ได้กล่าวถึงแนวคิดตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองไว้ดังนี้

1. บุคคลทุกคนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัวและแสวงหาเพื่อที่จะอธิบายสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เหล่านั้น

2. ในการหาคำอธิบาย บุคคลทุกคนได้สร้างโมเดลหรือตัวแทนของวัตถุ ปรากฏการณ์ และเหตุการณ์ที่เขาได้พบในสมองของเขา

3. โมเดลที่สร้างขึ้นอาจแปลกและแตกต่างจากโมเดลของผู้เชี่ยวชาญ

4. บุคคลทุกคนสร้างความหมายให้กับสิ่งที่เขารับรู้ ซึ่งความหมายที่สร้างขึ้น อาจได้รับคำแนะนำจากบุคคลอื่นรอบ ๆ ตัว

5. การสร้างความหมายนี้เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

6. ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง ครูเป็นเพียงแต่ผู้สนับสนุนและคอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

7. ผู้เรียนสร้างความหมายโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทิศนา แขมมณี (2552) ได้เสนอแนวการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

1. ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ (process of knowledge construction) และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น (reflexive awareness of that process) เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง (authentic tasks) ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดสาระความรู้ที่แน่นอนให้ผู้เรียน ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่างๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่าผู้เรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เรียกว่า “physical knowledge activities” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิด การจัดกระทำกับข้อมูล มิใช่เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

4. ในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคม จริยธรรม ให้เกิด ขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งซึ่งปฏิสัมพันธ์ทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ ไม่เป็นการเพียงพอ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์ ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่นๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ซับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้ง หรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ คือการเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “instruction” ไปเป็น “construction”

7. ในด้านการประเมินผลการเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะหลากหลาย ดังนั้น การประเมินผลจึงจำเป็นต้องมีลักษณะเป็น “goad free evaluation” ซึ่งก็หมายถึง การประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล หรืออาจใช้วิธีการที่เรียกว่า “socially negotiated goad” และการประเมินควรใช้วิธีการที่หลากหลาย

จากแนวคิดของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จะเห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้จะเน้นการเรียนรู้ที่เกิดจากการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง เป็นการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแนวคิดเดิมที่มีอยู่ให้สมบูรณ์มากขึ้น โดยกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ คือ การใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมส่วนครูทำหน้าที่เป็นผู้คอยชี้แนะและอำนวยความสะดวก

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1. ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

ทิศนา แขมมณี (2551) ให้นิยามไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความคิด แล้วลงมือค้นหาความรู้ เพื่อนำมาตอบคำถามหรือหาข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2550) ให้ความหมายว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยให้ผู้เรียนเป็นผู้หาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูจะทำหน้าที่เป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน

สมบัติ การจนารักพงค์ และคณะ (2549) กล่าวว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบ inquiry cycle หมายถึงกิจกรรมที่จัดการเรียนรู้ตามแนวทาง constructivism โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นคือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม โดยอาศัยกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้นเสาะหาสำรวจตรวจสอบ และค้นหาด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายและสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

Lawson (2000) แสดงแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นวิธีสอนรูปแบบหนึ่งที่มีกระบวนการสอนอย่างหลากหลาย เช่นการทดลอง การตั้งคำถาม การสาธิตการทำงานเป็นกลุ่ม การสำรวจศึกษา การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดความเป็นรูปธรรม ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนมากกว่าการท่องจำ

National Science Education Standard (2000: 23) กล่าวว่าการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่หลากหลายที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาธรรมชาติและอธิบายผลด้วยหลักฐานต่าง ๆ รวมถึง กิจกรรมที่พัฒนาความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์โดยการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถือเป็นหัวใจที่สำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โดยสรุปการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้น คว้าหาความรู้ คิดและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศ การสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลอง และอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในวิทยาศาสตร์มีหลายรูปแบบ และมีการพัฒนาให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน จากการศึกษาเอกสารสามารถสรุปรูปแบบของการเรียนการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ของนักการศึกษาต่างๆ ได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของ Romey

Romey (1968) ตั้งข้อสังเกตว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม นิยมแยกภาคทฤษฎีออกจากภาคปฏิบัติ ครูจะยึดตำราเล่มใดเล่มหนึ่งเป็นหลักสำหรับภาคบรรยาย ส่วนภาคการทดลองนั้นก็จะใช้หนังสือคู่มือการทดลอง ซึ่งมีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่จะเชื่อมโยงภาคบรรยายและภาคการทดลองเข้าด้วยกัน การจัดการเรียนการสอนแบบนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ขัดแย้งกับเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ ที่ให้นักเรียนสามารถนำเอาความรู้วิทยาศาสตร์ไปอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ดังนั้น Romey จึงเสนอว่าการจัดการเรียนการสอนที่สะท้อนให้เห็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้น ต้องเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ และถือเอาการทดลองเป็นหัวใจของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ Romey ได้แบ่งการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ไว้เป็น 3 ขั้นดังนี้

1. ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง ในขั้นนี้ครูอาจจะตั้งปัญหาถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนฝึกออกแบบการทดลอง ครูอาจจะมีการสาธิตเพื่อเร้าความสนใจของนักเรียน และให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของหรือเหตุการณ์บางอย่าง รวมถึงวางแผนการทำการทดลอง เช่น ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร กำหนดขั้นตอนในการทดลอง เป็นต้น

2. ขั้นทำการทดลอง ในขั้นนี้เป็นการให้นักเรียนลงมือทำการทดลองตามแนวทางที่ได้อภิปรายไว้ในขั้นก่อน ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้แก่นักเรียน หน้าที่หลักของครูคือผู้ดูแลและให้ความช่วย เหลือ อภิปรายร่วมกับนักเรียน ส่วนผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการทดลองคือนักเรียน

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง หลังจากนักเรียนได้ทำการทดลองแล้วให้นักเรียนเสนอผลการทดลอง ในช่วงนี้สิ่งที่อยู่ในมือครูคือผลการทดลองที่ถูกต้องจากหนังสือหรือจากการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของนักวิทยาศาสตร์ผลการทดลองชุดนี้มีไว้เพื่อเปรียบเทียบกับของนักเรียนว่าผลของนักเรียนเป็นอย่างไร โดยครูอาจให้ความรู้เพิ่มเติมในกรณีที่ผลการทดลองของนักเรียนไม่ตรงกับผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของ National Science Education Standards (National Research Council, 1996) กล่าวถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนตั้งคำถาม ซึ่งคำถามอาจได้มาจากประสบการณ์ การทดลอง การสังเกต หรือการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งใช้ข้อมูลอธิบายข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์

2. ผู้เรียนแสดงหลักฐาน พัฒนาและอธิบายคำถาม โดยใช้หลักฐานที่ได้จากประสบการณ์หรือการทดลองพื้นฐาน มาอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติ รวบรวมข้อมูลที่ถูกต้องที่ได้จากการสังเกต การวัด ซึ่งหลักฐานอาจได้มาจากการสังเกตสิ่งต่าง ๆ จากธรรมชาติ หรือการประดิษฐ์คิดค้นทดลองในห้องปฏิบัติการ

3. ผู้เรียนอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่ หลักเกณฑ์ของการสืบเสาะหาความรู้จะเน้นถึงการให้ความสำคัญกับหลักฐานและการอธิบายมากกว่าเกณฑ์และลักษณะของหลักฐาน ซึ่งเป็นสาเหตุให้หลักฐานกับการให้เหตุผลโต้แย้งมีความสัมพันธ์กัน

4. ประเมินผู้เรียนและอธิบายข้อมูลจากหลากหลายทางเลือก ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจ การอธิบายทางเลือก ซึ่งอาจตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนได้ด้วยการสนทนา เปรียบเทียบผลหรือตรวจสอบผล จากนั้นครูเสนอข้อคิดเห็นหรือชี้แนะให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเหตุผลเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5. ผู้เรียนนำเสนอผลที่ได้และพิสูจน์ โดยอธิบายแลกเปลี่ยน ถามคำถาม ตรวจสอบหลักฐานและให้เหตุผล

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดกิจกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจและสร้างคำถามจากประสบการณ์ ปรากฏการณ์ และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การปฏิบัติ การทดลองทั้งที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน หรือนอกชั้นเรียน (National Research Council, 1996) โดยมีหลักการพื้นฐานที่จะต้องคำนึงถึง คือ

1. ปัญหาที่นำมาเสนอในชั้นเรียนเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง มีความหมายต่อผู้เรียนและเรียนรู้ได้

2. ข้อมูลพื้นฐานเหมาะสมกับความสนใจ ความสามารถของผู้เรียน การจัดข้อมูลพื้นฐานอาจจะทำได้โดยการอภิปราย การอ่านสื่อสิ่งพิมพ์ ตำรา หรือ การทดลอง

3. สื่อ วัสดุและอุปกรณ์เหมาะสมและเพียงพอ เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนใช้สื่อได้และสามารถเลือกใช้สื่อตามความต้องการของตนเอง

4. การกำหนดคำถามที่แนะแนวทางการสืบเสาะ

5. สมมติฐานเกิดจากการอภิปรายและการใช้คำถาม

6. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจะต้องอยู่ในสภาวะที่มีแรงกดดันน้อย ยอมให้มีความผิดพลาดและทำซ้ำ และให้ความสำคัญกับการบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระเบียบ

7. การสรุปบทเรียน สรุปผลสุดท้ายจากข้อมูลการทดลองและการอภิปราย

Kyslan and Stone (1969) ได้นำคำว่า inquiry mind มาใช้กับการสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้แนวคิดเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการปลูกฝังการมีจิตที่จะสืบค้นให้แก่นักเรียน นั่นคือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นเท่านั้น แต่ต้องให้นักเรียนได้ค้นหาความจริงต่อไป Kyslan and Stone เสนอลำดับขั้นของการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ไว้เป็น 5 ขั้นดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ในขั้นนี้ต้องเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งก่อน โดยครูอาจใช้คำถาม หรือสาธิตการทดลองให้นักเรียนดูประกอบกับการใช้คำถามที่กระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ขั้นการอภิปรายก่อนการทดลอง ในขั้นนี้จะเป็นการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนเพื่อเสนอแนวทางในการค้นหาคำตอบจากปัญหาที่ตั้งขึ้นในขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน

3. ขั้นการทำการทดลอง เป็นขั้นที่นำแนวคิดที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายมาใช้ในการทดลอง

4. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นการนำผลจากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

5. ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้ไปอธิบายเหตุการณ์อื่นที่เหมือนกันกับปัญหาที่นักเรียนเคยสงสัย

จะเห็นได้ว่าลำดับขั้นของการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ของ Kyslan and Stone มีลักษณะใกล้เคียงกับการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใช้ในปัจจุบัน แต่จะแตกต่างกันที่ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนซึ่ง Kyslan and Stone ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบแนวคิดเดิมของนักเรียน ที่แต่ละคนมีแนวคิดเดิมไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน การถามคำถามของครูอาจทำให้นักเรียนไม่เข้าใจคำถาม รวมถึงในการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ของ Kyslan and Stone นั้นยังขาดขั้นการประเมิน เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนแต่ละคนมีแนวคิดที่ถูกต้องหรือไม่อันเป็นหัวใจหลักของการเรียนการสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็น 5 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้ (สสวท., 2546)

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) การนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรือเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง เกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เป็นเรื่องที่น่าสนใจจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นๆ หรือเป็นเรื่องที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ถ้าในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน ให้ตั้งคำถาม เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับจึงให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา และร่วมกันกำหนดขอบเขตแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้ แล้วจึงมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ซึ่งอาจจะทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบ แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ ซึ่งผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ โดยต้องมีหลักฐาน และเหตุผลรองรับ

4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของ สสวท. (2546) เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากการสอนรูปแบบนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ และช่วยสร้างความสนใจในเรื่องต่างๆกับผู้เรียน นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองและช่วยให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Throwbridge and Bybee (1996) และ Carin (1997) ได้แบ่งการสืบเสาะหาความรู้เป็น 2 ประเภทตามบทบาทครู และนักเรียน คือ

1. การสืบเสาะแบบแนะแนวทาง (guided inquiry) ครูเตรียมข้อมูลพื้นฐาน ใช้คำถาม และกระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหา ครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือให้นักเรียนคิดวิธีการทดลองที่เป็นไปได้

2. การสืบเสาะแบบอิสระ (free inquiry) นักเรียนระบุสิ่งที่จะเรียนเองหลังจากเรียนเกี่ยวกับวิธีการ ปัญหาและมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เรียนเพียงพอแล้ว

Esler and Ester (1993) แบ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 แบบ คือ

1. วิธีหาเหตุผล (rational approach) ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้คำถามปลายเปิด เวลารอคำตอบและการชมเชย

2. การค้นพบ (discovery approach) เป็นการให้นักเรียนค้นคว้าเอง นักเรียนจัดวัสดุอุปกรณ์และตรวจสอบสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง ค้นหา ตั้งปัญหา และหาวิธีการตรวจสอบด้วยตนเอง เป็นการเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางอย่างสมบูรณ์ โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก

3. วิธีการทดลอง (experimental approach) นักเรียนเป็นผู้สร้างและทดสอบสมมติฐาน นิยามและควบคุมตัวแปรในการทดลอง ทำให้นักเรียนเกิดการคิดและปฏิบัติ ส่งผลต่อการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วน Carin and Sund (1980 อ้างใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2550) ได้แบ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาทของครูและผู้เรียนเป็นเกณฑ์ดังนี้คือ

1. guided-inquiry เป็นวิธีสอนที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวมรวมข้อมูล และเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ โดยผู้เรียนทำหน้าที่ทำการทดลองตามกิจกรรมตามแนวทางที่กำหนดไว้

2. less guided-inquiry เป็นวิธีการสอนที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา หรือร่วมกันกำหนดปัญหาพร้อมกับผู้เรียน แต่ผู้เรียนจะเป็นผู้วางแผนหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติ ฐาน วางแผนการทดลอง ทำการทดลอง จนถึงวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก

3. unguided-inquiry เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาด้วยตัวเอง ตลอดจนถึงการวางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง เก็บข้อมูล จนถึงวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งวิธีนี้ผู้เรียนจะมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ ครูและเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น โดยอาจจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาได้ ซึ่งอาจจะเรียกวิธีการนี้ว่า วิธีสืบเสาะแบบอิสระ (free inquiry)

ในงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตาม Carin and Sund โดยใช้วิธีการสอนแบบ guided-inquiry เพราะเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล เป็นเรื่องที่เป็นนามธรรม เป็นเรื่องที่ยากสำหรับนักเรียนในการกำหนดปัญหา สถานการณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง ดังนั้นครูจึงเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ต่างๆ วางแผนกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาสาระและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และเกิดแนวคิดในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ชุติมา วัฒนะคีรี (ม.ป.ป.: 162) และ วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531: 40-41) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. แนะนำนักเรียนและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน กระตุ้นให้เด็กคิดโดยการสร้างสถานการณ์ชักชวนให้เด็กตั้งคำถามสอบสวนตามลำดับขั้นของคำถามแบบสืบสวนสอบสวน กระตุ้นให้นักเรียนบันทึกข้อมูล และอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง

2. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น ในการทดลอง หรืออำนวยความสะดวกในการค้นหาความรู้

3. คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำขณะที่นักเรียนลงมือปฏิบัติงาน เช่น ถามคำถาม อธิบายข้อข้องใจบางอย่าง ทวนกลับ ครูจะเป็นผู้ทบทวนคำถามอยู่บ่อย ๆ เพื่อพิจารณาดูว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไร

4. แนะนำศัพท์ใหม่ ๆ ที่พบขณะทำการทดลอง เช่น ละลาย ขยายตัว หดตัว แรงดันอุณหภูมิ เป็นต้น

5. ให้การหนุนกำลัง เมื่อเด็กถามมาก็จะให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชมและช่วยปรับปรุงคำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในคำถามให้กระจ่างดีขึ้น

6. เป็นผู้กำกับ แนะนำ ครูจะชี้แนวทางเพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้อง ควบคุมเด็กเมื่อเด็กออกนอกลู่นอกทาง

7. จัดระเบียบ ครูดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีเรียน การสร้างบรรยากาศให้เหมาะสม โดยจัดเป็นกลุ่มหรือชั้นตามลักษณะของนักเรียน เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

8. สร้างแรงจูงใจ ครูจะช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า ครูจะต้องเป็นผู้ที่เข้าใจแนวทางในการปฏิบัติและบทบาทของตนในการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ก่อน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่คาดหวังไว้ ครูจึงจะสามารถให้นักเรียนเกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้ ครูต้องจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้สืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ ที่ทำ และนำมาสรุปและสื่อสารข้อมูล ข้อความรู้ที่ได้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนเมื่อเกิดปัญหา และคอยชี้แนะ

5. ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537: 26) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับประโยชน์และข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้ คือ

1. นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

6. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อม จัดลำดับเนื้อหา แนะนำหรือช่วยให้นักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเมินความก้าวหน้าของตนเอง ส่วนนักเรียนเป็นผู้เรียนซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขของครู นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการทดลองอย่างเต็มที่

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้ คือ

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่น่าสงสัยหรือน่าแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายและถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไป จะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจไม่สามารถหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะตอบคำถามได้แต่นักเรียนไม่สามารถประสบความสำเร็จด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีทั้งข้อดีและข้อจำกัด ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน ครูต้องมีการวางแผนกิจกรรม และเตรียมการเป็นอย่างดี กิจกรรมที่นำมาใช้ต้องเร้าความสนใจของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น นำไปสู่การค้นคว้าและการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

แนวคิดเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

1. ความหมายของแนวคิด

แนวคิด แปลมาจากคำว่า concept ในภาษาอังกฤษ ซึ่งมีผู้ให้คำแปลเป็นคำศัพท์ภาษาไทยและนิยมใช้แตกต่างกันหลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด มโนทัศน์ มโนภาพ มโนมติ สังกัป และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวความคิด (พัชรี ผลโยธิน, 2551) การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า “แนวคิด” ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของแนวคิด ไว้ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549: 3) ได้ให้ความหมายของแนวคิดว่า เป็นการคิดถึง หรือจินตนาการถึงบางสิ่ง การเกิดแนวคิดหรือเกิดความเข้าใจต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งของมนุษย์

สมควร ขนชัยภูมิ (2545) ได้ให้ความหมายของมโนมติ หมายถึง ความคิดความเข้าใจของบุคคลที่จะสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลายๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นๆ หลายแบบ แล้วใช้คุณลักษณะที่เกี่ยวกับเรื่องนั้นหรือ สิ่งนั้นมาประมวลเป็นข้อสรุป และยังต้องระลึกได้ว่า สิ่งนั้นมีลักษณะอย่างไร สามารถแยกแยะ สิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่นๆ ได้ชัดเจน

สุรางค์ โค้วตระกูล (2550: 303) ได้ให้ความหมายของแนวคิดว่า เป็นคำที่เป็นนามธรรมใช้แทนสัตว์ วัตถุ สิ่งของที่ได้จัดไว้ในจำพวกเดียวกัน โดยถือลักษณะที่สำคัญเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น คำว่า “นก” เป็นคำที่ใช้แทนสัตว์จำพวกหนึ่งที่มีลักษณะที่สำคัญ 3 อย่าง คือ สัตว์นั้นต้องมีปีก มีขน และบินได้

Barry (1998 อ้างใน พัชรี ผลโยธิน, 2551: 9-5) ได้ให้ความหมายของแนวคิดว่า เป็นมโนภาพของอะไรบางอย่าง และอะไรบางอย่างนี้อาจจะเป็นอะไรก็ได้ เช่น วัตถุที่มองเห็น พฤติกรรม หรือแนวคิด สรุปมโนภาพนี้จะมีสองมิติคือ องค์ประกอบเฉพาะของมโนมตินั้นกับความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น และระหว่างองค์ประกอบกับส่วนรวม การอธิบายแนวคิด อาจจะเป็นในรูปคำ หรือวลีก็ได้

Glynn and Duit (1995 cited in David and Duit, 2008) ได้ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่าเป็นรูปแบบทางความคิดเกี่ยวกับวัตถุหรือเหตุการณ์

Osborne and Cosgrove (1983) ได้ให้ความหมายแนวคิดว่า คือการแสดงออกที่เป็นสัญลักษณ์ทางภาษาที่ใช้กระบวนการเรียนรู้ การจัดลำดับขั้น และการแยกประเภทในการสื่อสารถึงลักษณะของสิ่งของ หรือเหตุการณ์ต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

West and Pines (1985) ได้ให้ความหมายของแนวคิดว่าเป็นการเชื่อมโยงกลุ่มของคำง่ายๆ หรือการอธิบายเรื่องราวต่างๆ ที่เป็นข้อวินิจฉัย ซึ่งแทนองค์ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ

จากการศึกษาความหมายของแนวคิด พอสรุปได้ว่า แนวคิด หมายถึง ความคิดความเข้าใจของบุคคลที่สรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยอาศัยประสบการณ์เดิม และคุณสมบัติร่วมของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

2. ประเภทของแนวคิด

Lang *et al.* (1995 อ้างใน จิตตินันท์ สาตะนิมิ, 2550: 36) ได้แบ่งแนวคิดออกเป็น 5 ชนิด คือ

1. แนวคิดรูปธรรม (concrete concept) เป็นแนวคิดที่สามารถรับรู้ได้โดยตรงด้วยประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นไป หรือทั้ง 5 อย่าง เช่น “แมลง” คือสัตว์ที่มีลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ หัว อก และท้อง และมีขา 6 ขา

2. แนวคิดนามธรรม (abstract concept) เป็นแนวคิดที่ไม่สามารถรับรู้ได้โดยตรงหรือต้องมีการลงความเห็น เช่น “สารอาหาร” คือ สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในอาหารต่าง ๆ เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วจะให้พลังงาน ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ

3. แนวคิดที่มีนิยามเดียว (conjunctive concept) เป็นแนวคิดที่มีลักษณะสำคัญ 1 ลักษณะที่จำเพาะเจาะจง เช่น “ทะเลสาบ” คือแหล่งน้ำที่มีพื้นดินล้อมรอบ

4. แนวคิดที่มีหลายนิยาม (disjunctive concept) เป็นแนวคิดที่มีลักษณะสำคัญหลายลักษณะตัวอย่างที่จะจัดอยู่ในแนวคิดรูปแบบนี้นั้น เพียงมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งก็สามารถจัดอยู่ในแนวคิดได้ เช่น “คำนาม” คือคำที่ใช้เรียก คน สัตว์ สิ่งของ ดังนั้น “คำนาม” สามารถเป็นได้ทั้ง คน หรือสัตว์ หรือสิ่งของ

5. แนวคิดที่มีเงื่อนไข (relational concept) เป็นแนวคิดที่ต้องมีลักษณะ 2 ลักษณะสำคัญโดยเป็นเงื่อนไขซึ่งกันและกัน เช่น เส้นตรงจะไม่เป็น “เส้นขนาน” ถ้าเส้นตรง 2 เส้นนั้นตัดกัน ณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุดใดจุดหนึ่ง ลักษณะสำคัญอย่างแรกคือ จะต้องมีเส้นตรง 2 เส้น และลักษณะที่ 2 คือเส้นตรง 2 เส้นนั้นจะต้องไม่ตัดกัน ณ จุดใดจุดหนึ่ง จึงจะเป็น “เส้นขนาน”

สำหรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้น ปรีชา และคณะ (2525 อ้างใน ภพ เลาหไพบูลย์, 2540: 4) ได้ให้ความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึงความเข้าใจที่จะสรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ของวัตถุ หรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง แนวคิดวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นสากล ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนและมีความรู้ในระดับสูงชัดเจนดีขึ้น โดยแนวคิดวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท (classification concept) เป็นแนวคิดที่เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติ บอกคุณสมบัติร่วม โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นๆ ตัวอย่างเช่น สัตว์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สัตว์มีกระดูกสันหลัง และไม่มีกระดูกสันหลัง

2. แนวคิดทางทฤษฎี (theoretical concept) เป็นแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายคุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่าง หรือปรากฏการณ์ที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรงทั้งหมด แต่มีหลักฐานเป็นเหตุผลสนับสนุนแล้วสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง

3. แนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (correlation concept) เป็นแนวคิดที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่างๆ ได้ ตัวอย่างเช่น “ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น”

คณะอนุกรรมการการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 อ้างใน พันธ์ ทองชุมนุม, 2547: 202) แบ่งประเภทของแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ

1. แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่างๆ ที่จะนำมาสรุป เช่น น้ำที่อยู่ในสถานะของแข็ง

2. แนวคิดที่เกิดจากการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งทั้งหลาย เช่น สสารอาจเปลี่ยนสถานะได้ถ้าเราเปลี่ยนพลังงานความร้อน

3. แนวคิดที่เกิดจากการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่างๆ มาสรุปเข้าด้วยกันเป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นไปจนกระทั่งความรู้ระดับสูง การที่จะเข้าใจในแนวคิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เหล่านี้ต้องมีแนวคิดเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นมาแล้ว เช่น แก๊สเมื่อได้รับความร้อนโมเลกุลจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้ข้อมูล หลักฐาน เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ต่างๆ หรือจัดจำแนกเป็นสิ่งต่างๆ เพื่อเป็นองค์ความรู้

3. การสร้างแนวคิด

บุคคลเกิดแนวคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้ต่อเมื่อมีประสบการณ์ เกิดการรับรู้และเก็บสิ่งที่รับรู้นั้นเอาไว้เป็นความจำ เมื่อมีการรับรู้สิ่งต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นก็เกิดการคิดหาเหตุผล มีการเชื่อมโยงผสมผสานระหว่างการรับรู้ ความจำ และความคิดเกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วมีการแยกแยะลักษณะเฉพาะออกจากสิ่งอื่นซึ่งทำให้เกิดเป็นแนวคิดของสิ่งต่าง ๆ หรือทำให้เกิดโครงสร้างของแนวคิด การสร้างแนวคิดดังกล่าวได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษากล่าวไว้ ดังนี้

จำนง พรายแย้มแข (2516) อธิบายไว้ว่าบุคคลจะเกิดแนวคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้ เมื่อบุคคลนั้นเคยมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ข้อเท็จจริง (facts) หลักการ (principles) และลักษณะทั่วไป (generalization) ของเรื่องนั้นมาก่อนแล้ว จากนั้นสามารถระลึก (recognize) ได้ถึงลักษณะเฉพาะและสามารถแยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่น จึงเกิดเป็นแนวคิดขึ้น

Cecco (1986 อ้างใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2534) กล่าวว่าการสร้างแนวคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน และมีขั้นตอนการเกิดแนวคิด ดังนี้

1. การสัมผัส (sensation) ผู้เรียนจะเกิดแนวคิดได้เมื่อได้สัมผัสสิ่งเร้า โดยใช้อวัยวะรับสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

2. การรับรู้ (perception) เมื่อผู้เรียนได้สัมผัสกับสิ่งเร้าจะมีการแปลความหมายในสิ่งที่สัมผัสนั้นเพื่อให้เกิดแนวคิดขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การจำ (memory) เมื่อสัมผัสกับสิ่งเร้าแล้วเกิดความเข้าใจจากการรับรู้ก็จะเก็บความจำไว้ในระบบความจำ ยิ่งจำมากก็จะมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นมาก

4. การจำแนกแยกแยะ (discrimination) เมื่อผู้เรียนจำสิ่งเร้าได้ก็จะเกิดการพินิจพิเคราะห์และคิดหาเหตุผลเกี่ยวกับสิ่งนั้นเพื่อเกิดความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้

5. การสรุปรวบยอด หรือการจัดความคิดเป็นหมวดหมู่ (generalization) เมื่อมีการพินิจพิเคราะห์ และคิดหาเหตุผลแล้วก็จะมีการจัดระเบียบความคิดเป็นหมวดหมู่แยกแยะให้ข้อแตกต่างกับสิ่งอื่นแล้วสรุปให้เห็นความคล้ายคลึงกันเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจ เรียกว่าแนวคิดนั้นๆได้

Ausubel (1968: 5-17) ได้สรุปกระบวนการสร้างแนวคิดไว้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์และการแยกแยะความแตกต่างของกระบวนการสิ่งเร้า

2. ตั้งสมมติฐานโดยพิจารณาลักษณะร่วมของส่วนย่อยในการแยกแยะนั้น

3. ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง ๆ

4. เลือกสมมติฐานที่สามารถรวมกลุ่มสิ่งเร้าซึ่งมีลักษณะบางประการรวมกันได้

5. หาลักษณะจำเพาะของสิ่งเร้ามาสัมพันธ์กับแนวคิดของตน

6. แยกแยะความแตกต่างระหว่างแนวคิดที่รับมาใหม่กับแนวคิดเดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อหาความสัมพันธ์กัน

7. สรุปครอบคลุมลักษณะจำเพาะของแนวคิดใหม่ให้ครอบคลุมกับส่วนย่อยทั้งหมดในกลุ่ม

8. หาสัญลักษณ์ทางภาษามาแทนแนวคิดใหม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาการเกิดแนวคิดจึงสามารถสรุปได้ว่า การที่จะเกิดแนวคิดนั้นมาจากประสบการณ์เดิมที่ได้จากการรับรู้การกระตุ้นของสิ่งเร้า แล้วจดจำได้ สามารถพินิจพิเคราะห์ หาเหตุผลแยกแยะและสรุปลักษณะของสิ่งต่างๆ จนเกิดเป็นแนวคิดเรื่องนั้นๆได้

4. การสำรวจแนวคิด

การสำรวจแนวคิดของนักเรียนก่อนและหลังเรียนนั้น จะทำให้ครูทราบแนวคิดของนักเรียนว่ามีแนวคิดเดิมในเรื่องที่ครูสอนอย่างไร มีแนวคิดคลาดเคลื่อนอย่างไรเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนแก้ไขและปรับเปลี่ยนแนวคิดของนักเรียนก่อนจัดการเรียนการสอน และเมื่อครูทำการสอนแล้วนักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และมีแนวคิดในสิ่งที่สอนไปถูกต้องตามที่คาดหวังหรือไม่ อย่างไร โดยพิจาณาว่านักเรียนสามารถกระทำในสิ่งต่อไปนี้ได้หรือไม่ (พันธ์ ทองชุมนุม, 2547: 205)

1. สามารถระบุหรือเรียกชื่อแนวคิดนั้นได้

2. สามารถบอกลักษณะของแนวคิดนั้นได้

3. สามารถจำแนก คัดเลือก ยกตัวอย่าง และระบุสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของแนวคิดนั้นได้

4. สามารถอธิบาย รวมถึงสรุปความหมายของแนวคิดนั้นได้จากความรู้ ความเข้าใจของตนด้วยภาษาของตน

วิธีในการสำรวจแนวคิดมีหลายวิธีด้วยกัน ได้แก่ การใช้แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด การใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ การสัมภาษณ์ การใช้แผนผังแนวคิดโดยแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด (open ended question)

แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิดหรือเรียกว่าแบบทดสอบแบบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่เขียนคำถามโดยกำหนดเป็นสถานการณ์หรือปัญหาในรูปแบบใดแบบหนึ่ง เพื่อใช้วัดความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถของผู้เรียนในการที่จะสร้างแนวคิด รวบรวมแนวคิด และเขียนแสดงแนวคิดนั้น โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบอย่างเป็นอิสระตามความคิดและความเข้าใจของตนเอง (ชวลิต ชูคำแพง, 2550: 94; ภพ เลาหไพบลย์, 2542: 360)

2. แบบทดสอบเลือกตอบสองชั้น (two-tier multiple-choice test)

แบบทดสอบเลือกตอบสองชั้นเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียนที่สามารถระบุได้ว่าผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนหรือไม่ อย่างไร ลักษณะของแบบทดสอบจะมีสองส่วนคือ ส่วนแรกเป็นข้อสอบแบบหลายตัวเลือก และส่วนที่สองเป็นกลุ่มของเหตุผลต่างๆ สำหรับข้อคำถามในส่วนแรก ซึ่งคำตอบทั้งสองส่วนจะต้องมีทั้งคำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่แสดงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน (Treagust, 2006: 3)

3. การสัมภาษณ์ (interview)

การสัมภาษณ์เป็นวิธีที่ตรวจสอบว่าผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนหรือไม่ อย่างไร โดยใช้คำถามให้ผู้เรียนตอบโดยใช้ภาษา และความคิดของตัวเอง ซึ่งการสัมภาษณ์เพื่อให้ทราบแนวคิดที่ถูกต้องและชัดเจนของผู้เรียนนั้น ควรใช้การสัมภาษณ์โดยใช้ตัวอย่าง (interview about instances) และการสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์ (interview about events) วิธีการดังกล่าวทำโดยให้นักเรียนดูรูปภาพที่เกี่ยวกับเหตุการณ์ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หลังจากนั้นถามคำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้แนวคิดของตนเองในการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น ทำให้ผู้สัมภาษณ์ได้ข้อมูลที่มีรายละเอียดมากกว่าวิธีอื่นๆ แต่ใช้เวลานาน (Bennet, 2005: 30-32)

4. แผนผังแนวคิด (concept mapping)

เป็นการให้ผู้เรียนเติมคำหรือข้อมูลลงในแผนผังแนวคิดที่ครูกำหนด หรือให้ผู้เรียนสร้าง สรุป และนำเสนอแนวคิดด้วยตนเอง โดยเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีลำดับขั้นจากแนวคิดที่กว้างไปสู่แนวคิดที่แคบ และเฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ความเข้าใจที่ได้จากการเรียนรู้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2550: 36)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ ในวิชาชีววิทยา พบว่า Fisher (1985) และ Yosi and Ruth (2008) ได้ศึกษาแนวคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปลายเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล โดยใช้แบบทดสอบเลือกตอบสองชั้น (two-tier multiple-choice test) และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Yosi and Ruth, 2008) นอกจากนี้ในงานวิจัยของ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, พัฒนี จันทรโรทัย, และ วรรณทิพา รอดแรงค้า (2546) ได้ทำการศึกษาแนวคิดในเรื่องวิวัฒนาการของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ถึงปีที่ 6 โดยใช้ แบบทดสอบเลือกตอบสองชั้น (two-tier multiple-choice test) ร่วมกับใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก และ ในงานวิจัยของ สิรินภา กิจเกื้อกูล (2547) ได้ทำการศึกษาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด (open ended question) ร่วมกับแบบทดสอบเลือกตอบสองชั้น (two-tier multiple-choice test)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบวัดแนวคิดชนิดคำถามปลายเปิดเพื่อวัดแนวคิดของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากแบบวัดแนวคิดชนิดนี้จะทำให้สามารถทราบแนวคิดของนักเรียนได้อย่างลึกซึ้ง และนักเรียนได้แสดงความคิด ความเข้าใจของตนเองอย่างอิสระ

5. การจัดกลุ่มแนวคิด

มีนักการศึกษาหลายท่านได้จัดแบ่งกลุ่มแนวคิดไว้แตกต่างกัน เช่น การจัดแบ่งกลุ่มแนวคิดออกเป็น 4 กลุ่ม เช่น Marek *et al*. (1990) Haidar and Abraham (1991) Brickhouse *et al*. (2000) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Marek *et al*. (1990) ได้แบ่งกลุ่มแนวคิดเป็น 4 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 แนวคิดถูกต้อง (sound understanding) หมายถึง คำตอบแสดงถึงว่าเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

กลุ่มที่ 2 แนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding) หมายถึงคำตอบแสดงถึงว่าเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่สมบูรณ์

กลุ่มที่ 3 แนวคิดคลาดเคลื่อน (limited understanding) หมายถึงมีคำตอบที่แสดงถึงว่าเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน และมีบางส่วนที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กลุ่มที่ 4 แนวคิดไม่ถูกต้อง (misunderstanding) หมายถึงคำตอบแสดงถึงความไม่เข้าใจในแนวคิดนั้นๆ

Haidar and Abraham (1991) ได้แบ่งกลุ่มแนวคิดเป็น 4 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 ไม่มีแนวคิด (no understanding: NU) หมายถึง ไม่ตอบ ตอบว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ ตอบโดยเขียนทวนคำถาม

กลุ่มที่ 2 แนวคิดคลาดเคลื่อน (alternative conceptions: AC) หมายถึงคำตอบแสดงถึงความพยายามที่จะอธิบาย แต่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 3 แนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding: PU) หมายถึงคำตอบแสดงถึงว่าเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่สมบูรณ์

กลุ่มที่ 4 แนวคิดถูกต้อง (sound understanding: SU) หมายถึง คำตอบแสดงถึงว่าเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

Brickhouse *et al*. (2000) ได้แบ่งกลุ่มแนวคิดออกเป็น 4 กลุ่ม เช่นเดียวกับ Marek *et al*. (1990) โดยกลุ่มที่แนวคิดถูกต้อง แนวคิดถูกต้องบางส่วน และแนวคิดคลาดเคลื่อน ใช้คำที่แตกต่างกัน แต่ใช้เกณฑ์ในการจัดจำแนกที่คล้ายกัน ส่วนในกลุ่มที่ไม่มีแนวคิดจะแตกต่างกันโดย เกณฑ์ของ Haidar and Abraham ใช้คำว่า (no understanding) หมายถึง ไม่ตอบ ตอบว่าไม่รู้ ไม่เข้าใจ ตอบโดยเขียนทวนคำถาม ส่วนเกณฑ์ของ Brickhouse *et al*. (2000) ใช้คำว่า (other) หมายถึงคำตอบหรือคำอธิบายไม่ตรงกับคำถาม

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาที่ได้จัดแบ่งกลุ่มแนวคิดไว้แตกต่างกันอีก โดยจัดแบ่งกลุ่มแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม เช่น Westbrook and Marek (1992); Muthukrishna *et al*. (1993); Abraham *et al*. (1994); Lumpe and Staver (1995) คล้ายกับการแบ่งเป็น 4 กลุ่ม เพียงแต่แยกกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนออกมาอีก 1 กลุ่มคือ กลุ่มที่คำตอบมีทั้งแนวคิดถูกต้องบางส่วน และคลาดเลื่อนบางส่วน (partial understanding with specific misconception: PS) หมายถึงคำตอบมีทั้งแนวคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์บางส่วน และที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน ซึ่งแยกออกจากกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งหมด นอกจากนี้ยังมีการให้ชื่อกลุ่มที่แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. แนวคิดสมบูรณ์ (complete understanding: CU) คำตอบของนักเรียนถูกต้อง และตรงตามทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

2. แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU) คำตอบของนักเรียน มีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์ ซึ่งคำตอบจะไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหมด แต่จะไม่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนปรากฏอยู่ในคำตอบของนักเรียน

3. แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with specific misconception: PS) คำตอบของนักเรียนส่วนหนึ่งมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์อยู่ แต่มีแนวคิดอีกส่วนหนึ่งที่คลาดเคลื่อนปรากฏอยู่ในคำตอบของนักเรียน

4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misconception: SM) คำตอบของนักเรียนเป็นแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทั้งหมด แสดงความไม่เป็นเหตุเป็นผลกันรวมทั้งไม่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

5. ไม่มีแนวคิด (no understanding: N) นักเรียนไม่ตอบคำถาม ทวนคำถาม หรือตอบว่าไม่รู้

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาที่ได้จัดแบ่งกลุ่มแนวคิดไว้แตกต่างกันอีก โดยจัดแบ่งกลุ่มแนวคิดออก เป็น 6 กลุ่มคือ Abraham *et al*. (1992) ซึ่งการจัดนั้นจะเหมือนกับการแบ่ง 5 กลุ่ม เพียงแต่ว่าจะแยกกลุ่มที่ไม่มีแนวคิด โดยไม่มีคำตอบ ตอบไม่รู้ ออกจากกลุ่มที่ไม่เข้าใจ โดยตอบทวนคำถาม หรือตอบไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ถาม

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์การจัดกลุ่มแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่มตามเกณฑ์ของ Westbrook and Marek (1992) เนื่องจากสามารถแบ่งระดับของแนวคิดตามเกณฑ์ได้ละเอียดในทุกกรณี เพื่อผู้วิจัยสามารถที่จะจำแนกแนวคิดของผู้เรียนออกมาได้อย่างชัดเจน เพื่อให้ผลการวิจัยที่ออกมาเป็นที่เข้าใจได้ง่ายและชัดเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. แนวคิดเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลในหลักสูตรวิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล พุทธศักราช 2544

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 1 มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายภาค และสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ชั้น ม.4 – 6

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายภาค	สาระการเรียนรู้รายภาค
1. สืบค้นข้อมูลอภิปรายและอธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรมการเกิดมิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ	1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบาย เกี่ยวกับสารพันธุกรรม โครโมโซม และการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม (ว 1.2-1)	1. การสำรวจ การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายภาค	สาระการเรียนรู้รายภาค
2. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ 3. สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบหรือสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ 4. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ 5. เก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพโดยตรวจสอบความเป็นไปได้ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล	2. สืบค้นข้อมูลอภิปรายอธิบายเกี่ยวกับความแปรผันทางพันธุกรรม การเกิดมิวเทชันและความหลาก หลายของสิ่งมีชีวิต (ว 1.2-1) 3. ตั้งคำถามโดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์หรือตามประเด็นสำคัญตามความสนใจและครอบคลุมตัวแปรสำคัญ ที่สามารถสำรวจตรวจสอบได้ 4. ตั้งสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ สร้างแบบจำลองหรือรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ 5. ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆที่เกี่ยวข้อง พิจารณาตัวแปรสำคัญ จำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่เชื่อถือได้ 6. บันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมเชิง	2. การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความผิดปกติของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ความแปรผัน การเกิดมิวเทชัน และโรคทางพันธุกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายภาค	สาระการเรียนรู้รายภาค
6. วิเคราะห์ข้อมูลแปลความหมายข้อมูลและปริมาณความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้	ปริมาณและคุณภาพ ตรวจสอบความถูกต้องและความผิดพลาดของข้อมูล	
7. นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และในชีวิตจริง	7. วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูลและประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปกับสมมติฐาน	
8. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่	8. สร้างคำถามใหม่จากผลการสำรวจตรวจสอบ หรือเสนอแนะการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่หรือสถานการณ์ใหม่ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง 9. อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล มีหลักฐานจากการค้นคว้าเพิ่มเติมที่เชื่อถือได้ มีการสำรวจตรวจสอบผลที่ได้อย่างระมัดระวังเพื่อให้ยอมรับเป็นความรู้ใหม่ได้	
9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ	10. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและอธิบายด้วยวาจาเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการและผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. แนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2550) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแนวคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่องหน้าที่ยีนโดยใช้กรอบการตีความหลายมิติ ได้แก่ มุมมองเชิงภววิทยา มุมมองเชิงญาณวิทยา และมุมมองเชิงสังคม/ความรู้สึก กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก 2 โรงเรียน จำนวน 89 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ที่เรียนเรื่องการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ยีนและโครโมโซม และสารพันธุกรรม เก็บข้อมูลโดยใช้ แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน การสังเกต และบันทึกภาคสนามในชั้นเรียน การบันทึกวีดีโอเทปกิจกรรมการเรียนรู้ การสัมภาษณ์เชิงลึกนักเรียนและครู และการสนทนากลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า เมื่อพิจารณาในมุมมองเชิงภววิทยา นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเรื่องเรื่องหน้าที่ยีน เมื่อพิจารณาในมุมมองเชิงญาณวิทยา นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมโนมติเรื่องหน้าที่ยีนหลังเรียนอยู่ในสภาวะทางแนวคิดที่เข้าใจได้ (intelligible) เมื่อพิจารณามุมมองเชิงสังคมคือบริบทด้านการสอนพบว่า ครูไม่ได้เชื่อมโยงระหว่างโครงสร้างและหน้าที่ของยีนกับดีเอ็นเอ และไม่ได้เน้นให้นักเรียนเข้าใจพันธุศาสตร์เชิงโมเลกุลหรือกระบวนการ แต่ส่งเสริมความเข้าใจเรื่องหน้าที่ยีนที่เป็นอนุภาค ส่วนบริบทด้านนักเรียนได้แก่ ความสนใจในเนื้อหาและเป้าประสงค์ของการศึกษาต่อพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สนใจในเนื้อหาพันธุศาสตร์เพราะว่าเกี่ยวข้องกับชีวิต แต่ขณะเดียวกันนักเรียนรู้สึกว่าเนื้อหาพันธุศาสตร์ค่อนข้างยากและซับซ้อนโดยเฉพาะกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน นอกจากนี้ยังมีคำศัพท์ที่ต้องจำและทำความเข้าใจมาก

Fisher (1985) ได้ศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องกรด อะมิโนกับการสังเคราะห์โปรตีน โดยเก็บข้อมูลโดยวิธีการสัมภาษณ์ แบบวัดแนวคิด และแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกรดอะมิโนและการสังเคราะห์โปรตีน และนักเรียนมีความคิดว่าเรื่องดังกล่าวเป็นเนื้อหาที่ยากต่อความเข้าใจ

Gili and Ruth (2000) ได้ศึกษาแนวคิดเรื่องพันธุศาสตร์โดยใช้พื้นฐานความรู้เรื่องเซลล์ กับกลุ่มตัวอย่าง 3 จำนวน 264 คน กลุ่มคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และนักศึกษาฝึกสอนวิชาชีววิทยา โดยใช้คำถามปลายเปิด และแผนผังแนวคิด จากการศึกษาพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อธิบายปรากฏการณ์ทางพันธุศาสตร์เชื่อมโยงกับความรู้เรื่องเซลล์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่วนใหญ่อธิบายปรากฏการณ์ทางพันธุศาสตร์เชื่อมโยงกับเรื่องเซลล์ได้แต่ไม่เข้าใจกลไกและระยะต่างๆ ของการแบ่งเซลล์ และนักศึกษาฝึกสอนวิชาชีววิทยาอธิบาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรากฏการณ์ทางพันธุศาสตร์โดยใช้ความรู้เรื่องเซลล์ และความรู้เรื่องพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลได้ แต่ส่วนใหญ่ไม่เข้าใจเรื่องหน้าที่ของ อาร์เอ็นเอ ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนะว่าการที่จะพัฒนาแนวคิดของนักเรียนในเรื่องดังกล่าวควรมีการพัฒนาวิธีการสอนของครู

Ratanaroutai (2006) ได้สำรวจแนวคิด สภาพการสอนและการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์ขั้นพื้นฐานและพันธุศาสตร์ในระดับโมเลกุล โดยได้สำรวจแนวคิดครูผู้สอนชีววิทยา และนักเรียนด้อยโอกาสพบว่าครูและนักเรียนมีความคิดเห็นที่เหมือนกันว่า เนื้อหาเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลเป็นเนื้อหาที่ยาก มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ซึ่งประกอบด้วยเรื่อง โครงสร้างทางเคมีของดีเอ็นเอ คุณสมบัติของดีเอ็นเอกับการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ ดีเอ็นเอ อาเอ็นเอกับการสังเคราะห์โปรตีน และรหัสพันธุกรรม

จากการศึกษางานวิจัยที่พบแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล และการสำรวจแนวคิดของนักเรียนเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลในการวิจัยระยะที่ 1 ของผู้วิจัย พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

แนวคิด	แนวคิดคลาดเคลื่อน
1. โครโมโซม	
1.1 รูปร่างโครโมโซม	- โครโมโซมมีรูปร่างเหมือนดีเอ็นเอ - ไม่สามารถบอกส่วนประกอบของโครโมโซมได้ เช่น โครมาทิด เซนโทรเมียร์
1.2 จำนวนโครโมโซม	- สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่จะมีจำนวนโครโมโซมมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก - สิ่งมีวิตที่มีวิวัฒนาการสูงจะมีจำนวนโครโมโซมมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่วิวัฒนาการต่ำกว่า
2. ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซม	- ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซม - ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมคือสิ่งเดียวกันทำหน้าที่เหมือนกัน - ยีนมารวมกันกลายเป็นดีเอ็นเอ
3. โครงสร้างดีเอ็นเอ	-ดีเอ็นเอเป็นสายเดี่ยว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แนวคิด	แนวคิดคลาดเคลื่อน
	- ดีเอ็นเอมีลักษณะเวียนซ้าย -ดีเอ็นเอประกอบด้วยเบส A U G C - ไม่สามารถบอกการเข้าคู่กันของเบสได้ - สายพอลินิวคลีโอไทด์ของโมเลกุลดีเอ็นมีทิศทางเดียวกัน
4. องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ/ นิวคลีโอไทด์	-โครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ - การจับกันของน้ำตาล เบส และหมู่ฟอสเฟตในนิวคลีโอไทด์ -ชนิดของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์ - เบสที่เป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอ และ อาร์เอ็นเอ
5. สมบัติของสารพันธุกรรม	
5.1 การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ	- กระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส - การสังเคราะห์ดีเอ็นเอโดยใช้สายพอลินิวคลีโอไทด์ทั้งสองสายเป็นแม่แบบจะมีทิศทางเดียวกันทั้งสองสาย - การเข้าคู่กันของเบส
5.2 การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอจากดีเอ็นเอแม่พิมพ์	- ลำดับขั้นตอนกระบวนการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ - ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของ
5.3 รหัสพันธุกรรม	- การอ่านรหัสพันธุกรรมจากตารางไม่ถูกต้อง
5.4 การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม	- ลำดับขั้นตอนกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน - ยึนกับการสังเคราะห์โปรตีน
6. มิวเทชัน 6.1 มิวเทชันเฉพาะที่	- เมื่อมีเบสเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต - เมื่อมีเบสเพิ่มขึ้นจะทำให้สังเคราะห์โปรตีนได้กรดอะมิโนเพิ่มขึ้น
6.2 มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซม	- ไม่สามารถบอกโรคที่เกิดจากมิวเทชันลักษณะนี้ - เป็นผลดีกับสิ่งมีชีต
6.3 มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม	- เกิดจากโครโมโซมแบ่งตัวเพิ่มขึ้น - ไม่สามารถเชื่อมโยงสาเหตุของการเกิดมิวเทชันลักษณะนี้กับการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่ผิดปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุจิตรา เศรษฐภักดี (2547) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง

Ratanaroutai (2006) พัฒนารูปแบบการสอนพันธุศาสตร์โดยใช้วิธี social constructivism จากการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนนี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาพันธุศาสตร์ และยังเพิ่มทักษะในการสื่อสาร นักเรียนสามารถนำเสนอโครงสร้างของดีเอ็นเออย่างง่ายได้

Jennifer *et al*. (2007) ได้พัฒนาหน่วยการเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล และ จีโนม โดยใช้รูปแบบการสอนที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาพันธุศาสตร์โมเลกุล และ จีโนม โดยนำไปทดลองใช้ในโรงเรียนมัธยม 2 แห่ง เก็บข้อมูลโดยใช้การบันทึกด้วยวีดีโอ การทำงานของนักเรียนขณะทำกิจกรรม การสัมภาษณ์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาพันธุศาสตร์มากขึ้น

Yosi *et al*. (2008) ได้พัฒนาการสอนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างของดีเอ็นเอ การจำลองตัวเองของดีเอ็นเอ การถอดรหัส และการสังเคราะห์โปรตีน โดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์แอนนิเมชันกับกลุ่มทดลอง จำนวน 61 คน ส่วนกลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบบรรยาย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ผลการวิจัยพบว่า คะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้สื่อคอมพิวเตอร์แอนนิเมชันประกอบการสอนมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Melek (2009) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาการสอนเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอ กระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ อาเอ็นเอ การสังเคราะห์โปรตีน และรีคอมบิแนนต์ดีเอ็นเอ โดยใช้การตัดกระดาษเข้ามาเป็นรูปแบบจำลองในการเรียนการสอนของกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน และ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแนวคิดเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลจะเห็นว่ามีรูปแบบการสอนที่หลากหลายคือ มีการใช้คอมพิวเตอร์แอนนิเมชัน ใช้รูปแบบการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ ใช้รูปแบบ socail constructivism และใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการพัฒนาแนวคิด เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลของนักเรียน และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดแนวคิดของนักเรียนคือ แบบวัดแนวคิดเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลซึ่งมีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิดให้นักเรียนเขียนอธิบายและวาดภาพประกอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในวิชาชีววิทยา เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล เพื่อนำไปสู่การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งในบทนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบการวิจัย กลุ่มที่ศึกษา ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งจริยธรรมในการวิจัยตามลำดับ

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบกรณีศึกษา (case study) โดยผู้วิจัยศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดบุรีรัมย์ซึ่งได้รับการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive samping) แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ ไปใช้เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน งานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ระยะที่ 2 ศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยผู้วิจัยขอนำเสนอรายละเอียดระเบียบวิธีวิจัยในแต่ละระยะ โดยครอบคลุมประเด็นดังนี้ กลุ่มที่ศึกษา ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล

ผู้วิจัยทำการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู โดยรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างกับครู และนักเรียนในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล และทำการวัดแนวคิดในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แบบวัดแนวคิด เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปใช้ในการพัฒนากิจกรรมการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ใน เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

กรณีศึกษา

กรณีศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิชาชีววิทยาเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ปีการศึกษา 2552 จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นจำนวนนักเรียน 58 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งตั้งอยู่ในเขตพื้นที่การศึกษาเดียวกับโรงเรียนที่ผู้วิจัยประจำการ และผู้วิจัยมีความคุ้นเคยกับครู และนักเรียนเป็นอย่างดีเพื่อสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล และได้ข้อมูลที่เป็นจริง น่าเชื่อถือ

สิ่งที่ศึกษา

สิ่งที่ศึกษา คือ 1) สภาพการจัดการเรียนรู้ของครูวิชาชีววิทยา เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 2) แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ทำการวิจัยระยะที่ 1 คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 เดือนมกราคม - มีนาคม พ.ศ. 2553

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในระยะนี้ประกอบไปด้วย 3 ชนิด คือ แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย โดยการสังเกตร่วมกับการบันทึกวีดีทัศน์ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. แบบบันทึกภาคสนาม

เป็นการบันทึกเหตุการณ์ขณะสำรวจสภาพการจัดการเรียนรู้ โดยบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ตามความเป็นจริงในประเด็นต่างๆ ผู้วิจัยมีแนวทางการบันทึกข้อมูลดังนี้

1.1 ศึกษาหลักการบันทึกภาคสนาม

1.2 สร้างกรอบการบันทึก เพื่อบันทึกข้อมูลสภาพการจัดการเรียนรู้ บริบทของโรงเรียนและห้องเรียน การจัดการเรียนรู้ในประเด็นต่างๆ ได้แก่ วิธีสอน สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

1.3 ตรวจสอบความเหมาะสมของกรอบการแบบบันทึกโดยกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปใช้

2. แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับ สภาพการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล

แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล แบบออกเป็น 5 ตอน คือ 1) บริบทของโรงเรียน 2) ภูมิหลังของครูและนักเรียน 3) วิธีสอน 4) สื่อการสอน 5) การวัดและประเมินผล แบบสัมภาษณ์ได้รับการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและภาษาจากผู้เชี่ยว ชาญทางวิทยาศาสตร์ศึกษาซึ่งเป็นอาจารย์ระดับมหาวิทยาลับจำนวน 1 คน และครูผู้สอนชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาจำนวน 1 คน จากนั้นนำไปปรับปรุงคำถาม แล้วนำไปสัมภาษณ์กับกลุ่มที่ศึกษาจริง ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์แสดงในภาคผนวก ง

3. แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล

แบบวัดแนวคิด เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลประกอบด้วยคำถามปลายเปิดจำนวน 14 ข้อ ครอบคลุมแนวคิดสำคัญ 6 แนวคิด คือ โครโมโซม ความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โครงสร้างของดีเอ็นเอ องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ สมบัติของสารพันธุกรรม และ มิวเทชัน ในการตอบคำถามนักเรียนสามารถวาดรูปประกอบในการแสดงเหตุผลในการตอบคำถาม ซึ่งมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างแบบวัดแนวคิดมีดังนี้

ขั้นแรก ศึกษาเอกสารเกี่ยวข้อง ได้แก่ ตัวชี้วัด คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน และเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 5 (สสวท., 2550) เพื่อวิเคราะห์แนวคิดหลักในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล โดยสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบขึ้น

ขั้นที่สอง ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถามเพื่อวัดแนวคิด จาก นั้นผู้วิจัยทำการสร้างแบบวัดแนวคิดเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล พร้อมทั้งสร้างกรอบของคำตอบที่เป็นแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ขึ้นเอง

ขั้นที่สาม นำตารางวิเคราะห์ข้อสอบและแบบวัดแนวคิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น รวมถึงกรอบของคำตอบที่เป็นแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่าน ซึ่งเป็นอาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความตรงในประเด็นต่างๆดังนี้

1. ความถูกต้องในการวิเคราะห์แนวคิดหลัก และสาระสำคัญของแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

2. ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดแนวคิด และความถูกต้องของกรอบคำตอบที่เป็นแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

3. การใช้ภาษาในการเขียนข้อคำถาม เพื่อสื่อความหมายให้นักเรียนเข้าใจ

ขั้นสุดท้าย ผู้วิจัยทำการปรับแก้ข้อคำถามต่างๆในแบบวัดแนวคิด และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างจริง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาในการสื่อความหมาย และหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบวัดแนวคิดชุดนี้ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาปรับแก้แบบวัดแนวคิดอีกครั้งเพื่อให้เหมาะสมแล้วจึงนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริง ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดแสดงในภาคผนวก ข

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. แบบบันทึกภาคสนาม

ผู้วิจัยสังเกตสภาพการจัดการเรียนรู้ได้แก่ สภาพของโรงเรียนและห้องเรียนร่วมกับการบันทึก วีดีทัศน์ และถ่ายรูป เพื่อช่วยในการรวบรวมข้อมูล และได้จดบันทึกภาคสนามสิ่งที่สังเกตได้ตามความเป็นจริงที่ได้จากการสังเกต ตามประเด็นที่วางไว้ หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาจัดระเบียบข้อมูลให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะวิเคราะห์ได้โดยสะดวก จากนั้นทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) ตามประเด็นที่วางไว้

2. แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับ สภาพการจัดการเรียนรู้เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล

ในการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยจะติดต่อขอสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาชีววิทยาและนักเรียนล่วงหน้า ขั้นตอนการสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ขออนุญาตผู้ถูกสัมภาษณ์บันทึกเทปสัมภาษณ์ก่อน และเริ่มด้วยการแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ และชี้แจงให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เห็นความสำคัญของการตอบคำถาม ในการตอบคำถามสัมภาษณ์ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้ผู้สัมภาษณ์ได้ตอบคำถามอย่างเต็มที่ และหลังเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ผู้วิจัยกล่าวขอบคุณผู้ให้สัมภาษณ์ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยถอดเทปการสัมภาษณ์แบบคำต่อคำแล้วทำการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) ตามประเด็นของข้อมูลที่ทำการสัมภาษณ์ได้แก่ บริบทของโรงเรียนและห้องเรียน ภูมิหลังของครูและนักเรียน วิธีสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล

3. แบบวัดแนวคิดเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล

การใช้แบบวัดแนวคิด ผู้วิจัยทำการนัดหมายกับครูผู้สอนวิชาชีววิทยา และนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดแนวคิดไปเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยก่อนที่จะทำการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุ ประสงค์ในการทำแบบวัดแนวคิดให้นักเรียนทราบ รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการทำแบบวัดแนวคิด และตั้งใจทำแบบวัดแนวคิด หลังจากนั้นให้กลุ่มที่ศึกษาทำแบบวัดแนวคิดในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลโดยนักเรียนใช้เวลาในการทำแบบวัดแนวคิดประมาณ 2 ชั่วโมง หลังจากนักเรียนทุกคนทำแบบวัดแนวคิดเสร็จผู้วิจัยเก็บแบบวัดแนวคิดกลับมาเพื่อนำไปวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบวัดแนวคิด ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์คำตอบรายข้อ โดยอ่านคำตอบ และการอธิบายคำตอบของนักเรียนทุกคนทีละข้ออย่างละเอียด แล้วแบ่งกลุ่มของคำตอบ จากนั้นผู้วิจัยหาความถี่และร้อยละของแต่ละกลุ่มคำตอบ โดยในการทำวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตีความคำตอบของนักเรียนตามกรอบแนวคิดของ Westbrook and Marek (1992) โดยจัดแบ่งแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับความสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. แนวคิดสมบูรณ์ (complete understanding: CU) คำตอบของนักเรียนถูกต้อง และตรงตามทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

2. แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU) คำตอบของนักเรียน มีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์ ซึ่งคำตอบจะไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหมด แต่จะไม่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนปรากฏอยู่ในคำตอบของนักเรียน

3. แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with Specific Misconception: PS) คำตอบของนักเรียนส่วนหนึ่งมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์อยู่ แต่มีแนวคิดอีกส่วนหนึ่งที่คลาดเคลื่อนปรากฏอยู่ในคำตอบของนักเรียน

4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misconception: SM) คำตอบของนักเรียนเป็นแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทั้งหมด แสดงความไม่เป็นเหตุเป็นผลกันรวมทั้งไม่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

5. ไม่มีแนวคิด (no understanding: N) นักเรียนไม่ตอบคำถาม ทวนคำถาม หรือตอบว่าไม่รู้

หลังจากจัดกลุ่มคำตอบแล้ว ผู้วิจัยนำคำตอบของนักเรียน 2 กลุ่ม ที่พบแนวคิดคลาดเคลื่อน คือกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with specific misconception: PS) และกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misconception: SM) มาวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อจัดกลุ่มแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน จะได้ทราบลักษณะของความคลาดเคลื่อนของนักเรียน และนำไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในระยะที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการตีความมีความน่าเชื่อถือ ผู้วิจัยใช้เทคนิคการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญอีก 2 คน ซึ่งเป็นครูผู้มีประสบการณ์สอนวิชาชีววิทยา 1 คน และนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่มีประสบการณ์การสอนวิชาชีววิทยาอีก 1 คน ทำการตรวจสอบการตีความโดยทำการตรวจในทุกข้อ จากนั้นผู้วิจัยหาค่าความสอดคล้องระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ โดยมีความเห็นสอดคล้องกันไม่ต่ำกว่าสองในสาม ในกรณีที่ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญมีการตีความที่แตกต่างกัน จะมีการตีความในแต่ละข้อนั้นร่วมกันเพื่อหาข้อสรุป เพื่อตีความให้ตรงกัน

ระยะที่ 2 ศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการวิจัยระยะที่ 2 ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดของนักเรียน เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล จำนวน 7 แผน และนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นทั้งหมดไปใช้สอนกับกรณีศึกษาในระยะที่ 2 ในการเก็บข้อมูลแนวคิดของนักเรียนผู้วิจัยใช้แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ฉบับเดียวกับที่ใช้ในงานวิจัยระยะที่ 1

กรณีศึกษา

กรณีศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนเดียวกันกับระยะที่ 1 ที่เรียนวิชาชีววิทยา เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน เป็นจำนวนนักเรียน 36 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยกรณีศึกษาในระยะนี้มีบริบทคล้ายกับกรณีศึกษาในระยะที่ 1 โดยเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้รับการอนุญาตจากผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอนวิชาชีววิทยาให้ดำเนินการวิจัย

สิ่งที่ศึกษา

สิ่งที่ศึกษา คือ แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งครอบคลุม 6 แนวคิดสำคัญ ได้แก่ 1) โครโมโซม 2) ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม 3) โครงสร้างของดีเอ็นเอ 4) องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ 5) สมบัติของสารพันธุกรรม และ 6) มิวเทชัน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ทำการวิจัยระยะที่ 2 คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 เดือนสิงหาคม – กันยายน พ.ศ. 2553

เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในระยะนี้ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้พัฒนาแนวคิดของนักเรียน คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล โดยเครื่องมือแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ผู้วิจัยมีขั้นตอน ดังนี้

1) สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาในหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จากการสังเกต บันทึกภาคสนาม และสัมภาษณ์ครูผู้สอนและนักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

2) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3) ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา คู่มือครูและเนื้อหา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลจากหนังสือชีววิทยาเล่ม 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4) วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนรู้จากเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

5) สร้างหน่วยการเรียนรู้ในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล เพื่อส่งเสริมแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

6) นำหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

7) นำหน่วยการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 ท่าน ได้แก่ อาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์ และอาจารย์จากจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อตรวจสอบและพิจารณาความตรงตามจุดประสงค์ ความตรงตามเนื้อหา ตลอดจนความเหมาะสมของกิจกรรม สื่อ และปรับปรุงแก้ไข

8) นำหน่วยการเรียนรู้เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลไปใช้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดของนักเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ผู้วิจัยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมจำนวน 18 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยครอบคลุม 6 แนวคิดสำคัญ ได้แก่ 1) โครโมโซม 2) ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม 3) โครงสร้างของดีเอ็นเอ 4) องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ 5) สมบัติของสารพันธุกรรม และ 6) มิวเทชัน ซึ่งประกอบไปด้วย 7 แผนการจัดการเรียนรู้โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดในการกิจกรรมดังแสดงในภาคผนวก ข

2. แบบวัดแนวคิด เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

เป็นแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ชนิดเดียวกันกับในระยะที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดก่อนที่จะเริ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล และให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดอีกครั้งเมื่อเรียนจบในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดแนวคิด เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลเช่นเดียวกับในระยะที่ 1 โดยทำการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนตามกรอบแนวคิดของ Westbrook and Marek (1992) โดยผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์คำตอบรายข้อ โดยอ่านคำตอบ และการอธิบายคำตอบของนักเรียนทุกคนทีละข้ออย่างละเอียดแล้วแบ่งกลุ่มของคำตอบ จากนั้นผู้วิจัยหาค่าความถี่และร้อยละของแต่ละกลุ่มคำตอบ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการตีความมีความน่าเชื่อถือ ผู้วิจัยใช้เทคนิคการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) เหมือนกับในระยะที่ 1 จากนั้นทำการเปรียบเทียบความถี่และร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มคำตอบก่อนและหลังเรียน เพื่อศึกษาพัฒนาการแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จริยธรรมการวิจัย

ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจะยึดถือหลักคุณธรรมและจริยธรรมในการวิจัย โดยเบื้องต้นผู้วิจัย จะแจ้งผู้ให้ข้อมูลได้ทราบล่วงหน้าอย่างชัดเจนถึงสาระสำคัญของเรื่องที่ทำวิจัย วัตถุประสงค์ของการวิจัย เหตุผลและวิธีการที่ผู้วิจัยใช้ในการเลือกตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูล (ชาย โพธิสิตา, 2549) ขั้นตอนต่าง ๆ ของการวิจัย และการนำข้อมูลไปใช้ ซึ่งจะต้องได้รับการยินยอมจากผู้ให้ข้อมูล โดยให้อิสระแก่ผู้ให้ข้อมูลตัดสินใจในการเข้าร่วมการวิจัย เมื่อมีการสัมภาษณ์ และการบันทึกวีดีโอ ผู้วิจัยมีการขออนุญาตจากผู้ให้ข้อมูลทุกครั้ง ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยไม่มีการตกแต่ง แก้ไข และเมื่อมีการเก็บข้อมูลโดยการสังเกตผู้วิจัยจะต้องรีบจดบันทึกสิ่งที่สังเกตได้เพื่อเตือนความจำ เขียนตามความจริงโดยผู้วิจัยไม่นำความรู้สึกของตนเองเข้ามาร่วม (นิศา ชูโต, 2545) และจะต้องรักษาความลับของผู้ให้ข้อมูล ไม่เผยแพร่ให้ผู้อื่นทราบ และทำการเก็บข้อมูลที่รวบรวมมาไว้เป็นอย่างดี (เบญจา ยอดดำเนิน และคณะ, 2552) เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายกับผู้ให้ข้อมูล นอกจากว่าเป็นไปเพื่อประโยชน์ต่อส่วนรวมโดยไม่ทำให้ผู้ให้ข้อมูลเกิดความเสียหาย ผู้วิจัยไม่เปิดเผยชื่อนักเรียนที่ร่วมกิจกรรม ไม่เปิดเผยชื่อโรงเรียนที่ทำการวิจัย และในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยมีการตรวจสอบแบบสามเส้า (triangulation) จากผู้ที่มีความชำนาญเพื่อให้ข้อมูลนั้นมีความน่าเชื่อถือ และในการเขียนรายงานการวิจัยผู้วิจัยมีการอ้างอิงแหล่งข้อมูลที่นำมาเขียนทุกครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล และ ระยะที่ 2 ศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลหลังการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในการนำเสนอผลการวิจัย ผู้วิจัยขอนำเสนอตามระยะของงานวิจัยและคำถามวิจัยดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล

คำถามวิจัยข้อที่ 1 สภาพการจัดการเรียนรู้ของครูเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลเป็นอย่างไร

คำถามวิจัยข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลอย่างไร

ระยะที่ 2 ศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คำถามวิจัยข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลอย่างไร หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิจัยระยะที่ 1 สภาพการจัดการเรียนรู้และ แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

คำถามวิจัยข้อที่ 1 สภาพการจัดการเรียนรู้ของครูเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลเป็นอย่างไร

ในการตอบคำถามวิจัย ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการบันทึกภาคสนามโดยใช้การสังเกตร่วมกับการบันทึกวีดีทัศน์สภาพของโรงเรียนและห้องเรียนวิชาชีววิทยา การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างของครูผู้สอนวิชาชีววิทยา และนักเรียน เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) ในการรายงานผลการวิจัยจะรายงานตามหัวข้อที่ทำการวิเคราะห์ดังนี้ บริบทของโรงเรียน สภาพห้องเรียน ภูมิหลังของครูและนักเรียน วิธีสอนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล สื่อการสอนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ตามลำดับ

บริบทของโรงเรียน

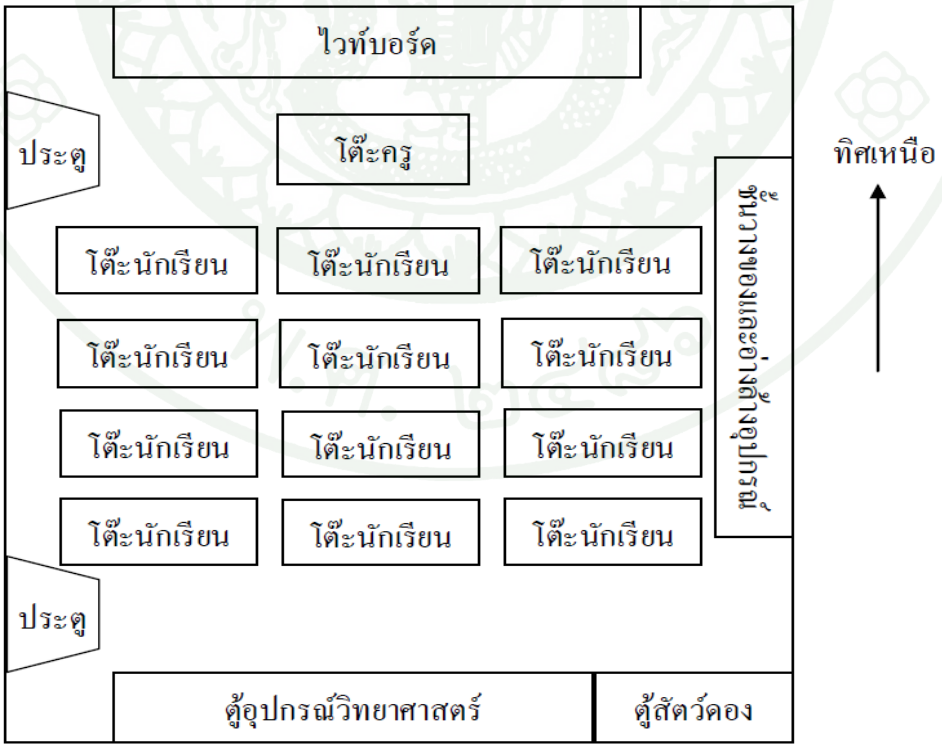
งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในโรงเรียนปัญญาเลิศ (นามสมมติ) ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กในจังหวัดบุรีรัมย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาบุรีรัมย์เขต 3 โรงเรียนเปิดทำการสอนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 ถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2553)โรงเรียนมีพื้นที่ประมาณ 60 ไร่ ประกอบด้วยอาคารเรียน 3 หลัง หอประชุม 1 หลัง โรงเรียนมีแหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน โดยแหล่งเรียนรู้ภายในโรงเรียนได้แก่ ห้องสมุด ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ห้องปฏิบัติการเคมี ห้อง ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และแหล่งเรียนรู้ภายนอกโรงเรียนได้แก่ ป่าชุมชน อ่างเก็บน้ำ และวัด ในปีการศึกษา 2552 โรงเรียนเปิดทำการสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีครูทั้งหมด 30 คน เป็นข้าราชการ 23 คน พนักงานราชการ 3 คน และอัตราจ้าง 4 คน ในจำนวนครูทั้งหมดเป็นครูวิทยาศาสตร์ 6 คน โรงเรียนมีนักเรียนทั้งหมด 503 คน แบ่งเป็นนักเรียนชายจำนวน 228 คน นักเรียนหญิงจำนวน 275 คน นักเรียนร้อยละ 90 นับถือศาสนาพุทธ นักเรียนที่เหลือนับถือศาสนาคริสต์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีนักเรียนทั้งหมดจำนวน 88 คน เป็นนักเรียนหญิง 51 คน นักเรียนชาย 37 คน จำนวน 3 ห้องเรียน แบ่งออกเป็นห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จำนวน 2 ห้องเรียน และแผนการเรียนศิลป์สังคมจำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ห้อง เรียน โรงเรียนได้ผ่านการประเมินคุณภาพและมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาจากสำนักมาตรฐานการศึกษา (สมศ.) ในปี พ.ศ. 2552 โดยมีผลการประเมินในด้านผู้เรียนอยู่ในระดับ พอใช้ (สมศ., 2552) และจากผลการทดสอบของสถาบันทดสอบทางการศึกษาระบุว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2552 มีผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) อยู่ในระดับ 2.30

สภาพห้องเรียน

ห้องเรียนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล คือ ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ซึ่งตั้งอยู่บนอาคารเรียนหลังที่ 1 ชั้น 1 ติดกับห้องพักครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และห้องสมุด ภายในห้องปฏิบัติการชีววิทยาประกอบด้วย ไวท์บอร์ด โทรทัศน์ เครื่องฉายวีดีทัศน์ โต๊ะครู และโต๊ะนักเรียนที่สามารถเคลื่อนย้ายและจัดให้นั่งเป็นกลุ่มได้ประมาณ 6 กลุ่ม กลุ่มละ 6-8 คน ทางด้านขวาของห้องปฏิบัติการที่ติดกับหน้าต่างมีชั้นวางของ อ่างล้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และตู้เลี้ยงปลาจำลองระบบนิเวศน้ำจืดจำนวน 1 ตู้ ด้านหลังห้องปฏิบัติการมีตู้เก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และสารเคมี ตู้จัดแสดงสัตว์สตาฟและสัตว์ดอง ผนังห้องด้านในโดยรอบมีการจัดป้ายนิเทศต่างๆที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาชีววิทยา อาทิ ระบบนิเวศ วิวัฒนาการของมนุษย์ ความหลาก หลายของสิ่งมีชีวิต สภาพห้องปฏิบัติการดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2



ภาพที่ 1 แผนผังห้องปฏิบัติการชีววิทยา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 2 ภาพถ่ายห้องปฏิบัติการชีววิทยา

จากการสังเกตการสอนพบว่า ห้องปฏิบัติการชีววิทยามีขนาดพื้นที่พอเหมาะกับจำนวนนักเรียนคือประมาณ 30 คน มีระบบถ่ายเทอากาศที่ดี มีแสงสว่างพอเหมาะ มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และมีโต๊ะเก้าอี้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนและสามารถเคลื่อนย้ายให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม

ภูมิหลังของครูและนักเรียน

ภูมิหลังของครู

ครูเบญจพร (นามสมมติ) อายุ 32 ปี เป็นครูผู้สอนวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปัญญาเลิศวิทยา (นามสมมติ) นับถึงปีการศึกษา 2552 ครูเบญจพรมีประสบการณ์การสอนวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 8 ปี และมีประสบการณ์การสอน เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล จำนวน 3 ปี ครูเบญจพรสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) และประกาศนียบัตรวิชาชีพครูจากมหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่งในจังหวัดมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ครูเบญจพรรับผิดชอบงานสอน จำนวน 21 คาบ/สัปดาห์ (คาบละ 50 นาที) โดยเป็นคาบเรียนวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับชั้นละ 6 คาบเรียน ที่เหลืออีก 3 คาบคือวิชาแนะแนวระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาลูกเสือ-เนตรนารีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และกิจกรรมชุมนุมชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ครูเบญจพรเป็นครูที่ปรึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน และเป็นเจ้าหน้าที่พัสดุของโรงเรียน ในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2550-พ. ศ. 2552) ครูเบญจพรเคยร่วมการอบรมเกี่ยวกับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จำนวน 1 ครั้ง

ภูมิหลังของนักเรียน

ในระยะที่ 1 ของการวิจัย ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จำนวน 2 ห้องเรียนมีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 58 คน เป็นนักเรียนชาย 25 คน และนักเรียนหญิง 33 คน นักเรียนมีอายุระหว่าง 18-19 ปี ในแต่ละห้องเรียนมีการจัดนักเรียนแบบคละความสามารถโดยมีทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถทางการเรียนวิชาชีววิทยาอยู่ในระดับปานกลาง (เกรดวิชาชีววิทยาเท่ากับ 2) และนักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับ 2.1-3.0 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ค่าเฉลี่ย	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ (n=58)
3.1-4.0	6	10.3
2.1-3.0	27	46.6
1.1-2.0	20	34.5
ต่ำกว่า 1.0	5	8.6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีสอนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

จากการสัมภาษณ์ครูเบญจพรเกี่ยวกับวิธีสอน เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล พบว่าครู ใช้วิธีสอนแบบบรรยายเป็นหลัก และสอนโดยให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองจากแบบจำลอง จากหนังสือเรียน และอินเตอร์เน็ตแล้วนำความรู้มาอภิปรายร่วมกันในห้องเรียน ครูเบญจพรสอนด้วยวิธีบรรยายในแนวคิดเรื่องโครโมโซม เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม เรื่องการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ เรื่องการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ เรื่องรหัสพันธุกรรม และ เรื่องการสังเคราะห์โปรตีน ครูเบญจพรสอนด้วยวิธีให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองจากแบบจำลองในแนวคิดเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอ และครูสอนด้วยวิธีให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากหนังสือเรียนและอินเตอร์เน็ตแล้วนำความรู้มาอภิปรายร่วมกันในแนวคิดเรื่อง นิวคลีโอไทด์ และมิวเทชัน (ดังแสดงในตารางที่ 3) ดังที่ครูเบญจพร กล่าวว่า

> เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยาก มองไม่เห็นภาพมีลักษณะเป็นลำดับขั้นตอน โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องโครโมโซม การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ และการสังเคราะห์โปรตีน จะใช้การเรียนแบบจำจดไม่ได้ต้องใช้ความเข้าใจจึงจะทำข้อสอบได้ จึงใช้วิธีการสอนแบบบรรยายร่วมกับใช้ภาพประกอบ ให้นักเรียนดูแบบจำลองดีเอ็นเอในเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอ ส่วนเรื่องนิวคลีโอไทด์ การค้นพบสารพันธุกรรม มิวเทชัน นักเรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองจากหนังสือเรียน และสืบค้นข้อมูลในแหล่งอื่นๆแล้วนำมาอภิปรายในห้องเรียน
>
> (ครูเบญจพร: สัมภาษณ์, กุมภาพันธ์ 2553)

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการสอนพันธุศาสตร์โมเลกุล พบว่า ครูใช้วิธีสอนแบบบรรยาย ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและอภิปราย ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ดังที่นักเรียนกล่าวว่า “ส่วนใหญ่ครูสอนแบบบรรยาย และให้ดูภาพประกอบ ได้ศึกษาจากแบบจำลองดีเอ็นเอในเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอแล้วตอบคำถาม และได้ศึกษาเองจากหนังสือเรียนและไปค้นคว้าจากอินเตอร์เน็ต” (M106: สัมภาษณ์, กุมภาพันธ์ 2553) ซึ่งสอดคล้องกับนักเรียนอีกคนที่กล่าวว่า “ส่วนใหญ่ครูจะบรรยายพร้อมกับดูภาพประกอบในหนังสือเรียน บางเรื่องศึกษาด้วยตนเองจากหนังสือเรียนและค้นคว้าเพิ่มเติมจากห้องสมุดหรืออินเตอร์เน็ต แล้วค่อยมาอภิปรายในชั้นเรียน” (W123: สัมภาษณ์, กุมภาพันธ์ 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สื่อการสอนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

จากการสัมภาษณ์ครูเบญจพรและนักเรียนเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการสอนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลพบว่า สื่อการสอนที่ครูใช้เป็นหลักคือ หนังสือเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติมของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) นอกจากนี้ใช้หนังสือในห้องสมุด แบบจำลองดีเอ็นเอ อินเตอร์เน็ต รูปภาพ และใบงาน โดยในเรื่องโครโมโซม เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม เรื่องการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ เรื่องการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ เรื่องรหัสพันธุกรรม และเรื่องการสังเคราะห์โปรตีนครูใช้หนังสือเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติมของ สสวท. ภาพประกอบ และใบงาน ส่วนในเรื่องโครงสร้างดีเอ็นเอครูใช้แบบจำลองดีเอ็นเอร่วมกับใบงาน เรื่องนิวคลีโอไทด์ และมิวเทชัน ครูใช้หนังสือเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติมของ สสวท. หนังสืออ่านเพิ่มเติมในห้องสมุด และอินเตอร์เน็ต (ดังแสดงในตารางที่ 3) ดังที่ครูเบญจพรให้สัมภาษณ์ว่า

> ในการสอนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลจะใช้สื่อการเรียนรู้หลายชนิดร่วมกัน ได้แก่ หนังสือเรียนวิชาชีววิทยาของ สสวท. หนังสือในห้องสมุด แบบจำลองดีเอ็นเอ อินเตอร์เนต รูปภาพจากแหล่งต่างๆ และใบงาน โดยในแต่ละเนื้อหาจะใช้สื่อแตกต่างกันออกไป คือ เรื่องโครโมโซม ยีน ดีเอ็นเอ หรือเนื้อหาที่เป็นกระบวนการมักจะใช้หนังสือเรียนของ สสวท. เป็นหลัก ใช้ภาพประกอบอื่นๆ และมีใบงานให้นักเรียนตอบคำถาม ใช้แบบจำลองของดีเอ็นเอร่วมกับใบงาน ในการสอนเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอ และในการสอนเรื่องนิวคลีโอไทด์ มิวเทชัน ใช้หนังสือเรียน หนังสือในห้องสมุด และค้นคว้าในอินเตอร์เน็ต
>
> (ครูเบญจพร: สัมภาษณ์, กุมภาพันธ์ 2553)

ข้อมูลที่ได้จากครูสอดคล้องกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียน โดยนักเรียนกล่าวว่า “ได้เรียนจากหนังสือเรียนชีววิทยา ในบางหัวข้อที่ซับซ้อนมีภาพประกอบเพิ่มเติมจากหนังสือเรียนให้ดูเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ได้ดูแบบจำลองของดีเอ็นเอ และมีการค้นคว้าจากอินเตอร์เน็ต” (M110: สัมภาษณ์, กุมภาพันธ์ 2553) และยังสอดคล้องกับนักเรียนอีกคนที่กล่าวว่า “ครูใช้หนังสือเรียนชีววิทยา และหนังสือในห้องสมุด ได้เรียนรู้จากแบบจำลองของดีเอ็นเอที่ตั้งอยู่ในห้องปฏิบัติการชีววิทยา และมีการค้นคว้าจากอินเตอร์เน็ต และได้ทำใบงานตอบคำถามในเรื่องต่างๆ” (W219: สัมภาษณ์, กุมภาพันธ์ 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

จากการสัมภาษณ์ครูเบญจพรและนักเรียนเกี่ยวกับวิธีวัดและประเมินผลการเรียนรู้พบว่า ครูวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยแบบทดสอบแบบตัวเลือกและใบงานเป็นหลัก โดยครูเบญจพรให้นักเรียนทำใบงานเป็นกลุ่มเมื่อเรียนจบเรื่องโครโมโซม เรื่องโครงสร้าง ดีเอ็นเอ และเรื่องสมบัติของสารพันธุกรรม และครูใช้การทดสอบนักเรียนเมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล โดยเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบที่ครอบคลุมทุกเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ โดยครูทำการทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล (ดังแสดงในตารางที่ 3) ดังที่ครูเบญจพรกล่าวว่า "เมื่อเรียนจบในแต่ละหัวข้อจะให้นักเรียนทำใบงานเป็นกลุ่ม และจะทำการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้นักเรียนเมื่อเรียนจบทุกหัวข้อโดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ โดยวัดเป็นรายบุคคล" (ครูเบญจพร: สัมภาษณ์, กุมภาพันธ์ 2553)

ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูสอดคล้องกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียน โดยนักเรียนกล่าวว่า "ได้ทำใบงานเป็นกลุ่มเมื่อเรียนจบในแต่ละหัวข้อ และเมื่อเรียนจบทุกหัวข้อในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ครูจะมีการสอบเป็นรายบุคคลโดยใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก" (M208: สัมภาษณ์, กุมภาพันธ์ 2553) และสอดคล้องกับนักเรียนอีกคนที่ให้สัมภาษณ์ว่า "ร่วมกันตอบคำถามในใบงานกับเพื่อนในกลุ่ม และมีการสอบท้ายบทเมื่อเรียนจบโดยครูให้สอบเป็นรายบุคคล โดยทำข้อสอบแบบปรนัยมีคำตอบให้เลือก" (M110: สัมภาษณ์, กุมภาพันธ์ 2553)

ตารางที่ 4 สรุปวิธีสอน สื่อการสอน และวิธีวัดและประเมินผลเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

แนวคิด	วิธีสอน	สื่อการสอน	การวัดและประเมินผล
1. โครโมโซม	การบรรยาย	- หนังสือเรียนของ สสวท. - ใบงาน	- ใบงาน - แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ
2. ความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	การบรรยาย	- หนังสือเรียนของ สสวท. - ใบงาน	-ใบงาน - แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ
3. องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ/นิวคลีโอไทด์	- การศึกษาด้วยตนเอง - การอภิปราย	- หนังสือเรียนของ สสวท. - อินเตอร์เน็ต	- แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ
4. โครงสร้างของดีเอ็นเอ	การศึกษาด้วยตนเอง	- แบบจำลองดีเอ็นเอ -ใบงาน	- ใบงาน - แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แนวคิด	วิธีสอน	สื่อการสอน	การวัดและประเมินผล
5. สมบัติของสารพันธุกรรม	การบรรยาย	- หนังสือเรียนของ สสวท. - รูปภาพ - ใบงาน	- ใบงาน - แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ
6. มิวเทชัน	- การศึกษาด้วยตนเอง - การอภิปราย	- หนังสือเรียนของ สสวท. - หนังสือในห้องสมุด - อินเตอร์เน็ต	- แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ

คำถามวิจัยข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลอย่างไร

ในการตอบคำถามวิจัย ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล โดยแบบวัดครอบคลุม 6 แนวคิดหลักตามคู่มือครูของ สสวท. (สสวท., 2549) ได้แก่ 1) โครโมโซม 2) ความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซมดีเอ็นเอ และยีน 3) องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ 4) โครงสร้างของดีเอ็นเอ 5) สมบัติของสารพันธุกรรม และ 6) มิวเทชัน แบบวัดแนวคิดประกอบด้วยข้อคำถามแบบปลายเปิดโดยให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดและบางข้อให้นักเรียนวาดภาพประกอบ จำนวน 14 ข้อ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 2 ห้องเรียน ทั้งหมด 58 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลมาแล้วโดยการจัดการเรียนการสอนของครูเบญจพรทำแบบวัดแนวคิด จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มแนวคิดตามหลักเกณฑ์ของ Westbrook and Marek (1992) ซึ่งแบ่งแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม คือ แนวคิดสมบูรณ์ (complete understanding: CU) แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU) แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with specific misconception: PS) แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misconception: SM) และไม่มีแนวคิด (no understanding: N) หลังจากจัดกลุ่มแนวคิดแล้ว ผู้วิจัยนำคำตอบของนักเรียน 2 กลุ่มที่พบแนวคิดคลาดเคลื่อน คือกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with specific misconception: PS) และกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misconception: SM) มาวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อจัดกลุ่มแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน จะได้ทราบลักษณะของความคลาดเคลื่อนของนักเรียน และนำไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในระยะที่ 2 เกณฑ์ในการพิจารณาจำแนกแนวคิดแสดงในตารางที่ 5 ในการรายงานผลการวิจัยจะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำเสนอภาพรวมแนวคิดของนักเรียนทั้งหมด จากนั้นจึงอธิบายโดยเรียงลำดับตามแนวคิดหลัก แล้วอภิปรายผลทั้งหมด ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 5 เกณฑ์ในการจัดจำแนกเพื่อจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียน

ระดับแนวคิด	ลักษณะของคำตอบ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
1. แนวคิดสมบูรณ์ (complete understanding: CU)	คำตอบของนักเรียนถูกต้องและตรงตามทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ทั้งหมด	โครโมโซมมีรูปร่างคล้ายกับปลาท่องโก๋ เป็นแท่งสองอันเรียกว่า โครมาทิด ติดกันอยู่ตรงตำแหน่งเซนโทรเมียร์
2. แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU)	คำตอบของนักเรียน มีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์ ซึ่งคำตอบจะไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหมด แต่จะไม่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนปรากฏอยู่ในคำตอบของนักเรียน	โครโมโซมมีรูปร่างคล้ายกับปลาท่องโก๋ หรือตัวเอ็ก (x)
3. แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with specific misconception: PS)	คำตอบของนักเรียนส่วนหนึ่งมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดสมบูรณ์อยู่ แต่มีแนวคิดอีกส่วนหนึ่งที่คลาดเคลื่อนปรากฏอยู่ในคำตอบของนักเรียน	โครโมโซมมีรูปร่างคล้ายกับปลาท่องโก๋ เป็นแท่งติดกันอยู่ตรงตำแหน่งเซนทริโอล
4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misconception: SM)	คำตอบของนักเรียนเป็นแนวคิดที่ไม่ถูกต้องทั้งหมด แสดงความไม่เป็นเหตุเป็นผลกัน รวมทั้งไม่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน	โครโมโซมมีรูปร่างเป็นเส้นหมุนเป็นเกลียวติดกัน
5. ไม่มีแนวคิด (no understanding: N)	นักเรียนไม่ตอบคำถาม ทวนคำถาม หรือตอบว่าไม่รู้	ไม่รู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 แนวคิดของนักเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ของครูเบญจพร

แนวคิดหลัก	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)				
	CU	**PU**	**PS**	**SM**	**N**
1. โครโมโซม					
1.1 รูปร่างโครโมโซม	0 (0)	27 (46.55)	9 (15.52)	9 (15.52)	3 (5.17)
1.2 จำนวนโครโมโซม	1 (1.72)	0 (0)	8 (13.80)	46 (79.31)	3 (5.17)
2. ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซม	0 (0)	6 (10.34)	23 (39.66)	25 (43.1)	4 (6.90)
3. โครงสร้างดีเอ็นเอ	0 (0)	33 (56.90)	9 (15.52)	14 (24.13)	2 (3.45)
4. องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ/นิวคลีโอไทด์	0 (0)	2 (3.45)	24 (41.38)	28 (48.27)	4 (6.90)
5. สมบัติของสารพันธุกรรม					
5.1 การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ	4 (6.90)	8 (13.79)	5 (8.62)	39 (67.24)	2(3.45)
5.2 การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอจากดีเอ็นเอแม่พิมพ์	3 (5.17)	12 (20.69)	8 (13.8)	32 (55.17)	3 (5.17)
5.3 รหัสพันธุกรรม	2 (3.45)	12 (20.69)	5 (8.62)	33 (56.9)	6 (10.34)
5.4 การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม	0 (0)	8 (13.79)	2 (3.45)	39 (67.24)	9 (15.52)
6. มิวเทชัน					
6.1 มิวเทชันเฉพาะที่	1 (1.72)	15 (25.86)	6 (10.35)	32 (55.17)	4 (6.9)
6.2 มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซม	6 (10.35)	46 (79.31)	2 (3.45)	3 (5.17)	3 (5.17)
6.3 มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม	1 (1.72)	10 (17.24)	1 (1.72)	38 (65.53)	8 (13.79)

จากตารางพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ใน 5 แนวคิด ได้แก่ เรื่องจำนวนโครโมโซม เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซม เรื่องนิวคลีโอไทด์ เรื่องสมบัติของสารพันธุกรรมในทุกแนวคิด เรื่องมิวเทชันเฉพาะที่ และเรื่องมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม นอกจากนี้มีนักเรียนส่วนใหญ่อธิบายแนวคิดได้สมบูรณ์บางส่วน (PU) ในเรื่องรูปร่างลักษณะโครโมโซม โครงสร้างดีเอ็นเอ และมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซม และนักเรียนส่วนใหญ่อธิบายแนวคิดเรื่องโครงสร้างดีเอ็นเอ และเรื่อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซมได้ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วนร่วมอยู่ (PS) มีนักเรียนจำนวนน้อยคนที่สามารถอธิบายแนวคิดเรื่องจำนวนโครโมโซม เรื่องการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ เรื่องการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอจากดีเอ็นเอแม่พิมพ์ เรื่องรหัสพันธุกรรม เรื่องมิวเทชันเฉพาะที่ เรื่องมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซมได้ และเรื่องมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมได้สมบูรณ์ (CU) และผลการวิจัยยังชี้ว่าถึงแม้นักเรียนจะเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลไปแล้วยังมีนักเรียนบางส่วนไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

1. โครโมโซม

1.1 รูปร่างโครโมโซม

ในการสำรวจแนวคิดของนักเรียนในเรื่องรูปร่างโครโมโซม ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายลักษณะของโครโมโซมพร้อมทั้งวาดภาพประกอบ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีแนวคิดสมบูรณ์ในเรื่องนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 46.55) มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU)โดยนักเรียนสามารถบอกรูปร่างของโครโมโซมได้ว่ามีลักษณะคล้ายตัวเอ็ก (X) หรือปลาท่องโก๋ แต่ไม่สามารถระบุส่วนประกอบของโครโมโซมได้ อาทิ โครมาทิด และเซนโทรเมียร์ นักเรียนร้อยละ 32.76 มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยสามารถบอกรูปร่างของโครโมโซมได้แต่นักเรียนบอกส่วนประกอบของโครโมโซมไม่ถูกต้อง (ดังตัวอย่างคำตอบของ M113, M126) นักเรียนร้อยละ 15.52 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และนักเรียนร้อยละ 5.17 ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องรูปร่างโครโมโซม จากการจัดกลุ่มคำตอบที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนสามารถจัดได้เพียง 1 กลุ่ม คือ นักเรียนบอกรูปร่างของโครโมโซม และ/หรือส่วนประกอบของโครโมโซมไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

โครโมโซมมีรูปร่างเป็นเส้นหมุนเป็นเกลียวติดกัน

(M103: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครโมโซมเป็นเส้นยาวขดพันกันทวนเข็มนาฬิกา

(M109: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

โครโมโซมเป็นแท่งติดกันอยู่ตรงตำแหน่งเซนทริโอล

(M113: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

โครโมโซมเป็นแท่งสองแท่งติดกันเรียกว่า โครมาทิน

(W126: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

1.2 จำนวนโครโมโซม

ในการสำรวจแนวคิดของนักเรียนในเรื่องจำนวนโครโมโซม ผู้วิจัยให้นักเรียนเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิต 3 กลุ่มคือ แมลง ปลา และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 79.31) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่องจำนวนโครโมโซม รองลงมาคือนักเรียนร้อยละ 13.80 มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เมื่อทำการจัดกลุ่มความคลาดเคลื่อนของนักเรียนสามารถจัดได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (18 คน) เข้าใจว่าขนาดของสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับจำนวนโครโมโซมโดยสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่จะมีจำนวนโครโมโซมมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ว่า

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีโครโมโซมมากที่สุด แมลงมีโครโมโซมน้อยสุด เพราะสัตว์ขนาดใหญ่จะมีโครโมโซมมากกว่า

(M103: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีโครโมโซมมากที่สุด รองลงมาคือปลา และแมลงมีโครโมโซมน้อยสุด เพราะสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมจะมีขนาดใหญ่กว่าปลา และแมลงส่วนมากจะมีขนาดเล็กจึงมีจำนวนโครโมโซมน้อย

(W120: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ปลา หรือแมลง ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด จะมีจำนวนโครโมโซมมากกว่า เพราะสัตว์ที่มีขนาดใหญ่จะมีจำนวนโครโมโซมมาก

(M202: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

กลุ่มที่ 2 (38 คน) เข้าใจว่าสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการสูงมีจำนวนโครโมโซมมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการต่ำ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ว่า

สิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซมมากที่สุดคือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม และน้อยที่สุดคือแมลง เพราะสิ่งมีชีวิตที่มีสปีชีส์ชั้นสูงกว่าก็อาจจะมีโครโมโซมมากกว่า

(M113: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีโครโมโซมมากที่สุด และปลามีโครโมโซมน้อยที่สุด เพราะสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมเป็นสัตว์เลือดอุ่นและมีความแข็งแรงมากกว่า ส่วนแมลงเป็นชนิดที่ระบบของร่างกายซับซ้อน แต่ปลาเป็นสัตว์เลือดเย็นและไม่ค่อยมีภูมิต้านทาน

(W115: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีโครโมโซมมากที่สุด และสัตว์ที่มีโครโมโซมน้อยคือแมลงและปลา เพราะสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีระบบประสาทหรือระบบร่างกายที่ซับซ้อนและเป็นสัตว์เลือดอุ่น แต่ปลาและแมลงนั้นมีระบบไม่ซับซ้อนและกระบวนการทำงานของร่างกายนั้นอาจคล้ายกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมแต่บางอย่างทำไม่ได้เหมือนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

(W221: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนร้อยละ 1.72 มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ในเรื่องจำนวนโครโมโซม โดยเข้าใจว่าขนาดของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนโครโมโซม และแม้ว่านักเรียนจะผ่านการเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลมาแล้ว ยังมีนักเรียนบางส่วน (ร้อยละ 5.17) ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องจำนวนโครโมโซม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม

ในการสำรวจแนวคิดของนักเรียนในเรื่องความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมและวาดภาพประกอบคำอธิบาย จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 43.1) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) รองลงมา (ร้อยละ 39.66) คือมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าโครโมโซมเกิดจากการขดพันกันแน่นของดีเอ็นเอกับโปรตีน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่ายีนมีความสัมพันธ์กับดีเอ็นเออย่างไร เมื่อจัดกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนที่หลากหลายไม่สามารถจัดเป็นกลุ่มได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

> โครโมโซมหมายถึง ลักษณะเซลล์ทางร่างกายโดยมีดีเอ็นเอ และยีนเป็นตัวควบคุมพันธุกรรม
>
> (M105: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

> โครโมโซมเป็นเซลล์ควบคุมพันธุกรรมเหมือนกัน มีการถ่ายทอดรุ่นสู่รุ่น
>
> (M108: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

> โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน มีความสัมพันธ์กันคือ เป็นสิ่งที่ควบคุมลักษณะถ่ายทอดทางพันธุกรรมเหมือนกัน
>
> (W119: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

> โครโมโซม คือ ดีเอ็นเอ เป็นกลุ่มเซลล์ที่มีมารวมกันสามารถบอกถึงลักษณะของยีนว่า การที่เราจะรู้ว่าเรามียีนอะไรหรือเรามีความผิดปกติทางยีนหรือไม่เราก็สามารถตรวจจากการตรวจ DNA ได้
>
> (W126: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครโมโซม ดีเอ็นเอ คือสารพันธุกรรม ส่วนยีนก็คือสารที่ช่วยในการควบคุมพันธุกรรม ยีนจึงควบคุมดีเอ็นเอที่จะถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่ F_1 ไปสู่รุ่นลูก F_2

(W130: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

โครโมโซมจะอยู่ภายนอกดีเอ็นเอและยีนโดยจะทำหน้าที่ห่อหุ้ม ส่วนยีนอยู่ในดีเอ็นเอควบคุมพันธุกรรม

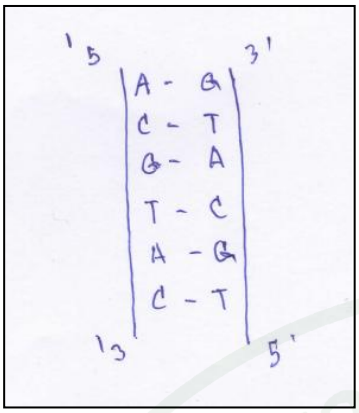
(M202: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

นักเรียนร้อยละ 10.34 มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) กล่าวคือ นักเรียนบอกได้ว่ายีนคือส่วนของดีเอ็นเอที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม แต่นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงโครโมโซม นอกจากนี้พบว่านักเรียนร้อยละ 6.90 ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม แม้จะเรียนเรื่องดังกล่าวไปแล้ว

3. โครงสร้างของดีเอ็นเอ

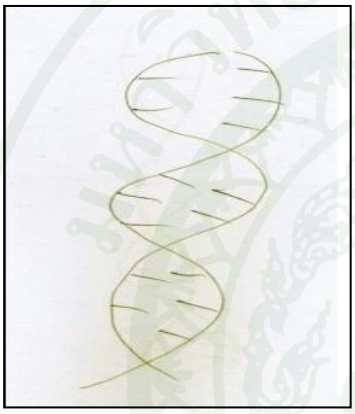
เพื่อสำรวจแนวคิดของนักเรียนในเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอ ผู้วิจัยให้นักเรียนวาดรูปดีเอ็นเอและอธิบายลักษณะของดีเอ็นเอ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 56.90) มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่าดีเอ็นเอประกอบด้วยสายพอลินิวคลีโอไทด์สองสายเข้าคู่กัน มีรูปร่างเป็นเกลียวเวียนขวา แต่นักเรียนไม่สามารถบอกองค์ประกอบอื่นของดีเอ็นเอได้ อาทิ การเข้าคู่กันของเบส ทิศทางการสวนทางกันของสายดีเอ็นเอทั้งสอง มีนักเรียนร้อยละ 24.13 ที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) นักเรียนร้อยละ 15.52 มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยนักเรียนตอบได้ว่า ดีเอ็นเอมีลักษณะเป็นเกลียวเวียนขวา และมีการเข้าคู่กันของเบส แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในลักษณะอื่นๆของดีเอ็นเอ (ดังตัวอย่างคำตอบของ M109, M205) นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีนักเรียนคนใดมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU)ในเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอ และนักเรียนร้อยละ 3.45 ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอแม้จะได้เรียนเรื่องดังกล่าวไปแล้ว เมื่อทำการจัดกลุ่มแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอ พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของดีเอ็นเอ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



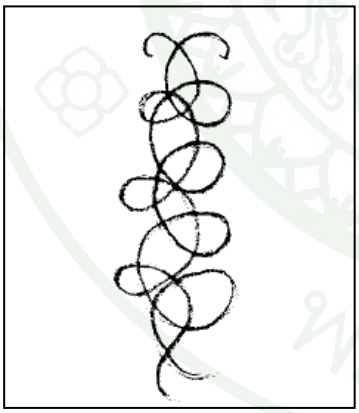
ในสาย DNA จะมีอยู่สองสายที่มาพันกัน โดยจับคู่กับเบส คือ A=G และ C=T

(M109: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)



DNA มีลักษณะเป็นเกลียว มี 2 สาย มีลักษณะตรงข้ามกันมีการหมุนจากขวาไปซ้าย

(M205: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)



ดีเอ็นเอเกิดจากการรวมกันของยีน เป็นสายเดียวเวียนขวา

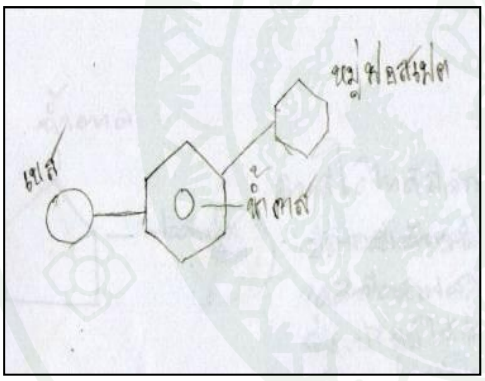
(W215: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

4. องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ/นิวคลีโอไทด์

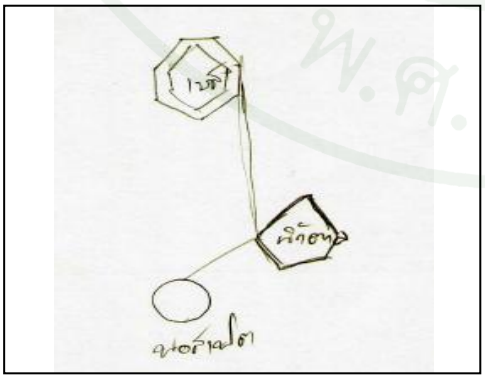
เพื่อสำรวจแนวคิดของนักเรียนในเรื่องนิวคลีโอไทด์ ผู้วิจัยให้นักเรียนวาดรูปนิวคลีโอไทด์ และอธิบายลักษณะของนิวคลีโอไทด์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ไม่มีนักเรียนคนใดอธิบายเรื่องนิวคลีโอไทด์ได้สมบูรณ์ (CU) นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 48.27) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนร้อยละ 41.38 มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยนักเรียนบอกได้ว่านิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยหน่วยย่อย 3 หน่วยมาจับกัน คือ น้ำตาล เบส หมู่ฟอตเฟส ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายรูปร่างของนิวคลีโอไทด์ หรือเบสที่เป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์ได้ตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ (ดังตัวอย่างคำตอบของ W119, M111, M204) นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนร้อยละ 6.90 ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องนิวคลีโอไทด์แม้จะได้เรียนเรื่องดังกล่าวไปแล้ว และนักเรียนร้อยละ 3.45 มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยนักเรียนตอบได้ว่านิวคลีโอไทด์เป็นหน่วยย่อยของดีเอ็นเอซึ่งแต่ละนิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วย น้ำตาล เบส และหมู่ฟอสเฟต แต่ไม่สามารถบอกราย ละเอียดอื่นๆ เช่น น้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์เป็นชนิดดิออกซีไรโบส เบสที่เป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์มี 4 ชนิด คือ อะดีนีน (A) กวานีน (G) ไซโทซีน (C) และ ไทมีน (T) เมื่อทำการจัดกลุ่มแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องนิวคลีโอไทด์ พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เข้าใจรูปร่างของนิวคลีโอไทด์คลาดเคลื่อน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด่านล่าง

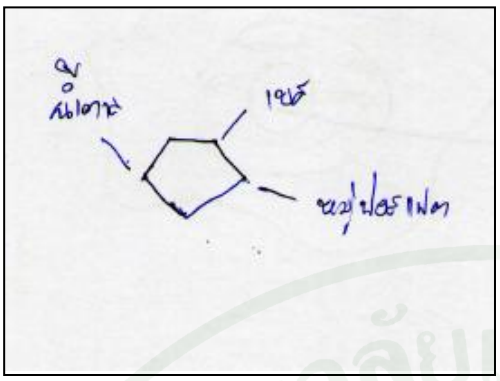


W119: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553



(M111: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



(M204: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

กลุ่มที่ 2 คือ บอกส่วนประกอบของนิวคลีโอไทด์ไม่ใช่น้ำตาลดีออกซีไรโบส หมู่ฟอตเฟส และเบส 4 ชนิด คือ อะดีนีน (A) กวานีน (G) ไซโทซีน (C) และไทมีน (T) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

นิวคลีโอไทด์เกิดจากการรวมตัวของน้ำตาล 5 โมเลกุล

(M105: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

นิวคลีโอไทด์เกิดจากน้ำตาล 5 อะตอม น้ำ 3 อะตอมมารวมตัวกัน

(W218: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

นิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยหมู่ฟอสเฟต เบส

(W226: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

นิวคลีโอไทด์เกิดจากการรวมตัวของน้ำตาล 5 โมเลกุล รวมตัวกับหมู่ฟอสเฟตและเบส

(M208: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

นิวคลีโอไทด์มี 5 ตะตอม 5 โมเลกุล

(W121: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. สมบัติของสารพันธุกรรม

5.1 การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ

ในการสำรวจแนวคิดของนักเรียนในเรื่องการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ ผู้วิจัยได้ถามเหตุผลว่าเพราะเหตุใดปริมาณดีเอ็นเอในเซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสยังคงมีจำนวนเท่าเดิมเหมือนเซลล์เริ่มต้น และได้กำหนดสายพอลินิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอมาให้ 1 สาย ให้นักเรียนบอกลำดับเบสของสายพอลินิวคลีโอไทด์ที่เป็นคู่กับสายดีเอ็นเอที่กำหนดให้ และให้นักเรียนเขียนโมเลกุลของดีเอ็นเอใหม่ที่ได้จากการสังเคราะห์ดีเอ็นเอจากดีเอ็นเอแม่พิมพ์ที่กำหนดให้ พร้อมระบุว่าสายใดเป็นสายเก่า และสายใดเป็นสายใหม่ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 67.24) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) รองลงมาร้อยละ 13.79 คือมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่า เซลล์ที่เกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสมีปริมาณดีเอ็นเอจำนวนเท่าเดิมกับเซลล์เริ่มต้น เพราะดีเอ็นเอมีการจำลองตัวเอง หรือนักเรียนสามารถบอกลำดับเบสของสายพอลินิวคลีโอไทด์ที่เป็นคู่กับสายดีเอ็นเอที่กำหนดให้ได้ แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ นักเรียนร้อยละ 8.62 มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยนักเรียนบอกได้ว่าเมื่อมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ดีเอ็นเอจะมีการจำลองตัวเองขึ้น แต่ไม่สามารถบอกลำดับเบสของสายพอลินิวคลีโอไทด์ที่เป็นคู่กับดีเอ็นเอสายที่กำหนดให้ และไม่สามารถอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียนส่วนน้อย (ร้อยละ 6.90) มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) โดยสามารถอธิบายการจำลองตัวเองของดีเอ็นเอ บอกลำดับเบสของสายพอลินิวคลีโอไทด์ที่เป็นคู่กับสายดีเอ็นเอที่กำหนดให้ และสามารถอธิบายการสังเคราะห์ดีเอ็นเอได้ นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักเรียนร้อยละ 3.45 ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องการสังเคราะห์ดีเอ็นเอแม้จะได้เรียนเรื่องดังกล่าวไปแล้ว เมื่อทำการจัดกลุ่มแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง การสังเคราะห์ดีเอ็นเอพบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 มีความเข้าใจว่าไม่มีการสังเคราะห์ดีเอ็นเอในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

เพราะไมโทซิสไม่มีผลต่อการแบ่งแยก DNA ทำให้ขนาดของดีเอ็นเอไม่ลดลง

(M101: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกิดจากการแบ่งเซลล์ผิดของดีเอ็นเอ

(M107: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

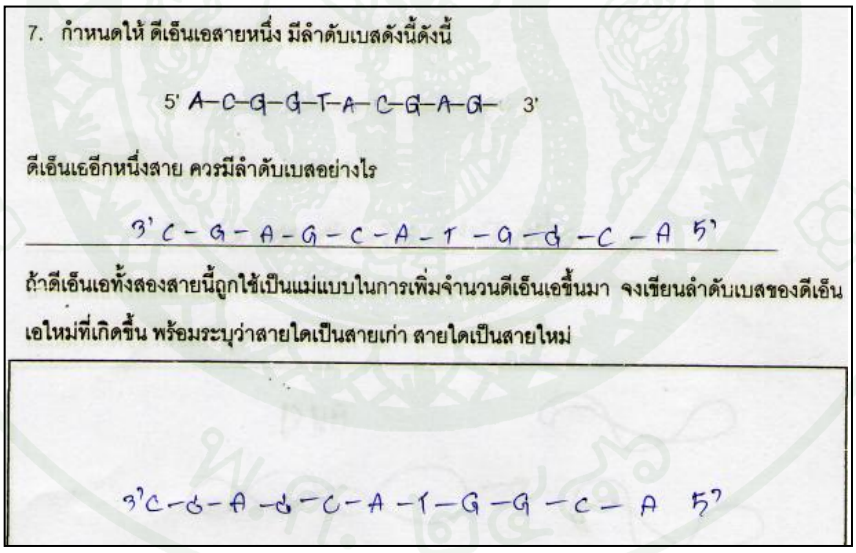
เกิดจากเซลล์มีการแบ่งไม่สมบูรณ์ และจะทำให้ดีเอ็นเอลดลงครึ่งหนึ่ง

(W124: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

เพราะการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสไม่สำเร็จ จึงไม่มีเซลล์ใหม่เกิด ปริมาณดีเอ็นเอจึงไม่ลดลงครึ่งหนึ่ง

(W221: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

กลุ่มที่ 2 นักเรียนมีเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเข้าคู่กันของเบส และการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง


7. กำหนดให้ ดีเอ็นเอสายหนึ่ง มีลำดับเบสดังนี้ดังนี้

5' A–C–G–G–T–A–C–G–A–G– 3'

ดีเอ็นเออีกหนึ่งสาย ควรมีลำดับเบสอย่างไร

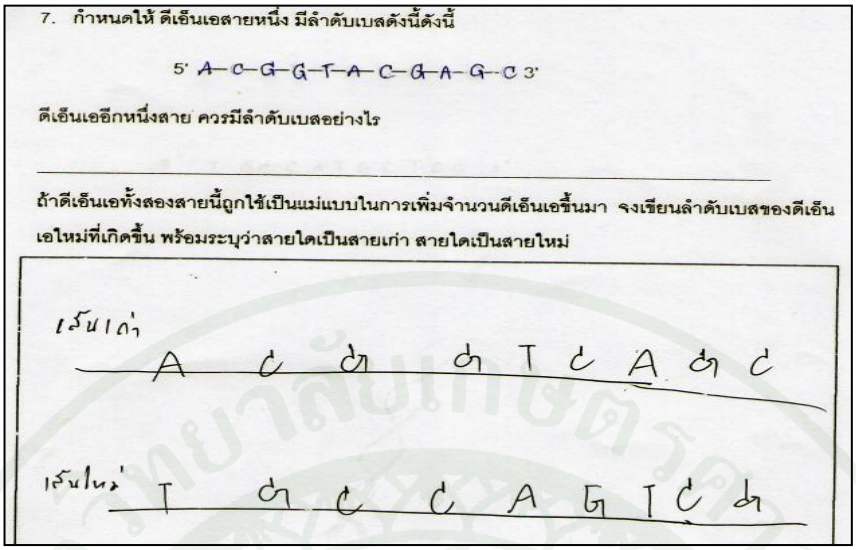
3' C – G – A – G – C – A – T – G – G – C – A 5'

ถ้าดีเอ็นเอทั้งสองสายนี้ถูกใช้เป็นแม่แบบในการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอขึ้นมา จงเขียนลำดับเบสของดีเอ็นเอใหม่ที่เกิดขึ้น พร้อมระบุว่าสายใดเป็นสายเก่า สายใดเป็นสายใหม่

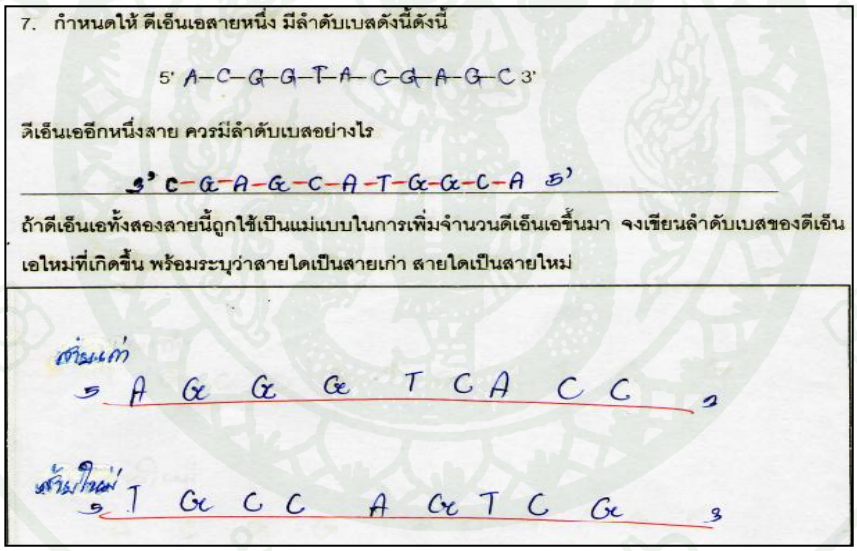
3'C–G–A–G–C–A–T–G–G–C–A 5'

(M113: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



(M205: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)



(M213: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

5.2 การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ

ในการสำรวจแนวคิดของนักเรียนในเรื่องการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของ messenger RNA (mRNA) กับ ดีเอ็นเอ และให้นักเรียนบอกลำดับเบสของสายดีเอ็นเอที่ใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ mRNA ที่กำหนดให้ ซึ่งผลการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 55.17) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่องการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ รองลงมา (ร้อยละ 20.69) คือมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอกับ mRNA ได้ว่า ดีเอ็นเอจะเป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ mRNA แต่ไม่สามารถบอกลำดับเบสของสายดีเอ็นเอที่ใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ mRNA ที่กำหนดให้ได้ นักเรียนร้อยละ 13.8 มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยนักเรียนบอกได้ว่าดีเอ็นเอเป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ mRNA แต่ไม่สามารถบอกลำดับเบสของสายดีเอ็นเอที่ใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ mRNA ที่กำหนดให้ได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ (ดังตัวอย่างคำตอบของ M210) นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนร้อยละ 5.17 มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) โดยสามารถอธิบายเรื่องการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ และนักเรียนร้อยละ 5.17 ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอแม้จะได้เรียนเรื่องดังกล่าวไปแล้ว เมื่อทำการจัดกลุ่มแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอพบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่องความสัมพันธ์ของดีเอ็นเอกับอาร์เอ็นเอ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

mRNA ถูกสังเคราะห์เป็น DNA

(W121: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

mRNA ถอดมาจากดีเอ็นเอที่ละ 3 ตัว กลายเป็นหมู่โปรตีน

(M207: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

DNA รวมกันเป็น mRNA ถ่ายทอดจาก DNA เพื่อเกิดเป็น mRNA

(M210: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

กลุ่มที่ 2 มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่องการเข้าคู่กันของเบสในดีเอ็นเอกับเบสในอาร์เอ็นเอ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. mRNA ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ดังต่อไปนี้ 5' UACGGUCGAUCG 3' mRNA ข้างต้นถูกสังเคราะห์มาจาก DNA ต้นแบบ ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์อย่างไร เพราะ

ถูกสังเคราะห์มาจาก 3' AUGCCAGCUAGC 5'

เพราะอะไร เพราะมีคาร์บอนเข้าคู่กันอย่างนี้เพราะ

(M109: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

9. mRNA ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ดังต่อไปนี้ 5' UACGGUCGAUCG 3' mRNA ข้างต้นถูกสังเคราะห์มาจาก DNA ต้นแบบ ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์อย่างไร เพราะ

3' AUGCCAGCUAGC 5'

เพราะอะไร เพราะมีการเข้าคู่กันอย่างนี้เพราะ

(W122: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

9. mRNA ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ดังต่อไปนี้ 5' UACGGUCGAUCG 3' mRNA ข้างต้นถูกสังเคราะห์มาจาก DNA ต้นแบบ ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์อย่างไร เพราะ

RNA. 'UACGGUCGAUCG'

DNA. 'GCUAGCUGGCAU'

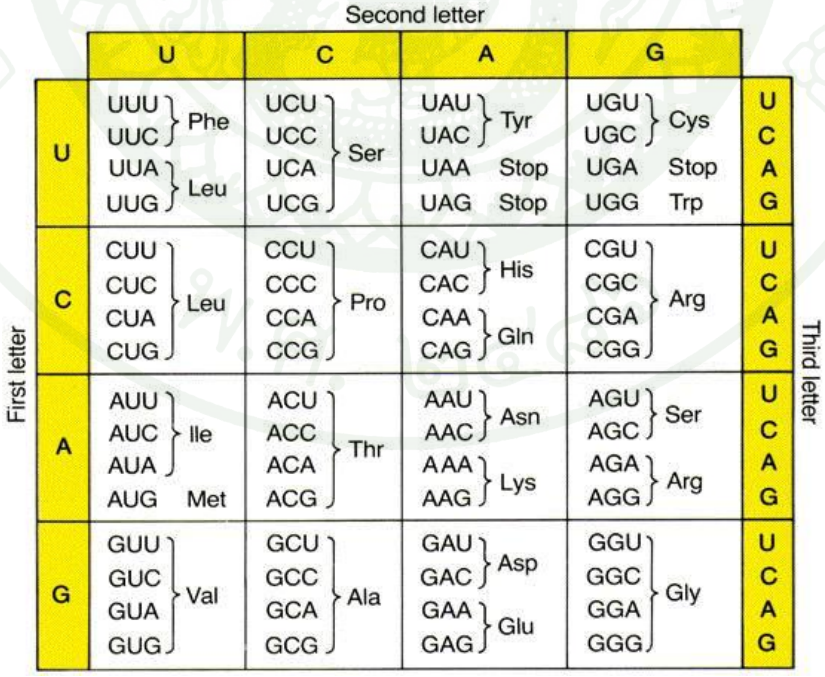
เพราะอะไร เพราะต้องเรียงจากสาย 3 ลงสาย 5 ถึงจะได้สายใหม่

(W217: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

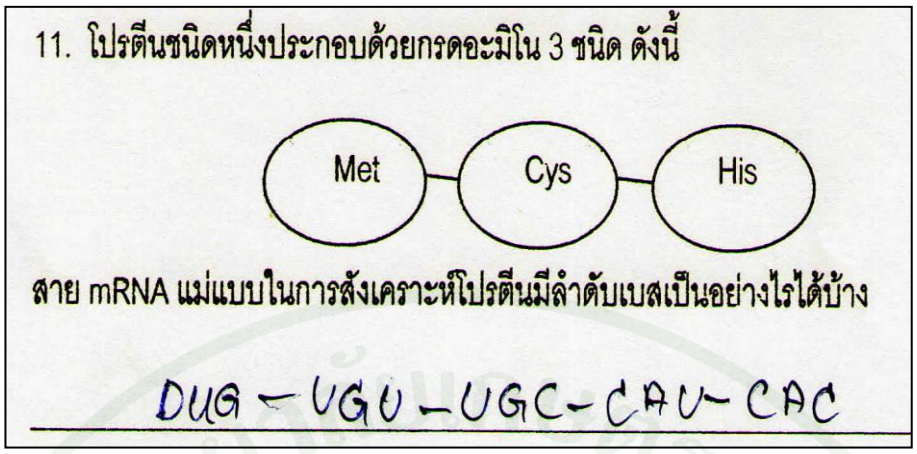
5.3 รหัสพันธุกรรม

ในการสำรวจแนวคิดของนักเรียนในเรื่องรหัสพันธุกรรม ผู้วิจัยได้กำหนดสาย พอลิเพปไทด์ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโน 3 ชนิด พร้อมกับตารางรหัสพันธุกรรมดังแสดงในภาพที่ 3 เพื่อให้นักเรียนบอกลำดับเบสที่เป็นไปได้ของสาย mRNA ที่เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์พอลิเพปไทด์สายนี้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนร้อยละ 3.45 มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ในเรื่องรหัสพันธุกรรมโดยนักเรียนสามารถบอกลำดับเบสของสาย mRNA ที่เป็นไปได้ซึ่งใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์พอลิเพปไทด์ที่กำหนดให้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 56.9) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยไม่สามารถอ่านตารางรหัสพันธุกรรมและไม่สามารถบอกลำดับเบสของสาย mRNA ได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ รองลงมา (ร้อยละ 20.69) คือมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยนักเรียนสามารถบอกลำดับเบสของสาย mRNA ที่เป็นไปได้ที่ใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์พอลิเพปไทด์ได้แต่ไม่ครบถ้วน นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนร้อยละ10.34 ไม่เข้าใจ ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องรหัสพันธุกรรมแม้จะได้เรียนผ่านมาแล้ว และนักเรียนร้อยละ 8.62 มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยนักเรียนสามารถบอกลำดับเบสของสาย mRNA ที่เป็นไปได้ที่ใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์พอลิเพปไทด์ได้แต่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งหมด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน

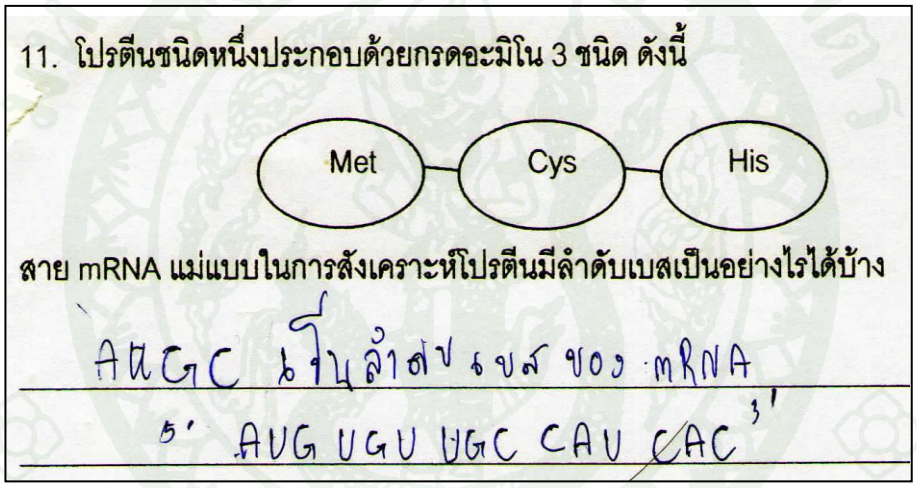


ภาพที่ 3 ตารางรหัสพันธุกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



(M107: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)



(M202: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

(W223: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.4 การสังเคราะห์โปรตีน

ในการสำรวจแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์โปรตีนผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายว่า ยีนชุดหนึ่งซึ่งกำหนดการสร้างโปรตีนในเซลล์เม็ดเลือดแดง จากยีนดังกล่าวเกิดเป็นโปรตีนได้อย่างไร จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 67.24) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่อง การสังเคราะห์โปรตีน รองลงมา (ร้อยละ 13.79) คือมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่ายีนดังกล่าวจะถูกคัดลอกจากดีเอ็นเอมาเป็น mRNA และ mRNA จะเป็นแม่แบบในการสังเคราะห์โปรตีน แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน นักเรียนร้อยละ 3.45 มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยนักเรียนเข้าใจว่ายีนจะเข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ (ดังตัวอย่างคำตอบของ M211, M224) นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักเรียนร้อยละ 15.52 ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องการสังเคราะห์โปรตีน และไม่มีนักเรียนคนใดที่สามารถอธิบายเรื่องการสังเคราะห์โปรตีนได้ครบถ้วนสมบูรณ์ (CU) เมื่อทำการจัดกลุ่มแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง การสังเคราะห์โปรตีนพบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนที่หลากหลายดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

> การสร้างโปรตีนต้องมียีนควบคุมไปด้วยเพราะยีนจะช่วยควบคุมโปรตีนในเซลล์เม็ดเลือดแดง
>
> (M211: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

> ยีนจะสร้างโปรตีนในเซลล์เม็ดเลือดแดง ในเมื่อ mRNA และ DNA มารวมกันจะทำให้เกิดโปรตีนในเซลล์เม็ดเลือดแดง
>
> (W122: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

> ยีนจะรวมตัวกันเป็น DNA และถอดแบบเป็น mRNA โดยมีคู่เบสมาเกาะ 3 คู่ และเกิดการสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้น
>
> (W224: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. มิวเทชัน

6.1 มิวเทชันเฉพาะที่

ในการสำรวจแนวคิดนักเรียนเรื่องมิวเทชันเฉพาะที่ ผู้วิจัยได้กำหนดสาย mRNA ให้ 1 สาย และมีเบส 1 ตัว มาแทรกลำดับเบสของ mRNA สายนี้ ทำให้ลำดับเบสของสาย mRNA เปลี่ยนไปจากเดิม เมื่อ mRNA มีการสังเคราะห์โปรตีนจะทำให้ได้สายพอลิเพปไทด์สั้นลงกว่าสายปกติ เนื่องจากเมื่อลำดับเบสเปลี่ยนไปทำให้ขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีนพบรหัสหยุดการสังเคราะห์เร็วกว่าปกติ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 55.17) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่องมิวเทชันเฉพาะที่ รองลงมา (ร้อยละ 25.86) คือนักเรียน มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยนักเรียนบอกได้ว่าเมื่อมีการสังเคราะห์โปรตีนจะทำให้ลำดับกรดอะมิโนเปลี่ยนไป แต่ไม่ได้อธิบายว่าเมื่อพบรหัสหยุดการสร้างจะทำให้ได้สายพอลีเพปไทด์ที่สั้นลงจากเดิม นักเรียนร้อยละ 10.35 มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยเข้าใจว่าเมื่อมีเบสเพิ่มขึ้นจะทำให้ลำดับเบสบนสาย mRNA เปลี่ยนไป ส่งผลต่อการสังเคราะห์โปรตีน แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อมีการสังเคราะห์โปรตีนและพบรหัสหยุดการสร้างจะได้สายพอลีเพปไทด์มีขนาดสั้นลงตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนร้อยละ 6.9 ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องมิวเทชันเฉพาะที่แม้จะได้เรียนเรื่องดังกล่าวไปแล้ว และนักเรียนร้อยละ 1.72 มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายเรื่องมิวเทชันเฉพาะที่ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ เมื่อทำการจัดกลุ่มแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง มิวเทชันเฉพาะที่พบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนแบ่งได้เพียง 1 กลุ่ม คือ เข้าใจว่าเมื่อเบสเพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการสังเคราะห์โปรตีนทำให้ได้กรดอะมิโนเพิ่มขึ้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

โปรตีนได้กรดอะมิโนเพิ่มขึ้น

(M102: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

จะมีกรดอะมิโนเพิ่มขึ้น 1 ตัว

(M105: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

การที่มีเบสเพิ่มมาเป็นการสร้าง mRNA ได้มากกว่าเดิมอาจเพิ่มโปรตีนหรือยีนก็ได้

(W119: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะทำให้การสังเคราะห์โปรตีนของสายโปรตีนมีจำนวนเพิ่มขึ้นและจะทำให้กรดอะมิโนมีมาก

(W222: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

6.2 มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซม

ในการสำรวจแนวคิดนักเรียนเรื่อง มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซม โดยผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายผลที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิต จากความผิดปกติของโครโมโซมเมื่อชิ้นส่วนของโครโมโซมขาดหายไป หรือเพิ่มขึ้นมา จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 79.31) มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยนักเรียนอธิบายได้ว่า เมื่อชิ้นส่วนของโครโมโซมเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้สิ่งมีชีวิตมีความผิดปกติ แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายว่าเกิดความผิดปกติอย่างไรบ้าง หรือไม่ได้ยกตัวอย่างลักษณะความผิดปกติของสิ่งมีชีวิต รองลงมา (ร้อยละ 10.35) คือมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ในเรื่องมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซม โดยสามารถบอกผลที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตเมื่อชิ้นส่วนของโครโมโซมเปลี่ยนไป นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนร้อยละ 5.17 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และนักเรียนร้อยละ 5.17 ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซมแม้จะได้เรียนเรื่องดังกล่าวมาแล้ว นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนร้อยละ 3.45 มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยสามารถบอกได้ว่าเมื่อชิ้นส่วนของโครโมโซมเปลี่ยนไปจะเกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งมีชีวิต แต่มีความเข้าใจว่าจะเป็นผลดีกับมนุษย์ซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนดังแสดงด้านล่าง

ถ้าโครโมโซมขาดหายไปจะเป็นผลดีแก่สิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะมนุษย์ หรือถ้าเพิ่มขึ้นมาจะไม่มีผลดีต่อสิ่งมีชีวิต

(M113: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

จะทำให้รูปลักษณะของสิ่งมีชีวิตต่างกัน เช่น ทรงผม ผมหยิก ผิวดำ ผิวขาว ความสูง ความเตี้ย ตาสีน้ำตาล ตาสีฟ้า หูใหญ่ หูเล็ก

(M203: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.3 มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนของโครโมโซม

ในการสำรวจแนวคิดนักเรียนในเรื่องมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนของโครโมโซม ผู้วิจัยให้นักเรียนบอกสาเหตุที่โครโมโซมของมนุษย์คู่ที่ 21 มีจำนวนโครโมโซมเกินมา 1 แท่ง จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 65.53) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) รองลงมา (ร้อยละ 17.24) นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยนักเรียนสามารถบอกสาเหตุของการเกิดมิวเทชันที่มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นมาได้ ว่าเกิดจากโครโมโซมไม่แยกออกจากกัน แต่ไม่ได้อธิบายถึงกระบวนการแบ่งเซลล์ที่ผิดปกติในระยะแอนาเฟต นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนร้อยละ 13.79 ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนของโครโมโซมแม้จะได้เรียนผ่านมาแล้ว และยังพบว่านักเรียนร้อยละ 1.72 มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) โดยสามารถบอกสาเหตุที่โครโมโซมมนุษย์คู่ที่ 21 มีจำนวนเกินมา 1 แท่งได้ครบถ้วนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ และนักเรียนร้อยละ 1.72 มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยมีความเข้าใจว่าโครโมโซมเกินมาเกิดจากความผิดปกติของการแบ่งเซลล์ แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าการแบ่งเซลล์ผิดปกติอย่างไร เมื่อทำการจัดกลุ่มแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่อง มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนของโครโมโซมพบว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนแบ่งได้เป็นหนึ่งกลุ่ม คือ เข้าใจว่าการที่โครโมโซมเกินมาเพราะโครโมโซมมีการจำลองตัวเองขึ้นมา ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดงด้านล่าง

เกิดจากการขยายส่วนของโครโมโซม

(M105: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์โครโมโซมผิดปกติ โดยการสังเคราะห์เกินมา 1 แท่ง

(W120: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

โครโมโซมมีการสร้างดีเอ็นเอขึ้นใหม่

(M209: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 2553)

การที่ระบบต่างๆ เกิดความผิดปกติหรือมีการผ่าเหล่าทำให้โครโมโซมในร่างกายแบ่งตัวเพิ่มขึ้นมาอีก

(W221: แบบวัดแนวคิด, กุมภาพันธ์ 25

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อวิจารณ์ผลการวิจัยระยะที่ 1

จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล แม้จะผ่านการเรียนเรื่องดังกล่าวมาแล้ว สาเหตุของการเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนอาจ เนื่องจากเนื้อหาพันธุศาสตร์โมเลกุลนั้นเป็นเรื่องที่ยากต่อการเรียนรู้ (Gili and Ruth, 2000) โดยเฉพาะแนวคิดเรื่องจำนวนโครโมโซม เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม เรื่องนิวคลีโอไทด์ เรื่องสมบัติของสารพันธุกรรม และเรื่องมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม ในเรื่องจำนวนโครโมโซมนั้น นักเรียนมีเข้าใจว่าสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่จะมีจำนวนโครโมโซมมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก หรือสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการสูง เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมจะมีจำนวนโครโมโซมมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการต่ำกว่า เช่น ปลา หรือแมลง ซึ่งความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนี้อาจมีสาเหตุมาจาก นักเรียนสังเกตสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีความซับซ้อนมากกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น และส่วนใหญ่เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่จึงน่าจะมีจำนวนโครโมโซมมากสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น

แนวคิดเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมนั้น นักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรจิตรา เศรษฐภักดี (2547) และ ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2550) ซึ่งพบว่านักเรียนมักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โดยนักเรียนจะมองว่าทั้งสามส่วนไม่มีความเกี่ยวข้องกันทั้งในระดับโครงสร้าง และหน้าที่ โดยเข้าใจว่ายีน คือ ลักษณะต่างๆ ที่แสดงออกของสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเกตได้ ดีเอ็นเอคือสิ่งที่ถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งสู่อีกรุ่น และอธิบายถึงโครโมโซมในด้านรูปร่าง ซึ่งไม่สามารถเชื่อมความสัมพันธ์ของระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมได้ (Gili, 2001) สาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนส่วนหนึ่งอาจเพราะการสอนของครู ดังที่ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2550) กล่าวว่า ครูไม่ได้เชื่อม โยงระหว่างโครงสร้างและหน้าที่ของยีนกับดีเอ็นเอ และไม่ได้เน้นให้นักเรียนเข้าใจพันธุศาสตร์เชิงโมเลกุลหรือกระบวนการ แต่ส่งเสริมความเข้าใจเรื่องหน้าที่ยีนที่เป็นอนุภาค

สำหรับแนวคิดเรื่องสมบัติของสารพันธุกรรม พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการสังเคราะห์ดีเอ็นเอโดยไม่สามารถอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ ไม่สามารถอธิบายกระบวนการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ ไม่สามารถอ่านตารางรหัสพันธุกรรม และไม่สามารถอธิบายกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ratanaroutai (2006) ที่พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ อาเอ็นเอกับการสังเคราะห์โปรตีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และรหัสพันธุกรรม และงานวิจัยของ Fisher (1985) ที่พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องกรดอะมิโนกับการสังเคราะห์โปรตีน ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรม ยากต่อการทำความเข้าใจ ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง และต้องใช้จินตนาการ (Gili and Ruth, 2000)

ในเรื่องนิวคลีโอไทด์พบว่านักเรียนไม่สามารถบอกส่วนประกอบของนิวคลีโอไทด์ได้ และมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับโครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ratanaroutai (2006) ที่พบว่านักเรียนมีแนวคิดนักเรียนไม่สามารถบอกส่วนประกอบของนิวคลีโอไทด์ได้ ส่วนในเรื่องมิวเทชันเฉพาะที่ซึ่งเกิดขึ้นในระดับยีน นักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าเมื่อมีเบสเพิ่มขึ้นบนสายอาร์เอ็นเอจะส่งผลต่อการสังเคราะห์โปรตีนอย่างไร จะทำให้ได้ลำดับกรดอะมิโนเปลี่ยนไป หรืออาจทำให้กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนหยุดเร็วกว่าปกติ ซึ่งเป็นผลมาจากนักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานในเรื่อง รหัสพันธุกรรมและการสังเคราะห์โปรตีนจึงส่งผลต่อความเข้าใจในเรื่องนี้ด้วยซึ่งสอดคล้องกับ Westbrook และ Marek (1991) ที่กล่าวว่าถ้านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อาจส่งผลต่อให้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องอื่นตามไปด้วย

นอกจากนี้นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม โดยนักเรียนไม่สามารถอธิบายถึงสาเหตุที่เกิดมิวเทชันแบบนี้ที่สิ่งมีชีวิตมีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้น หรือลดลงจากปกติให้เชื่อมโยงกับขั้นตอนกระบวนการแบ่งเซลล์ที่ผิดปกติในในระยะแอนาเฟตได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gili and Ruth (2000) ที่ได้ศึกษาแนวคิดเรื่องพันธุศาสตร์โดยใช้พื้นฐานความรู้เรื่องเซลล์ ซึ่งพบว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่วนใหญ่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางพันธุศาสตร์เชื่อมโยงกับความรู้เรื่องเซลล์ แต่ไม่เข้าใจกลไกและระยะต่างๆของการแบ่งเซลล์

จากที่กล่าวมาการที่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลมีสาเหตุมาจากหลายประการดังนี้

1. นักเรียนเรียนรู้โดยการท่องจำ แต่เนื้อหาในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลส่วนใหญ่เป็นนามธรรม เป็นลำดับขั้นตอน เป็นกระบวนการ (Yori *et al.*, 2006) นักเรียนต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง ดังนั้นนักเรียนจึงไม่สามารถเข้าใจและเชื่อมโยงความรู้ที่มีตอบคำถามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ในแบบวัดแนวคิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. วิธีการสอนของครูใช้การบรรยายจากหนังสือเรียนเป็นหลัก ขาดสื่อการสอนที่หลากหลาย ไม่สามารถเห็นเป็นรูปธรรม ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจ และมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลที่เป็นนามธรรม และเป็นกระบวนการ โดยเฉพาะเรื่องสมบัติของสารพันธุกรรม การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอจากดีเอ็นเอแม่พิมพ์ รหัสพันธุกรรมการและการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม

3. นักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานที่ใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล เช่น การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจในเรื่องนี้

4. ครูผู้สอนไม่ได้สำรวจความรู้พื้นฐานในการเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. เนื้อหาในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลเป็นเรื่องที่มีคำศัพท์เฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ ยากต่อการจดจำ (ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ม, 2550) เช่น deoxyribonuceic acid (DNA) messenger ribonuceic acid (mRNA) และศัพท์บางคำมีความคล้ายคลึงกัน เช่น โครมาทิน กับโครมาทิด ถอดรหัส (transcription) กับ แปลรหัส (translation) ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิจัยระยะที่ 2 ศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คำถามวิจัยข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลอย่างไร หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการตอบคำถามวิจัย ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปัญญาเลิศวิทยา (นามสมมติ) ที่เรียนเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ในปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียนที่ได้รับการเลือกอย่างเจาะจง โดยมีนักเรียนทั้งสิ้น 36 คน เป็นนักเรียนชายจำนวน 6 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 30 คน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลก่อนและหลังเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยแบบวัดครอบคลุม 6 แนวคิดหลักตามคู่มือครูของ สสวท. (สสวท., 2549) ได้แก่ 1)โครโมโซม 2) ความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน 3) องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ 4)โครงสร้างของดีเอ็นเอ 5) สมบัติของสารพันธุกรรม และ 6) มิวเทชัน แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลนี้ เป็นแบบวัดฉบับเดียวกับที่ใช้ในการวัดแนวคิดเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลของนักเรียนในการวิจัยระยะที่ 1 จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มแนวคิดตามหลักเกณฑ์ของ Westbrook and Marek (1992) ซึ่งแบ่งแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม คือ แนวคิดสมบูรณ์ (complete understanding: CU) แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU) แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with specific misconception: PS) แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misconception: SM) และไม่มีแนวคิด (no understanding: N) ในการรายงานผลการวิจัยจะนำเสนอแนวคิดของนักเรียนในภาพรวมทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนจากนั้นจึงนำเสนอโดยเรียงลำดับตามแนวคิดหลัก

จากผลการวิเคราะห์แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งก่อนและหลังเรียนพบว่า ก่อนเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (N) เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล โดยเฉพาะในแนวคิดย่อยเรื่อง นิวคลีโอไทด์ การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอจากดีเอ็นเอแม่พิมพ์ รหัสพันธุกรรม การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม มิวเทชันเฉพาะที่ และมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม รองลงมาคือนักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน (PU) โดยเฉพาะในแนวคิดย่อยเรื่อง รูปร่างโครโมโซม ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โครงสร้างของดีเอ็นเอ และมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักเรียนจำนวนมากที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล โดยพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในทุกแนวคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องจำนวนโครโมโซม และไม่มีนักเรียนคนใดที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (CU) ในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล อย่างไรก็ตาม เมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แล้ว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (CU) เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนในทุกแนวคิด โดยเฉพาะในแนวคิดเรื่องโครโมโซมและ มิวเทชัน ขณะที่จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อน (PS) แนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (SM) และนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (N) เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลมีจำนวนลดลงโดยเฉพาะในแนวคิดเรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรม อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน หรือไม่มีแนวคิดในเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลแม้จะได้เรียนเรื่องดังกล่าวมาแล้ว ข้อมูลเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนและร้อยละในแต่ละกลุ่มแนวคิดทั้งก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แสดงในตารางที่ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 แนวคิดของนักเรียนก่อนและหลังเรียนเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

แนวคิด	จำนวนนักเรียนและร้อยละก่อนและหลังเรียนเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (N=36)									
	CU		PU		PS		SM		N	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1. โครโมโซม										
1.1 รูปร่างโครโมโซม	0	23	24	9	9	4	0	0	3	0
	(0)	(63.88)	(66.65)	(25)	(25)	(11.11)	(0)	(0)	(8.33)	(0)
1.2 จำนวนโครโมโซม	0	31	0	0	0	0	33	5	3	0
	(0)	(86.11)	(0)	(0)	(0)	(0)	(91.66)	(13.88)	(8.33)	(0)
2. ความสัมพันธ์ระหว่างยีนดีเอ็นเอและโครโมโซม	0	16	14	8	3	8	6	0	13	4
	(0)	(44.44)	(38.88)	(22.22)	(8.33)	(22.22)	(16.66)	(0)	(36.11)	(11.11)
3. โครงสร้างของดีเอ็นเอ	0	16	21	11	6	8	1	1	8	0
	(0)	(44.44)	(58.33)	(30.55)	(16.66)	(22.22)	(2.77)	(2.77)	(22.22)	(0)
4. องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ/นิวคลีโอไทด์	0	18	1	9	0	4	6	2	29	3
	(0)	(50)	(2.77)	(25)	(0)	(11.11)	(16.66)	(5.55)	(80.55)	(8.33)
5. สมบัติของสารพันธุกรรม										
5.1 การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ	0	14	1	19	3	3	11	0	21	0
	(0)	(38.88)	(2.77)	(52.77)	(8.33)	(8.33)	(30.55)	(0)	(58.33)	(0)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

แนวคิด	จำนวนนักเรียนและร้อยละก่อนและหลังเรียนเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (N=36)									
	CU		PU		PS		SM		N	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
5.2 การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอจากดีเอ็นเอแม่พิมพ์	0	12	1	1	1	12	6	1	28	1
	(0)	(33.33)	(2.77)	(2.77)	(2.77)	(33.33)	(16.66)	(2.77)	(77.77)	(2.77)
5.3 รหัสพันธุกรรม	0	16	0	10	0	6	6	0	30	4
	(0)	(44.44)	(0)	(27.77)	(0)	(16.66)	(16.66)	(0)	(83.33)	(11.11)
5.4 การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม	0	8	0	15	0	0	5	8	31	5
	(0)	(22.22)	(0)	(41.66)	(0)	(0)	(13.88)	(22.22)	(86.11)	(13.88)
6. มิวเทชัน										
6.1 มิวเทชันเฉพาะที่	0	24	1	9	0	1	3	0	32	2
	(0)	(66.66)	(2.77)	(25)	(0)	(2.77)	(8.33)	(0)	(88.88)	(5.55)
6.2 มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซม	0	13	27	22	0	0	1	0	8	1
	(0)	(36.11)	(75)	(61.11)	(0)	(0)	(2.77)	(0)	(22.22)	(2.77)
6.3 มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม	0	12	4	14	0	0	1	4	31	6
	(0)	(33.33)	(11.11)	(38.88)	(0)	(0)	(2.77)	(11.11)	(86.11)	(16.66)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

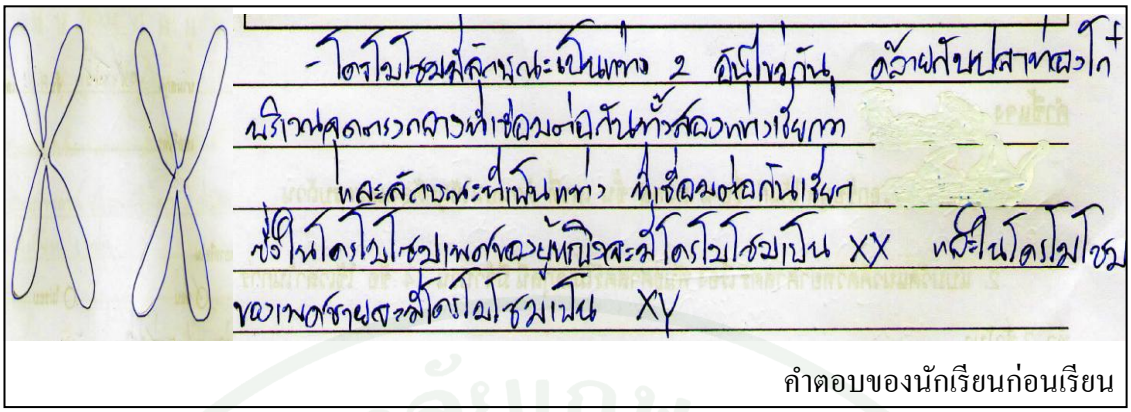
1. โครโมโซม

1.1 รูปร่างโครโมโซม

ในการวัดแนวคิดของนักเรียนในเรื่องรูปร่างโครโมโซม ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายลักษณะของโครโมโซมพร้อมทั้งวาดภาพประกอบ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 66.65) มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยนักเรียนสามารถบอกรูปร่างของโครโมโซมได้ว่ามีรูปร่างคล้ายปลาท่องโก๋ หรืออักษรตัวเอ็ก (X) แต่นักเรียนไม่สามารถบอกส่วนประกอบอื่นของโครโมโซมได้ อาทิ โครมาทิด และ เซนโทรเมียร์ รองลงมา คือ นักเรียนมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) (ร้อยละ 25.00) โดยนักเรียนสามารถบอกรูปร่างของโครโมโซมได้แต่นักเรียนไม่สามารถบอกส่วนประกอบของโครโมโซมได้ถูกต้อง นอกจากนี้นักเรียนร้อยละ 8.33 ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องรูปร่างโครโมโซม

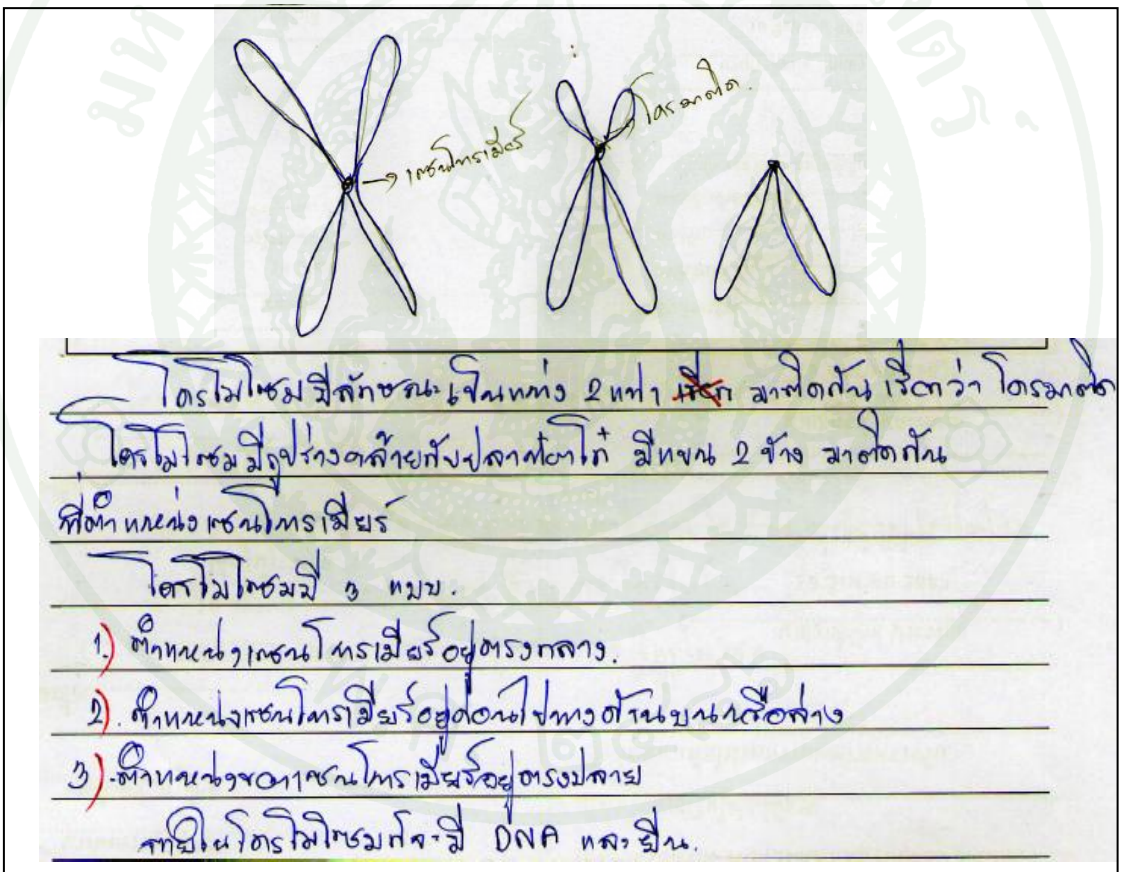
เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ซึ่งเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่มีนักเรียนคนใดมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์เป็น 23 คน (ร้อยละ 63.88) โดยนักเรียนสามารถอธิบายรูปร่างและส่วนประกอบของโครโมโซมได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

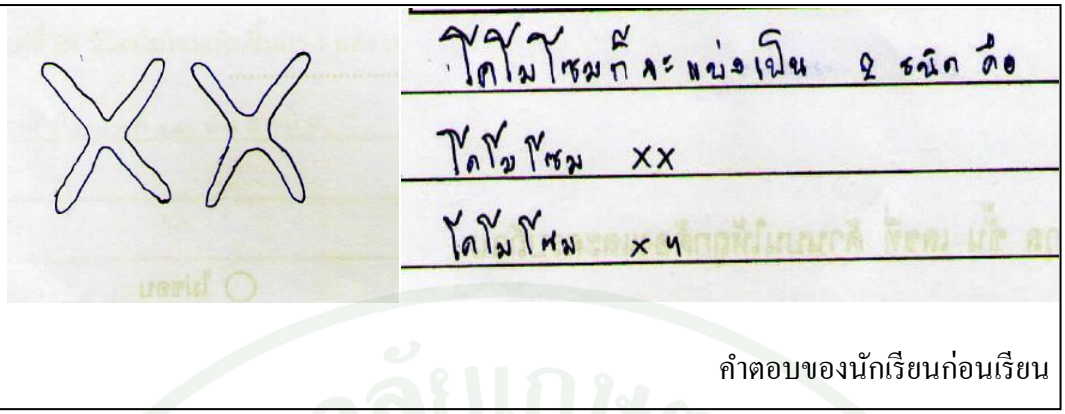
(M03: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553



คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

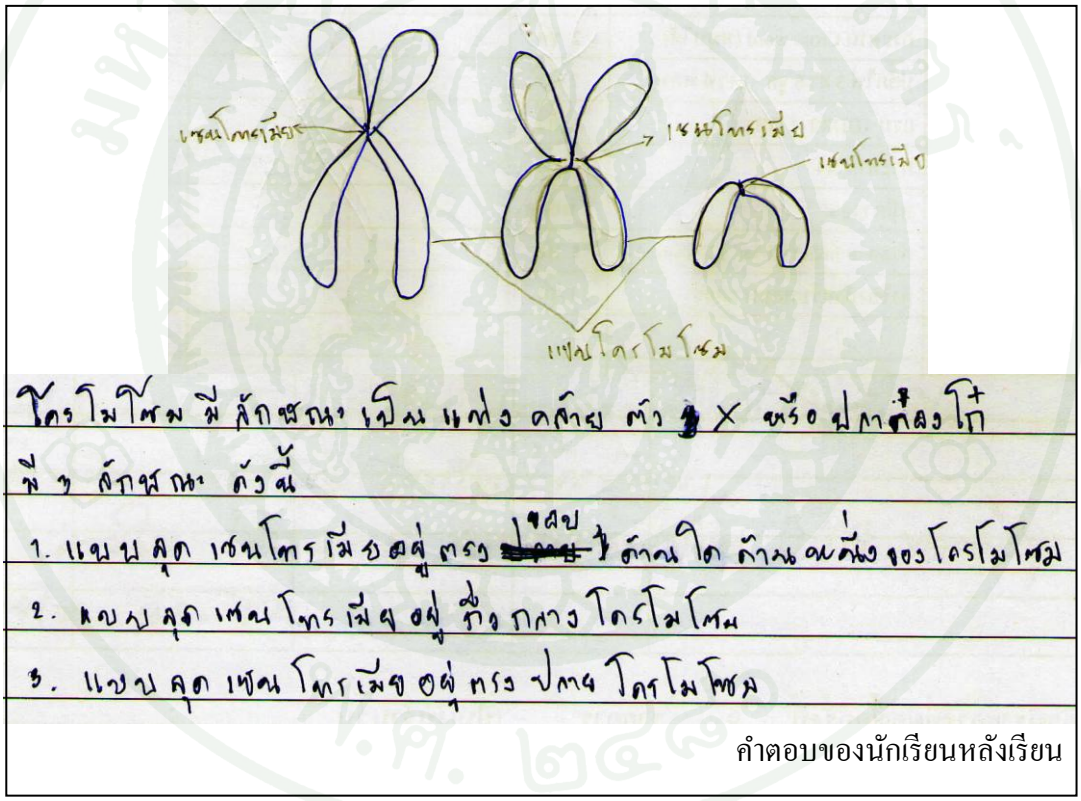
(M03: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(M06: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



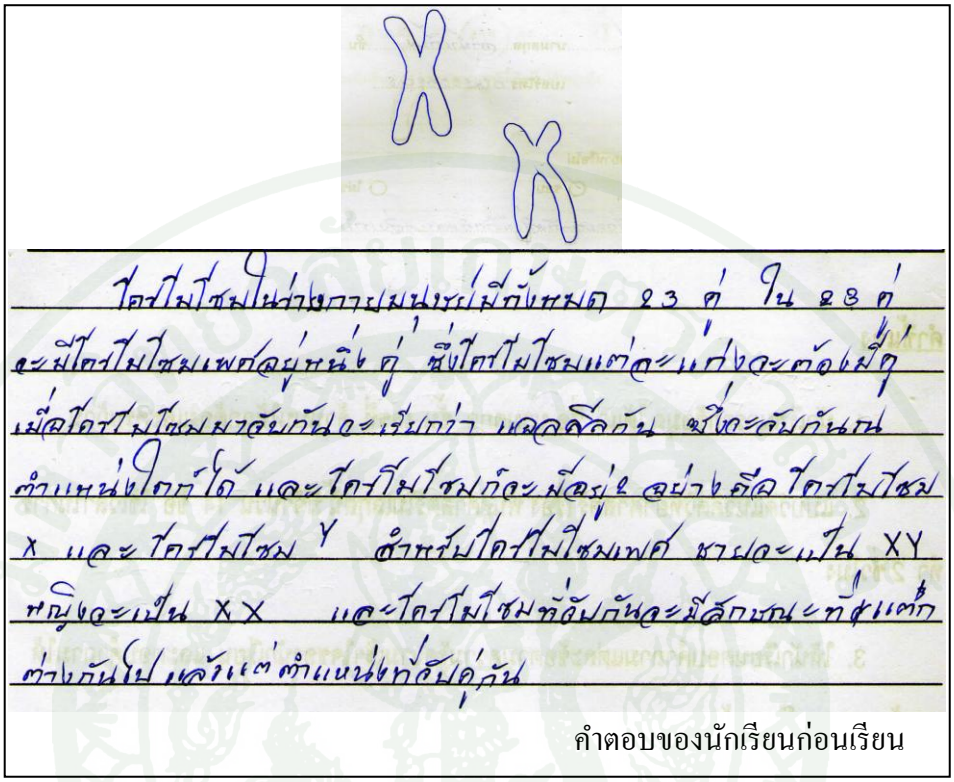
คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W07: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังแสดงว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ลดลงจากก่อนเรียน (จากเดิม 24 คน เป็น 9 คน) โดยนักเรียนสามารถบอกรูปร่างของโครโมโซมได้ แต่ไม่บอกส่วนประกอบอื่นของโครโมโซม จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่

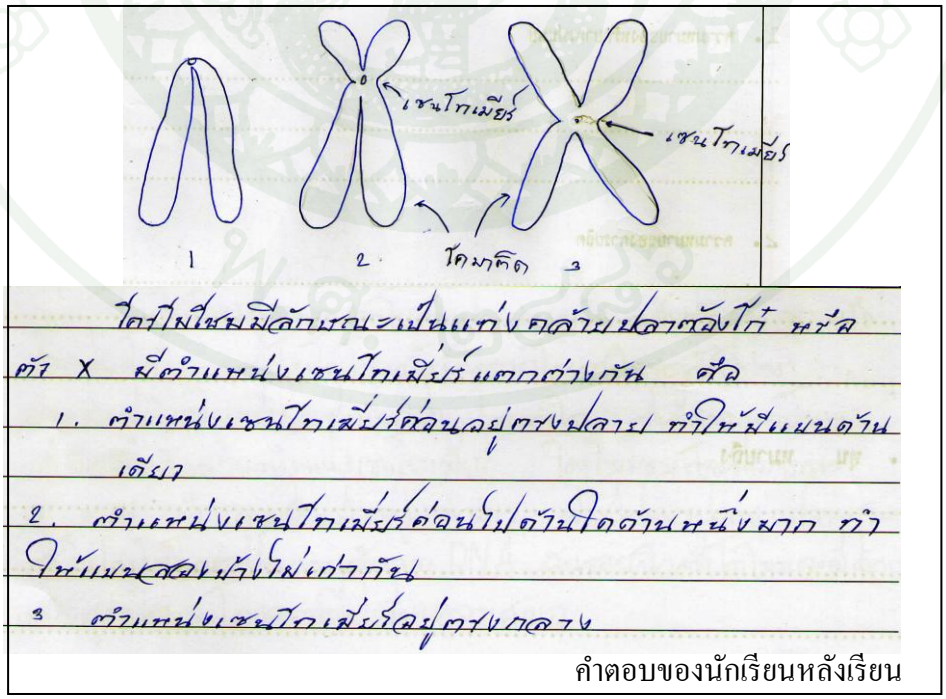
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลดลงเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้กลายไปเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง



คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W09: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

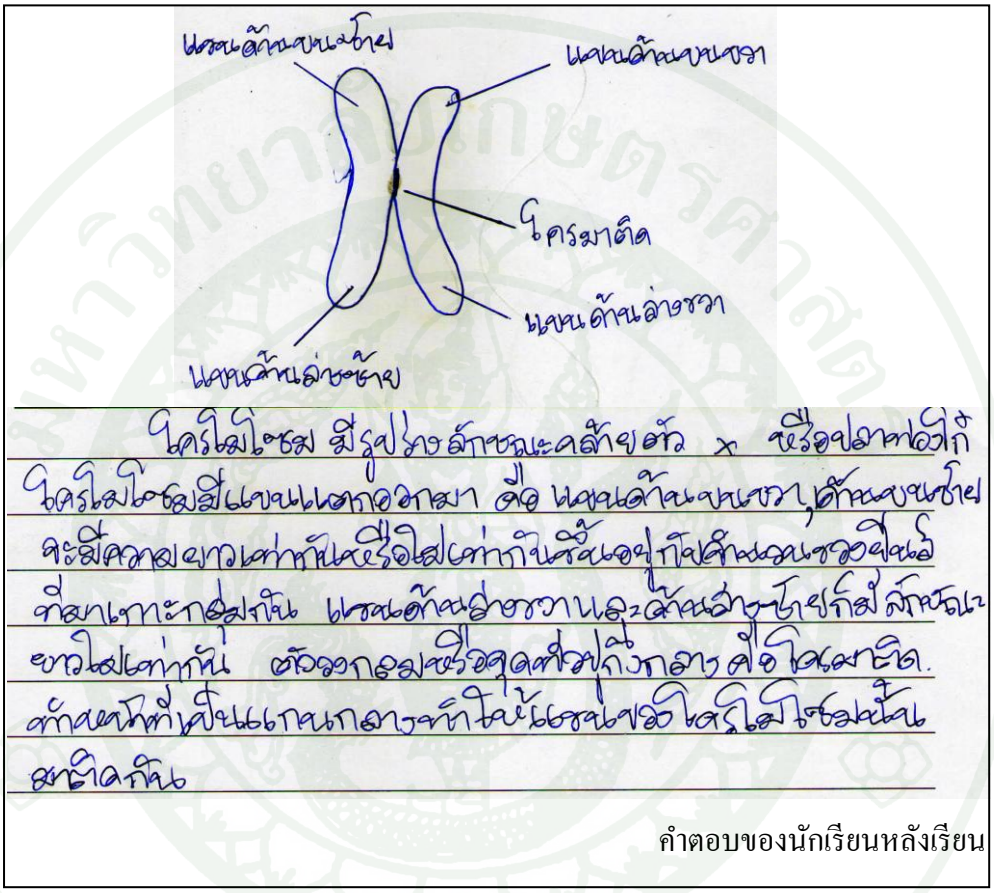


คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W09: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิจัยชี้ว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ลดลงจากร้อยละ 25.00 เป็น ร้อยละ 11.11 โดยนักเรียนสามารถบอกรูปร่างของโครโมโซมได้ แต่ไม่สามารถบอกส่วนประกอบของโครโมโซมได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

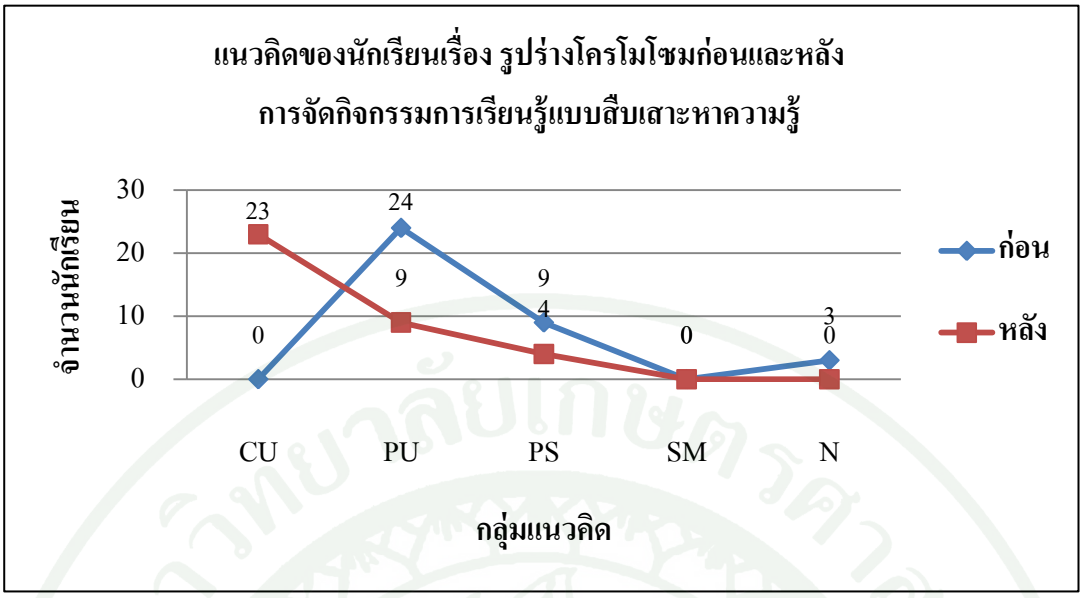


คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W16: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

และจากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) หรือไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องรูปร่างโครโมโซม ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่อง รูปร่างโครโมโซมก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.2 จำนวนโครโมโซม

ในการวัดแนวคิดของนักเรียนในเรื่องจำนวนโครโมโซม ผู้วิจัยให้นักเรียนเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิต 3 กลุ่มคือ แมลง ปลา และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 91.66) มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่องจำนวนโครโมโซม โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่าจำนวนโครโมโซมมีความสัมพันธ์กับขนาดและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รองลงมาคือนักเรียนไม่มีแนวคิด (N) (ร้อยละ 8.33) ในเรื่องจำนวนโครโมโซม และจากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนก่อนเรียนไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) หรือแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดสมบูรณ์เป็น 31 คน (ร้อยละ 86.11) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าจำนวน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครโมโซมไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

> สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีจำนวนโครโมโซมมากที่สุด และแมลงมีจำนวนโครโมโซมน้อยที่สุด เพราะ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมนั้นมีวิวัฒนาการสูงกว่าสัตว์ประเภทอื่น เนื่องจากอาจจะมีโครงสร้างและลักษณะโครโมโซมที่น่าจะซับซ้อนมากกว่า
>
> (M06: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

> สิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซมมากและน้อยที่สุดคือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและแมลงตามลำดับ เพราะสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมเป็นสัตว์ที่มีวิวัฒนาการที่สูงกว่าแมลง ซึ่งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมจะมีอวัยวะที่แข็งแรงและสมบูรณ์มากกว่าแมลง
>
> (W33: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

> ไม่สามารถสรุปได้ เพราะไม่ขึ้นอยู่กับรูปร่าง ลักษณะร่างกาย จึงจะต้องทดลองเพื่อหาจำนวนโครโมโซมของสัตว์ดังกล่าว เช่น คนที่มีร่างกายสูงใหญ่อาจมีจำนวนโครโมโซมน้อยกว่าแมลงที่มีขนาดเล็ก
>
> (M06: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

> ไม่สามารถบอกได้ เพราะจำนวนโครโมโซมไม่ขึ้นอยู่กับขนาดหรือโครงสร้างของร่างกายของสิ่งมีชีวิตและความซับซ้อนของร่างกายของสิ่งมีชีวิต
>
> (W33: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ลดลงจากก่อนเรียน (จากเดิมร้อยละ 91.66 เป็น ร้อยละ 13.88) โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่าจำนวนโครโมโซมมีความสัมพันธ์กับขนาด รูปร่างของสิ่งมีชีวิต ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

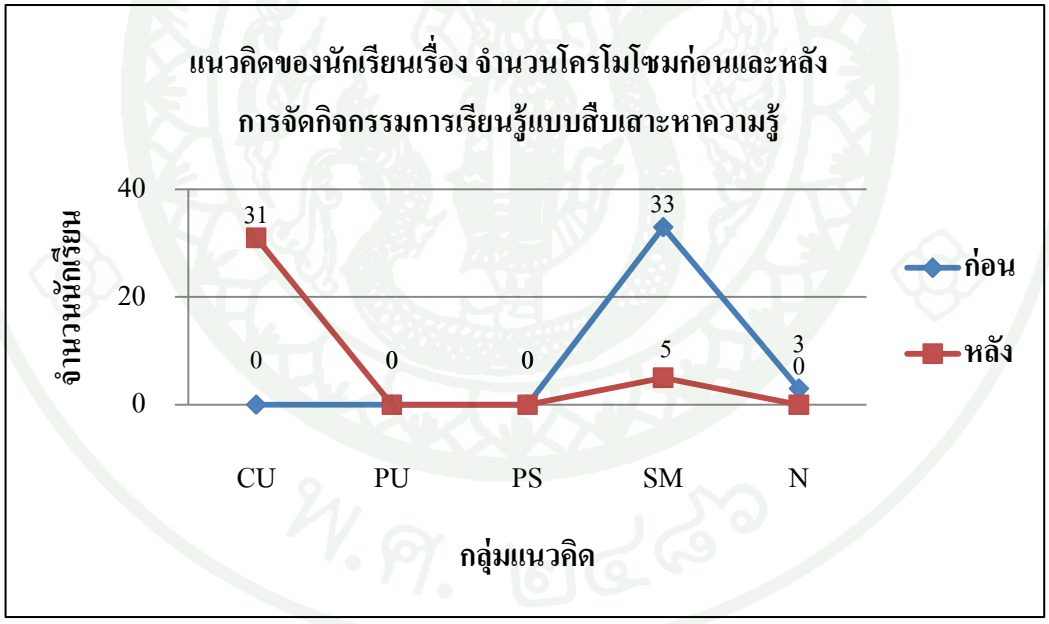
สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีโครโมโซมมากที่สุด แมลงน้อยที่สุด เพราะสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีความสลับซับซ้อนมากกว่า แมลง และปลา เช่น ลักษณะภายนอก

(W08: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีโครโมโซมมากสุด แมลงมีโครโมโซมน้อยสุด เพราะ แมลงเป็นสัตว์ตัวเล็ก

(W18: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่ลดลงเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้กลายไปเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ และจากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน (PU) แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อน (PS) หรือไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องจำนวนโครโมโซม ดังแสดงในตารางที่ 7 และ ภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่องจำนวนโครโมโซมก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม

ในการวัดแนวคิดของนักเรียนในเรื่องความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 38.88) มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยนักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของยีนกับดีเอ็น หรือดีเอ็นเอกับโครโมโซมได้ แต่ไม่สามารถบอกความ สัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมได้ทั้งหมด รองลงมาคือนักเรียน (ร้อยละ 36.11) ไม่มีแนวคิด (N) นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนร้อยละ 16.66 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมได้ถูกต้อง และนักเรียนร้อยละ 8.33 มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยนักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอกับโครโมโซมได้ แต่ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของยีน กับดีเอ็นเอ และโครโมโซมได้ถูกต้อง

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดสมบูรณ์เป็น 16 คน (ร้อยละ 44.44) โดยนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

ในโครโมโซมจะมีดีเอ็นเอและยีนอยู่เพื่อแสดงลักษณะทางพันธุกรรมออกมา

(W09: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

ยีนจะอยู่บนแท่งโครโมโซม

(W13: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

> โครโมโซมมีดีเอ็นเอเป็นองค์ประกอบซึ่งพันเป็นเกลียว ภายในดีเอ็นเอประกอบด้วยส่วนที่ถ่ายทอดลักษณะและไม่ถ่ายทอดลักษณะ ดีเอ็นเอที่ถ่ายทอดลักษณะเรียกว่ายีน ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมและถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
>
> (W09: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

> ยีนเป็นส่วนประกอบของ DNA ทำหน้าที่ถ่ายทอดพันธุกรรม DNA พันโปรตีนฮิสโตน 8 โมเลกุลคล้ายลูกปัด ขดพันกันเป็นโครโมโซม
>
> (W13: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ลดลงจากก่อนเรียน (จากเดิมร้อยละ 38.88 เป็น ร้อยละ 22.22) โดยนักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของยีนกับดีเอ็น หรือดีเอ็นเอกับโครโมโซมได้ แต่ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมได้ทั้งหมด จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่ลดลงเนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้กลายไปเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

> โครโมโซมจะมีดีเอ็นเอและยีนเพื่อแสดงออกของลักษณะทางพันธุกรรม
>
> (W10: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

> โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน เป็นสิ่งที่ควบคุมลักษณะและถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
>
> (W21: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

> ยีนเป็นส่วนของ DNA ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดพันธุกรรม DNA จะพันรอบโปรตีนฮิสโตนขดพันกันไปมาเป็นโครโมโซม
>
> (W10: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครโมโซมเป็นหน่วยใหญ่ที่สุด สายดีเอ็นเอจะขดพันกันเป็นแท่งโครโมโซม และในสายดีเอ็นเอ จะมียีนที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดพันธุกรรมอยู่ภายในนิวเคลียส

(W21: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 8.33 เป็นร้อยละ 22.22 โดยนักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอกับโครโมโซมได้ แต่ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของยีน กับดีเอ็นเอ และโครโมโซมได้ถูกต้อง จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้มาจากกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

ยีนคือส่วนของดีเอ็นเอที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม ดีเอ็นเอจะลำเลียงน้ำตาล เบส และหมู่ฟอสเฟตมาเกาะกันเพื่อให้เกิดเป็นโครโมโซม

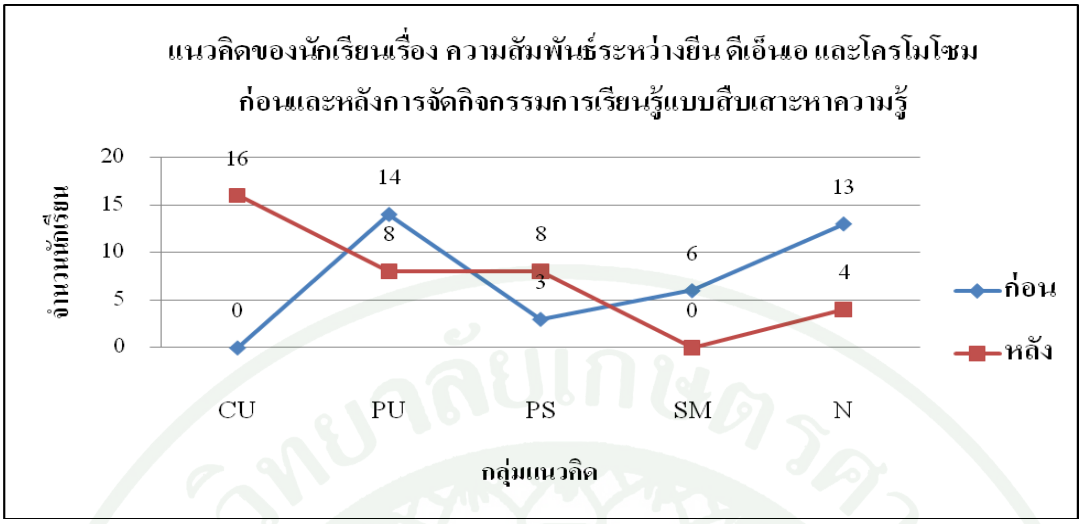
(W16: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ในดีเอ็นเอ จะประกอบไปด้วยโครโมโซมและยีน ซึ่งมีความสัมพันธ์กันจะบอกลักษณะของแต่ละบุคคล ซึ่งยีนจะเป็นตัวควบคุม

(W30: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่องความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม ขณะที่จำนวนนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดลดลง (จากเดิม 36.11 เป็น ร้อยละ 11.11) ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



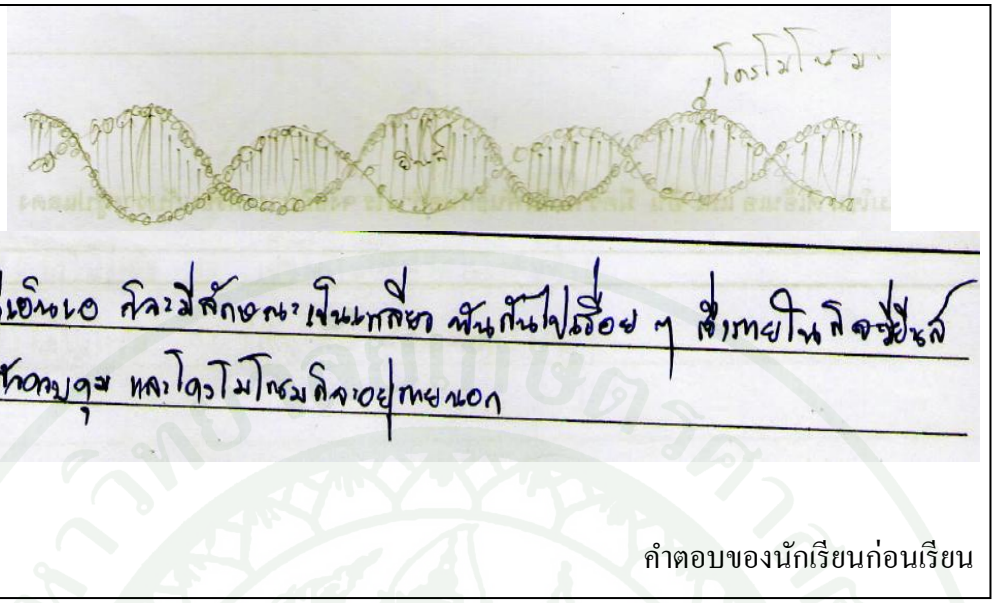
ภาพที่ 6 กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. โครงสร้างของดีเอ็นเอ

เพื่อสำรวจแนวคิดของนักเรียนในเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอ ผู้วิจัยให้นักเรียนวาดรูปดีเอ็นเอและอธิบายลักษณะของดีเอ็นเอ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 58.33) มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยนักเรียนสามารถบอกรูปร่างของดีเอ็นเอได้ว่า มีรูปร่างเป็นเกลียวเวียนขวา แต่นักเรียนไม่สามารถบอกองค์ประกอบอื่นของดีเอ็นเอได้ อาทิ การเข้าคู่กันของเบส การสวนทางของสายพอลินิวคลีโอไทด์ รองลงมาคือนักเรียน (ร้อยละ 22.22) ไม่มีแนวคิดในเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอ นอกจากนี้นักเรียนร้อยละ 16.66 มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่า ดีเอ็นเอมีลักษณะเป็นเกลียวเวียนขวา และมีการเข้าคู่กันของเบส แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในลักษณะอื่นๆของดีเอ็นเอ และพบว่านักเรียนบางส่วน (ร้อยละ 2.77) มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนอธิบายลักษณะของดีเอ็นไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์

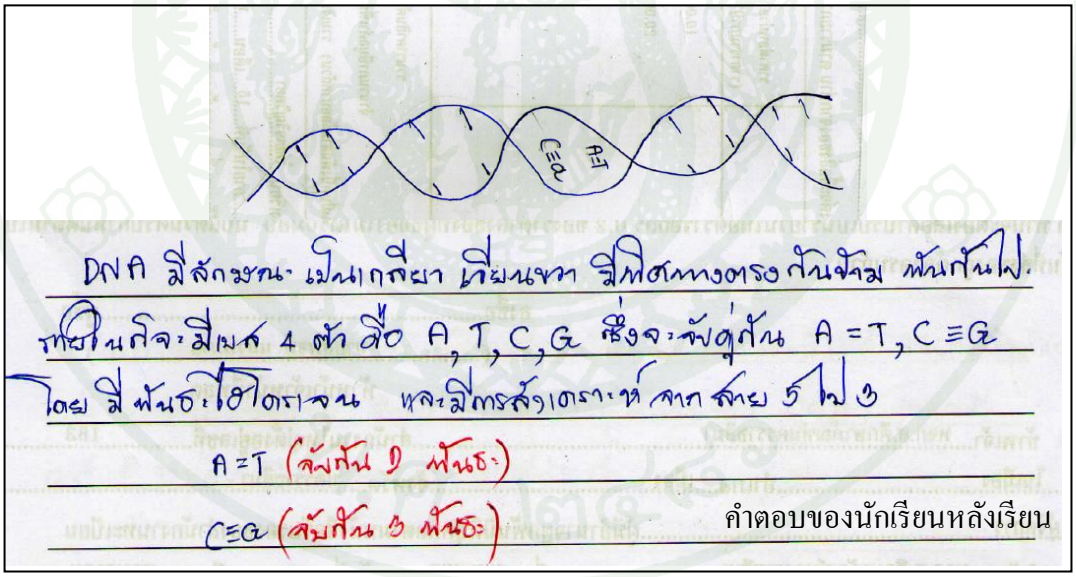
เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ซึ่งเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์เป็น 16 คน (ร้อยละ 44.44) โดยนักเรียนสามารถบอกโครงสร้างของดีเอ็นเอได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(M03: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

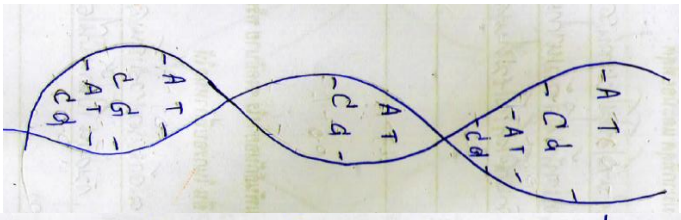


DNA มีลักษณะเป็นเกลียวเวียนขวา มีทิศทางตรงกันข้าม พันกันไป.
ภายในสิ่งมีชีวิต 4 ตัว คือ A, T, C, G ซึ่งจะจับคู่กัน A = T, C ≡ G
โดยมีพันธะไฮโดรเจน และมีการสังเกตว่าหากสาย 5 ไป 3
A = T (สลับกัน 2 พันธะ)
C≡G (สลับกัน 3 พันธะ)

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

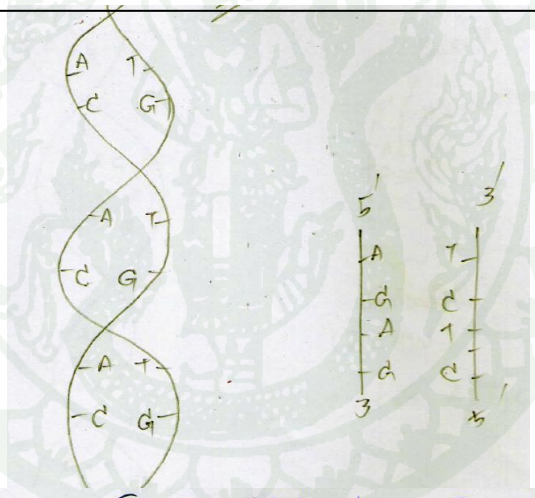
(M03: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W10: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

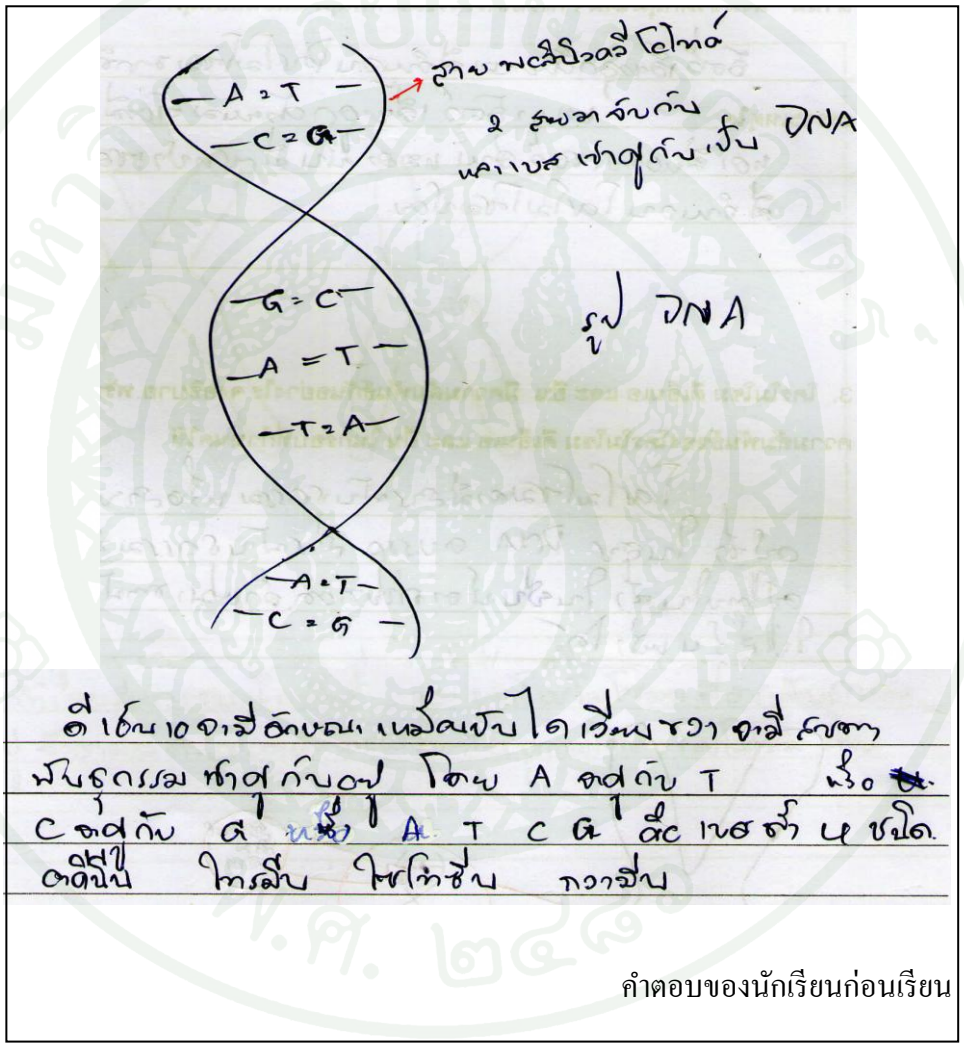


คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W10: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

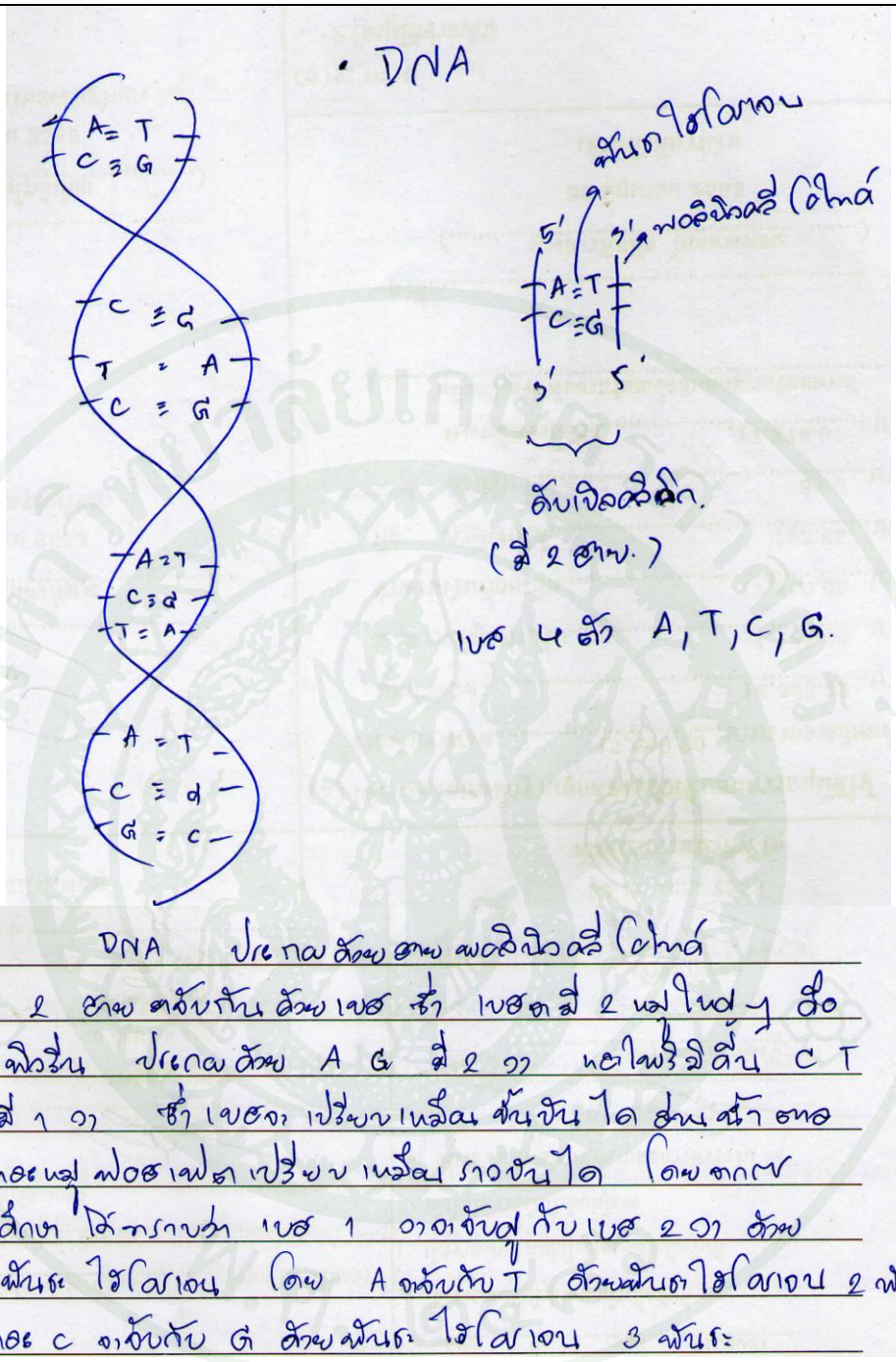
นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ลดลงจากก่อนเรียน (จากเดิมร้อยละ 58.33 เป็น ร้อยละ 30.55) โดยนักเรียนสามารถบอกรูปร่างของดีเอ็นเอได้ว่า มีรูปร่างเป็นเกลียวเวียนขวา แต่นักเรียนไม่สามารถบอกองค์ประกอบอื่นของดีเอ็นเอได้ครบถ้วน จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่ลดลงเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้กลายไปเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง



คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W14: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



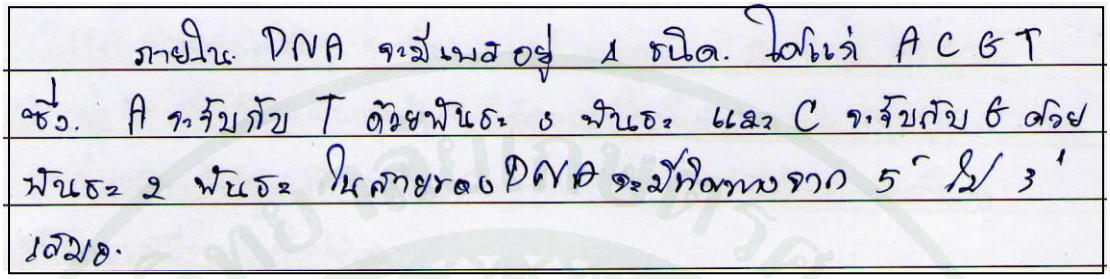
คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W14: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

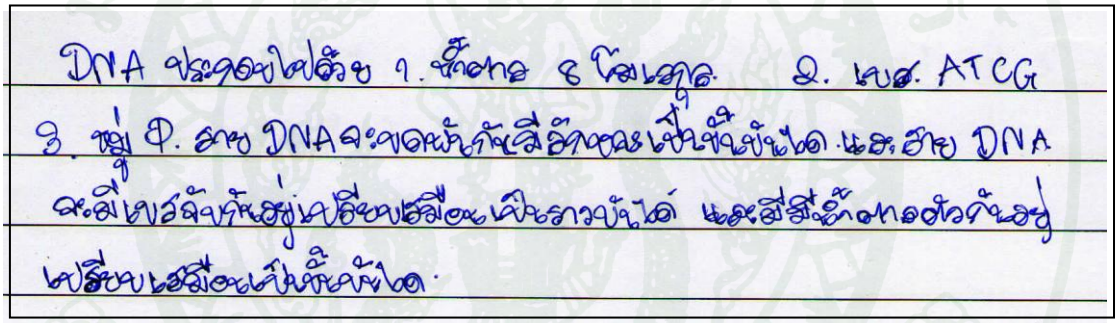
ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 16.66 เป็น ร้อยละ 22.22 โดยนักเรียนสามารถบอกโครงสร้างของดีเอ็นเอว่ามีลักษณะเป็นเกลียวเวียนขวา และมีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เข้าคู่กันของเบส แต่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในลักษณะอื่นๆของดีเอ็นเอ จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้มาจากกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดก่อนเรียน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง


ภายใน DNA จะมีเบสอยู่ 1 ชนิด. ได้แก่ A C G T
ซึ่ง. A จะจับกับ T ด้วยพันธะ 2 พันธะ และ C จะจับกับ G ด้วย
พันธะ 2 พันธะ ในสายของ DNA จะมีทิศทางจาก 5' ไป 3'
เสมอ.

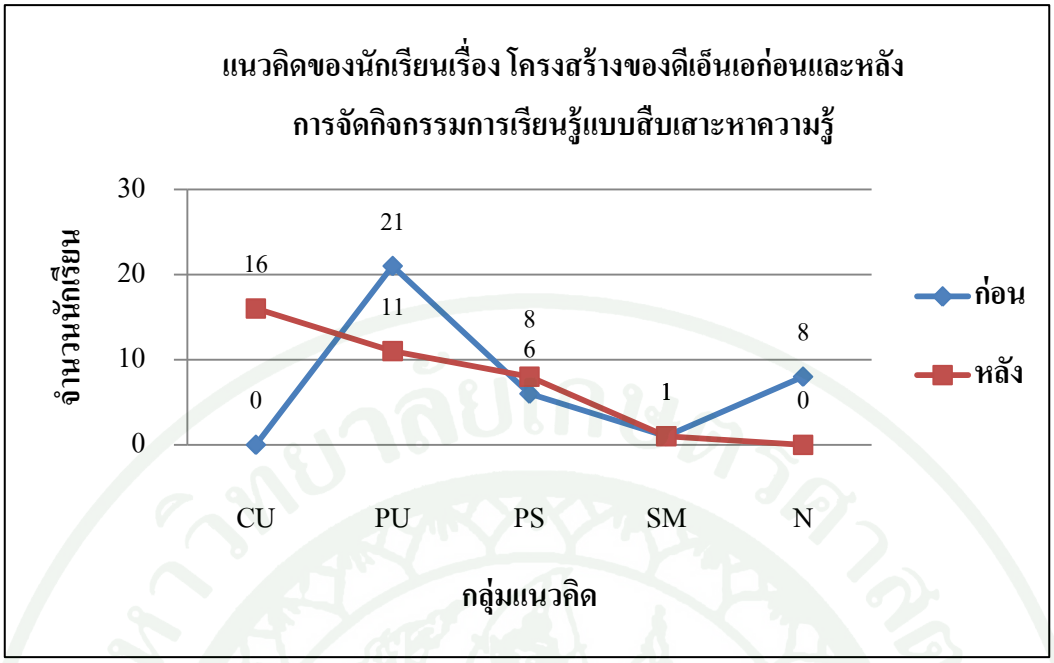
(W17: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)


DNA ประกอบไปด้วย 1. น้ำตาล & โครงสร้าง 2. เบส ATCG
3. หมู่ P. สาย DNA จะจดจำลักษณะเป็นขั้นบันได และสาย DNA
จะมีเบสจับคู่อยู่เปรียบเสมือนเป็นราวบันได และมีสิ่งยึดเกาะตัวกันอยู่
เปรียบเสมือนเป็นขั้นบันได.

(W29: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

จากการวิเคราะห์แนวคิดหลังเรียนยังมีนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 2.77 โดยนักเรียนอธิบายโครงสร้างของดีเอ็นไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ไม่พบนักเรียนคนใดที่ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอซึ่งลดลงจากก่อนเรียน ดังแสดงในตารางที่ 7 และ ภาพที่ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

4. องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ/นิวคลีโอไทด์

ในการวัดแนวคิดของนักเรียนในเรื่องนิวคลีโอไทด์ ผู้วิจัยให้นักเรียนวาดรูปนิวคลีโอไทด์ และอธิบายลักษณะของนิวคลีโอไทด์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนพบว่านักเรียนบางส่วนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) (ร้อยละ 2.77) โดยนักเรียนบอกได้ว่านิวคลีโอไทด์แต่ละนิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วย น้ำตาล เบส และหมู่ฟอสเฟต แต่นักเรียนไม่สามารถบอกรายละเอียดอื่นๆได้ เช่น โครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ หรือ เบสที่เป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80.55) ไม่มีแนวคิดในเรื่องนิวคลีโอไทด์ (N) รองลงมาคือนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) (ร้อยละ 16.66) โดยนักเรียนบอกองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์ และอธิบายโครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) และแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ในเรื่องนิวคลีโอไทด์

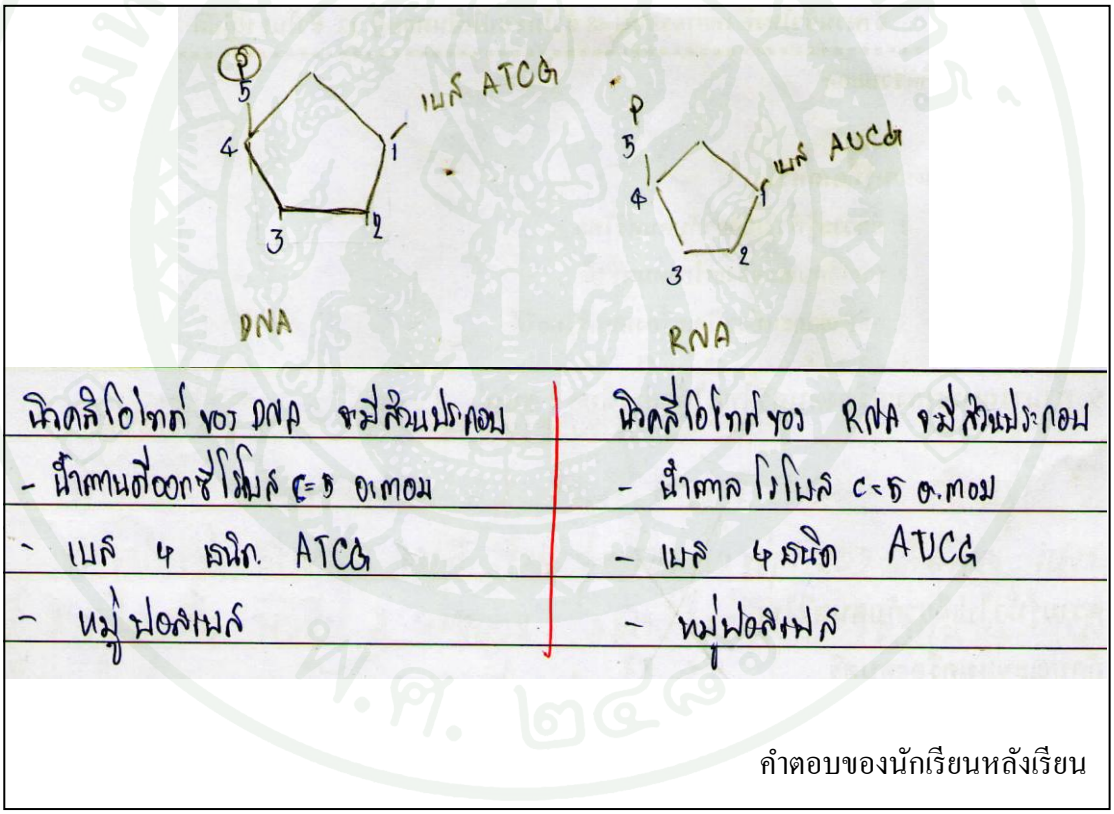
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดสมบูรณ์เป็น 18 คน (ร้อยละ 50.00) โดยนักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์และวาดรูปแสดงโครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

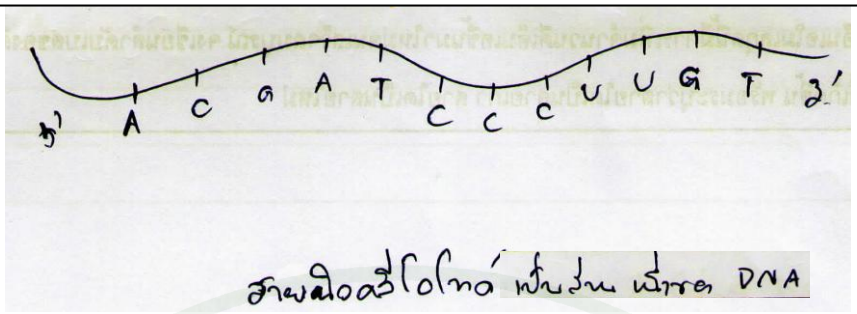
(W20: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

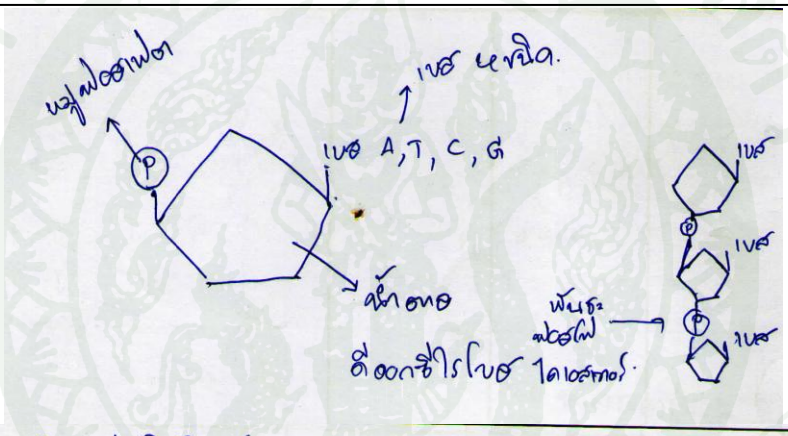
(W20: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W14: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W14: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

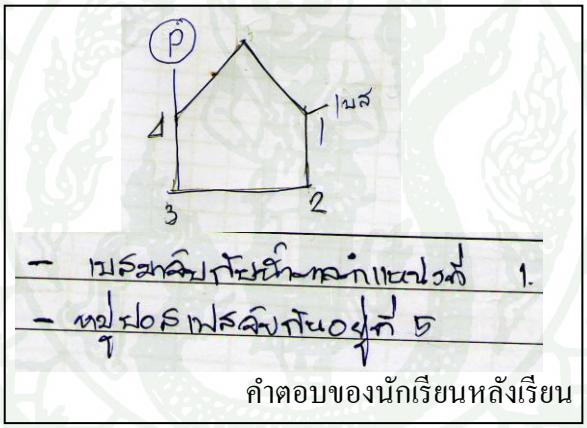
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังแสดงว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน (จากเดิมร้อยละ 2.77 เป็น ร้อยละ 25.00) โดยนักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอได้ว่าประกอบไปด้วย น้ำตาล เบส และหมู่ฟอสเฟต แต่ไม่สามารถบอกรายละเอียดอื่นๆ อาทิ ชนิดของน้ำตาล และชนิดของเบส จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้มาจากกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W13: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

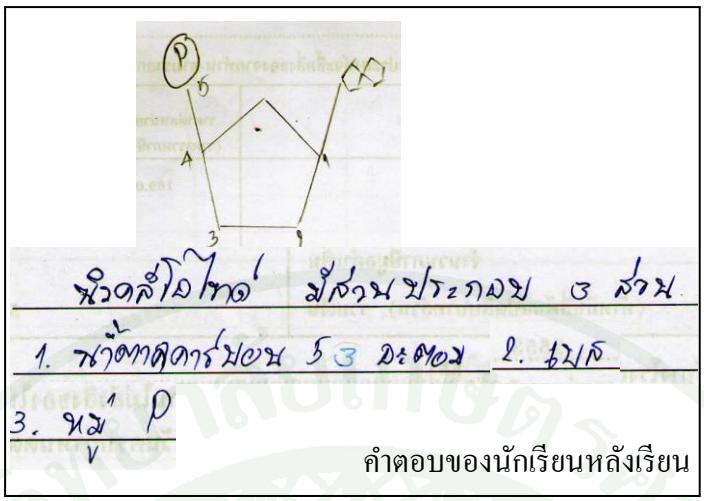
(W14: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W31: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

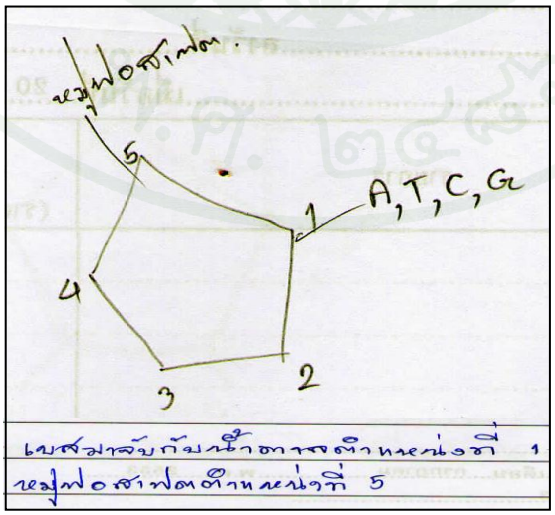
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W31: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน เป็น 4 คน (ร้อยละ 11.11) โดยนักเรียนเข้าใจว่า นิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยหน่วยย่อย 3 หน่วยมาจับกัน คือ น้ำตาล เบส หมู่ฟอตเฟส ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนวาดภาพแสดงโครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ไม่ถูกต้อง จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้มาจากกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง



(M03: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

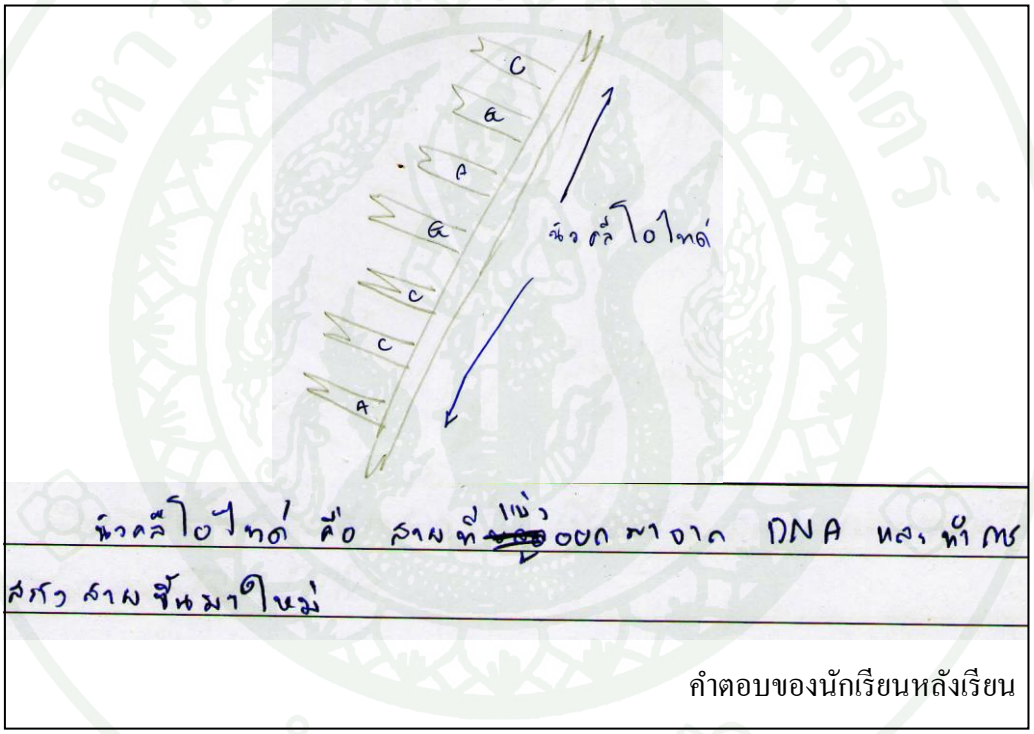
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ลดลงจากก่อนเรียน (จากเดิมร้อยละ 16.66 เป็น ร้อยละ 5.55) จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่ลดลงเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้กลายไปเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ หรือ แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(M02: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, กันยายน 2553)

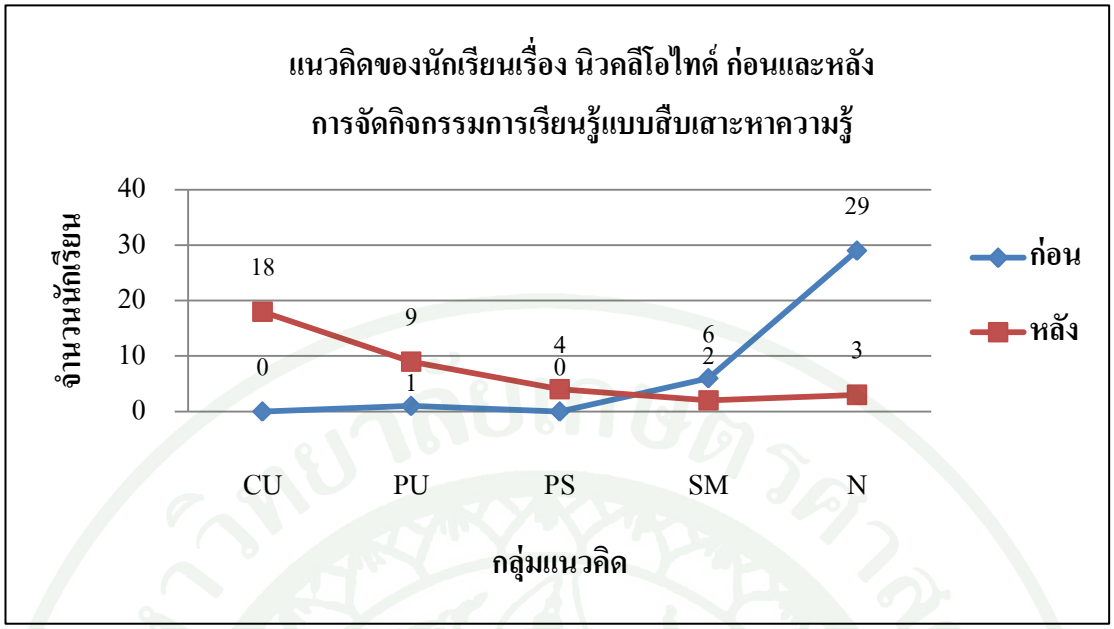


คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(M02: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

และจากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนยังพบว่าจำนวนนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (N) ลดลงจากก่อนเรียน (จากเดิม 29 คน เป็น 3 คน) โดยนักเรียนไม่ตอบคำถาม ดังแสดงในตารางที่ 7 และ ภาพที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่อง นิวคลีโอไทด์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

5. สมบัติของสารพันธุกรรม

5.1 การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ

ในการวัดแนวคิดของนักเรียนในเรื่องการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายเหตุผลที่ปริมาณดีเอ็นเอในเซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสยังคงมีจำนวนเท่าเดิมเหมือนเซลล์เริ่มต้น และได้กำหนดสายพอลินิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอมาให้ 1 สาย ให้นักเรียนบอกลำดับเบสของสายพอลินิวคลีโอไทด์ที่เป็นคู่กับสายที่กำหนดให้ และให้นักเรียนเขียนโมเลกุลของดีเอ็นเอที่ได้จากการสังเคราะห์ดีเอ็นเอแม่แบบที่กำหนดให้ พร้อมทั้งระบุว่าสายใดเป็นสายแม่แบบ และสายใดเป็นสายที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนพบว่ามีนักเรียนจำนวน 1 คน (ร้อยละ 2.77) มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยสามารถอธิบายการจำลองตัวเองของดีเอ็นเอ บอกลำดับเบสของสายพอลินิวคลีโอไทด์ที่เป็นคู่กับสายที่กำหนดให้ และ สามารถอธิบายการสังเคราะห์ดีเอ็นเอได้ไม่ครบถ้วน นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 58.33) ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ในเรื่อง การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ รองลงมา คือ นักเรียน (ร้อยละ 30.55) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่องการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ และมีนักเรียนบางส่วน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

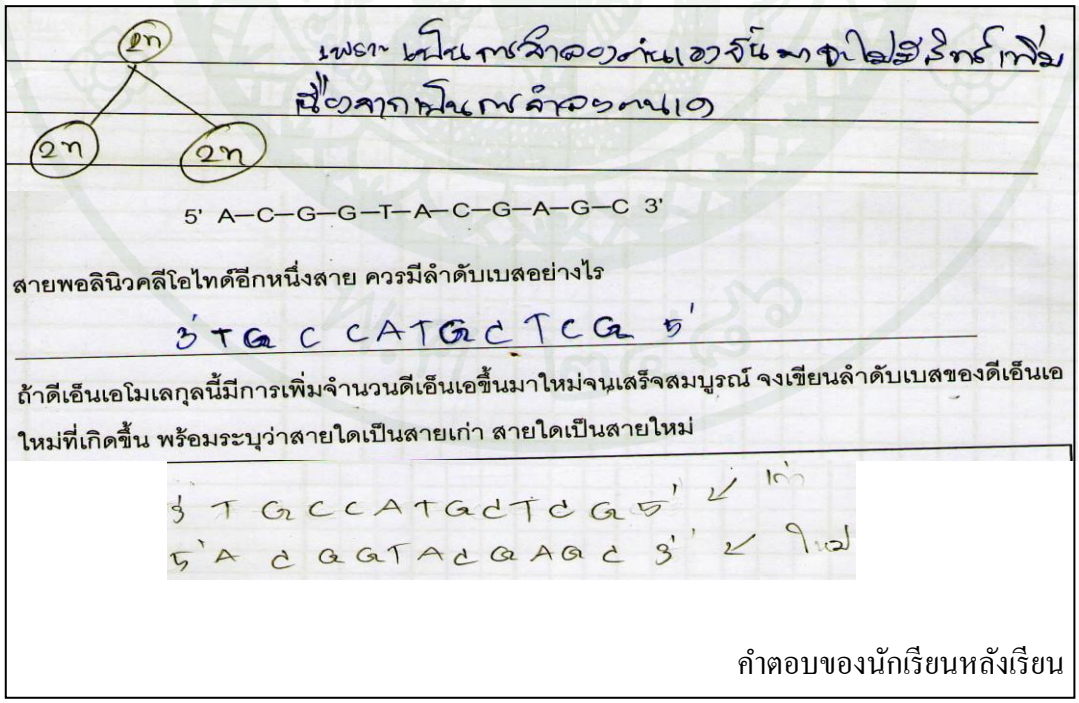
(ร้อยละ 8.33) มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยนักเรียนบอกได้ว่า เมื่อมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ดีเอ็นเอจะมีการจำลองตัวเองขึ้น แต่นักเรียนไม่สามารถบอกลำดับเบสของสายพอลินิวคลีโอไทด์ที่เป็นคู่กับสายที่กำหนดให้ และไม่สามารถอธิบายการสังเคราะห์ดีเอ็นเอได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนก่อนเรียนไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ในเรื่องการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วนในเรื่อง การสังเคราะห์ดีเอ็นเอเพิ่มขึ้นจากเดิมคือ 1 คน (ร้อยละ 2.77) เป็น 19 คน (ร้อยละ 52.77) โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าเมื่อมีการแบ่งเซลล์ดีเอ็นเอจะมีการเพิ่มจำนวนขึ้นแต่ไม่สามารถอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอได้ถูกต้องครบถ้วนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

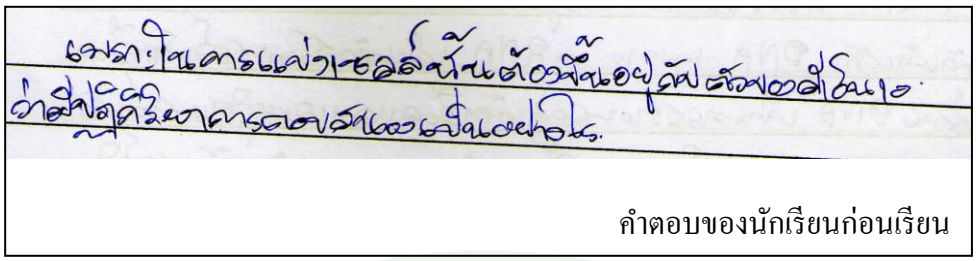
(W13: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

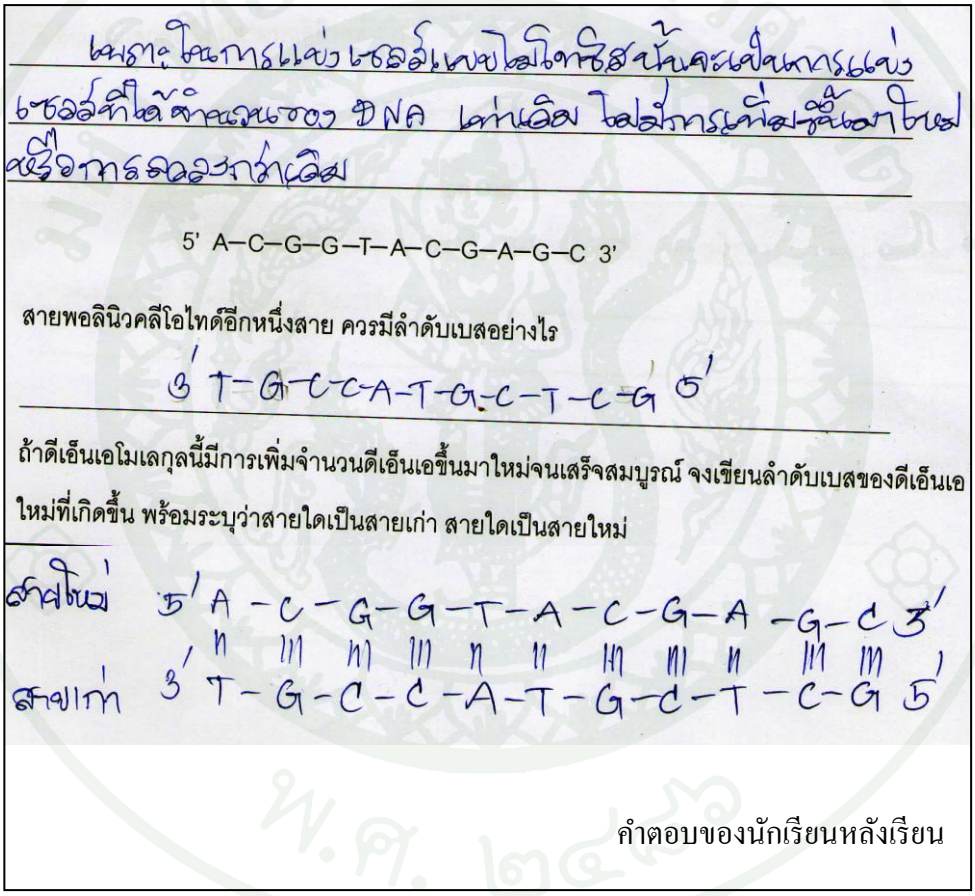
(W13: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W16: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

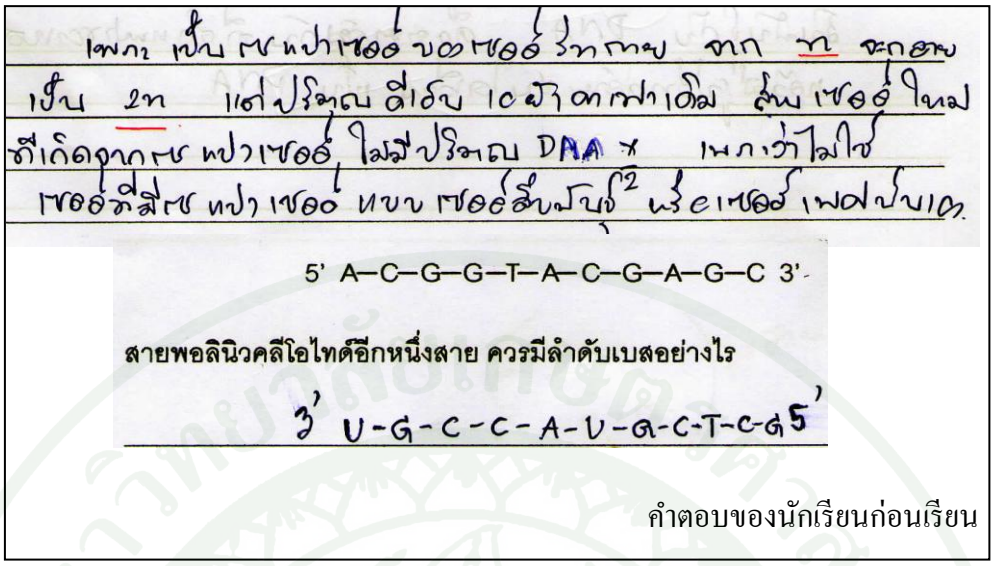


คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W13: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

รองลงมาคือนักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) (ร้อยละ 38.88) ซึ่งเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์ โดยนักเรียนสามารถอธิบายเรื่องการสังเคราะห์ดีเอ็นเอได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้มาจากกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนและไม่มีแนวคิด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



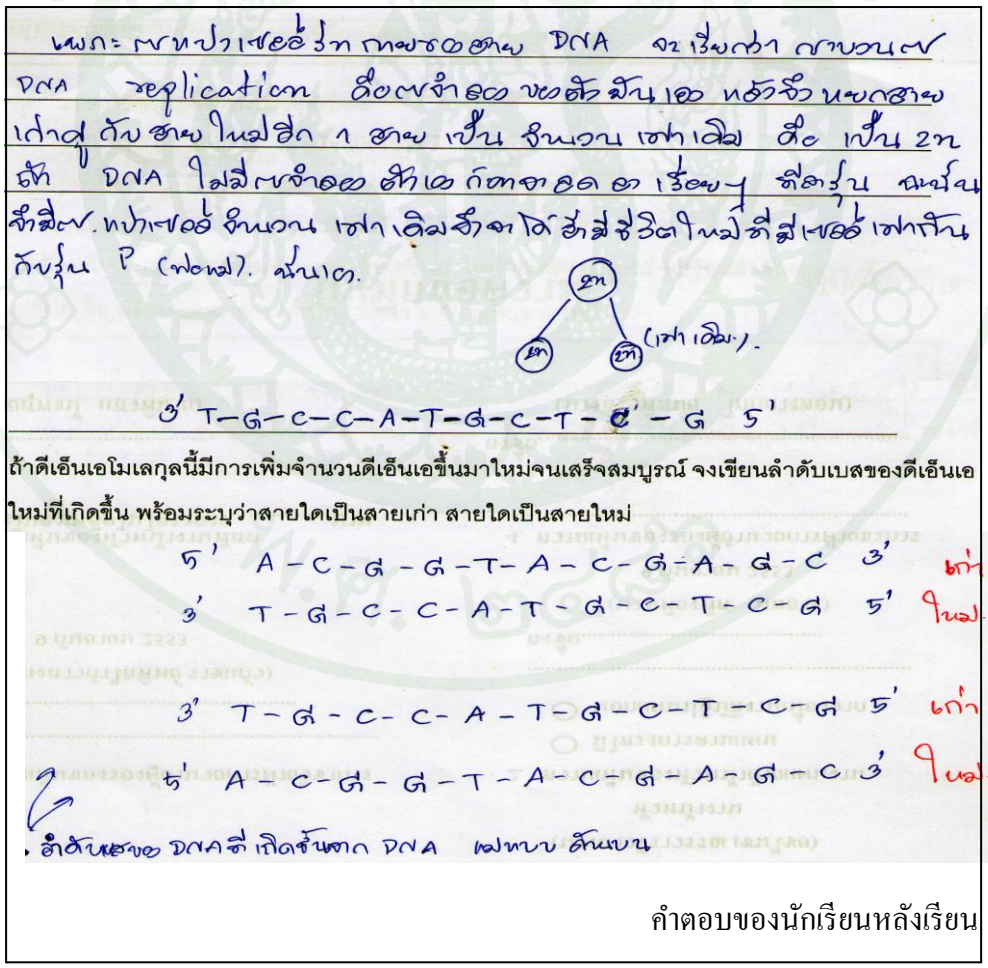
5' A–C–G–G–T–A–C–G–A–G–C 3'

สายพอลินิวคลีโอไทด์อีกหนึ่งสาย ควรมีลำดับเบสอย่างไร

3' U-G-C-C-A-U-G-C-T-C-G 5'

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W14: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



ถ้าดีเอ็นเอโมเลกุลนี้มีการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอขึ้นมาใหม่จนเสร็จสมบูรณ์ จงเขียนลำดับเบสของดีเอ็นเอใหม่ที่เกิดขึ้น พร้อมระบุว่าสายใดเป็นสายเก่า สายใดเป็นสายใหม่

5' A-C-G-G-T-A-C-G-A-G-C 3' เก่า

3' T-G-C-C-A-T-G-C-T-C-G 5' ใหม่

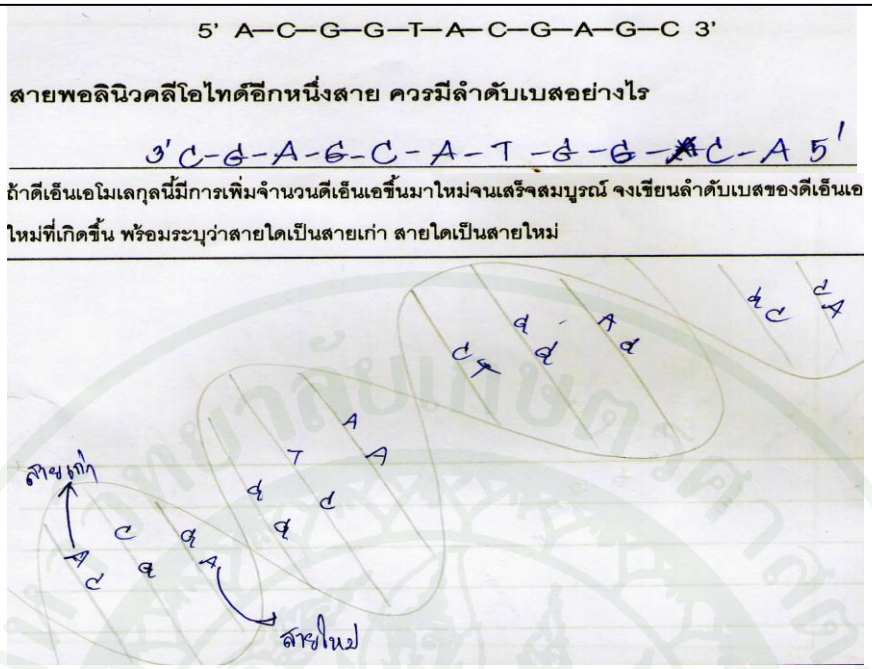
3' T-G-C-C-A-T-G-C-T-C-G 5' เก่า

5' A-C-G-G-T-A-C-G-A-G-C 3' ใหม่

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

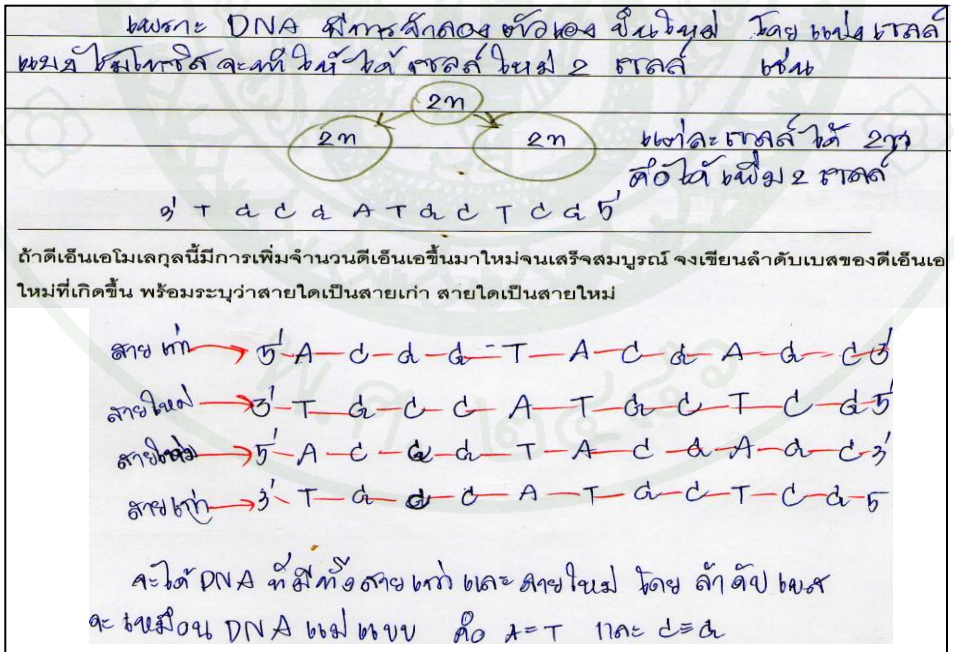
(W14: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W28: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W28: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

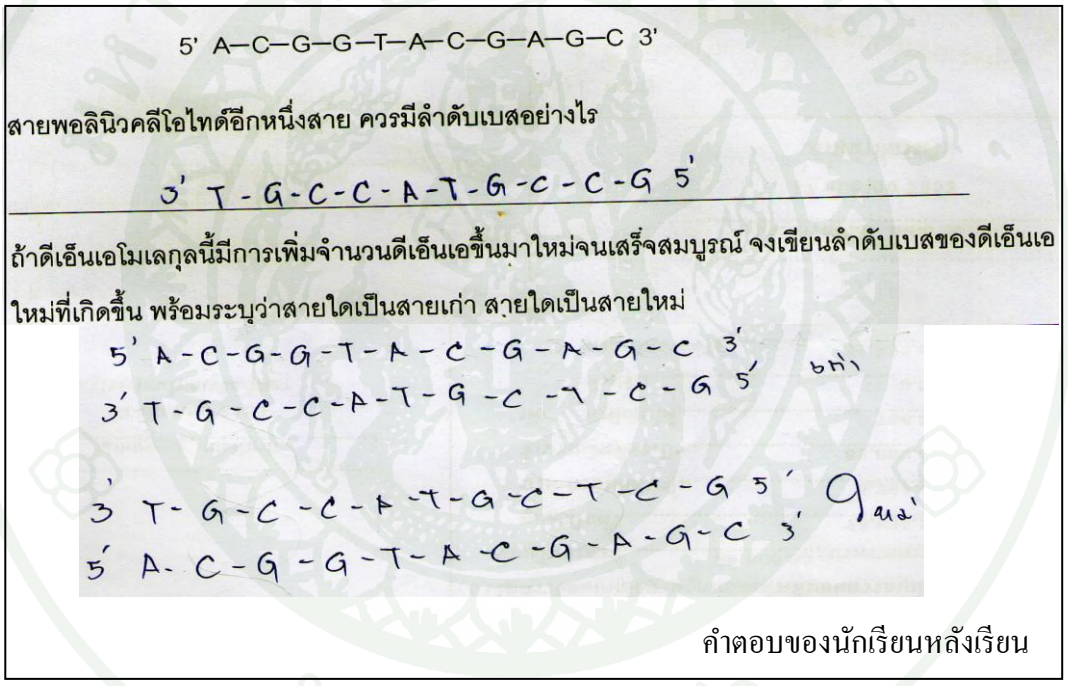
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิจัยชี้ว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีจำนวนเท่าเดิม คือ 3 คน (ร้อยละ 8.33) โดยนักเรียนสามารถบอกลำดับเบสของสายพอลินิวคลีโอไทด์ที่เป็นคู่กับสายที่กำหนดให้ แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายการสังเคราะห์ดีเอ็นเอได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(M05: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

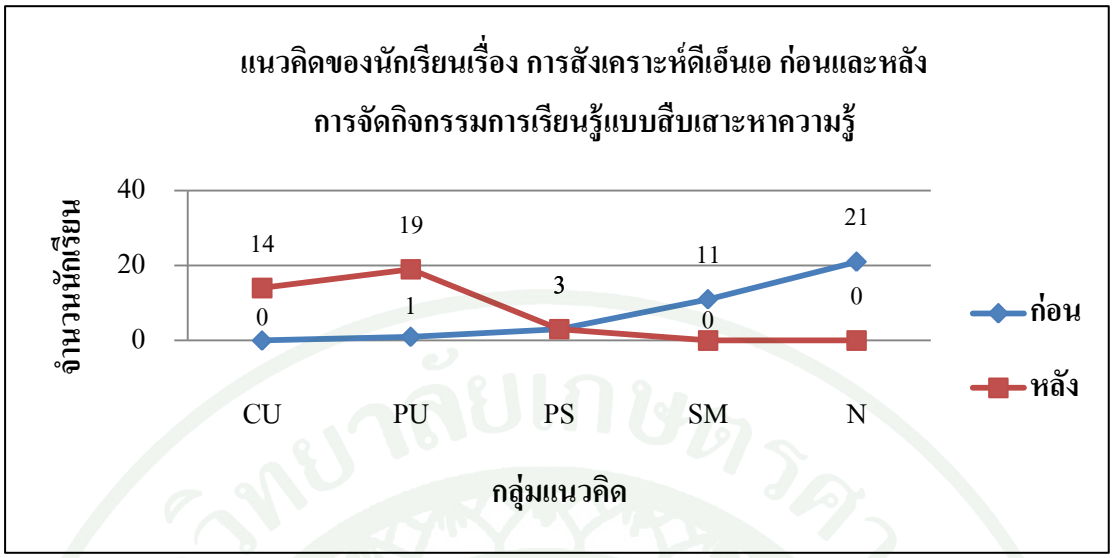


คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(M05: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

และจากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) หรือไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ ดังแสดงในตารางที่ 7 และ ภาพที่ 9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



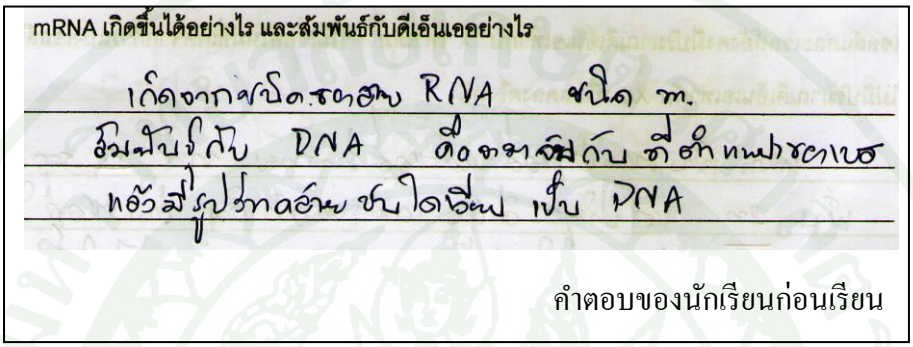
ภาพที่ 9 กราฟเส้นแนวคิดของนักเรียนเรื่อง การสังเคราะห์ดีเอ็นเอก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

5.2 การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ

ในการวัดแนวคิดของนักเรียนในเรื่องการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง messenger RNA (mRNA) และ ดีเอ็นเอ และให้นักเรียนเขียนลำดับเบสของสายดีเอ็นเอที่ใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ mRNA จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 77.77) ไม่มีแนวคิดในเรื่อง การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ รองลงมาคือนักเรียน (ร้อยละ 16.66) มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่าง messenger RNA (mRNA) กับ ดีเอ็นเอ และไม่สามารถเขียนลำดับเบสของสายดีเอ็นเอที่ใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ mRNA ได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักเรียนบางส่วน (ร้อยละ 2.77) มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) จากการวิเคราะห์แนวคิดก่อนเรียนพบนักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์บางส่วน (PU) จำนวน 1 คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอกับ mRNA ได้ว่า ดีเอ็นเอจะเป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ mRNA แต่ไม่ได้เขียนลำดับเบสของสายดีเอ็นเอที่ใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ mRNA และไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ในเรื่องการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

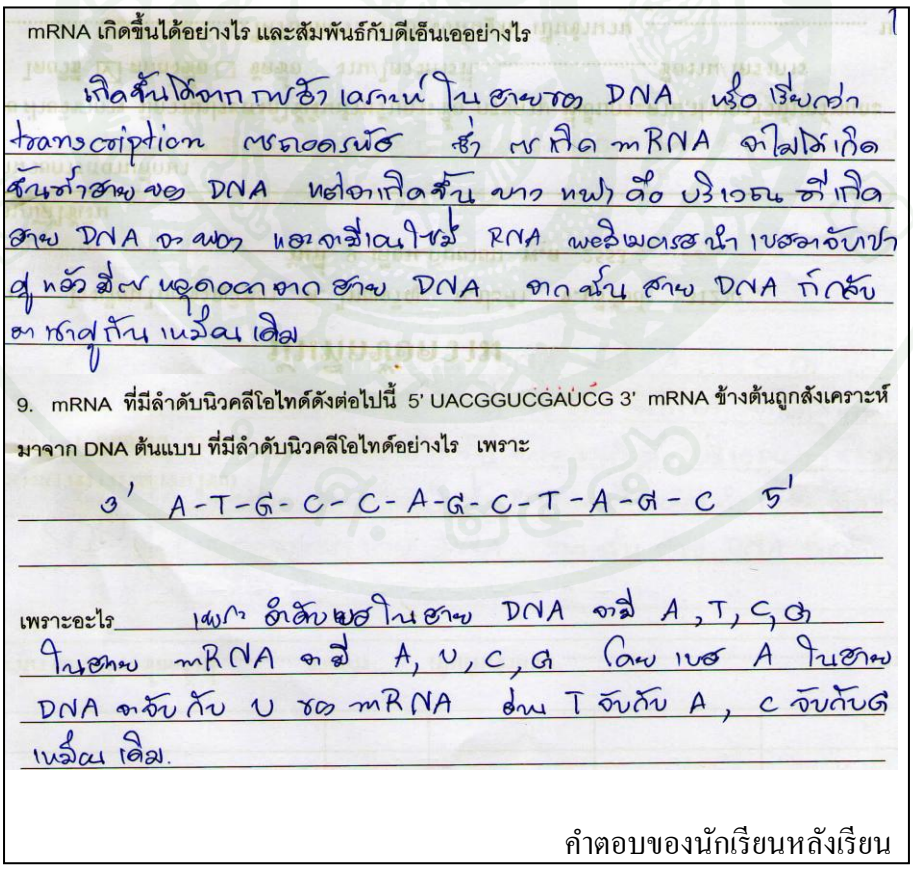
เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดสมบูรณ์เป็น 12 คน (ร้อยละ 33.33) โดยนักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่าง messenger RNA (mRNA) กับ ดีเอ็นเอ และเขียนลำดับเบสของสายดีเอ็นเอที่ใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ mRNA ได้ครบถ้วน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง


mRNA เกิดขึ้นได้อย่างไร และสัมพันธ์กับดีเอ็นเออย่างไร

เกิดจากกระบวนการ RNA ชนิด m.
มีสัมพันธ์กับ DNA คือ จะมาจับกับ ตำแหน่งเบส
หลังจากรูปทรงอย่างไรเปลี่ยน เป็น DNA

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W14: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)


mRNA เกิดขึ้นได้อย่างไร และสัมพันธ์กับดีเอ็นเออย่างไร

เกิดขึ้นได้จากกระบวนการ transcription ซึ่งจะเกิด mRNA จากโมเลกุลต้นแบบของ DNA หลังจากเกิดขึ้นมาแล้ว คือ บริเวณที่เกิดสาย DNA จะแยก และจะมีเอนไซม์ RNA polymerase นำเบสมาจับคู่ แล้วมีการดึงออกจากสาย DNA จากนั้นสาย DNA ก็กลับมาชนกันเหมือนเดิม

9. mRNA ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ดังต่อไปนี้ 5' UACGGUCGAUCG 3' mRNA ข้างต้นถูกสังเคราะห์มาจาก DNA ต้นแบบ ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์อย่างไร เพราะ

3' A-T-G-C-C-A-G-C-T-A-G-C 5'

เพราะอะไร เพราะ มีการจับเบสในสาย DNA จะมี A, T, C, G ในสาย mRNA จะมี A, U, C, G โดย เบส A ในสาย DNA จะจับกับ U ของ mRNA ส่วน T จับกับ A, C จับกับ G เหมือนเดิม.

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

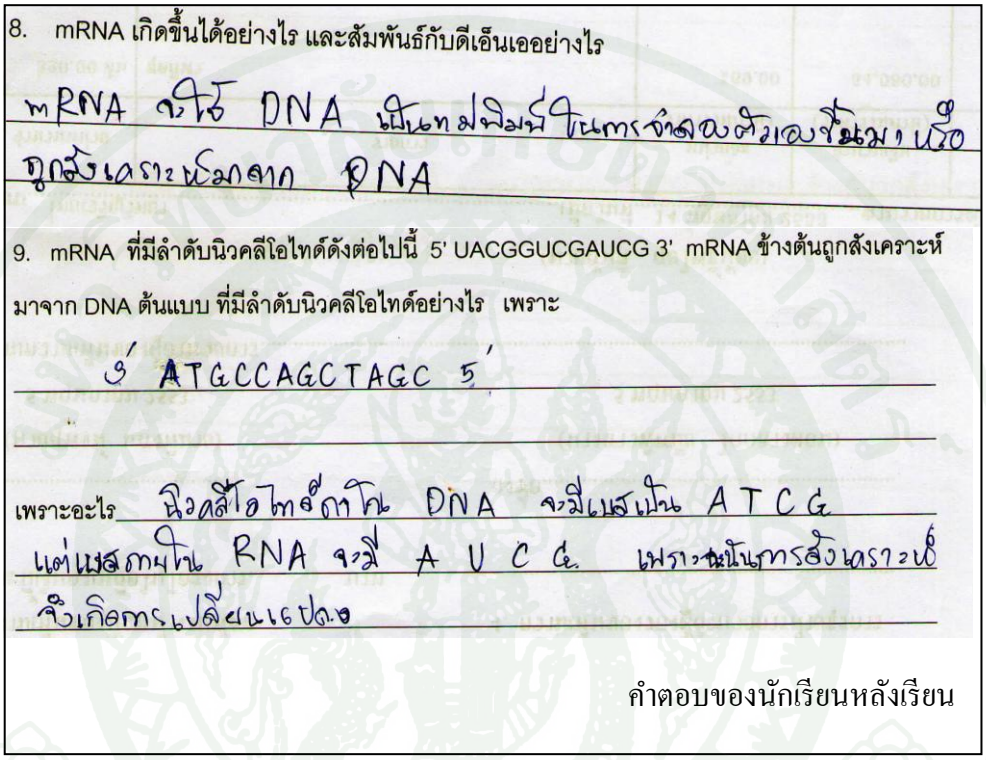
(W14: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W33: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)


8. mRNA เกิดขึ้นได้อย่างไร และสัมพันธ์กับดีเอ็นเออย่างไร

mRNA จะใช้ DNA เป็นแม่พิมพ์ในการสังเคราะห์ขึ้นมา หรือ ถูกสังเคราะห์มาจาก DNA

9. mRNA ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ดังต่อไปนี้ 5' UACGGUCGAUCG 3' mRNA ข้างต้นถูกสังเคราะห์มาจาก DNA ต้นแบบ ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์อย่างไร เพราะ

3' ATGCCAGCTAGC 5'

เพราะอะไร นิวคลีโอไทด์ของ DNA จะมีเบสเป็น A T C G แต่เบสของ RNA จะมี A U C G. เพราะฉะนั้นการสังเคราะห์จึงเกิดการเปลี่ยนแปลง

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W33: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

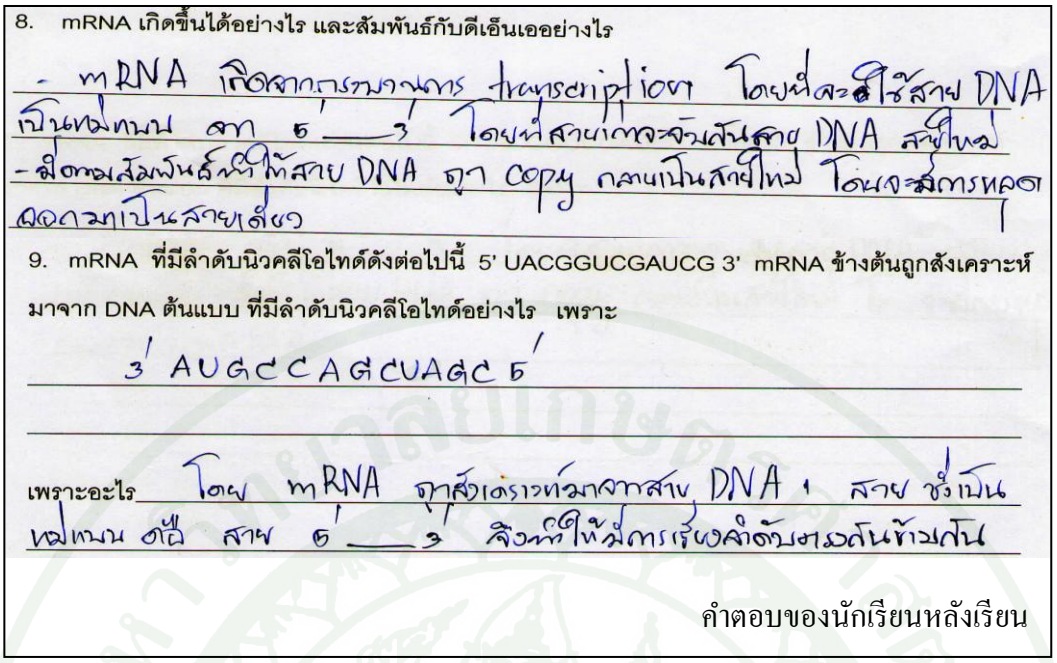
นอกจากนี้ผลการวิจัยยังแสดงว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน (จากเดิมร้อยละ 2.77 เป็น ร้อยละ 33.33) โดยนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง messenger RNA (mRNA) กับ ดีเอ็นเอได้ แต่ไม่สามารถเขียนลำดับเบสของสายดีเอ็นเอที่ใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ mRNA ได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้มาจากกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(M06: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์


8. mRNA เกิดขึ้นได้อย่างไร และสัมพันธ์กับดีเอ็นเออย่างไร

- mRNA เกิดจากการถอดรหัส transcription โดยที่จะใช้สาย DNA เป็นแม่แบบ สาย 5' ___ 3' โดยที่สายเกลียวจะจับกับสาย DNA สายใหม่
- มีความสัมพันธ์กันที่สาย DNA ถูก copy กลายเป็นสายใหม่ โดยจะมีการหลอดออกมาเป็นสายเดี่ยว

9. mRNA ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ดังต่อไปนี้ 5' UACGGUCGAUCG 3' mRNA ข้างต้นถูกสังเคราะห์มาจาก DNA ต้นแบบ ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์อย่างไร เพราะ

3' AUGCCAGCUAGC 5'

เพราะอะไร โดย mRNA ถูกสังเคราะห์มาจากสาย DNA 1 สาย ซึ่งเป็นแม่แบบ คือ สาย 5' ___ 3' สิ่งที่ให้มีการเรียงลำดับตามกันข้ามกัน

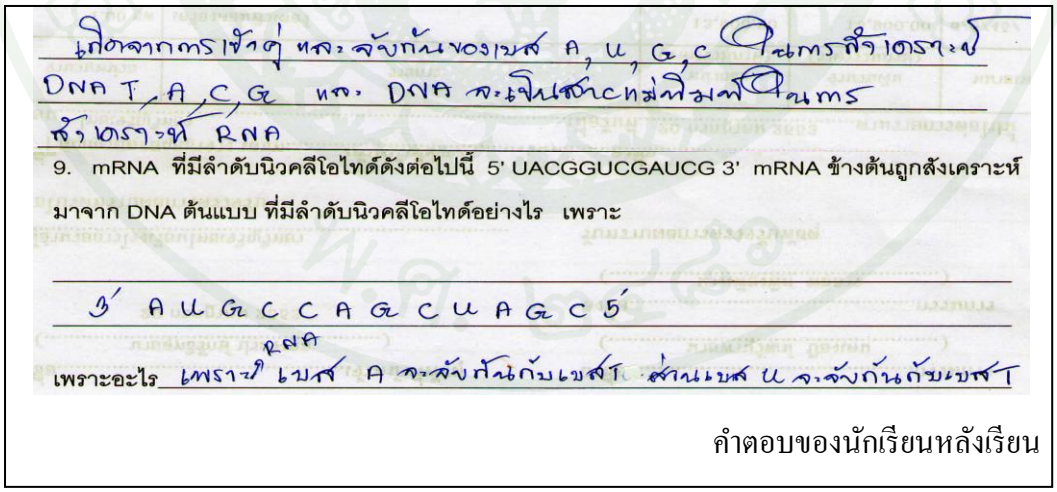
คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(M06: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กันยายน 2553

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(M03: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)


เกิดจากการเข้าคู่ และจับกันของเบส A, U, G, C ในการสังเคราะห์ DNA T, A, C, G และ DNA จะเป็นแม่แบบให้ในการสังเคราะห์ RNA

9. mRNA ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ดังต่อไปนี้ 5' UACGGUCGAUCG 3' mRNA ข้างต้นถูกสังเคราะห์มาจาก DNA ต้นแบบ ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์อย่างไร เพราะ

3' AUGCCAGCUAGC 5'

เพราะอะไร เพราะ RNA เบส A จะจับกันกับเบส T เช่นเบส U จะจับกันกับเบส T

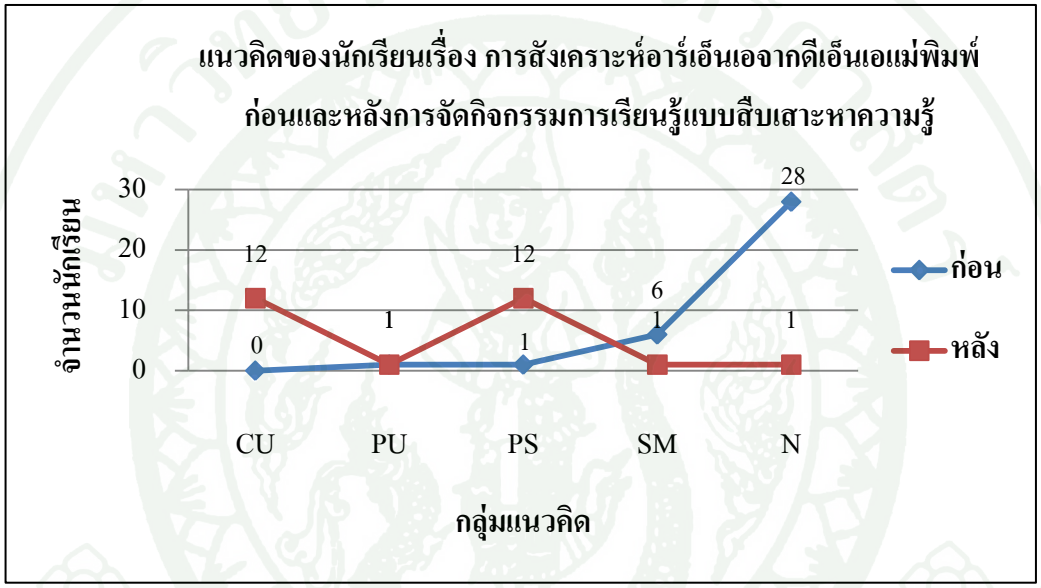
คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(M03: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กันยายน 2553)

นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ลดลงจากก่อนเรียน (จากเดิมร้อยละ 16.66 เป็น ร้อยละ 2.77) โดยนักเรียนไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่าง mRNA กับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดีเอ็นเอ และไม่สามารถเขียนลำดับเบสของสายดีเอ็นเอที่ใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ mRNA ได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ และยังพบว่าจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) มีจำนวนเท่าเดิมคือ 1 คน (ร้อยละ 2.77) ซึ่งไม่ใช่นักเรียนคนเดิม โดยนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอกับ mRNA ได้ แต่ไม่สามารถเขียนลำดับเบสของสายดีเอ็นเอที่ใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ mRNA และจากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนยังพบว่าจำนวนนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด ในเรื่องการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ (N) ลดลงจากก่อนเรียน (จากเดิม 28 คน เป็น 1 คน) ดังแสดงในตารางที่ 7 และ ภาพที่ 10



ภาพที่ 10 กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่อง การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอจากดีเอ็นเอแม่พิมพ์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

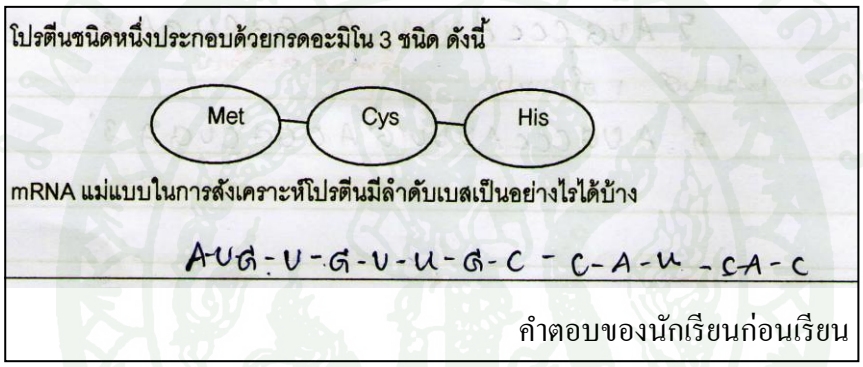
5.3 รหัสพันธุกรรม

ในการวัดแนวคิดของนักเรียนในเรื่องรหัสพันธุกรรม ผู้วิจัยได้กำหนดสายพอลิเพปไทด์ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโน 3 ชนิด พร้อมกับตารางรหัสพันธุกรรม เพื่อให้นักเรียนบอกลำดับเบสที่เป็นไปได้ของสาย mRNA ที่เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์พอลิเพปไทด์สายนี้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 83.33) ไม่มีแนวคิดในเรื่องรหัสพันธุกรรม รองลงมาคือนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) (ร้อยละ 16.66) โดยนักเรียนไม่สามารถอ่านตารางรหัสพันธุกรรมและไม่สามารถบอกลำดับเบสของสาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

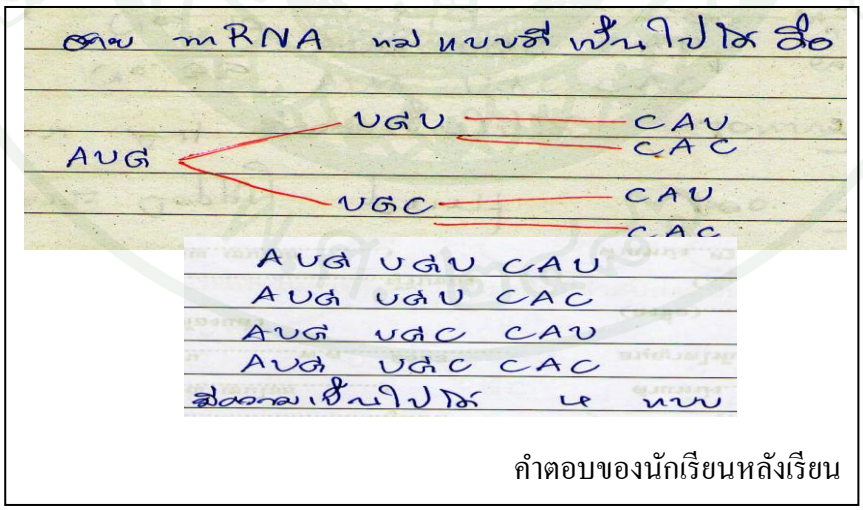
mRNA ได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนก่อนเรียนไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สมบูรณ์ (CU) แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) และ มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS)

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่มีนักเรียนคนใดมีแนวคิดสมบูรณ์เป็น 16 คน (ร้อยละ 44.44) โดยนักเรียนสามารถบอกลำดับเบสของสาย mRNA ที่เป็นไปได้ซึ่งใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์พอลิเพปไทด์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน



คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W14: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

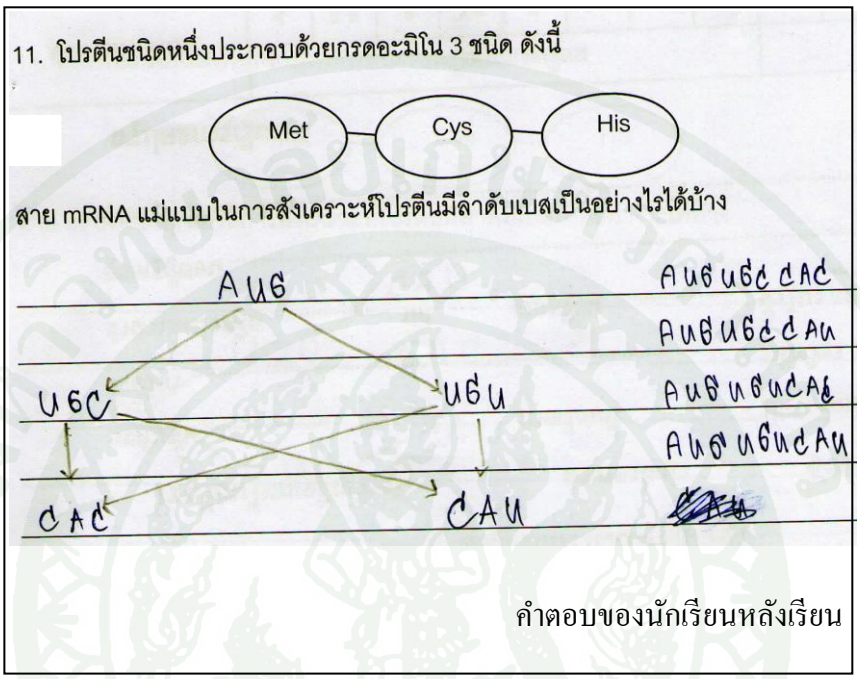
(W14: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(M04: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



(M04: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

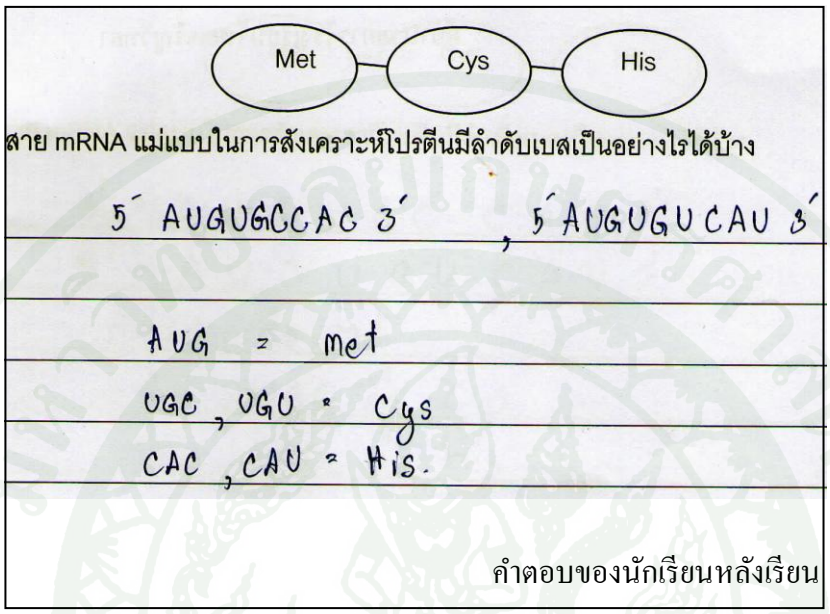
นอกจากนี้ผลการวิจัยยังแสดงว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 27.77 จากก่อนเรียนจากเดิมไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน โดยนักเรียนสามารถบอกลำดับเบสของสาย mRNA ที่เป็นไปได้ที่เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์พอลิเพปไทด์แต่ไม่ครบถ้วน จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้มาจากกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W20: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

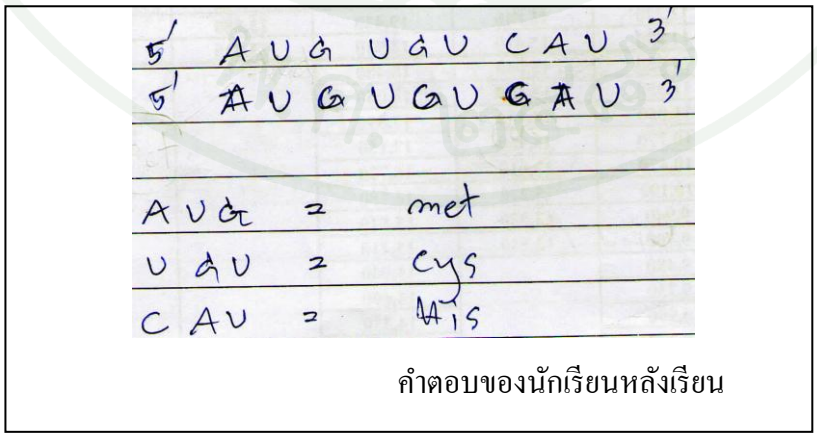


(W20: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กันยายน 2553)

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

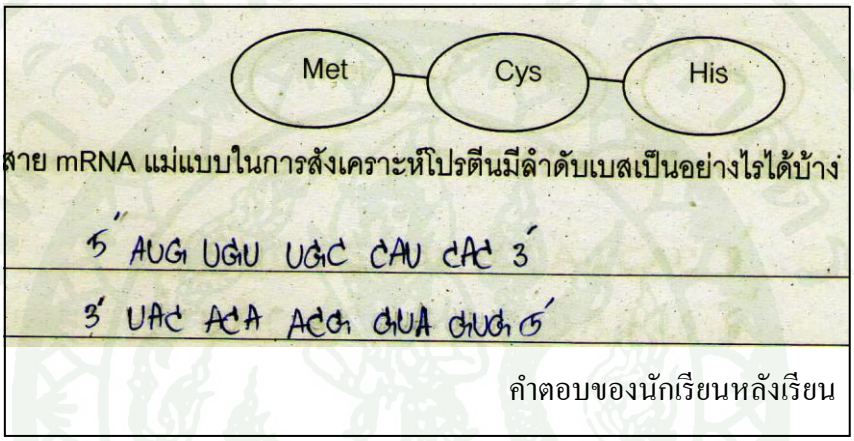
(W24: แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



(W24: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน เป็น 6 คน (ร้อยละ 16.66) โดยนักเรียนสามารถบอกลำดับเบสของสาย mRNA ที่เป็นไปได้ที่ใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์พอลิเพปไทด์แต่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งหมด จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้มาจากกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (N) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

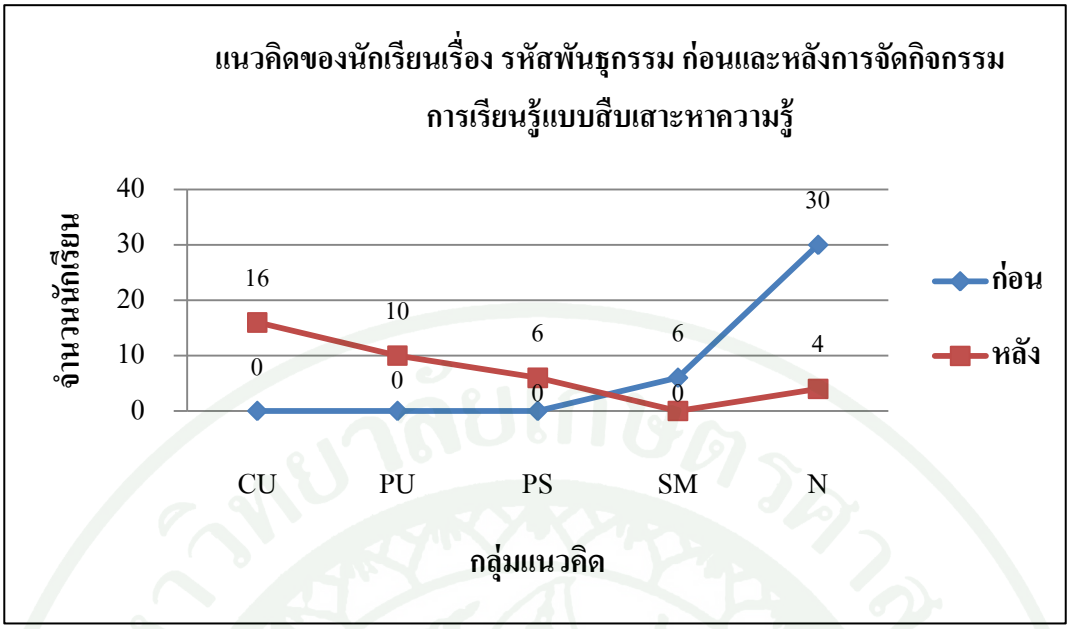


คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W37: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กันยายน 2553)

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนยังพบว่า จำนวนนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่องรหัสพันธุกรรมลดลงจากก่อนเรียน (จากเดิม 30 คน เป็น 4 คน) และไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่องรหัสพันธุกรรม ดังแสดงในตารางที่ 7 และ
ภาพที่ 11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 11 กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่อง รหัสพันธุกรรมก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

5.4 การสังเคราะห์โปรตีน

ในการวัดแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์โปรตีนผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายว่า จากยีนชุดหนึ่งที่กำหนดการสร้างโปรตีนในเซลล์เม็ดเลือดแดงเกิดเป็นโปรตีนได้อย่างไร จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนโดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ (จำนวน 31 คน ร้อยละ 86.11) ไม่มีแนวคิดในเรื่องการสังเคราะห์โปรตีน รองลงมาคือนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) (ร้อยละ 13.88) โดยนักเรียนไม่สามารถอธิบายการสังเคราะห์โปรตีนได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนก่อนเรียนไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) และ มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ในเรื่องการสังเคราะห์โปรตีน

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่มีนักเรียนคนใดมีแนวคิดสมบูรณ์เป็น 8 คน (ร้อยละ 22.22) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่ายีนจะถูกถอดรหัสเป็น

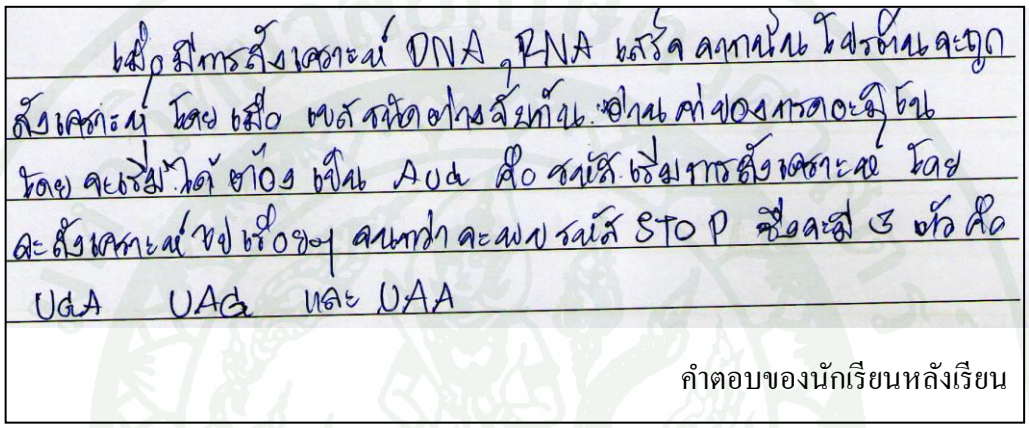
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อาร์เอ็นเอ และแปลรหัสเป็นโปรตีน โดยอ่านลำดับเบสทีละ 3 ตัว ซึ่งแทนกรดอะมิโนหนึ่งชนิด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W28: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



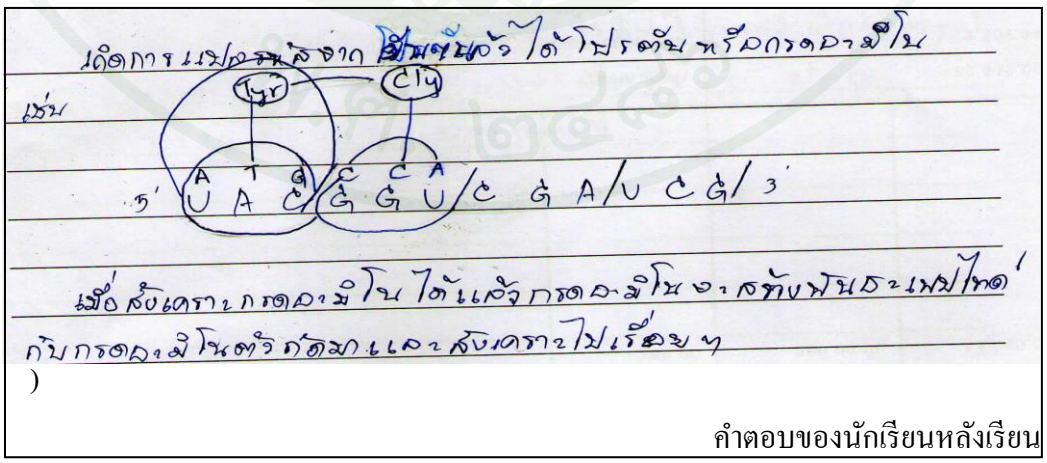
คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W28: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W31: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W31: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

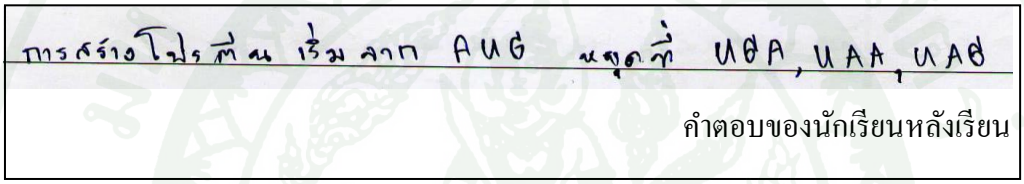
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลยังพบว่า หลังเรียนมีจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วนโดยเพิ่มขึ้นจากเดิม เป็น 15 คน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่ายีนจะถูกคัดลอกจาก ดีเอ็นเอมาเป็น mRNA และ mRNA จะเป็นแม่แบบในการสังเคราะห์โปรตีน แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายการสังเคราะห์โปรตีน จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้มาจากกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (N) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(M02: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



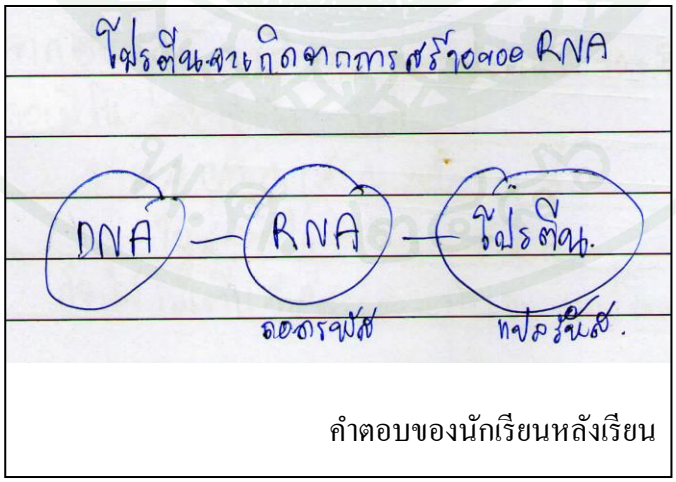
คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(M02: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W15: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

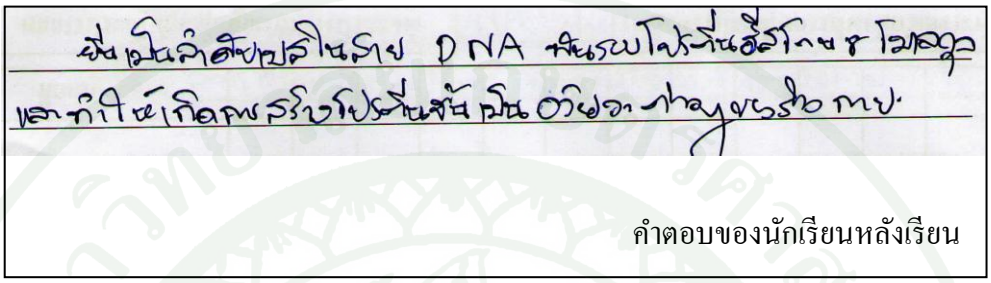


คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W15: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

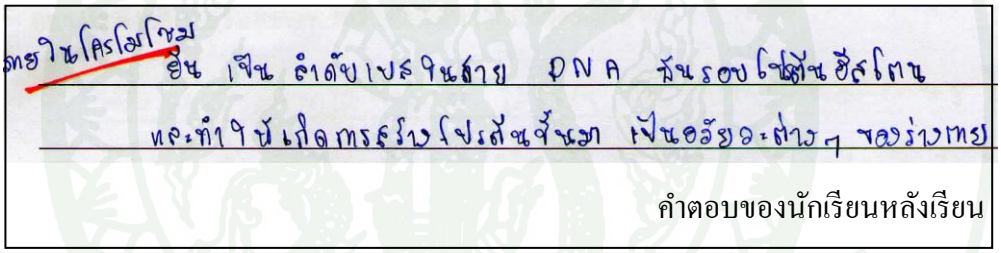
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนไม่สามารถอธิบายการสังเคราะห์โปรตีนได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้มาจากกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง



คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W13: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

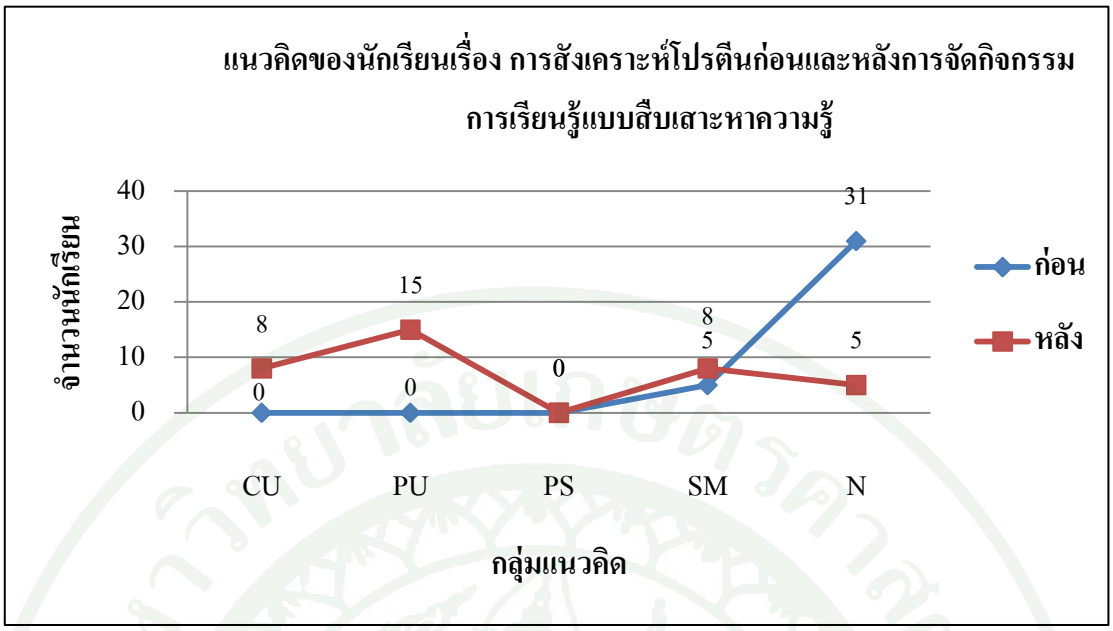


คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W27: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ผลการวิจัยชี้ว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวนนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (N) ลดลงจากร้อยละ 86.11 เป็น ร้อยละ 13.88 และไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ในเรื่องการสังเคราะห์โปรตีนดังแสดงในตารางที่ 7 และ ภาพที่ 12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่อง การสังเคราะห์โปรตีนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

6. มิวเทชัน

6.1 มิวเทชันเฉพาะที่

ในการสำรวจแนวคิดนักเรียนเรื่องมิวเทชันเฉพาะที่ ผู้วิจัยได้กำหนดสาย mRNA ให้ 1 สาย และมีเบส 1 ตัว มาแทรกลำดับเบสของ mRNA สายนี้ ทำให้ลำดับเบสของสาย mRNA เปลี่ยนไปจากเดิม เมื่อ mRNA มีการสังเคราะห์โปรตีนจะทำให้ได้สายพอลิเพปไทด์สั้นลงกว่าสายปกติ เนื่องจากเมื่อลำดับเบสเปลี่ยนไปทำให้ขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีนพบรหัสหยุดการสังเคราะห์เร็วกว่าปกติ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนพบนักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เพียง 1 คน (ร้อยละ 2.77) โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าเมื่อเกิดมิวเทชันตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ จะมีการการสังเคราะห์โปรตีนและทำให้ลำดับกรดอะมิโนเปลี่ยนไป แต่ไม่ได้อธิบายว่าจะได้สายพอลิเพปไทด์ที่สั้นลงจากเดิม นอกจากนี้พบว่านักเรียนร้อยละ 8.33 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าเมื่อเกิดมิวเทชันตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ จะมีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีนและทำให้ได้สายพอลิเพปไทด์ที่สั้นลงจากเดิม จากการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

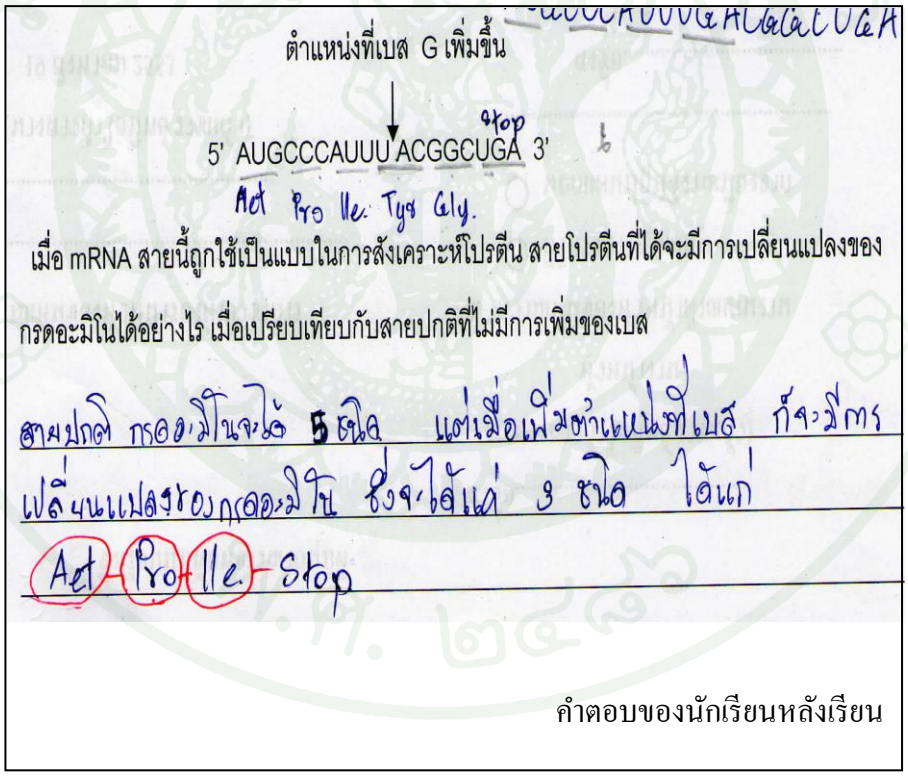
วิเคราะห์แนวคิดก่อนเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิด (N) และไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ในเรื่องมิวเทชันเฉพาะที่

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดสมบูรณ์เป็น 24 คน (ร้อยละ 66.66)โดยนักเรียนสามารถอธิบายเรื่องมิวเทชันเฉพาะที่ได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W33: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

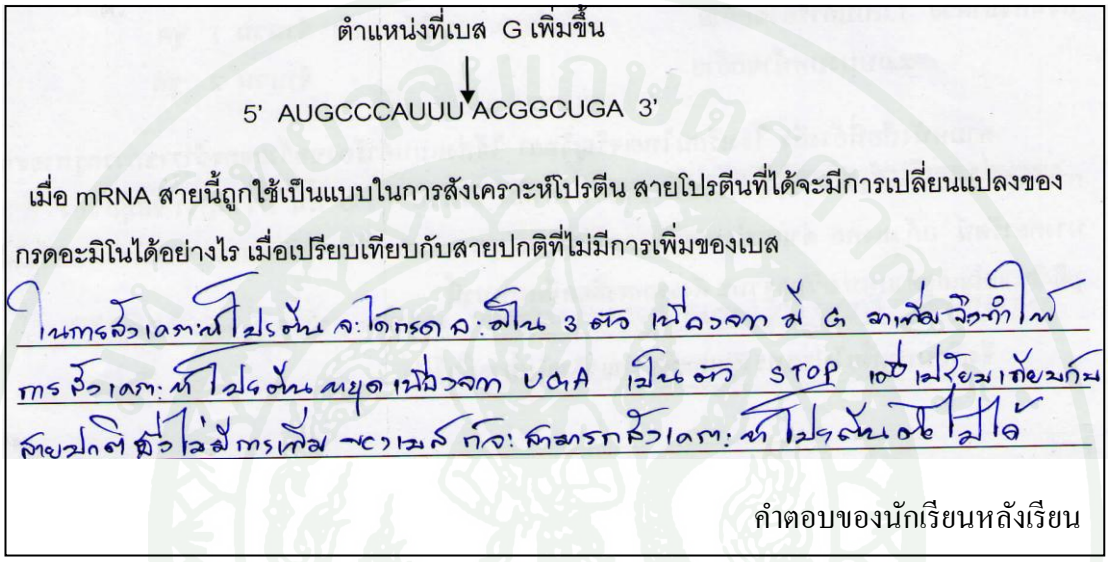
(W33: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W37: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W37: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

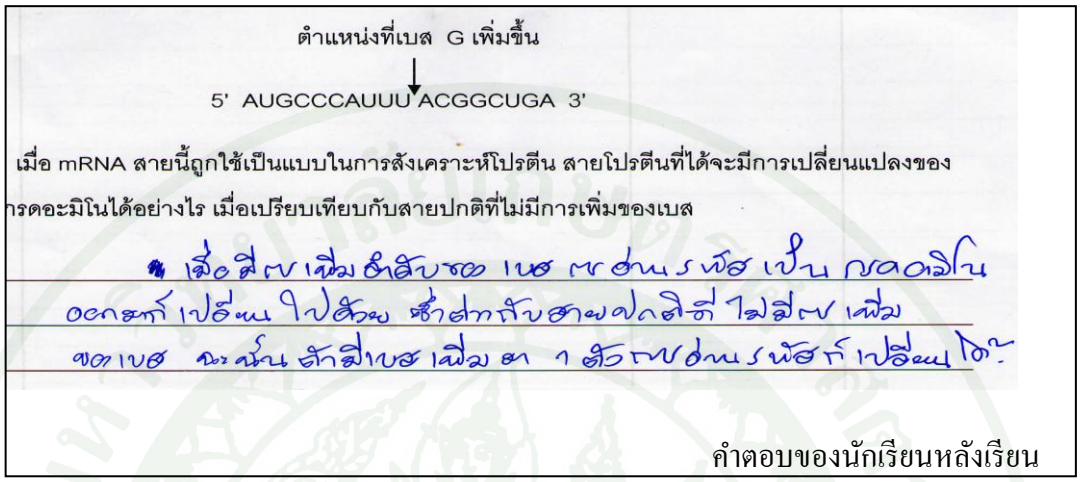
นอกจากนี้ผลการวิจัยยังแสดงว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน (จากเดิมร้อยละ 2.77 เป็น ร้อยละ 25.00) โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าเมื่อเกิดมิวเทชันตามสถานการณ์ที่กำหนด จะทำให้ลำดับกรดอะมิโนเปลี่ยนไป แต่ไม่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้มาจากกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W14: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



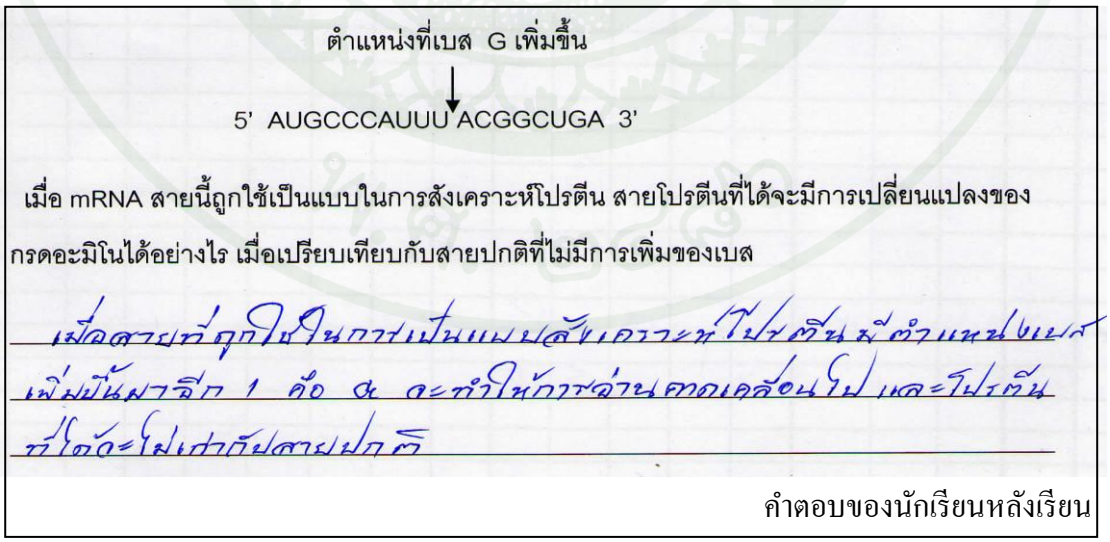
คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W14: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W09: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

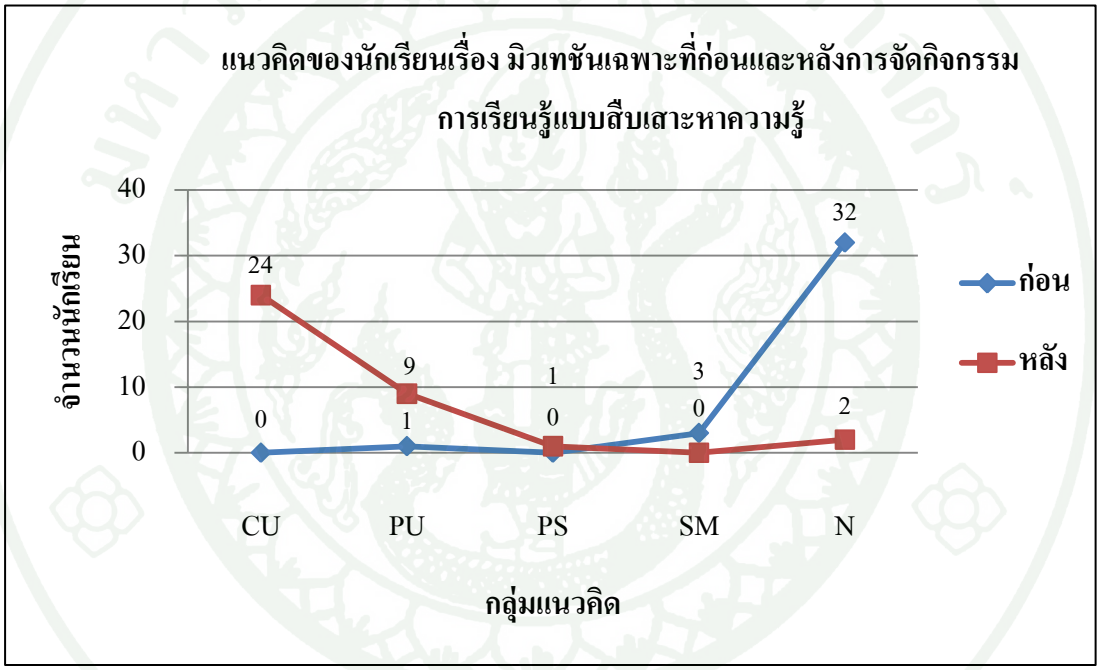


คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W09: แบบวัดแนวคิดหลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) เพิ่มขึ้น เป็น 1 คน (ร้อยละ 2.77) จากเดิมไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนบอกได้ว่าเมื่อมีเบสเพิ่มขึ้นจะทำให้ลำดับเบสบนสาย mRNA เปลี่ยนไป ส่งผลต่อการสังเคราะห์โปรตีน แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อมีการสังเคราะห์โปรตีนจะได้สายพอลีเพปไทด์ที่มีขนาดสั้นลง และยังพบว่าหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวนนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (N) ลดลงจาก 32 คน (ร้อยละ 88.88) เป็น 2 คน (ร้อยละ 5.55) นอกจากนี้ไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่อง มิวเทชันเฉพาะที่ ดังแสดงในตารางที่ 7 และ ภาพที่ 13



ภาพที่ 13 กราฟเส้นแสดงแนวคิดของนักเรียนเรื่อง มิวเทชันเฉพาะที่ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

6.2 มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซม

ในการวัดแนวคิดนักเรียนเรื่อง มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซม ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายถึงผลที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิต เมื่อเกิดความผิดปกติกับโครโมโซมโดยชิ้นส่วนของโครโมโซมขาดหายไป หรือเพิ่มขึ้นมา จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก่อนเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 75) มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) โดยนักเรียนอธิบายได้ว่า เมื่อชิ้นส่วนของโครโมโซมเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้สิ่งมีชีวิตมีความผิดปกติ แต่ไม่ได้อธิบายลักษณะความผิดปกติที่เกิดกับสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้พบนักเรียนร้อยละ 2.77 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนไม่สามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตเมื่อมีความความผิดปกติของโครโมโซมดังกล่าวได้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ และจากการวิเคราะห์แนวคิดก่อนเรียนยังพบนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (N) ร้อยละ 22.22 นอกจากนี้ไม่พบนักเรียนคนใดที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) และ แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ในเรื่อง มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซม

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่พบนักเรียนคนใดมีแนวคิดสมบูรณ์เป็น 13 คน (ร้อยละ 36.11) โดยนักเรียนสามารถบอกผลที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตเมื่อชิ้นส่วนของโครโมโซมเปลี่ยนไปได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

> ส่งผลให้เกิดการผิดปกติของร่างกาย ร่างกายมีลักษณะผิดแปลกไปจากลักษณะเดิม
>
> คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน
>
> (M03: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

> ทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นมานั้นมีรูปร่างลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ส่งผลให้มีรูปร่างที่ไม่สมบูรณ์ ผิดปกติ เช่น โรคคริดูชาทต์ เกิดจากโครโมโซมคู่ที่ 5 แหว่งไป จึงก่อให้เกิดโรค
>
> คำตอบของนักเรียนหลังเรียน
>
> (M03: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะไม่สมบูรณ์

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W27: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

ทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นมานั้นมีรูปร่างลักษณะที่เปลี่ยนไป ส่งผลให้ร่างกายไม่สมบูรณ์ผิดปกติ เช่น โรคคริดูชาท

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W27: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังแสดงว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ลดลงจากก่อนเรียน (จากเดิม 27 คน เป็น 22 คน) โดยนักเรียนเข้าใจว่าการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซมจะทำให้สิ่งมีชีวิตมีความผิดปกติ แต่นักเรียนไม่ได้ยกตัวอย่างโรคที่เกิดจากมิวเทชันลักษณะนี้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่ลดลงเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้กลายไปเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

อาจจะส่งผลต่อการดำเนินชีวิต บางคนอาจมีนิ้วเท้าไม่ครบหรือเกิน

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W13: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

ทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นมานั้นมีความผิดปกติทางด้านร่างกาย เพราะมีโครโมโซมบางส่วนขาดหายไป อาจทำให้มนุษย์มีความผิดปกติทางด้านสมอง

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W13: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W17: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)

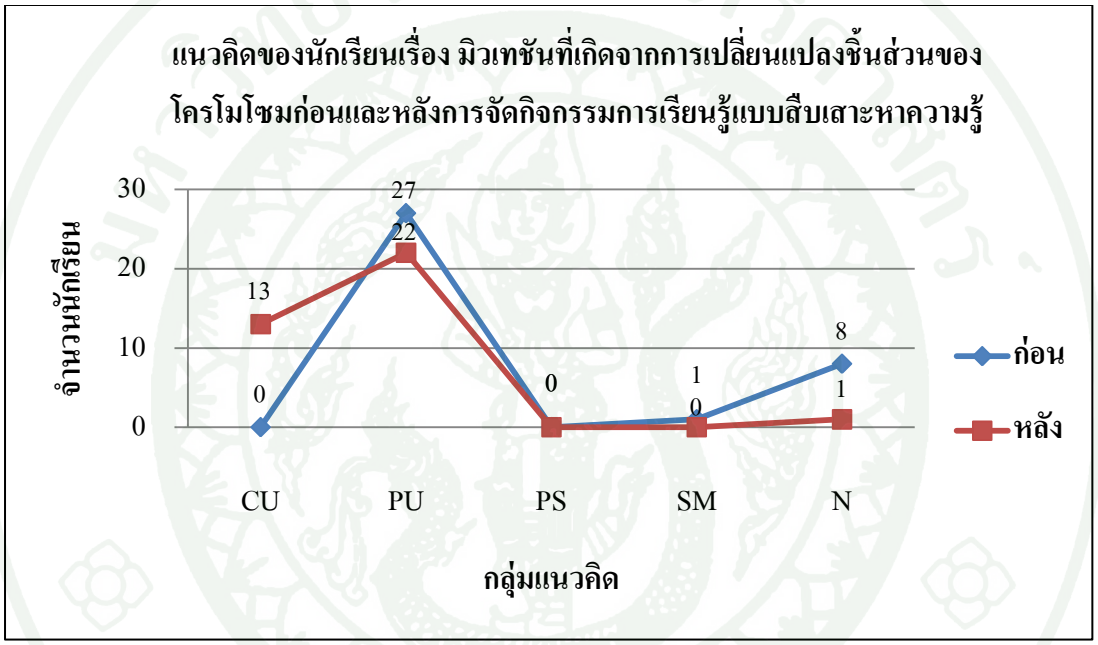
จะส่งผลให้ร่างกายเกิดโรคต่างๆ ได้ ซึ่งเกิดผลเสียต่อสิ่งมีชีวิต

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W17: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า จำนวนนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (N) ในเรื่อง มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซมลดลงจากก่อนเรียน (จากเดิม 8 คน เป็น 1 คน) จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่ลดลงเนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้กลายไปเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) และแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียน ไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่องมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซม ดังแสดงในตารางที่ 7 และ ภาพที่ 14



ภาพที่ 14 กราฟเส้นแนวคิดของนักเรียนเรื่อง มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนโครโมโซมก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

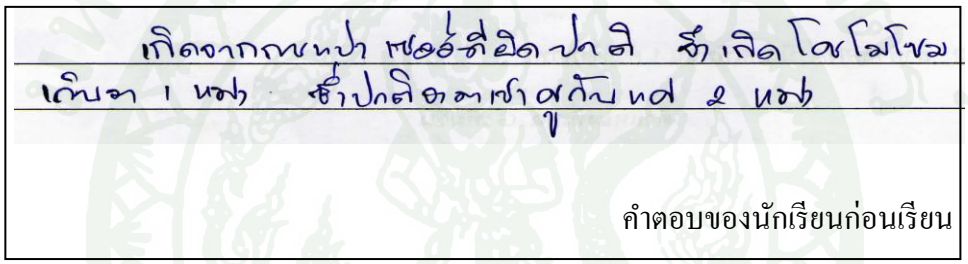
6.3 มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม

ในการสำรวจแนวคิดนักเรียนในเรื่องมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนของโครโมโซม ผู้วิจัยให้นักเรียนบอกสาเหตุที่โครโมโซมของมนุษย์คู่ที่ 21 มีจำนวนโครโมโซมเกินมา 1 แท่ง จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนพบว่านักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) (ร้อยละ 11.11) โดยนักเรียนสามารถบอกสาเหตุของการเกิดมิวเทชันที่มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นมาได้ ว่าเกิดจากโครโมโซมไม่แยกออกจากกัน แต่ไม่ได้อธิบายถึงกระบวนการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

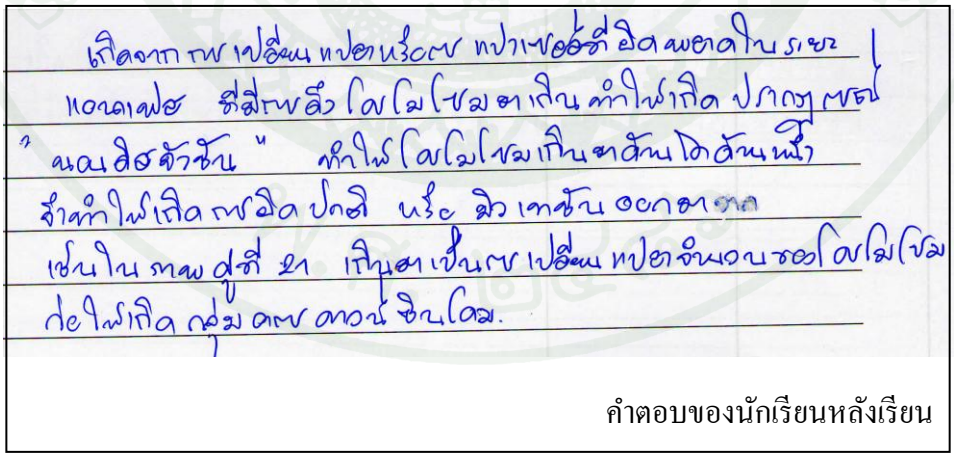
แบ่งเซลล์ที่ผิดปกติ นักเรียนร้อยละ 2.77 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนบอกสาเหตุของโครโมโซมที่เกินมาไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้พบว่านักเรียนร้อยละ 86.11 ไม่มีแนวคิด (N) จากการวิเคราะห์แนวคิดก่อนเรียนไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) และแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ในเรื่องมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนของโครโมโซม

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) ซึ่งเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ไม่มีนักเรียนคนใดมีแนวคิดสมบูรณ์เป็น 12 คน (ร้อยละ 33.33) โดยสามารถบอกสาเหตุที่โครโมโซมมนุษย์คู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่งได้ครบถ้วนสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง



คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W14: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

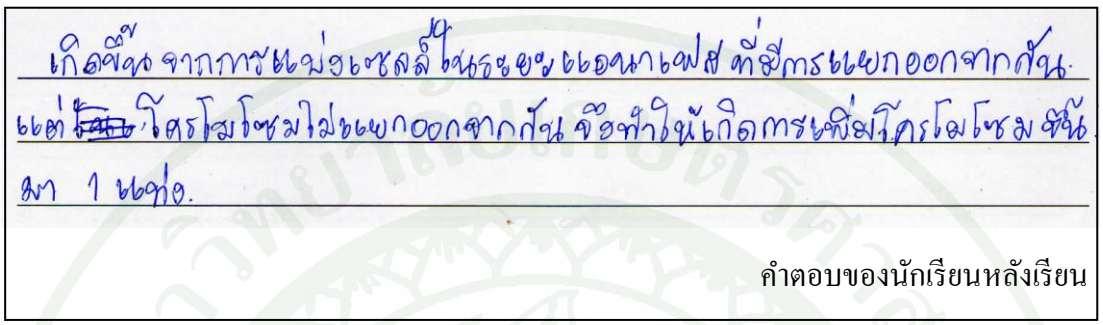
(W14: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนไม่ตอบคำถาม

คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน

(W15: แบบวัดแนวคิด ก่อนเรียน, สิงหาคม 2553)



คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W15: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังแสดงว่า จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน (จากเดิม 4 คน เป็น 14 คน) โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าสาเหตุที่โครโมโซมเกินมาเกิดจากโครโมโซมไม่แยกออกจากกัน แต่ไม่ได้สามารถอธิบายกระบวนการแบ่งเซลล์ที่ผิดปกติได้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกพบว่าจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้มาจากกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (N) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านล่าง

เกิดจากการแบ่งโครโมโซมที่ไม่เท่ากันทำให้มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นมาในคู่ที่ 21

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(M01: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

โครโมโซมติดกัน ไม่แยกจากกันจึงทำให้โครโมโซมมีจำนวนเกินมา

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W14: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

จากการวิจัยยังพบว่า นักเรียนร้อยละ 11.11 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนบอกสาเหตุของโครโมโซมที่เกินมาไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกิดขึ้นจากตำแหน่งที่เบสเพิ่มขึ้นจึงทำให้การอ่านเบสเปลี่ยนไป ทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมเกิดขึ้น จึงทำให้เกิดการผิดปกติของร่างกาย

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

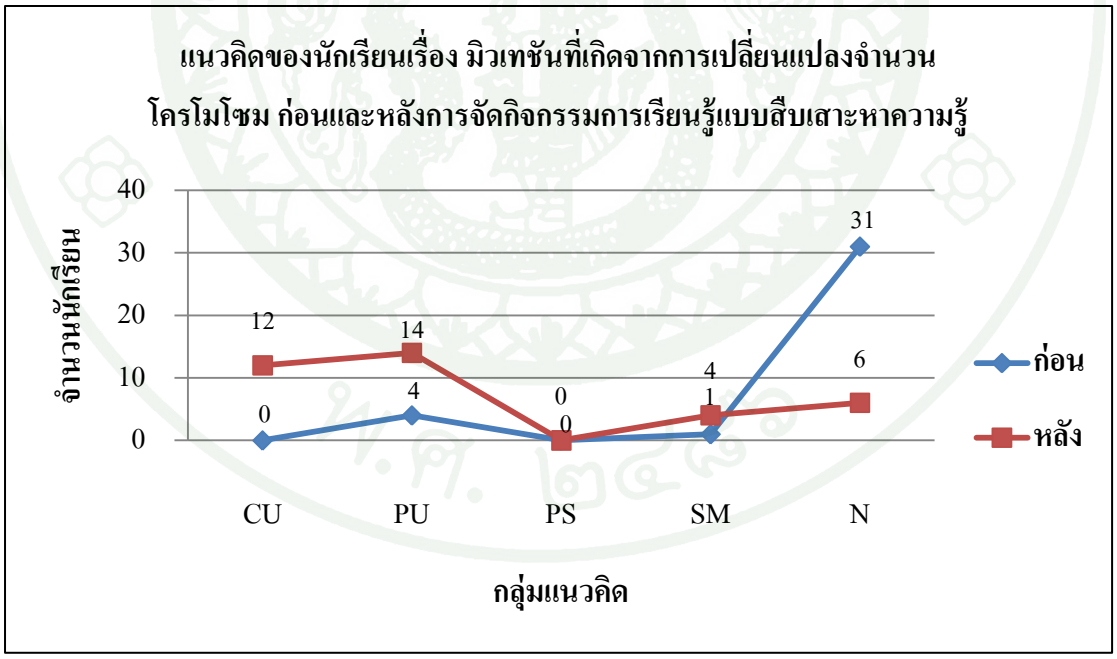
(W35: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

โครโมโซมที่เพิ่มขึ้นนี้ เกิดมาจากความผิดปกติของร่างกายและความผิดปกติโครโมโซมเพศ ทำให้เกิดโรค XYY ที่เกิดขึ้นในเพศชายเท่านั้น

คำตอบของนักเรียนหลังเรียน

(W29: แบบวัดแนวคิด หลังเรียน, กันยายน 2553)

นอกจากนี้ยังพบว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จำนวนนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (N) ลดลงจากร้อยละ 86.11 เป็น ร้อยละ 16.66 โดยนักเรียนไม่ตอบคำถามในแบบวัดแนวคิด และไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อน (PS) ในเรื่องมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนของโครโมโซม ดังแสดงในตารางที่ 7 และ ภาพที่ 14



ภาพที่ 15 กราฟเส้นแนวคิดของนักเรียนเรื่อง มิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อวิจารณ์ผลการวิจัยระยะที่ 2

จากการวิจัยได้มีการศึกษาแนวคิดของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วนำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่าเมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แล้ว นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเพิ่มขึ้น โดยจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนในทุกแนวคิดโดยเฉพาะในแนวคิด เรื่องโครโมโซมและ มิวเทชัน ขณะที่จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (N) เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลมีจำนวนลดลงโดยเฉพาะในแนวคิดเรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรม สอดคล้องกับ Eisenkraft (2003) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานและแนวคิดเดิมของนักเรียนสามารถทำให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้อง (scientific conception) มากขึ้นหรือมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (misconception) ลดลง เพราะในการสร้างความรู้ที่ถูกต้องนักเรียนต้องใช้กรอบความรู้เดิมในการจัดระเบียบสิ่งเร้าใหม่ที่สอดคล้องกับกรอบความรู้เดิม โอกาสที่จะเกิดกรอบความรู้ใหม่ที่ถูกต้องจึงมีมากและในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนยังได้ฝึกปฏิบัติและนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Guzzetti *et al*. (1993) ที่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาช่วยให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ได้ เช่นเดียวกับ Lawson (2001) ที่สนับสนุนว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีประสิทธิภาพต่อการสอนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาทักษะกระบวนการใช้เหตุผลให้กับนักเรียน และสามารถพัฒนาแนวคิดและสติปัญญาของนักเรียน (National Reseach Council, 1996; Kaartinen and Kumpulainen, 2002) นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมยังช่วยนำเสนอสิ่งที่สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจสามารถเชื่อมโยงความรู้ให้สอดคล้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง สร้างความอยากรู้อยากเห็นพร้อมทั้งเกิดความสนุกสนานและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังช่วยถ่ายทอดความหมายของทักษะและศัพท์ต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้มาสู่ประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน (Debbie, 1998) ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจสิ่งต่างๆ ในมุมมองที่เป็นรูปธรรมมากขึ้นและจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียนต่อไป (Dewey, 1916)

อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน หรือไม่มีแนวคิดในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลแม้จะได้เรียนเรื่องดังกล่าวมาแล้วซึ่งอาจมีสาเหตุดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต้องใช้เวลามากในการจัดกิจกรรม ดังนั้นในบางกิจกรรมนักเรียนจึงไม่สามารถทำกิจกรรมได้เสร็จตามเวลาที่กำหนด จึงส่งผลต่อการเรียนรู้ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2537)

2. เวลาในการจัดกิจกรรมไม่ต่อเนื่องกัน เนื่องจากโรงเรียนที่ทำการวิจัยได้จัดกิจกรรมบ่อยครั้งทำให้ไม่สามารถจัดกิจกรรมได้ต่อเนื่อง นักเรียนขาดการเชื่อมโยงความรู้

3. นักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานหรือ มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ในเรื่องที่ใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล เช่น การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส จึงส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Westbrook และ Marek (1991) ที่กล่าวว่า ถ้านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อาจส่งผลต่อให้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องอื่นตามไปด้วย

4. เนื่องจากข้อคำถามในแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์เป็นแบบปลายเปิดให้นักเรียนเขียนอธิบาย ดังนั้นนักเรียนที่ขาดการฝึกฝนในการทำแบบทดสอบลักษณะนี้ อาจทำให้นักเรียนเขียนได้ไม่ครอบคลุม ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประภัทสร บุญทวีกุลสวัสดิ์ (2553) ที่พัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง โดยใช้แบบวัดแนวคิดชนิดปลายเปิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นี้ เป็นงานวิจัยแบบกรณีศึกษา งานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ โดยระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการเรียนรู้เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลมาแล้วในปีการศึกษา 2552 และนำผลการวิจัยไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้ในงานวิจัยระยะที่ 2 โดยงานวิจัยระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในปีการศึกษา 2553 สามารถสรุปสาระสำคัญของการวิจัยได้ดังนี้

สรุปวิธีดำเนินการวิจัย

คำถามวิจัย

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล

1. สภาพการจัดการเรียนรู้ของครูเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลเป็นอย่างไร

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลอย่างไร

ระยะที่ 2 ศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลอย่างไร หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่ดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในโรงเรียนปัญญาเลิศวิทยา (นามสมมติ) ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดบุรีรัมย์ โดยกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้มีดังนี้

กรณีศึกษา

ระยะที่ 1 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการเรียนเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ในปีการศึกษา 2552 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 58 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) และครูผู้สอนวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลกับนักเรียนกลุ่มดังกล่าว จำนวน 1 คน

ระยะที่ 2 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 36 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแนวคิดของนักเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 7 แผน ครอบคลุมแนวคิดหลัก 6 แนวคิด ได้แก่ 1) โครโมโซม 2) ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม 3) โครงสร้างของดีเอ็นเอ 4) องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ 5) สมบัติของสารพันธุกรรม 6) มิวเทชัน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 18 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที ดังแสดงในภาคผนวกที่ ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. แบบสัมภาษณ์ครูและนักเรียนแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ดังแสดงในภาคผนวก ง

2. แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ดังแสดงในภาคผนวก จ

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล

การศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ ใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างครูและนักเรียน ในประเด็นเกี่ยวกับบริบทของโรงเรียน ภูมิหลังของครูและนักเรียน วิธีสอนของครู สื่อการสอน และการวัดผลประเมินผลในเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ขณะสัมภาษณ์มีการบันทึกเทป ร่วมกับการบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างมาถอดเทป และการบันทึกภาคสนาม มาวิเคราะห์เนื้อหา โดยวางเค้าโครง หรือประเด็นของข้อมูลที่ต้องการจะเก็บรวบรวม แล้วทำการวิเคราะห์คำตอบที่ได้จากการสัมภาษณ์

การสำรวจแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ใช้แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล แล้วทำการวิเคราะห์แนวคิด โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์คำตอบนักเรียนเป็นรายข้อ แล้วจัดกลุ่มคำตอบออกเป็น 5 กลุ่ม ตามเกณฑ์ของ Westbrook and Marek (1992) ได้แก่ แนวคิดสมบูรณ์ (complete understanding: CU) แนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (partial understanding: PU) แนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with specific misconception: PS) แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misconception: SM) และไม่มีแนวคิด (no nnderstanding: N) จากนั้นนำคำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาแจกแจงความถี่ และค่าความร้อยละ นอกจากนี้ผู้วิจัยนำคำตอบของนักเรียน 2 กลุ่ม ที่พบแนวคิดคลาดเคลื่อน คือกลุ่มแนวคิดไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with specific misconception: PS) และกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misconception: SM) มาวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อจัดกลุ่มแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน จะได้ทราบลักษณะของความคลาดเคลื่อนของนักเรียน และนำไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในระยะที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะที่ 2 ศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

วัดแนวคิดของนักเรียนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ใช้แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล และในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นเร้าความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายแนวคิด และขั้นประเมิน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิเคราะห์แนวคิด ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์คำตอบนักเรียนเป็นรายข้อ แล้วจัดกลุ่มคำตอบเป็น 5 กลุ่ม เหมือนกับในระยะที่ 1 จากนั้นนำคำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาแจกแจงความถี่และค่าความร้อยละ

สรุปผลการวิจัย

1. สภาพการจัดการเรียนรู้ของครู เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

วิธีการสอนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล พบว่าครูใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเป็นหลักเพื่อสะดวกในการจัดการเรียนการสอน และนักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองแล้วนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนในบางเนื้อหาย่อย

สื่อการสอนของครูในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล พบว่า ครูใช้หนังสือเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติมของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหลัก นอกจากนี้ใช้แบบจำลองดีเอ็นเอ อินเตอร์เน็ต รูปภาพ และใบงาน ซึ่งพบว่าใช้สื่อการสอนไม่หลากหลายในการสอนเนื้อหาที่มีความซับซ้อน เป็นนามธรรม และเป็นกระบวนการ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลพบว่า ครูใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบเป็นหลัก เพื่อสะดวกในการตรวจมีความเป็นปรนัยสูง และใช้ใบงานร่วมในบางแนวคิดย่อย ซึ่งเป็นการใช้วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ไม่หลากหลาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. แนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการเรียนเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลในปีการศึกษา 2552 มาแล้ว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลเกือบทุกแนวคิด โดยเฉพาะแนวคิดเรื่องจำนวนโครโมโซม เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม เรื่องนิวคลีโอไทด์ เรื่องสมบัติของสารพันธุกรรมในทุกแนวคิด เรื่องมิวเทชันเฉพาะที่ และเรื่องมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน (PU) ในเรื่องรูปร่างลักษณะโครโมโซม โครงสร้างดีเอ็นเอ และมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซม และมีนักเรียนจำนวนน้อยที่มีแนวคิดสมบูรณ์ในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

3. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลได้ โดยพบว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิด (N) เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล โดยเฉพาะในแนวคิดย่อยเรื่อง นิวคลีโอไทด์ การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ รหัสพันธุกรรม การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม มิวเทชันเฉพาะที่ และมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม เนื่องจากนักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานในเรื่องดังกล่าวมาก่อน นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักเรียนจำนวนมากที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลในทุกแนวคิด และไม่พบนักเรียนคนใดที่มีแนวคิดที่สมบูรณ์ (CU) ในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลในทุกแนวคิด เมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แล้ว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาแนวคิดเพิ่มขึ้น โดยจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์ (CU) เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนทุกแนวคิด และมีจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และนักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (N) เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลมีจำนวนลดลงจากก่อนเรียน โดยเฉพาะในแนวคิดเรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูควรหาความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล และความรู้พื้นฐานในเรื่องที่ต้องใช้ในการเรียนรู้ เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล เช่น การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การแบ่งเซลล์ เพื่อจะได้ทราบแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและพัฒนาแนวคิดของนักเรียนให้มีแนวคิดที่สมบูรณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เนื่องด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำเป็นต้องใช้เวลามาก แหล่งเรียนรู้และสื่อการสอนที่หลากหลาย ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมในทุกด้าน โดยเฉพาะการจัดการเวลาให้เพียงพอกับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน และจัดกิจกรรมอย่างต่อเนื่องเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้จากการจัดกิจกรรมอย่างเต็มที่

3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรม และมีบางเนื้อหาที่เป็นกระบวนการผู้วิจัยเลือกใช้สื่อที่เป็นแบบจำลองสามมิติ และใช้วีดีทัศน์ที่ให้นักเรียนสามารถเห็นภาพเคลื่อนไหว เป็นลำดับขั้นตอนได้ซึ่งสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ดี ดังนั้นในการเรียนรู้เรื่องที่เป็นนามธรรมและเป็นกระบวนการครูจึงต้องเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหา

4. ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนต้องใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อจะได้ทราบความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องที่เรียน เช่น การทำแบบทดสอบ การแสดงบทบาทสมมติ แข่งขันตอบปัญหา การเขียนแผนผังความคิด

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ในบางแนวคิด เช่น การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ และการสังเคราะห์โปรตีน เป็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรม เป็นกระบวนการ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีแนวคิดไม่สมบูรณ์ คือมีแนวคิดสมบูรณ์บางส่วน ดังนั้นในการทำงานวิจัยครั้งต่อไปจึงควรศึกษาเกี่ยวกับวิธีการสอนที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาที่เป็นนามธรรมและเป็นกระบวนการดังกล่าว

2. ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเฉพาะแนวคิดของนักเรียนเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ที่ผ่านการเรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษากระบวนการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาแนวคิดของนักเรียนเรื่องดังกล่าว หรือ ศึกษาด้วยวิธีการสอนแบบต่างๆ และบริบทของนักเรียนที่แตกต่างกันเพื่อจะได้วิธีการสอนที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศักดิ์. 2549. **การคิดเชิงมโนทัศน์**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: บริษัทซัคเซส มีเดีย.

จำนง พรายแย้มแข. 2516. **เทคนิคและวิธีการสอนวิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิชจำกัด.

จิตตินันท์ สาตะนิมิ. 2550. **การสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชวลิต ชูคำแพง. 2550. **การประเมินการเรียนรู้**. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาสารคาม.

ชาย โพธิสิตา. 2549. **ศาสตร์และศิลป์แห่งการวิจัยเชิงคุณภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

ชุติมา วัฒนะคีรี. 2535. (ม.ป.ป.). **การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ไตรรัตน์ รัตนเดช. 2551. **การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฐิติมา สุขภิมนตรี. 2531. **มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525. **ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตภัณฑ์วัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทัศนา ฉันทนาภิธาน. 2540. **การศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่อง โมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลาง กลุ่มที่ 7**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิศนา แขมมณี. 2552. **ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิศา ชูโต. 2545. **การวิจัยเชิงคุณภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: แม็ทปอยท์.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2549. **เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร.

เบญจา ยอดดำเนิน และคณะ. 2552. **การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ: การจัดการข้อมูล การตีความและการหาความหมาย**. กรุงเทพมหานคร: ซีโน พับลิชชิ่ง.

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และ นฤมล ยุตาคาม. 2549. “การเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่องการละลายของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” **วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์** 27: 9-18.

ประภัทสร บุญทวีกุลสวัสดิ์. 2553. **การพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่อง การรับรู้และตอบสนอง โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบ 5Es**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประสิทธิ์ ผลิตผลการพิมพ์ และ นเรศ ดำรงชัย. 2543. **จีโนมเรื่องที่ทุกคนควรรู้**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2534. **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปาริสา ผ่องพันธ์งาม. 2550. **การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และคณะ. 2546ก. "แนวคิดในเรื่องวิวัฒนาการของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ถึงปีที่ 6." **วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์** (24): 1-14.

_____. 2546ข. "การสำรวจแนวคิดเนื้อหาชีววิทยา ของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู." **วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์** (24): 133–144.

พรทิพย์ โรจนสุนันท์, คุณหญิง. 2546. **แกะรอย DNA**. กรุงเทพมหานคร: มติชน.

พัชรี ผลโยธิน. 2551. **วิทยาการการจัดการเรียนรู้**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

พันธ์ ทองชุมนุม. 2547. **การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตส์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2550. "วิธีสอนแบบสืบสอบและวิธีสอนแบบโครงงาน: ความเหมือนที่แตกต่าง." **วารสารหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น** 1 (กรกฎาคม-ธันวาคม): 14-26.

_____. 2550. **ประมวลบทความ ปรับวิธีเรียน เปลี่ยนวิธีสอนวิทยาศาสตร์สู่ห้องเรียนแห่งการคิด**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

_____. และ พเยาว์ ยินดีสุข. 2550. **ทักษะ 5C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์. 2550. **การศึกษาการเปลี่ยนมโนมติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่องหน้าที่ยีนโดยใช้กรอบการตีความหลายมิติ**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภพ เลาหไพบูลย์. 2540. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2540. **Constructivism**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์.

วีระชาติ สวนไพรินทร์. 2531. **การสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545. **คู่มือการจัดการเรียนรู้กล่มสาระวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2546. **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2550. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 5.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สมควร ขนชัยภูมิ. 2545. **การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนมติระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนตามกลวิธีการปรับเปลี่ยนมโนมติของโพสเนอร์**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมบัติ การจนารักพงค์. 2549. **เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง: กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: บริษัท สำนักพิมพ์ธารอักษรจำกัด.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมพร ประเสริฐส่งสกุล. 2547. **พันธุศาสตร์โมเลกุล**. กรุงเทพมหานคร: โฟร์เพซ.

สมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย. 2546. **หลักพันธุศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: สมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน [สพฐ.]. 2551. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ [สคศ.]. 2542. **พระราชบัญญัติการศึกษา 2542**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สุทัศน์ ศรีวัฒนพงษ์. 2551. “พันธุศาสตร์ ศาสตร์แห่งชีวิต.” **วารสารพันธุศาสตร์** 1(1) 6.

สิรินภา กิจเกื้อกูล และ นฤมล ยุตาคม. 2547. “การศึกษาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4.” **วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์** (25): 139–149.

สุภางค์ จันทวานิช. 2549. **วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภาพร สุกสีเหลือง. 2549. **พันธุกรรมและการถ่ายทอด เล่ม 2**. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้าของครุสภา.

สุรจิตา เศรษฐภักดี. 2547. **ผลการเรียนรู้เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรางค์ โค้วตระกูล. 2550. **จิตวิทยาการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล. 2543. **พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. 2545. **21 วิธีการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด**. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.

อมรา คัมภิรานนท์. 2546. **พันธุศาสตร์มนุษย์**. กรุงเทพมหานคร: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น.

อรุณี วงศ์ปิยะสถิต. 2550. **การกลายพันธุ์: เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อำพร ศิริกันทา. 2549. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวของเธเลนกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อุษา นาคทอง และคณะ. 2550. “แนวคิดเรื่องเซลล์ และกระบวนการของเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” **วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์** (28): 1–10.

Allen, S. 1997. Using science inquiry activities in exhibit explanation. **Science Education** 81(6): 715–734.

Altiparmak, M and N. N. Tezer. 2009. “Hand on group work paper model for teaching DNA structure, central dogma and recombinant DNA.” **US-Chaina Education Review** 1(6): 19-24.

Armstrong, D. G. and T. V. Savage. 1994. **Secondary Education: An Introduction.** 3 ed. New York: Macmillan,Inc.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ausubel, D.P. 1968. **Education psychology: a cognitive view**. New York: Holt Rhine hart and Winston.

Banet, E. and Ayuso, E. 2000. "Teaching Genetics at Secondary School : A Strategy for Teaching about the Location of Inheritance Information". **International Journal of Science Education**. 84. (May, 2000): 313 – 351.

Bennett, J. 2005. **Teaching and Learning Science: A Guide to Recent Research and Its Applications**. London, UK: Continuum.

Brickhouse, N. W. *et al*. 2000. "Diversity of Students' Views about Evidence, Theory, and the Interface between Science and Religion in an Astronomy Course". **Journal of Research in Science Teaching** 37 (April): 340-362.

David, F. T. and R. Duit. 2008. "Conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education." ***Cultural Studies of Science Education*** (3): 297-328.

Debbie, S. 1998. Engaging students in the learning cycle. **Principal** . 77. (March, 1998): 62 – 4.

Dewey, J. 1916. **Democracy and Education: an Introduction to the Philosophy of Education**. New York: MacMillan.

Eisenkraft, A. 2003. "Expanding the 5E Model." **The Science Teacher** 70 (6): 56-59

Eklund, J. *et al*. 2007. **Promoting Student Scientific Literacy of Molecular Genetics and Genomics**. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. April, 2007. New Orleans.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Fatma. E. and F. Aydin. 2007. "Utility of Cartoons in Diagnosing and Overcoming Misconception Related to Photosynthesis." **International Journal of Environmental & Science Education** 2(4): 111-124.

Fisher and Kathleen. M. 1985. "A Misconception in Biology: Amino Acids and Translation". **Journal of Research in Science Teaching** 22(1): 53-62.

Gili, M. A. and R. Stavy. 2000. "Student' cellular and molecular explanations of genetic phenomena ". **Journal of Biology Education** 34(4): 200-206.

Gili, M. A. 2001. "Attempting to break the code in student comprehension of genetic concepts". **Journal of Biology Education** 35(4): 183-190.

Guzzetti, B., Taylor,T.E., Glass,G.V., and Gamas,W.S. 1993. "Promoting Conceptual change in Science:A Comparative meta analysis of Instructional Interventions from reading Education and Science Education". **Reading Research Quarterly**. 28: 117 – 159.

Haidar, A. H. and M. R. Abraham. 1991. "A Comparison of Applied and Theoretical Knowledge of Concepts Based on the Particulate Nature of Matter". **Journal of Research in Science Teaching** 28 (October): 919-938.

Hurd, P. D. 1970. **New Directions in Teaching Secondary School Science.** 2 ed. Chicago: Rand McNally & Company.

Kaartinen, S. and K. Kumpulainen. 2002. "Collaborative inquiry and the construction of Explanation" **The Learnig of Science** 12 (2002): 189-212.

Kyslan, L.I., and A.H. Stone. 1969. **Teaching Children Science: An Inquiry Approach**. Belmont, California: Wadsworth Poblishing Company, Inc.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Lawson, A.E. 2000. "A learning cycle approach to introducing osmosis". **The American BiologyTeacher**. 58 (1): 38-42.

_____. 2001. "Using the Learning Cycle to teach Biology Concepts an Reasoning Patterns". **Journal of Biological Education**. Available: http://www. Institute of Biology_files\editorial_display.htm, February 16, 2003.

Marek, E. A., C. Eubanks. And T. H. Gallaher. 1990. "Teachers' Understanding and The Use of The Learning Cycle". **Journal of Research in Science Teaching** 27 (December): 821-834.

National Research Council. 1996. **National Science Education Standards**. Washington, D.C.: National Academy Press.

National Science Education Standard. 2000. **Inquiry and the national science education standards: A guide for teachingand learning**. Washington, D. C. : National Academy Press.

Osborne, R. J., and M. Cosgrove. 1983. "Children's conceptions of the changes of state of Water." **Journal of Research in Science Teaching** (20): 825-838.

Parker, M. 2010. "Inquiry-Based Approach to Understanding Common Descent". Journal **of college science teaching** (March/April): 60-62.

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

Rotbain, Y., G. Marbach-Ad and R. Stavy. 2005. "Understanding molecular genetics through a drawing-based activity". **Journal of Biology Education** 39(4): 174-180.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____. 2006. "Effect of Bead and Illustrations Models on High School **Students'** Achievement in Molecular Genetics". **Journal of Research in Science Teaching** 17(5): 500-529.

_____ . 2008. "Using a Computer Animation to Teach High School Molecular Biology". **Journal of Science Education Technology** 17: 49-58.

Ratanaroutai, T. 2006. **Social Constuctivist Teaching and Learning Genetics for Disadvantaged High School Student in Welfare Schools of Thailand**. Doctor of Philosophy Thesis in Science Education, Kasetsart University.

Treagust, D. F. 2006. **Diagnostic assessment in science as a means to improving teaching, learning and retention**. Uniserve Science Assessment Symposium Proceedings.

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

West, L. and L. Pines. 1984. "An Interpretation of Research in Conceptual Change Understanding within a Source of Knowledge Framework." **Research in Science Education** 14 : 47-56.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ที่กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย จนทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยในครั้งนี้ผ่านไปได้ด้วยดีคือ

1. ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ
   ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. นายพิรมย์ พานิคม
   หัวหน้าฝ่ายวิชาการ โรงเรียนไทยเจริญวิทยา

3. นางสาวเพื่อนอารี วิเศษนคร
   ครูผู้สอนวิชาชีววิทยา โรงเรียนนางรอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

สรุปแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 สรุปแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

แผนที่	เวลา	แนวคิด	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน	กิจกรรม
1	2 คาบ	- รูปร่างโครโมโซม - จำนวนโครโมโซม	**ด้านความรู้** 1. บอกรูปร่างลักษณะของโครโมโซม และจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดได้ 2. เปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ได้ **ด้านทักษะ/กระบวนการ** 3. สังเกตรูปร่างลักษณะของโครโมโซมได้ 4. จัดจำแนกโครโมโซมที่เป็นคู่เหมือนกันได้ **ด้านคุณลักษณะ** 5. มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ 6. การทำงานเป็นกลุ่มได้ 7. ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	- รูปร่างโครโมโซม - สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่หรือสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการสูงจะมีจำนวนโครโมโซม	**1. ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)** - แสดงรูปภาพของโครโมโซมที่มีตำแหน่งของเซนโทรเมียร์แตกต่างกัน รูปเซลล์ประสาท รูปออร์แกแนลชนิดไรโบโซม รูปออร์แกแนลชนิดไมโทคอนเดรีย และ รูปกล้ามเนื้อลาย -นักเรียนเลือกภาพโครโมโซม พร้อมให้เหตุผล **2. ขั้นสำรวจและค้นหา และ 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (70 นาที)** - ชมวีดีทัศน์ เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (พัฒนาแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องโครโมโซม) - วาดรูปโครโมโซมที่ได้เรียนรู้จากการชมวีดีทัศน์ - นำเสนอรูปภาพและอธิบายลักษณะของโครโมโซมหน้าชั้นเรียน - อภิปราย ตอบคำถาม - กิจกรรมจัดเรียงโครโมโซมของมนุษย์ - อภิปราย ตอบคำถาม - กิจกรรมศึกษาและเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมสิ่งมีชีวิต (พัฒนาแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องโครโมโซม)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนที่	เวลา	แนวคิด	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน	กิจกรรม
					4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (15 นาที) - สังเกตแผนภาพโครโมโซมที่มีตำแหน่งเซนโทรเมียร์แตกต่างกัน - ตอบคำถาม **5. ขั้นประเมิน (Evaluation) (5 นาที)** - แสดงภาพชุดเดิมในขั้นสร้างความสนใจ นักเรียนเลือกภาพของโครโมโซม
2	2 คาบ	ความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซม	**ด้านความรู้** 1. บอกส่วนประกอบของโครโมโซม และความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซมได้ 2. ระบุหลักฐานว่ายีนน่าจะอยู่บนโครโมโซมได้ **ด้านทักษะ/กระบวนการ** 3. สังเกตส่วนประกอบของโครโมโซมได้	- ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมได้	**1. ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)** - ทำงานเป็นกลุ่ม อภิปรายถึงส่วนประกอบของโครโมโซม และความเกี่ยวข้องกันของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ - นักเรียนโซมและส่วนประกอบพร้อมระบายสี - นำเสนอหน้าชั้น **2. ขั้นสำรวจและค้นหา (30 นาที)** - นักเรียนชมวีดีทัศน์ เรื่อง ส่วนประกอบของโครโมโซม - วาดภาพส่วนประกอบของโครโมโซมใหม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนที่	เวลา	แนวคิด	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน	กิจกรรม
			4. สำรวจข้อมูลเพื่อยืนยันว่ายีนอยู่บนโครโมโซม **ด้านคุณลักษณะ** 5. มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ 6. มีกระบวนการกลุ่ม 7. กล้าแสดงออก		**3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (15 นาที)** - อภิปรายและตอบคำถาม (พัฒนาแนวคิดเรื่องของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม) **4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (30 นาที)** - ตอบคำถามเพื่อเพิ่มเติมความรู้ในเรื่อง ความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน - ศึกษาแผนภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสือเรียนของ สสวท. เพื่อเพิ่มเติมความรู้ในเรื่องตำแหน่งของยีนบนโครโมโซม (พัฒนาแนวคิดเรื่องของยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซม) **5. ขั้นประเมิน (Evaluation) (10 นาที)** - ทำแบบทดสอบหลังเรียนเรื่องส่วนประกอบของโครโมโซม - นักเรียนและครูร่วมกันเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน และอภิปรายเรื่องส่วนประกอบของโครโมโซม และความเกี่ยวข้องกันของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และ ยีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนที่	เวลา	แนวคิด	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน	กิจกรรม
3	3 คาบ	-โครงสร้างของดีเอ็นเอ และองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ	**ด้านความรู้** 1. บอกโครงสร้างของดีเอ็นเอได้ 2. บอกองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอได้ **ด้านทักษะ/กระบวนการ** 3. สังเกตโครงสร้างของดีเอ็นเอและองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอได้ 4. ทำการทดลองและใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง **ด้านคุณลักษณะ** 5. มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ 6. ทำงานเป็นกลุ่มได้ 7. ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	- รูปร่างลักษณะของดีเอ็นเอ - โครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ - องค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์	**1. ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)** - แบ่งกลุ่มตอบคำถาม - ปั้นรูปดีเอ็นเอ - นำเสนอรูปร่างดีเอ็นเอตามที่นักเรียนเข้าใจ **2. ขั้นสำรวจและค้นหา 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (90 นาที)** - ทำกิจกรรมการสกัดดีเอ็นเออย่างง่าย - ทำกิจกรรมสร้างแบบจำลองดีเอ็นเอด้วยกระดาษสี (พัฒนาแนวคิดรูปร่างลักษณะของดีเอ็นเอ โครงสร้างของนิวคลีโอไทด์) - อภิปราย ตอบคำถาม **4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (30 นาที)** - ทำแบบฝึกหัด เรื่อง นิวคลีโอไทด์ (พัฒนาแนวคิดองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์) - อภิปราย ตอบคำถาม - ชมวีดีทัศน์ โครงสร้างของดีเอ็นเอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนที่	เวลา	แนวคิด	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน	กิจกรรม
					5. ขั้นประเมิน (Evaluation) (15 นาที) - แบบทดสอบหลังเรียน - นักเรียนเปลี่ยนกันตรวจ
4	2 คาบ	การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ	**ด้านความรู้** 1. อธิบายกระบวนการจำลองของดีเอ็นเอได้ **ด้านทักษะ/กระบวนการ** 2. สังเกตกระบวนการจำลองของดีเอ็นเอได้ **ด้านคุณลักษณะ** 3. มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ 4. ทำงานเป็นกลุ่มได้ 5. ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	- การเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส - กระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ	**1. ขั้นสร้างความสนใจ (20 นาที)** - ตอบคำถาม - ครูกำหนดสายดีเอ็นมา 1 สาย นักเรียนต่อลำดับเบสของสายพอลินิวคลีโอไทด์อีกหนึ่งสายที่เป็นคู่ของสายที่กำหนดให้ - นำเสนอลำดับเบสของดีเอ็นเอทั้งสองสาย **2. ขั้นสำรวจและค้นหา 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (35 นาที)** - ชมวีดีทัศน์เรื่อง การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ - ตอบคำถามจากการชมวีดีทัศน์ - สร้างแบบจำลองการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ - อภิปราย สรุป (กระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ) **4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (30 นาที)** - ทำแบบฝึกหัด เรื่อง การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ (การเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนที่	เวลา	แนวคิด	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน	กิจกรรม
					- สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือเรียนและอื่นๆ - อภิปรายร่วมกัน **5. ขั้นประเมิน (Evaluation) (15 นาที)** - แบบทดสอบหลังเรียน
5	2 คาบ	การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ	**ด้านความรู้** 1. อธิบายกระบวนการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอได้ **ด้านทักษะ/กระบวนการ** 2. สังเกตกระบวนการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอได้ **ด้านคุณลักษณะ** 3. มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ 4. ทางานเป็นกลุ่มได้ 5. ทางานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	-ความสัมพันธ์ของดีเอ็นเอกับอาร์เอ็นเอ -เบสที่เป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์ของอาร์เอ็นเอ -กระบวนการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ	**1. ขั้นสร้างความสนใจ (20 นาที)** - เล่นเกมส์ต่อจิ๊กซอ เมื่อครูกำหนดสายพอลินิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอสายหนึ่งมาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันต่อจิ๊กซอสายพอลินิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอให้ถูกต้อง กลุ่มที่ต่อเสร็จเร็วที่สุดและถูกต้องเป็นกลุ่มที่ชนะ - นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกสายพอลินิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอมาหนึ่งสาย นำเบส 4 ชนิด คือ เบส A U C G ที่ครูแจกให้แสดงการสังเคราะห์ mRNA - นำเสนอการสังเคราะห์ mRNA พร้อมอธิบายตามที่นักเรียนเข้าใจ **2. ขั้นสำรวจและค้นหา 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (40 นาที)** - ชมวีดีทัศน์ การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนที่	เวลา	แนวคิด	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน	กิจกรรม
					- ทำกิจกรรมสร้างแบบจำลองการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอจากกระดาษสี (พัฒนาแนวคิด ความสัมพันธ์ของดีเอ็นเอกับอาร์เอ็นเอ เบสที่เป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์อาร์เอ็นเอ และกระบวนการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ) - ตอบคำถามกิจกรรม อภิปราย สรุป **4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (30 นาที)** - ทำแบบฝึกหัดโดยค้นคว้าข้อมูลจากแบบเรียนและแหล่งอื่นๆ - อภิปราย **5. ขั้นประเมิน (Evaluation) (15 นาที)** - แบบทดสอบหลังเรียน
6	3 คาบ	-รหัสพันธุกรรม - การสังเคราะห์โปรตีน	**ด้านความรู้** 1. อ่านและแปลรหัสพันธุกรรมจากตารางได้ 2. อธิบายกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนได้	- การอ่านตารางรหัสพันธุกรรม - กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน	**1. ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)** - เล่นเกมส์เป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มรับบัตรคำ โดยในแต่ละบัตรมีลำดับเบส 3 เบส บัตรคำมีสามสี คือ สีฟ้า แทนเบสในดีเอ็นเอ สีขาวแทนเบสในอาร์เอ็นเอที่คัดลอกมาจากดีเอ็นเอ และสีเหลืองแทนเบสใน tRNA ที่เป็น anticodon นักเรียนช่วยกันจับกลุ่มของเบสในดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ และ tRNA ที่มีความสัมพันธ์กันให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนที่	เวลา	แนวคิด	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน	กิจกรรม
			ด้านทักษะ/กระบวนการ 3. แสดงบทบาทสมมติเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนได้ **ด้านคุณลักษณะ** 4. มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ 5. ทำงานเป็นกลุ่มได้ 6. ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด		- ถูกต้อง กลุ่มไหนเสร็จเร็ว และถูกต้องเป็นฝ่ายชนะ - ตอบคำถาม **2. ขั้นสำรวจและค้นหา 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (85 นาที)** - ทำกิจกรรมการอ่านตารางรหัสพันธุกรรม (พัฒนาการอ่านตารางรหัสพันธุกรรม) - ตอบคำถามกิจกรรม อภิปราย สรุป - ชมวีดีทัศน์การสังเคราะห์โปรตีน (การพัฒนาแนวคิดสังเคราะห์โปรตีน) - ตอบคำถาม อภิปราย สรุป **4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (30 นาที)** -ทำแบบฝึกหัด -สืบค้นข้อมูลจากหนังสือเรียนและแหล่งอื่นๆ **5. ขั้นประเมิน (Evaluation) (20 นาที)** - นักเรียนแสดงบทบาทสมมติการสังเคราะห์โปรตีน โดยแสดงบทบาทเป็นรหัสพันธุกรรมบนสาย mRNA กรดอะมิโนชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนที่	เวลา	แนวคิด	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน	กิจกรรม
					ต่างๆ ไรโบโซมหน่วยเล็ก ไรโบโซมหน่วยใหญ่ หรือ tRNA ตามที่จับได้ (พัฒนาแนวคิดการอ่านตารางรหัสพันธุกรรม และกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน)
7	3 คาบ	มิวเทชัน	**ด้านความรู้** 1. อธิบายลักษณะการเกิดมิวเทชันชนิดต่างๆได้ 2.บอกชื่อกลุ่มของคนที่มีร่างกายผิดปกติจากมิวเทชัน สาเหตุ และลักษณะอาการที่สังเกตได้ ด้านทักษะ/กระบวนการ **ด้านทักษะกระบวนการ** 3. สร้างข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ได้ **ด้านคุณลักษณะ** 4. มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ 5. ทำงานเป็นกลุ่มได้ 6. ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	- ความผิดปกติจากการที่ชิ้นส่วนของโครโมโซมขาดไป - ผลจากการที่มีเบสเพิ่มขึ้นในเอ็มอาร์เอ็นเอ - สาเหตุของการเกิดมิวเทชันที่มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้น	**1. ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)** - ชมวีดีทัศน์สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆที่เกิดมิวเทชัน - ตอบคำถาม **2. ขั้นสำรวจและค้นหา (30 นาที) 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (85 นาที)** - ชมวีดีทัศน์เรื่องมิวเทชันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของโครโมโซม - ตอบคำถามกิจกรรม อภิปราย สรุป (พัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับความผิดปกติจากการที่ชิ้นส่วนของโครโมโซมขาดไป) - ทำกิจกรรมเรื่อง มิวเทชันเฉพาะที่ (พัฒนาแนวคิดเรื่องมิวเทชันที่มีเบสเพิ่มขึ้นในเอ็มอาร์เอ็นเอ) - ชมวีดีทัศน์เรื่องมิวเทชันจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม (พัฒนาแนวคิดเรื่องสาเหตุของการเพิ่มจำนวนโครโมโซม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แผนที่	เวลา	แนวคิด	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดคลาดเคลื่อน	กิจกรรม
					4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (30 นาที) - ทำใบกิจกรรมเรื่อง มิวเทชัน - ตอบคำถามเกี่ยวกับมิวเทชัน อภิปราย **5. ขั้นประเมิน (Evaluation) (20 นาที)** - ตอบคำถามแข่งกันเป็นกลุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติม รหัสวิชา ว41101
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553
หน่วยการเรียนรู้ ดีเอ็นเอ เวลา 3 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

2. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

3. สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบหรือสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบาย เกี่ยวกับสารพันธุกรรม โครโมโซม และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **(ว 1.2-1)**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. บอกโครงสร้างของดีเอ็นเอได้

2. บอกองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

3. สังเกตโครงสร้างของดีเอ็นเอและส่วนประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอได้

4. ทำการทดลองและใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง

ด้านคุณลักษณะ

5. มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้

6. ทำงานเป็นกลุ่มได้

7. ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด

แนวคิด

องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ: ดีเอ็นเอเป็นกรดนิวคลีอิกชนิดหนึ่งซึ่งเป็นพอลิเมอร์ (polymer) สายยาว ประกอบด้วยหน่วยย่อยหรือ มอนอเมอร์ (monomer) ที่เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ ซึ่งแต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยหน่วยย่อย 3 ชนิดคือ

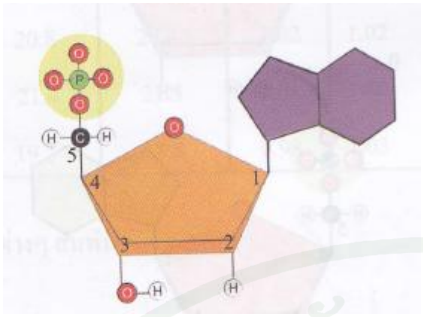
1. น้ำตาลเพนโทส ซึ่งมีคาร์บอน 5 อะตอม คือน้ำตาลดีออกซีไรโบส

2. ไนโตรจีนัสเบส (nitrogenous base) เป็นโครงสร้างประกอบด้วยวงแหวนที่มีอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจน แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ เบสพิวรีน (purine) ซึ่งมี 2 ชนิดคือ อะดีนีน (adenine หรือ A) และกวานีน (guanine หรือ G) และเบสไพริมิดีน (pyrimidine) มี 2 ชนิด คือ ไซโทซีน (cytosine หรือ C) และไทมีน (thymine หรือ T)

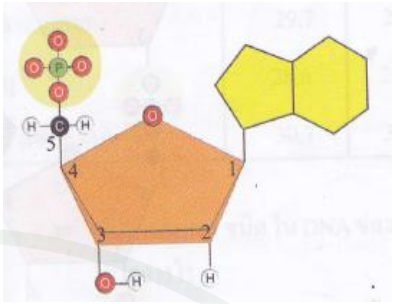
3. หมู่ฟอสเฟต

ในการรวมกันของหน่วยย่อยของนิวคลีโอไทด์นั้น น้ำตาลจะทำหน้าที่เป็นหลักโดยเบสจะเข้าจับกับน้ำตาลตรงคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ส่วนหมู่ฟอตเฟสจะเข้าจับกับน้ำตาลตรงคาร์บอนตำแหน่งที่ 5 ดังแสดงในรูป

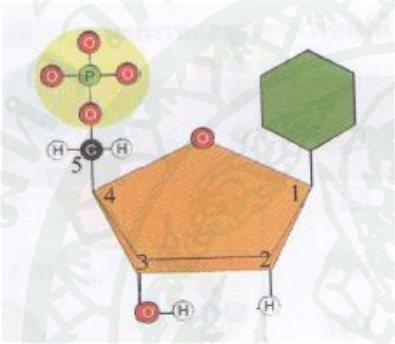
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



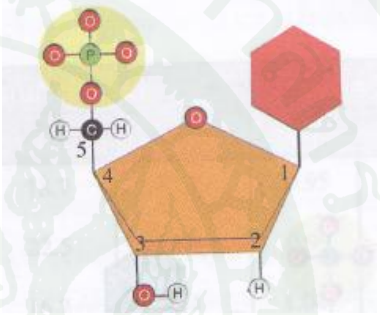
นิวคลีโอไทด์ที่มีเบสอะดีนีน



นิวคลีโอไทด์ที่มีเบสกวานีน



นิวคลีโอไทด์ที่มีเบสไทมีน



นิวคลีโอไทด์ที่มีเบสไซโทซีน

โครงสร้างของดีเอ็นเอ: ดีเอ็นเอประกอบด้วยสายพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายมีทิศทางสวนทางกันพันกันบิดเป็นเกลียวคู่ (double helix) เวียนขวาทวนเข็มนาฬิกา ในแต่ละรอบจะมีระยะห่างเท่าๆกัน ในการเข้าคู่กันของสายดีเอ็นเอนั้นดีเอ็นเอในแต่ละสายจะใช้น้ำตาลและหมู่ฟอสเฟตเป็นหลักเปรียบเสมือนราวบันได และในแต่ละสายจะใช้คู่เบสจับกันซึ่งจะเป็นเบสคู่สม (complementary base pair) ยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน เปรียบเสมือนขั้นบันได โดยเบส A จับกับเบส T ด้วยพันธะไฮโดรเจน 2 พันธะ และเบส C จับกับเบส G ด้วยพันธะไฮโดรเจน 3 พันธะ

ครั้งที่ 1 (2 คาบ) วันที่..... เดือน..... พ.ศ. 2533 เวลา.....น.

การเตรียมตัวของครู

เตรียมสื่อการสอนและใบกิจกรรมตามที่ระบุในหัวข้อ “สื่ออุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (15 นาที)

1.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยคละนักเรียนหญิงและนักเรียนชาย และระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ภายในกลุ่มเดียวกัน

1.2 นักเรียนตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมและกระตุ้นความสนใจ โดยมีคำถามดังนี้

- ดีเอ็นเอมีรูปร่าง และองค์ประกอบอย่างไร

1.2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบกับสมาชิกกลุ่มของตนเอง แล้วปั้นดีเอ็นเอตามความเข้าใจ

1.3 ตัวแทนนักเรียนจำนวน 2 กลุ่มที่ปั้นดีเอ็นเอมีรูปร่างที่แตกต่างกัน นำเสนอโครงสร้างของดีเอ็นเอกลุ่มของตนเองตามที่นักเรียนเข้าใจ

1.4 ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสกัดดีเอ็นเออย่างง่าย โดยมีคำถามดังนี้

- จริงๆแล้วดีเอ็นเอมีลักษณะอย่างไร

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) และ 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (85 นาที)

2.1 นักเรียนรับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสกัดดีเอ็นเออย่างง่าย

2.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายวัตถุประสงค์ของกิจกรรม และวิธีทำกิจกรรม

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม

2.4 ตัวแทนนักเรียนจำนวน 2 กลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มเดิม นำเสนอลักษณะของดีเอ็นเอที่สกัดได้

2.5 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับการสกัดดีเอ็นเออย่างง่าย โดยมีแนวคำถามดังนี้

- ดีเอ็นเอมีลักษณะอย่างไร *(แนวคำตอบของนักเรียน: ดีเอ็นเอมีลักษณะเป็นเยื่อสีขาว)*

2.6 ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของดีเอ็นเอ โดยมีคำถามดังนี้

- ดีเอ็นเอมีรูปร่างอย่างไร และมีองค์ประกอบอะไรบ้าง *(นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)*

2.7 นักเรียนรับใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของดีเอ็นเอ

2.8 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายวัตถุประสงค์ของกิจกรรม และวิธีทำกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.9 นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 พร้อมตอบคำถามในใบกิจกรรม

2.10 นักเรียนทุกกลุ่มนำดีเอ็นเอที่สร้างขึ้นไปแขวนไว้บนกระดานเพื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น

2.11 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของดีเอ็นเอและองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ โดยใช้แนวคำถามจากคำถามท้ายกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของดีเอ็นเอ

ครั้งที่ 2 (1 คาบ) วันที่..... เดือน..... พ.ศ. 2533 เวลา.....น.

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (35 นาที)

4.1 นักเรียนรับแบบฝึกหัด เรื่อง ดีเอ็นเอและนิวคลีโอไทด์

4.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายวัตถุประสงค์และข้อคำถามในแบบฝึกหัด

4.3 นักเรียนชมวีดีทัศน์ เรื่อง ดีเอ็นเอและองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอเพื่อเพิ่มเติมความรู้ในเรื่องโครงสร้างของดีเอ็นเอจากการทำกิจกรรมที่ 2 และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 5 สสวท. เพื่อตอบคำถามในแบบฝึกหัด เรื่อง ดีเอ็นเอ และนิวคลีโอไทด์

4.4 นักเรียนและครูร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด เรื่อง ดีเอ็นเอและนิวคลีโอไทด์

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) (15 นาที)

5.1 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ดีเอ็นเอเป็นรายบุคคล

5.2 นักเรียนเปลี่ยนกระดาษคำตอบกับเพื่อนกลุ่มอื่น

5.3 นักเรียนและครูร่วมกันเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ดีเอ็นเอ

5.4 นักเรียนส่งคืนแบบทดสอบหลังเรียนให้เพื่อนเพื่อตรวจดูความถูกต้อง และส่งให้ครูตามลำดับ

สื่ออุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1. ดินน้ำมัน
2. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสกัดดีเอ็นเออย่างง่าย
3. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของดีเอ็นเอ
4. วีดีทัศน์ เรื่อง ดีเอ็นเอ
5. แบบฝึกหัด เรื่อง ดีเอ็นเอและนิวคลีโอไทด์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 5 สสวท.

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	การประเมิน
ด้านความรู้			
1. บอกโครงสร้างของดีเอ็นเอได้	1. ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 2 ข้อ 1-7	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของดีเอ็นเอ	นักเรียนได้คะแนนตามจำนวนข้อที่ตอบคำถามถูกต้องข้อละ 1 คะแนน 0 คะแนนเมื่อตอบผิดทั้งหมดหรือไม่ตอบคำถาม
	2. ตรวจจากแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียนเรื่อง ดีเอ็นเอ	นักเรียนได้คะแนนตามจำนวนข้อที่ตอบคำถามถูกต้องข้อละ 1 คะแนน 0 คะแนนเมื่อตอบผิดทั้งหมดหรือไม่ตอบคำถาม
2. บอกองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอได้	ตรวจจากแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียนเรื่อง ดีเอ็นเอ	นักเรียนได้คะแนนตามจำนวนข้อที่ตอบคำถามถูกต้องข้อละ 1 คะแนน 0 คะแนนเมื่อตอบผิดทั้งหมดหรือไม่ตอบคำถาม
ด้านทักษะ/กระบวนการ			
3. สังเกตโครงสร้างของดีเอ็นเอและส่วนประกอบของดีเอ็นเอได้	1. การตอบคำถามจากการทดลอง	คำถามจากการทดลองที่ 1 เรื่อง การสกัดดีเอ็นเออย่างง่าย	นักเรียนบอกลักษณะของดีเอ็นเอจากการสกัดได้ถูกต้อง
	2. ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 2 ข้อ 1-6	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของดีเอ็นเอ	นักเรียนได้คะแนนตามจำนวนข้อที่ตอบคำถามถูกต้องข้อละ 1 คะแนน 0 คะแนนเมื่อตอบผิดทั้งหมดหรือไม่ตอบคำถาม
4. ทำการทดลองได้และใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง	สังเกตจากการทำการทดลอง	ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสกัดดีเอ็นเออย่างง่าย	นักเรียนได้ 2 คะแนนเมื่อทำการทดลองได้ถูกต้องและใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างชำนาญ 1 คะแนนเมื่อทำการทดลองได้ถูกต้องแต่ใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่ชำนาญ 0 คะแนน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

			เมื่อทำการทดลองไม่ถูกต้องและใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะ 4. มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ 5. ทำงานเป็นกลุ่มได้ 6. ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	สังเกตการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	แบบสังเกตการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียนได้ 3 คะแนนเมื่อแสดงคุณลักษณะนั้นๆ มาก 2 คะแนนเมื่อแสดงคุณลักษณะนั้นๆ ปานกลาง 1 คะแนนเมื่อแสดงคุณลักษณะนั้นๆ น้อย 0 คะแนนเมื่อไม่แสดงคุณลักษณะนั้นเลย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

……

…….……

……..……

ปัญหาและอุปสรรค

……

…….……

……..……

แนวทางแก้ไข

……

…….……

……..……

……..……

ข้อเสนอแนะ

……

…….……

……..……

ลงชื่อ.....ผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสังเกตการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่อง.....

วันที่สังเกต.....**ผู้สังเกต**.....

ชื่อกลุ่ม/ชื่อนักเรียน	ขั้นตอนการทำงาน	ความรับผิดชอบต่อหน้าที่	ความร่วมมือในการทำงาน	ความกล้าแสดงออก	การตรงต่อเวลา	รวม

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนนเมื่อแสดงคุณลักษณะนั้นๆ มาก

2 คะแนนเมื่อแสดงคุณลักษณะนั้นๆ ปานกลาง

1 คะแนนเมื่อแสดงคุณลักษณะนั้นๆ น้อย

0 คะแนนเมื่อไม่แสดงคุณลักษณะนั้นเลย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การสกัดดีเอ็นเออย่างง่าย

สมาชิกในกลุ่ม

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

<u>วัตถุประสงค์ของกิจกรรม</u>

1. บอกลักษณะของดีเอ็นเอที่สกัดได้
2. สกัดดีเอ็นเออย่างง่ายได้

<u>วัสดุอุปกรณ์</u>

1. ผักตำลึง หรือ ผักคะน้า
2. DNA Buffer 10 ml (ส่วนผสม : แชมพูสระผมชนิดใส 50 ml + NaCl 1 g + น้ำ 450 ml)
3. เอทานอล 70 – 95% แช่เย็น 5 ml
4. น้ำสับปะรด
5. ถ้วยพลาสติกใสขนาดเล็ก
6. ถุงพลาสติก ขนาด 6 x 9”
7. กระบอกตวงขนาด 10 ml
8. หลอดทดลองขนาดกลาง
9. ที่วางหลอดทดลอง
10. ไม้เสียบลูกชิ้น
11. ที่กรอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

12. หลอดหยด

<u>เวลาทำกิจกรรม</u> 30 นาที

<u>วิธีทำกิจกรรม</u>

1. นำใบของตำลึงหรือคะน้าหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ช่างให้ได้ประมาณ 5 กรัม ใส่ลงในถุงพลาสติก

2. บดให้แหลกอยู่ภายในถุงซิปนั้น

3. เติมสารละลาย DNA Buffer 10 ml ลงไปในถุง ผสมให้เข้ากันทิ้งไว้ 1 นาที

4. เทสารผสมลงในที่กรอง กรองเอาแต่ของเหลวไว้ แล้วเทใส่หลอดทดลองขนาดกลางประมาณ 1/3 ของหลอด

5. หยดน้ำคั้นสับปะรดลงไปประมาณ 3 หยด คนให้เข้ากัน

6. เติมเอทานอลที่แช่เย็นลงไป 5 ml โดยค่อย ๆ เทลงในหลอดอย่างช้า ๆ (อาจใช้ไม้เสียบลูกชิ้นคนเบาๆ 1 ครั้ง ในสารละลายชั้นล่างโดยระวังอย่าให้ของเหลวทั้ง 2 ชั้นผสมกัน)

7. สังเกตการเปลี่ยนแปลง พร้อมตอบคำถามในใบกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

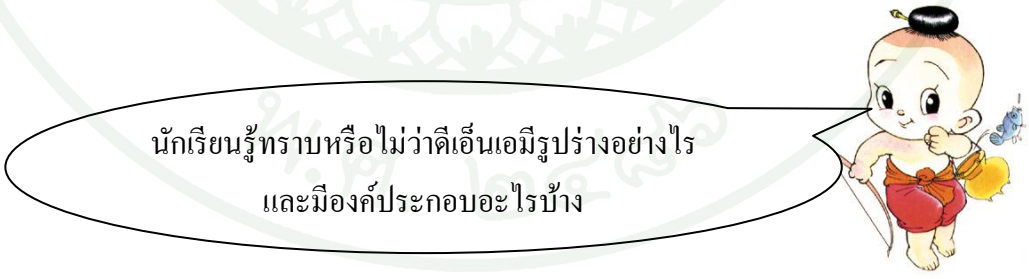
คำถามท้ายกิจกรรม

1. DNA buffer ทำหน้าที่อะไร

2. น้ำสับปะรดทำหน้าที่อะไร

3. เอทานอลทำหน้าที่อะไร

4. ดีเอ็นเอที่สกัดได้มีลักษณะอย่างไร



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง โครงสร้างของดีเอ็นเอ

สมาชิกในกลุ่ม

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

<u>วัตถุประสงค์ของกิจกรรม</u>

1. บอกโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอได้
2. สร้างแบบจำลองโครงสร้างของดีเอ็นเอได้

<u>วัสดุอุปกรณ์</u>

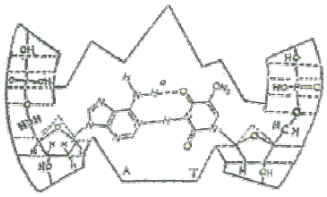
1. แบบพิมพ์นิวคลีโอไทด์กระดาษ
2. กรรไกร
3. เข็มร้อยมาลัย
4. ด้าย
5. กาวลาเท็กซ์
6. หลอดกาแฟ

<u>เวลาทำกิจกรรม</u> 40 นาที

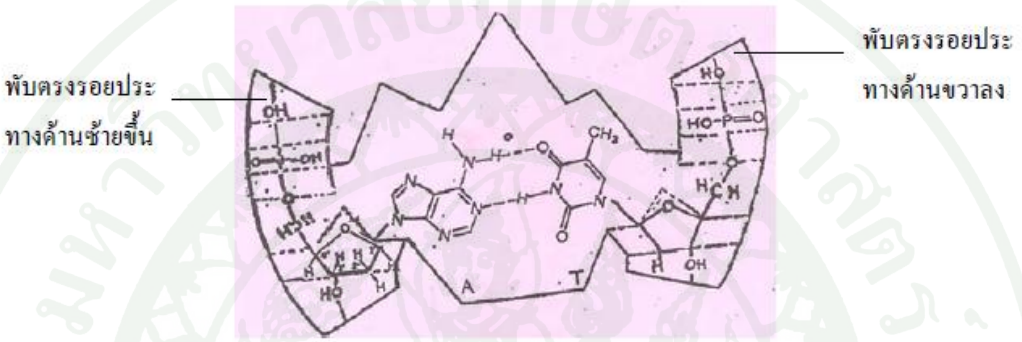
<u>วิธีทำกิจกรรม</u>

1. ตัดแบบพิมพ์ DNA จากกระดาษออกเป็นส่วน ๆ ดังรูป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

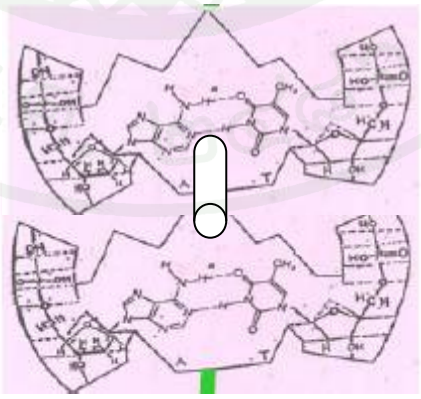


2. พับแบบพิมพ์ DNA ที่ตัดออกมาเรียบร้อยแล้วในแต่ละอัน โดยพับตรงรอยประทั้งสองด้านในทิศตรงกันข้ามกันให้เป็นรอบจีบ ดังนี้



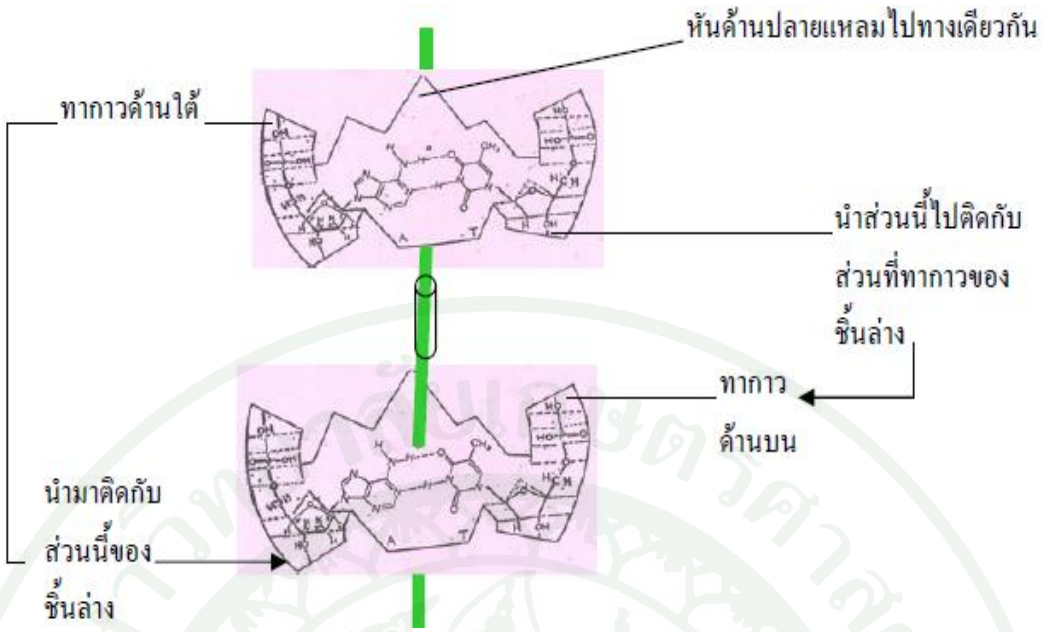
3. ใช้เข็มร้อยมาลัยแทงขึ้นในแบบพิมพ์ DNA ในข้อ 2 เป็นชิ้นที่ 1

4. ตัดหลอดกาแฟให้มีความยาว 2 เซนติเมตร
5. ร้อยหลอดกาแฟที่ตัดไว้ จำนวน 1 ชิ้น แล้วตามด้วยแบบพิมพ์ DNA ชิ้นที่ 2



6. ทำซ้ำข้อ 5 ไปจนได้ความยาวของ DNA ตามต้องการ
7. นำกาวลาเท็กซ์มาทาบริเวณแบบพิมพ์ที่พับไว้แล้วดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



8. จากนั้นดึงเข็มออกให้แบบพิมพ์ที่ทากาวแล้วร้อยเข้าไปในด้าย จะได้ DNA บิดเป็นเกลียว

9. นักเรียนสังเกตแบบจำลองโครงสร้างของดีเอ็นเอ พร้อมตอบคำถามในใบกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ดีเอ็นเอมีลักษณะอย่างไร

2. ดีเอ็นเอสายยาวเกิดจากหน่วยย่อยแต่ละหน่วยมาต่อกัน แต่ละหน่วยย่อยของสายดีเอ็นเอ เรียกว่าอะไร

3. หนึ่งหน่วยย่อยของดีเอ็นเอ มีองค์ประกอบทางเคมี 3 ชนิด ได้แก่อะไรบ้าง

4. องค์ประกอบใดที่ทำหน้าที่เป็นแกนกลางของสายดีเอ็นเอ

5. เบสที่เป็นส่วนประกอบของดีเอ็นเอมีการเข้าคู่กันอย่างไร

6. เบสที่เป็นส่วนประกอบของดีเอ็นเอที่มาเข้าคู่กันมีโครงสร้างเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

7. ดีเอ็นเอสายยาวเกิดจากหน่วยย่อยแต่ละหน่วยมีการจับกันอย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถามที่ใช้สัมภาษณ์ครูและนักเรียนเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล

ตอนที่ 1 บริบทของโรงเรียน

- ข้อมูลทั่วไปของโรงเรียน ที่ตั้งของโรงเรียน พื้นที่ของโรงเรียน
- จำนวนครู จำนวนนักเรียน จำนวนนักการภารโรง
- ประวัติความเป็นมาของโรงเรียน

ตอนที่ 2 ภูมิหลังของครูและนักเรียน

ภูมิหลังของครู

- ชื่อ-นามสกุล อายุ ตำแหน่ง
- วุฒิการศึกษาที่ได้รับและสาขาวิชา
- ประสบการณ์การทำงาน การสอนวิชาชีววิทยา และการสอนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล
- ภาระงานอื่นที่รับผิดชอบนอกจากการสอน
- การศึกษาดูงาน การอบรมเกี่ยวกับการสอน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ภูมิหลังของนักเรียน

- ชื่อ-นามสกุล อายุ ชั้น เลขที่
- เกรดเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ เกรดเฉลี่ยวิชาชีววิทยา
- ชอบเรียนวิชาชีววิทยาหรือไม่ อย่างไร

ตอนที่ 3 วิธีสอนในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

ตอนที่ 4 สื่อการสอนในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

ตอนที่ 5 การวัดผลประเมินผลในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุล

- สอบถามการจัดการเรียนรู้เกี่ยววิธีสอน สื่อการสอน การวัดผลประเมินผลของครูในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลตามหัวข้อดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หัวข้อ	วิธีสอน	สื่อการสอน	การวัดผล ประเมินผล
โครโมโซม			
ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม			
โครงสร้างของดีเอ็นเอ			
องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ			
สมบัติของสารพันธุกรรม			
มิวเทชัน			

- ครูมีวิธีการสอนในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลอย่างไร
- ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลเป็นอย่างไร
- สื่อการเรียนรู้ที่ครูใช้ในการเรียนการสอนเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลมีอะไรบ้าง
- ระหว่างเรียนครูมีวิธีการวัดผลในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลอย่างไร
- หลังเรียนครูมีวิธีการวัดผลในเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลอย่างไร
- ครู/นักเรียน พบปัญหาในการสอน/การเรียน เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลหรือไม่ อย่างไร
- ครู/นักเรียนมีข้อเสนอแนะในการจัดกิจการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลหรือไม่ อย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชื่อ……นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

เกรดเฉลี่ยวิชาชีววิทยา.....

นักเรียนชอบวิชาชีววิทยาหรือไม่

◯ ชอบ ◯ ไม่ชอบ

เพราะ.....

<u>คำชี้แจง</u>

1. นักเรียนกรอกข้อมูล ได้แก่ ชื่อ-นามสกุล ชั้น เลขที่ ด้านบนให้ถูกต้องและครบถ้วน
2. แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุลนี้ มีจำนวน 14 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 2 ชั่วโมง
3. ให้นักเรียนตอบคำถามแต่ละข้อตามความรู้ความเข้าใจของนักเรียน และตอบคำถามให้ครบถ้วนสมบูรณ์ในทุกข้อ
4. แบบวัดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบแนวคิดของนักเรียนเรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล โดยคำตอบของนักเรียนจะนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาการการเรียนรู้และวิธีการสอนต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ให้นักเรียนวาดรูปโครโมโซมในกรอบที่กำหนดให้ พร้อมทั้งเขียนอธิบายลักษณะของโครโมโซมตามความเข้าใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ตามความเข้าใจของนักเรียน หากพิจารณาลักษณะของสิ่งมีชีวิตทั้งสามกลุ่ม คือ แมลง ปลา และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม สิ่งมีชีวิตชนิดใดมีจำนวนโครโมโซมมากที่สุด และน้อยที่สุด

_____

เพราะเหตุใด_____

_____

_____

_____

3. ยีน ดีเอ็นเอ และ โครโมโซม มีความสัมพันธ์กันอย่างไร จงอธิบาย พร้อมกับวาดรูปแสดงความสัมพันธ์ของยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมในกรอบที่กำหนดให้

_____

_____

_____

_____

_____

_____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ให้นักเรียนวาดรูปดีเอ็นเอในกรอบที่กำหนดให้ พร้อมกับเขียนอธิบายรูปที่วาด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ให้นักเรียนวาดรูปนิวคลีโอไทด์ในกรอบที่กำหนดให้ พร้อมเขียนอธิบายรูปที่วาด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายพิคเนตร อุทัยไชย
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 16 พฤษภาคม พ.ศ. 2526
สถานที่เกิด	จังหวัดมหาสารคาม
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประกาศนียบัตรบัณฑิตทางการสอน (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู ค.ศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์