

**การเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด
กับการเรียนแบบปกติที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การย่อยอาหาร
การหมุนเวียนเลือดและก๊าซและการกำจัดของเสีย และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต่างกัน**

**Comparisons of the Learning Outcomes Using the 7E Learning Cycle Approach
with Metacognitive Moves and the Traditional Learning Approach on Alternative
Conceptions of Biology Concepts : Digestion, Circulation of Blood and Gases,
and Excretion, and Analytical Thinking of Grade 8th Students with Different
Understanding Levels of the Nature of Science.**

อนงค์ วิเชียรเพลิด¹, จีระพรรณ สุขศรีงาม² และมยุรี ภารการ³

Anong Wichianplerd¹, Jeerapan Suksringarm² and Mayuree Parakan³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด กับการเรียนแบบปกติที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต่างกัน จำนวน 51 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองจำนวน 26 คน เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด 3 ประการ คือ ความสามารถเข้าใจได้ ความสามารถเชื่อถือได้ ความสามารถในการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง และกลุ่มควบคุมจำนวน 25 คน เรียนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 5 แผน แผนละ 1 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง และแบบทดสอบ 2 ชุด คือ แบบทดสอบวัดแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยาการย่อยอาหาร จำนวน 5 ข้อ มโนคติการหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ จำนวน 7 ข้อ และมโนคติการกำจัดของเสีย จำนวน 3 ข้อ และแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ จำนวน 3 ด้าน และแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Chi-square test, Paired t-test, และ F-test (Two-way ANCOVA) ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนโดยส่วนรวม และจำแนกตามระดับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยาทั้ง 3 มโนคติน้อยกว่านักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามระดับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² รองศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

³ รองศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



2. นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีการคิดวิเคราะห์โดยรวม และเป็นรายด้าน 2 ด้าน คือ ด้านความสัมพันธ์และด้านหลักการ มากกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
 3. นักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติระดับสูง มีการคิดวิเคราะห์โดยรวม และเป็นรายด้าน 2 ด้าน คือ ด้านความสำคัญและด้านความสัมพันธ์มากกว่านักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
 4. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์กับรูปแบบการเรียนรู้ต่อการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้าน
- คำสำคัญ :** วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด แนวคิดเลือก การคิดวิเคราะห์ ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ABSTRACT

This study aimed to investigate and compare the 7E learning cycle with metacognitive techniques and the traditional learning approach on alternative conceptions of some biology concepts : digestion, circulation of blood and gases, and excretion, and analytical thinking of 51 grade 8th students with different understanding levels of the nature of science, who were purposively selected . They were assigned to an experimental class of 26 students who learned using the 7E learning cycle approach with 3 metacognitive techniques: intelligibility, plausibility, and wide-applicability ; and a control class of 25 students who learned using the traditional learning approach. The instruments employed in the study included 5 learning plans for the experimental class and 5 learning plans for the control class, each for 3 hours of learning in each week ; a test on alternative conceptions of digestion with 5 items, circulation of blood and gases with 7 items, and excretion with 3 items ; a test on thinking abilities with 3 subscales and 30 items ; and the questionnaire on the understanding of the nature of science with 94 items. The statistics employed for analyses of the collected data were a percentage, a mean, a standard deviation ; for testing hypotheses, the statistics used were the Chi-square test, the Paired t-test, and the F-test (Two-way ANCOVA).

The major findings revealed the following :

1. The students as a whole, the high understanding students and the low understanding students in the experimental class showed more instances of a sound understanding and fewer instances of misconceptions of those three mentioned biology concepts than the counterpart students in the control class at the 0.05 level of significance.
2. The experimental class students showed more analytical thinking skills in general and two subscales in analysis of relations and analysis of principles than those of the control class students at the 0.05 level of significance.
3. The high understanding students revealed more analytical thinking skills in general and two subscales in analysis of elements and analysis of relations than those of the low understanding students at the 0.05 level of significance.
4. Statistical interactions of learning approach with understanding of the nature of science on analytical thinking skills in general and in each subscale were not found to be significant.

Keywords : The 7E Cycle with Metacognitive Techniques, Alternative Conceptions, Analytical Thinking, Understanding of the Nature of Science

บทนำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งในด้านทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรมนุษย์ โดยสามารถพัฒนามนุษย์ให้มีความเฉลียวฉลาด และมีจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific mind) ตลอดจนทำให้มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2530 : 58 -69) ดังนั้น เพื่อให้มีความรอบรู้แตกฉานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and technological literacy) ทุกประเทศจึงจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลจนถึงระดับอุดมศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผลการตัดสินใจ ตลอดจนการมีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ทำให้บุคคลมีคุณภาพดี สามารถพัฒนาสังคมและประเทศชาติให้เจริญรุ่งเรืองได้ (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2530 : 1) สามารถใช้วิทยาศาสตร์ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ตลอดจนสามารถแก้ปัญหาของบุคคล สังคม สิ่งแวดล้อม และประเทศชาติได้อย่างเหมาะสม (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2530 : 60) ทั้งนี้ต้องจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะสามารถพัฒนาสติปัญญาและเจตคติที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2530 : 60) ในการสอนแบบสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ซึ่งความรู้ จำเป็นต้องอาศัยความเชื่อหรือกรอบความคิดเชิงทฤษฎีและข้อตกลงเบื้องต้นที่มีอยู่ก่อนแล้ว เป็นแนวทางในการศึกษาเสมอ (Welch, 1981 : 53-54) ซึ่งแนวการสอนนี้สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ (Wavering, 1980 : 123) การเรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Ausubel, 1968 : 97) และทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2537 : 114) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้ นักเรียนจะเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง โดยอาศัยความรู้ความคิดเดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว (Hewson and Hewson, 1988 : 595)

ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังมีปัญหาทั้งในด้านครู นักเรียนและวิธีการสอน ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดเชิงเหตุผล การคิดวิพากษ์วิจารณ์ และการคิดวิเคราะห์ไม่มากเพียงพอ ประกอบกับยังมีปัจจัยอีกหลายประการที่ส่งผลต่อการมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ การคิดเชิงเหตุผล การคิดวิพากษ์วิจารณ์ และการคิดวิเคราะห์นั้น วิธีการสอนก็เป็นอีกประการ

หนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อนักเรียนด้วย วิธีการสอนและรูปแบบการสอนที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนที่ดีได้ ทั้งนี้ ผู้เรียนจะเข้าใจเนื้อหาหรือเกิดความรู้ความเข้าใจหรือไม่อย่างไรนั้น รูปแบบวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนมีบทบาทสำคัญและเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องให้นักเรียนได้สร้างความรู้ ปรับปรุงความรู้ตลอดจนแก้ไขเปลี่ยนแปลงความรู้ที่มีอยู่แล้ว พร้อมกันให้นักเรียนได้ใช้ความคิด ปรับเปลี่ยนความคิดตลอดจนสร้างแนวความคิดใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2546 ; Hewson and Hewson, 1988 : 732) เช่น ความคิดเชิงเหตุผล (Logical thinking) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ความคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking) ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ (Critical thinking) และยังมีอีกแนวคิดหนึ่งที่น่าสนใจคือ เทคนิคการรู้คิด (Metacognition) เป็นการคิดในลักษณะที่บุคคลมีการตระหนักรู้ถึงกระบวนการคิดของตนเอง สามารถวางแผน ควบคุม ตรวจสอบ ประเมินความคิดของตน และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ (Blank, 2000) เทคนิคการรู้คิดมีองค์ประกอบอยู่ 2 ส่วน คือ ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการรู้คิดของตนเองหรือการตระหนักในสิ่งที่ตนคิด รู้ว่าตนเองคิดอะไร คิดอย่างไร คิดถึงเป้าหมายอย่างไรเป็นต้น และอีกส่วนหนึ่งเป็นประสบการณ์ในเทคนิคการรู้คิดของตนเองที่จะนำไปสู่ผลสำเร็จและบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งมีกลไกสำคัญอยู่ 3 ประการ คือ การวางแผน การกำกับตรวจสอบการประเมิน และการนำความรู้ไปใช้

การรู้คิด (Metacognition) เป็นการคิดขั้นสูง (Higher-ordered thinking) ที่มนุษย์ใช้ทำกิจกรรมประจำวัน ไม่ใช่กระบวนการอัตโนมัติ แต่เป็นผลมาจากการควบคุมอย่างสม่ำเสมอและอย่างจริงจังในกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งนักจิตวิทยาการศึกษาโดย Flavell (1979) เป็นบุคคลแรกที่นำกรอบแนวความคิดนี้มาใช้ การรู้คิด (Metacognition) เป็นการมีความรู้ในสิ่งที่ตนรู้ (Knowledge about knowledge) การรู้คิดช่วยสร้างแนวทางการเรียนรู้ที่แข็งแกร่งในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ประสบการณ์, แนวความคิด, และการเข้าใจนอกเหนือจากการเรียนรู้ในห้องเรียน (Blank. 2000 : 486-516) เทคนิคการรู้คิด (Metacognitive moves or techinques)



เป็นเทคนิคที่สามารถช่วยให้นักเรียนใช้การรู้คิดได้อย่างเหมาะสม เทคนิคนี้เรียก ทักษะการรู้คิด (Metacognitive skills) ซึ่งเป็นทักษะในการคิดเพื่อช่วยให้นักเรียนแสวงหาความรู้ ใช้ความรู้และควบคุมทั้งความรู้และทักษะการคิดอื่น ๆ ทำให้นักเรียนได้ฝึก “การคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเองหรือจากผู้อื่น” (Thinking about thinking) (Livingston, 1997 : 1) โดยอาศัยกระบวนการเรียนรู้ร่วมกับเพื่อน ๆ (Cooperative learning) ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องได้ มีผลทำให้นักเรียนสร้างแนวความคิดที่ถูกได้มากขึ้นและแนวคิดเหล่านี้มีความคงทน (Durability) (Georghiades, 2000 : 119-139) และสามารถถ่ายโอนได้ (Mittlefehdt and Grotzer, 2008 : 23-26) จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนโดยใช้การรู้คิด พบว่า การสอนโดยใช้ยุทธวิธีการรู้คิด 3 ลักษณะ คือความสามารถเข้าใจได้ (Intelligibility) ความเชื่อถือได้ (Plausibility) และการใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง (Wide-applicability) (Beeth. 1998 : 49-61)

จากความสำคัญของการสอน ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด (Metacognitive moves) เนื่องจากรูปแบบการสอนดังกล่าวให้ความสำคัญของการตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของผู้เรียน แนวความคิดเดิมของนักเรียนจะช่วยให้แก่นักเรียนมีแนวคิดเลือกที่ถูกต้องมากขึ้นซึ่งเป็นทักษะในการคิดเพื่อช่วยให้นักเรียนแสวงหาความรู้ ใช้ความรู้และควบคุมทั้งความรู้และทักษะการคิดอื่น ๆ โดยอาศัยกระบวนการเรียนรู้ร่วมกับเพื่อน ๆ (Cooperative learning) ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องได้ มีผลทำให้นักเรียนสร้างแนวความคิดที่ถูกต้องได้มากขึ้นและแนวคิดเหล่านี้มีความคงทน (Durability) (Georghiades, 2000 : 119-139) ที่มีผลต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับโมโนติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต่างกัน เพื่อป้องกันให้นักเรียนเกิดแนวความคิดเลือกที่ผิดพลาดน้อยลง และพัฒนาการคิดวิเคราะห์ให้เพิ่มขึ้น ซึ่งผลการศึกษาค้างนี้จะเป็นข้อสังเกตพื้นฐานสำหรับนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการมีแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับโมโนติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและการเรียนแบบปกติ

2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการมีแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับโมโนติชีววิทยา : การย่อยอาหารการหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสียของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด และการเรียนแบบปกติ

3. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการมีแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับโมโนติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสียของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด และการเรียนแบบปกติ

4. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยรวมและที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต่างกัน ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด และการเรียนแบบปกติ

5. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต่างกัน และเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนต่างกัน

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนโดยรวมที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด และเรียนแบบปกติ มีแนวความคิดเลือกใหม่โมโนติชีววิทยา : การย่อยอาหารการหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับสูง ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและเรียนแบบปกติ มีแนวความคิดเลือกใหม่โมโนติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสียแตกต่างกัน

3. นักเรียนที่ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด และเรียนแบบปกติ มีแนวความคิดเลือกในมนต์ชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสียแตกต่างกัน

4. นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นโดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีการคิดวิเคราะห์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน

5. นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่เรียนแบบปกติมีการคิดวิเคราะห์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน

6. นักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต่างกัน และเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนต่างกัน มีการคิดวิเคราะห์หลังเรียนแตกต่างกัน

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตไว้ดังนี้

1. ตัวแปรที่วิจัย

1.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1.1.1 รูปแบบการเรียน ได้แก่ รูปแบบการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นโดยใช้เทคนิคการรู้คิด และรูปแบบการเรียนแบบปกติ

1.1.2 ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ มี 2 กลุ่ม คือ ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับสูง ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ

1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1.2.1 แนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมนต์ชีววิทยา คือ การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย

1.2.2 การคิดวิเคราะห์

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้การทำขึ้นในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยใช้เวลาในการเรียน 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 15 ชั่วโมง

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เป็นเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 เรื่อง ระบบต่าง ๆ ในร่างกาย

ซึ่งมีกรอบเนื้อหา ดังนี้ การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งการทดลอง (Quasi-experimental research) ผู้วิจัยใช้แผนการวิจัย 2 แบบ คือ

แบบที่ 1 ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Pretest-posttest with control group design (ยุทธ ไทยวรธน, 2545 : 129 - 130) สำหรับการวัดแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมนต์ชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซและการกำจัดของเสีย

แบบที่ 2 ใช้แผนการวิจัยแบบ 2x2 Factorial ในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design : CRD) ใน Fixed effect model (จิระพรรณ สุขศรีงาม, 2536 : 220) มี 2 ปัจจัย คือ

1. ปัจจัยที่ 1 (Factor A) รูปแบบการเรียน แบ่งออกเป็นรูปแบบการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด และรูปแบบการเรียนแบบปกติ

2. ปัจจัยที่ 2 (Factor B) ความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น ความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์สูงและความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต่ำ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 152 คน 7 ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาเดิม ในอำเภอฆ้องชัย จังหวัดกาฬสินธุ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่กาฬสินธุ์ เขต 2 คือ โรงเรียนเหล่ากลางวิทยาคม โรงเรียนฆ้องชัยวิทยาคม และโรงเรียนไตรรัตน์วิทยาคม

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 51 คน จำนวน 2 ห้องเรียน โรงเรียนไตรรัตน์วิทยาคม อำเภอฆ้องชัย จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยห้องที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 26 คน และห้องที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 25 คน



เครื่องมือในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด (กลุ่มทดลอง) และแผนการเรียนรู้ตามปกติ (กลุ่มควบคุม) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง

1.2 ศึกษาเอกสาร หลักสูตร หนังสือเรียน คู่มือครูที่เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.3 เขียนกรอบความคิดในการเตรียมบทเรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด และแผนการเรียนรู้ตามปกติ เสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

1.4 ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด และแผนการเรียนรู้ตามปกติ แล้วดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ พิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหาแก้ไขและให้ข้อเสนอแนะ

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและแผนการเรียนรู้ตามปกติที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแล้วปรับปรุงแก้ไขฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนลือชัยวิทยาคม อำเภอเมืองชัย จังหวัดกาฬสินธุ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 15 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหาอีกครั้ง ก่อนที่จะนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบ แบ่งออกเป็น 3 ชุด คือ

2.1 แบบทดสอบวัดแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับโมโนมิชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และ

การกำจัดของเสีย จำนวน 15 ข้อ ของประไพศรี หินสุข (2538 : 121-123) ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง ข้อสอบเป็นแบบปรนัยกึ่งอัตนัย โดยที่แต่ละโมโนมิตีมีจำนวนข้อสอบ ดังนี้ 1) โมโนมิตี : การย่อยอาหาร จำนวน 5 ข้อ 2) โมโนมิตี : การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ จำนวน 7 ข้อ 3) โมโนมิตี : การกำจัดของเสีย จำนวน 3 ข้อ

การตรวจคำตอบแต่ละโมโนมิตีการย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย ของนักเรียนแต่ละคน คำตอบหรือแนวความคิดเลือก แบ่งเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (Sound understanding : SU) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องครบสมบูรณ์ทั้งหมด สอดคล้องกับแนวความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

2. ความเข้าใจเพียงบางส่วน (Partial Understanding : PU) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องไม่ครบสมบูรณ์ ตามแนวความคิดเชิงวิทยาศาสตร์

3. ความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด (Partial understanding with a specific misconception : PU / SM) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องอธิบายเหตุผลบางส่วนถูกและมีบางส่วนไม่ถูกต้อง ตามแนวความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับโดยทั่วไป

4. แนวความคิดที่ผิดพลาด (Specific misconception : SM) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องตามแนวความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

5. ความไม่เข้าใจ (No understanding : NU) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายเหตุผลหรืออธิบายเหตุผล ไม่ตรงกับคำตอบที่เลือกไว้ หรือเลือกคำตอบผิด

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์จำนวน 30 ข้อ ของรุ่งระวี ศิริบุญนาม (2551 : 113-123) ใช้เวลาในการทดสอบ 1.30 ชั่วโมง เป็นข้อสอบแบบอัตนัย ตามแนวคิดของบลูม (Bloom) ซึ่งวัดนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความยากตั้งแต่ 0.38 ถึง 0.95 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.34 ถึง 0.76 ค่าความเชื่อมั่น

ทั้งฉบับเท่ากับ 0.77 นำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธัญชัยวิทยา อําเภอมัญชัย จังหวัดกาฬสินธุ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ปีการศึกษา 2552 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (Item-total correlation) และ ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านความสำคัญ มี 9 ข้อ 2) ด้านความสัมพันธ์ มี 10 ข้อ 3) ด้านหลักการ มี 11 ข้อ

3. แบบสอบถามความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง แบ่งธรรมชาติวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ 2) ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 ข้อ 3) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 ข้อ 4) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม จำนวน 34 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยนำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหาสารคามไปขอความร่วมมือจากผู้อำนวยการโรงเรียนไตรรัตน์วิทยาคม โรงเรียนธัญชัยวิทยา อําเภอมัญชัย จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อขออนุญาตทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ทำการวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนทำแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ตรวจนับความถี่ แปลความถี่เป็นคะแนน ใช้คะแนน T-Score แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ นักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับสูง และนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ ซึ่งนักเรียน 2 กลุ่ม มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ($p < .05$)

3. ผู้วิจัยดำเนินการให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดวิเคราะห์แล้วนำมาตรวจให้คะแนน

4. ผู้วิจัยดำเนินการสอนทั้ง 2 กลุ่ม โดยเป็นผู้สอนเอง ระยะเวลาโดยใช้สอนกลุ่มละ 15 ชั่วโมง

5. เมื่อดำเนินการสอนเสร็จแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียน

กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดความคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับโมโนมิติชีววิทยา: การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย

6. ตรวจผลการทำแบบทดสอบแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. นำกระดาษคำตอบที่ได้มาตรวจสอบความสมบูรณ์ของการตอบ

2. นำกระดาษคำตอบที่ได้จากการสอบวัดแนวความคิดเลือก เกี่ยวกับโมโนมิติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย มาตรวจนับความถี่และคำนวณหาร้อยละในแต่ละสมโนมิตีแล้วนำเสนอในรูปแบบตาราง

3. นำคะแนนที่ได้จากการสอบวัดการคิดวิเคราะห์ มาหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. นำคะแนนที่ได้จากการสอบวัดการคิดวิเคราะห์ มาทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Two - way ANCOVA) โดยทดสอบจากการแจกแจงแบบโค้งปกติ (Normality) ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (Homogeneity of variance) ของข้อมูล ซึ่งข้อมูลสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นดังกล่าว

5. วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) ของคะแนนวัดการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สถิติทดสอบ Dependent t - test (จิระพรรณ สุขศรีงาม, 2536 : 433)

6. นำข้อมูลที่เป็นจำนวนความถี่ แต่ละข้อแต่ละสมโนมิติของนักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามระดับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไปทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ (Chi - square test for independence) แล้วทำการเปรียบเทียบแนวความคิดเลือกที่ผิดพลาดเกี่ยวกับโมโนมิติชีววิทยา : การย่อยอาหารการหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย มาตรวจนับความถี่และคำนวณหาร้อยละในแต่ละสมโนมิตี

7. นำคะแนนความคิดวิเคราะห์หลังเรียน โดยรวมเป็นรายด้านมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ F-test (Two-way ANCOVA)



ผลการวิจัย

ผลการวิจัยมีดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์แนวความคิด

เลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสียโดยส่วนรวม และจำแนกตามระดับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

1.1 นักเรียนกลุ่มทดลองโดยส่วนรวม มีความเข้าใจเพียงบางส่วนมากที่สุด รองลงมาคือมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวคิดที่ผิดพลาด และมีแนวคิดที่ผิดพลาด เกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย ตามลำดับ นักเรียนกลุ่มควบคุมโดยส่วนรวม มีความเข้าใจเพียงบางส่วนมากที่สุด รองลงมาคือ มีแนวความคิดที่ผิดพลาด มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด มีความไม่เข้าใจ และมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ เกี่ยวกับมโนคติทั้งสามตามลำดับ โดยนักเรียนกลุ่มทดลองโดยส่วนรวม มีความเข้าใจ

อย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด และมีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 1)

1.2 นักเรียนกลุ่มทดลองที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับสูง มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมาคือมีความเข้าใจเพียงบางส่วน และมีแนวคิดที่ผิดพลาด เกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสียตามลำดับ

นักเรียนกลุ่มควบคุมที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับสูง มีความเข้าใจเพียงบางส่วนมากที่สุด รองลงมาคือมีแนวความคิดที่ผิดพลาด มีความเข้าใจเพียงบางส่วน และมีแนวความคิดที่ผิดพลาด มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ และมีความไม่เข้าใจ เกี่ยวกับมโนคติทั้งสามตามลำดับ โดยนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับสูง มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีแนวคิดที่ผิดพลาด น้อยกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด (กลุ่มทดลอง) และการเรียนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม)

	มโนคติชีววิทยา	กลุ่มตัวอย่าง	แนวความคิดเลือก					χ^2	p
			SU	PU	PU/SM	SM	NU		
นักเรียนโดยส่วนรวม	การย่อยอาหาร	กลุ่มทดลอง	10*	13	2	1	0	43.377	.000*
		กลุ่มควบคุม	2	11	5*	6*	1		
	การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ	กลุ่มทดลอง	8*	13	3	2	0	33.636	.000*
		กลุ่มควบคุม	1	13	4	5*	2		
	การกำจัดของเสีย	กลุ่มทดลอง	9*	13	1	3	0	47.462	.000*
		กลุ่มควบคุม	1	10	5*	9*	0		
นักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับสูง	การย่อยอาหาร	กลุ่มทดลอง	6*	5	0	1	0	63.585	.000*
		กลุ่มควบคุม	2	6	3	3	0		
	การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ	กลุ่มทดลอง	6*	6	0	0	0	66.753	.000*
		กลุ่มควบคุม	1	8	2	2	1		
	การกำจัดของเสีย	กลุ่มทดลอง	6*	6	0	0	0	48.231	.000*
		กลุ่มควบคุม	1	6	2	5*	0		
นักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ	การย่อยอาหาร	กลุ่มทดลอง	4*	8	2	0	0	65.885	.000*
		กลุ่มควบคุม	0	5	2	3	1		
	การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ	กลุ่มทดลอง	2	7	3	2	0	27.233	.000*
		กลุ่มควบคุม	0	5	2	3	1		
	การกำจัดของเสีย	กลุ่มทดลอง	3	7	1	3	0	39.962	.000*
		กลุ่มควบคุม	0	4	3	4*	0		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 นักเรียนกลุ่มทดลองที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ มีความเข้าใจเพียงบางส่วนมากที่สุด รองลงมาคือมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ มีความเข้าใจเพียงบางส่วน และมีแนวความคิดที่ผิดพลาด และมีแนวคิดที่ผิดพลาด เกี่ยวกับโมเลกุลชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย ตามลำดับ นักเรียนกลุ่มควบคุมที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ มีความเข้าใจเพียงบางส่วนมากที่สุด รองลงมาคือ มีแนวความคิดที่ผิดพลาด มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด และมีความไม่เข้าใจ เกี่ยวกับโมเลกุลทั้งสามตามลำดับโดยนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด และมีความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 การคิดวิเคราะห์

2.1 นักเรียนกลุ่มทดลอง โดยส่วนรวมที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับสูง และที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำมีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์โดยรวมและเป็นรายด้าน 3 ด้าน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 นักเรียนกลุ่มควบคุม โดยส่วนรวม ที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับสูง และที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ มีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์โดยรวมและเป็นรายด้าน 3 ด้าน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 นักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติระดับสูง มีการคิดวิเคราะห์โดยรวม และเป็นรายด้าน 2 ด้าน คือ ด้านความสำคัญและด้านความสัมพันธ์มากกว่านักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4 นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีการคิดวิเคราะห์โดยรวม และเป็นรายด้าน 2 ด้าน คือ ด้านความสัมพันธ์และด้านหลักการ มากกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.5 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์กับรูปแบบการเรียนรู้ต่อการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้าน

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยมีประเด็นสำคัญนำมาอภิปรายผลดังนี้

จากการศึกษาและเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นโดยใช้เทคนิคการรู้คิดกับการเรียนปกติ ที่มีต่อแนวความคิดเกี่ยวกับโมเลกุลชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต่างกัน อภิปรายผลได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยส่วนรวม และจำแนกตามระดับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับโมเลกุลชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย น้อยกว่านักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามระดับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด โดยส่วนรวมมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ ในโมเลกุลชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย มากกว่านักเรียนที่มีการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รุ่งนาลักษณ์ ราชภักดี, 2550 : บทคัดย่อ) และสอดคล้องกับการเรียนโมเลกุลชีววิทยาอื่นๆ ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด เช่น นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเรียนโมเลกุลชีววิทยา : พืชหรือสัตว์ การจำแนกพืชและการจำแนกสัตว์ เนาวรัตน์ อภศิริ, 2550 : บทคัดย่อ) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโมเลกุลชีววิทยา : เซลล์ การเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์และการแบ่งเซลล์ (ศิริกุล พลบูรณ์, 2550 : บทคัดย่อ) พบว่ามีแนวความคิดที่ถูกต้องมากกว่าแต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

การที่นักเรียนเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นโดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีแนวความคิดที่ถูกต้องหรือมีโมเลกุลทาง



ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ของนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต่างกันและเรียนรู้โดยใช้ รูปแบบการเรียนต่างกัน (Two-way ANCOVA)

Source	SS	df	MS	F	P
1. ด้านความสำคัญ					
คะแนนก่อนเรียน	4.337	1	4.337	1.953	.169
ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์	13.602	1	13.602	6.127	.017*
รูปแบบการเรียน	.071	1	.071	.032	.859
ปฏิสัมพันธ์	.606	1	.606	.273	.604
ความคลาดเคลื่อน	102.116	46	2.220		
2. ด้านความสัมพันธ์					
คะแนนก่อนเรียน	4.225	1	4.225	2.096	.154
ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์	48.176	1	48.176	23.901	.000*
รูปแบบการเรียน	9.265	1	9.265	5.123	.029*
ปฏิสัมพันธ์	.499	1	.499	.550	.316
ความคลาดเคลื่อน	92.720	46	2.016		
3. ด้านหลักการ					
คะแนนก่อนเรียน	5.506	1	5.506	2.807	.101
ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์	.641	1	.641	.327	.570
รูปแบบการเรียน	10.456	1	10.456	5.330	.026*
ปฏิสัมพันธ์	.095	1	.095	.048	.827
ความคลาดเคลื่อน	90.236	46	1.962		
4. โดยรวม					
คะแนนก่อนเรียน	44.234	1	44.234	5.609	.022*
ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์	16.90.7	1	16.90.7	2.144	.015*
รูปแบบการเรียน	115.921	1	115.921	14.698	.000*
ปฏิสัมพันธ์	.119	1	.119	.015	.903
ความคลาดเคลื่อน	362.760	46	7.886		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (Scientific conception) มากกว่าแต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดหรือมโนคติที่ผิดพลาด (Misconceptions) น้อยกว่าการเรียนแบบปกติ (การเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น) อาจเนื่องมาจากการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีกระบวนการที่ชัดเจนในแต่ละขั้นตอน มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกและค้นหาความรู้ภายใต้กรอบการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งมีขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนใช้กรอบความรู้เดิมในการจัดระเบียบสิ่งเร้าใหม่ถูกต้องมากขึ้น (Georgiades, 2000 : 119-139) ประกอบกับในระหว่างเรียนแต่ละขั้นนักเรียนได้ใช้เทคนิคการรู้คิด (Metacognitive moves) ซึ่งเป็นทักษะในการคิดเพื่อช่วยให้นักเรียน “ตระหนักรู้ในความคิดของตนเอง” (Thinking about thinking) (Livingston, 1997 : 29) โดยอาศัยเทคนิค 3 ประการ คือ ความสามารถเข้าใจได้ (Intelligibility) ความเชื่อถือได้ (Plausibility) และการใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง (Wide-applicability) โดย

นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดของตนเองและของเพื่อนๆ โดยการวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์หรือโต้แย้ง ทำให้เกิดการเรียนรู้ตามกระบวนการสร้างสรรค์ความรู้เชิงสังคม (Social constructivism) ส่งผลให้นักเรียนได้สร้างแนวความคิดที่ถูกต้องได้มากขึ้น เป็นแนวความคิดที่คงทน (Durability) และสามารถถ่ายโอนได้ดี โดยเฉพาะในขั้นการนำความรู้ไปใช้ (Eisenkraft, 2003 : 57-59) ดังนั้น นักเรียนจึงมีแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากกว่าการเรียนแบบปกติ

2. นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับสูง และนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นโดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีการคิดวิเคราะห์ทั้งโดยรวมและเป็นรายด้านทุกด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถในการคิด

วิเคราะห์ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รติพร ศรีลาดเลา, 2551 : บทคัดย่อ) และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีคะแนนการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (จุภาภา ประถมวงษ์, 2551 : บทคัดย่อ) การที่ผลวิจัยเป็นเช่นนั้นเนื่องมาจากรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีกระบวนการที่เป็นขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีกระบวนการที่สามารถพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาตามแนวคิดของ Piaget (Barman, 1989 : 28-31) ในเรื่องการปรับตัว ทั้งแบบปรับขยายโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Assimilation) การปรับหรือโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Accommodation) และจัดระเบียบสิ่งเร้าใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Organization) ในระหว่างการเรียนชั้นการสำรวจ ชั้นอธิบาย และชั้นขยายความคิด (Lawson, 2001 : 165) อีกทั้งนักเรียนยังได้ฝึกใช้เทคนิคการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา และใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง (Wide-applicability) (Nickerson, Perkins and Smith, 1985 : 4-5) ควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง ที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับการเรียนรู้ใหม่และได้แย่งแนวความคิดของเพื่อน ๆ ตลอดจนใช้กระบวนการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative) ช่วยกันสร้างความรู้ให้ถูกต้องตามแนวความคิดของกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้เชิงสังคม (Social constructivism) (Vygotsky, 1978 : 57) ด้วยสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จึงทำให้นักเรียนมีโอกาสร่วมสร้างองค์ความรู้อย่างมีกระบวนการ จึงส่งผลให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน

3. นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยเทคนิคการรู้คิด มีการคิดวิเคราะห์หลังเรียน โดยรวมและเป็นรายด้าน 2 ด้าน คือด้านความสัมพันธ์และด้านหลักการ สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ ($p < .05$) สอดคล้องกับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ซึ่งผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่านักเรียนที่แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รุ่งระวี ศิริบุญนาม, 2551 : บทคัดย่อ) การที่ผลวิจัยเป็นเช่นนั้นเนื่องมาจากรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ให้

ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาด้านต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีสอดคล้องกับหลักการปรับตัวทั้งสองแบบ คือ ทั้งแบบปรับขยายโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Assimilation) การปรับหรือโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Accommodation) ของ Piaget และยังเน้นให้นักเรียนได้ประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่เรียกว่า “การถ่ายโอนความรู้” (Thorndike, 1923 : 165-167) ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย อีกทั้งเทคนิคการรู้คิด เป็นเทคนิคที่สามารถช่วยให้นักเรียนใช้การรู้คิดได้อย่างเหมาะสม เพื่อช่วยให้นักเรียนสะสางแสวงหาความรู้ ใช้ความรู้และควบคุมทั้งความรู้และทักษะการคิดอื่น ๆ ได้ (Nickerson and others, 1985 : 1) เมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมในชั้นต่างๆ ของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด จึงเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

4. นักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับสูง มีการคิดวิเคราะห์หลังเรียนโดยรวมและรายด้าน 2 ด้าน คือด้านความสำคัญและด้านความสัมพันธ์ มากกว่านักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ ($p < .05$) เนื่องมาจากนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องจะมีทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับการประเมินความเที่ยงตรงเชื่อถือได้ของหลักฐานที่ใช้ในการอ้างอิง (Meichtry, 1993 : 432) มีความแตกฉานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสามารถทั้งในการกลั่นกรองความรู้ ทักษะในการแก้ปัญหา ตลอดจนเจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ (Welch, 1981 : 53-64) และมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล (Bybee and others, 1991 : 146) ดังนั้นนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับสูง จึงมีความสามารถดังกล่าวสูงกว่านักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ นอกจากนี้นักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติระดับสูงส่วนมากมีแรงจูงใจในการเรียนสูงด้วย (กรมวิชาการ, 2546 : 27) ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้สติปัญญาขั้นสูง โดยเฉพาะการคิดวิเคราะห์ มากกว่านักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ

5. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้าใจธรรมชาติ



วิทยาศาสตร์กับรูปแบบการเรียนรู้ต่อการคิดวิเคราะห์โดยรวม และรายด้าน สะท้อนให้เห็นว่า ไม่ว่านักเรียนจะมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับสูงหรือระดับต่ำ หากได้รับการจัดการเรียนรู้หรือการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิด ก็จะสามารถพัฒนาให้เกิดความคิดขั้นสูงได้ ซึ่งการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีความสอดคล้องกับทฤษฎีการพัฒนาสติปัญญาของ Piaget ในเรื่องการปรับตัว (Adaptation) และการจัดระเบียบความรู้ (Organization) ทฤษฎีสถิตนิยม (Social constructivism) ตลอดจนการจัดกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาหลายรูปแบบโดยใช้เทคนิคการรู้คิด (Metacognitive moves) (Livingston, 1997 : 29) จึงทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนความสามารถทางสติปัญญาและความคิดขั้นสูงอย่างสม่ำเสมอ

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนโดยส่วนรวม และจำแนกตามระดับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับโมเลกุลชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย น้อยกว่านักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามระดับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีการคิดวิเคราะห์โดยรวม และเป็นรายด้าน 2 ด้าน คือ ด้านความสัมพันธ์และด้านหลักการ มากกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติระดับสูง มีการคิดวิเคราะห์โดยรวม และเป็นรายด้าน 2 ด้าน คือ ด้านความสำคัญและด้านความสัมพันธ์มากกว่านักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์กับรูปแบบการเรียนรู้ต่อการคิดวิเคราะห์โดยรวม และรายด้าน

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ครูวิทยาศาสตร์ควรนำรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยควรจะทำการศึกษาลำดับขั้นในการในการจัดกิจกรรมการสอนให้เข้าใจ แล้วนำไปใช้เป็นวิธีหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อจะให้นักเรียนมีแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับโมเลกุลชีววิทยาอย่างถูกต้อง และยังสามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลือจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ สุขศรีงาม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ จีระพรรณ สุขศรีงาม ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์มยุรี ภารการ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.เนตรชนก จันทรัสวง ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณา ให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องอย่างดียิ่ง ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- จีระพรรณ สุขศรีงาม. (2536). **ชีวิตเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- ประไพศรี หินชู. (2538). **การศึกษาแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับโมเลกุลชีววิทยา : การย่อยอาหารการหมุนเวียนเลือดและก๊าซ และการกำจัดของเสีย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. (2546). **การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาเด็กให้เป็นคนเก่ง ดี มีความสุข**. เอกสารประกอบการสัมมนาเก่ง ดี มีความสุข วันที่ 29 มีนาคม 2546 ณ โรงแรมนิวกัง.

- _____. (2537). การเรียนรู้ตามทัศนะกลุ่มสร้างสรรค์
ความรู้ (Constructivist) กับการสอนวิทยาศาสตร์.
ว. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. 12(2) :
111-117 ; กรกฎาคม - ธันวาคม.
- _____. (2530). ค่านิยมวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์.
ว. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. 10(2) :
60-74 ; กรกฎาคม-ธันวาคม.
- _____. (2530). “แนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์,” วิจัยและพัฒนากาเรียนการสอน.
ว. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 10(2) : 1-8 ;
กรกฎาคม-ธันวาคม.
- ยุทธ ไถยวรรณ. (2545). พื้นฐานการวิจัย (ปรับปรุงใหม่).
กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- รติพร ศรีลาดเลา. (2551). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบ
วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5
ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์
และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.
- รุ่งนาลัย ราชภักดี. (2550). การเปรียบเทียบผลการเรียน
แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด
และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิด
เลือกเกี่ยวกับโมเมนต์ชีววิทยา : การย่อยอาหาร การ
หมุนเวียนของเลือดและแก๊ส และการกำจัดของเสีย และ
การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา]
ปีที่ 2 ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.
- รุ่งระวี ศิริบุญนาม. (2551). การเปรียบเทียบความสามารถ
ในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส และเจตคติต่อ
การเรียนรู้เคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับ
การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การเรียนรู้แบบ
KWL และการเรียนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- จุฬาภา ประถมวงษ์. (2551). การเปรียบเทียบความสามารถใน
การคิดวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น
พื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องสารในชีวิตประจำวันของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนแบบวัฏจักร
การเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7
ขั้น (7E). วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.
- ศิริกุล พลบูรณ์. (2550). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบ
วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและการ
เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อแนวความคิด
เลือกเกี่ยวกับโมเมนต์ชีววิทยา : เซลล์ การแบ่งเซลล์
และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์และการคิดเชิงวิพากษ์
วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีเพศต่าง
กัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.
- Ausubel, D. (1968). **Educational Psychology**. New
York : Holt, Rinehart and Winston.
- Barman, C.R. (1989). “The 5E Learning Cycle : Making
It Work,” **Science and Children**. 26(7) : 29-32 ;
April.
- Beeth, M.E. (1998). “Facilitating Conceptual Change
Learning : The Need for Teachers to Support
Metacognition,” **Journal of Science Teacher
Education**. 9(1) : 49-61 ; February, b.
- Blank, M. Lisa. (2000). “A Metacognitive Learning
Cycle : A Better Warranty for Student
Understanding?,” **Science Education**. 84(4) : 486-
516 ; September.
- Bybee, R.W. and others. (1991). “Integrating the
History and Nature of Science and Technology
in Science and Social Studies Curriculum,”
Science Education. 75(1) : 143-155 ; July.



- Eisenkraft, Arther. (2003). "Expanding the 5E Model : A Proposed 7E Model Emphasizes "Transfer of Learning" and the Importance of Eliciting Prior Understanding," **The Science Teacher**. 70(6) : 56-59 ; September.
- Flavell, J.H. (1979). "Metacognition and Cognitive Monitoring : A New Area of Cognitive Developmental Inquiry," **American Psychologist**. 34 : 906-911 ; February.
- Georghiades, P. (2000). "Beyond Conceptual Change Learning in Science Education : Focusing on Transfer, Durability and Metacognition," **Educational Research**. 42(2) : 119-139 ; May.
- Hewson, P.W. and M.G. Hewson. (1988). "An Appropriate Conception of Teaching Science : A View from Studies of Science Learning," **Science Education**. 75(2) : 579-614 ; May.
- Lawson, Anton. E. (2001). "Using the Learning Cycle to Teach Biology Concepts and Reasoning Patterns," **Journal of Biology Education**. 35(4) : 165 ; August.
- Livingston, J.A.(1997). **Metacognition : An Overview**. <<http://www.gse.buffalo.edu/fas/shuell/CEP564/Metacog.htm>> 2007.
- Meichtry, Y.J. (1993). "The Impact of Science Curricula on Student View about the Nature of Science," **Journal of Research in Science Teaching**. 30(50) : 429-443 ; May.
- Mittlefehldt, Sarah and Tina Grotzer. (2008). **Using Metacognition to Facilitate the Causal Models in Learning Density and Pressure**. 2003. <<http://web.harrard.edu/Research/UCPproject.html>>
- Nickerson, R.S., D.N. Perkin and E.E. Smith. (1985). **The Teaching of Thinking**. Hillsdale, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.
- Thorndike, E.L. (1923). **Educational Psychology, Vol. II : The Psychology of Learning**. New York : Teachers College, Columbia University.
- Vygotsky, L. (1978). "Theories of Learning Social Constructivism," **Mind in Society**. London : Harvard University Press.
- Wavering, M.J. (1980). "What Are the Basics of Science Education What Is Important to Know How to Use Knowledge or How to Obtain Answer?," **School Science and Mathematics**. 29(8) : 123 ; December.
- Welch, P. (1981). "Inquiry and the Science Teacher," in **What Research Says to the Science Teacher Volume 3**. edited by N.C. Harms and Harms and R.E. Yager. p.53° 64 Washington, D.C. : Nation Science Teacher Association.