

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์  
ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)  
ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง  
ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

The Study of Biology Achievement and Scientific Analytical Thinking  
by using 7E Learning Cycle with Concept Mapping Technique  
on Photosynthesis of 11<sup>th</sup> Grade Students

กมลชนก อินตะเมาะ<sup>1</sup> นพมณี เชื้อวชิรจันทร์<sup>2</sup> เชษฐ ศิริสวัสดิ<sup>3</sup>

Kamonchanok Intamong<sup>1</sup> Nopmanee Chauvacharin<sup>2</sup> and Chade Sirisawat<sup>3</sup>

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 51 คน เครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 7 แผน แบบทดสอบย่อยทำนองจริง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยายและใช้การวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ เพื่อตอบคำถามการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง เฉลี่ยร้อยละ 55.93
2. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง เฉลี่ยร้อยละ 59.85

**คำสำคัญ** การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)  
การเขียนแผนผังมโนทัศน์

<sup>1</sup>นิสิตระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

<sup>2</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

<sup>3</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

## ABSTRACT

This classroom action research was aimed to study biology achievement and scientific analytical thinking after using 7E learning cycle with concept mapping technique on photosynthesis. The target group in this research is fifty-one students of eleventh grade in the second semester of the 2015 academic year at Chonradsadornumrung school, Chonburi province. The research instruments were seven study plans based on both 7E learning cycle with concept mapping technique on Photosynthesis, ended cycle tests, biology achievement tests and scientific analytical thinking tests. The data were analyzed by percentage, mean ( $\bar{x}$ ), standard deviation (S.D.), measuring development score and descriptive analysis.

The research revealed that:

1. The biology achievement using 7E learning cycle with concept mapping technique had development scores in high level with 55.93%.
2. The scientific analytical thinking using 7E learning cycle with concept mapping technique had development scores in high level with 58.46%.

**Keywords :** Scientific analytical thinking, 7E learning cycle, Concept mapping technique

### ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบัน และอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ยังช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีชีวิต ทั้งการคิด เป็นเหตุเป็นผล การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหา ความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์ พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลก สมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 75) แต่เนื่องจากสังคมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ ตลอดเวลาและต้องรับข่าวสารจำนวนมาก ดังนั้นการ จัดการเรียนรู้ควรพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพและ ความสามารถในการคิดค้นเป็นคุณสมบัติที่พึง ประสงค์ ซึ่งความสามารถในการคิดวิเคราะห์นั้นนับเป็นสิ่ง สำคัญในการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน แต่ยังคงพบปัญหา ผู้เรียนที่มีคะแนนต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งทราบได้จากผลการ

ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) และผลการประเมินตาม โครงการประเมินผลผู้เรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA)

จากผลการประเมินจากข้อสอบ PISA ในปี 2006, 2009 และ 2012 พบว่าผู้เรียนไทย ยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของที่ องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) กำหนดไว้ที่ 500 คะแนน (โครงการ PISA, 2556, หน้า 18-19) เนื่องจากข้อสอบ PISA เน้นวัดความสามารถ และทักษะในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้ในชีวิตจริง นอกโรงเรียน นอกจากนั้นผลการประเมินการทดสอบทาง การศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2554- 2557 พบว่า ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยใน วิชาวิทยาศาสตร์ คือ 27.90, 33.10, 30.48 และ 32.54 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557) และพบว่าคะแนน O-NET ของโรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี ในปี 2556 และ 2557 ได้คะแนนในกลุ่ม สาระวิทยาศาสตร์ เฉลี่ย 38.38 และ 41.26 คะแนน

ตามลำดับ ถึงแม้ผลคะแนนจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่คะแนนยังคงต่ำกว่าที่โรงเรียนกำหนด (โรงเรียนชลราษฎรอำรุง, 2558) เนื่องจากข้อสอบ O-NET ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติเน้นการคิดวิเคราะห์หาเหตุผล แต่กระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียนส่วนมากในรายวิชาชีววิทยายังเป็นแบบท่องจำ มีการเน้นการพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ค่อนข้างน้อย ทำให้ผู้เรียนไม่คุ้นเคยกับการคิดวิเคราะห์ และจากการสำรวจของผู้วิจัยที่พบว่าโรงเรียนที่ทำการวิจัยก็มีแนวโน้มไปในลักษณะเดียวกัน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาชีววิทยา 3 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง มีแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เนื่องด้วยเนื้อหาเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานภายในของพืชที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ทั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงยังมีการเชื่อมโยงกันของเนื้อหา และมีการวิเคราะห์กระบวนการทดลองเพื่อพิสูจน์กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 2 รหัสวิชา 32241 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 มีเกรดเฉลี่ยน้อยกว่าและเท่ากับ 2.5 คิดเป็นจำนวน ร้อยละ 49.02 หรืออาจกล่าวได้ว่าพบผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาต่ำเกือบครึ่งของจำนวนนักเรียนทั้งหมด (งานวัดผลและประเมินผลกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง, 2558) รวมถึงจากการสัมภาษณ์ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และการสัมภาษณ์ครูประจำวิชาชีววิทยาที่มีประสบการณ์สอนมากกว่า 10 ปี (จิราภรณ์ พลมัน, สัมภาษณ์, 10 มิถุนายน 2558) ทำให้ทราบว่าผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 ส่วนใหญ่ควรพัฒนาเพิ่มเติมด้านการคิดวิเคราะห์และการเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ หรืออาจกล่าวได้ว่าผู้เรียนจะได้สามารถนำความรู้ในเนื้อหาที่ได้เรียนรู้แล้วมาเชื่อมโยงหรือใช้ความรู้นั้นในเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ใหม่ได้ และจะได้สามารถนำความรู้มาอธิบายหรือขยายความรู้ต่อได้ ซึ่งจะส่งผลเสริมถึงการคิดวิเคราะห์และการคิดขั้นสูงต่อไป จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรจะมีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ควบคู่กันไป

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และการเขียนแผนผังมโนทัศน์ โดยการสอนตามแนวทาง 7E เป็นการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ร่วมกันและประเมินผลด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้แบบ 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความเข้าใจ 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมิน 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Eisenkraft, 2003, pp. 56-59) โดยเพิ่มขั้นทบทวนความรู้เดิมและขั้นนำความรู้ไปใช้ การสอนตามแนวทาง 7E มีขั้นตอนการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงและต่อเนื่องกันที่ชัดเจน โดยเริ่มจากการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อช่วยให้ครูได้รับรู้ถึงความรู้เดิมของผู้เรียนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงข้อสรุปเป็นความรู้เดิมที่ถูกต้อง และครูสามารถมองเห็นจุดที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาหรือเกิดความสนใจและแนวทางที่สำรวจค้นหาและสร้างองค์ความรู้ในเรื่องใหม่ การขยายความรู้เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ แล้วมีการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และขยายความคิดรวบยอดเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือหัวข้อที่เรียนแล้วไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหัวข้ออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน จากการศึกษางานวิจัยของ วีระพล ภาระเวช (2550) ชุนทอง คล้ายทอง (2554) และสุพันธ์ณี ชุนนุ้ย และคณะ (2556, หน้า 37-48) ที่ได้จัดการเรียนตามแนวทาง 7E พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และธัญญรีย์ สมองดี (2556) ที่ได้จัดการเรียนตามแนวทาง 7E พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น นอกจากนั้นการเขียนแผนผังมโนทัศน์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิด การสร้างความรู้ การสรุปและการนำเสนอแนวคิดหลักได้ด้วยตนเอง โครงสร้างผังมโนทัศน์เป็นการรวมความรู้ต่างๆ มาจัดการอย่างมีระบบ โดยนำความรู้มากำหนดเป็นมโนทัศน์ย่อยและนำมโนทัศน์เหล่านั้นมาเชื่อมโยงกันอย่างมีความหมาย เมื่อต้องการสร้างผังมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องใดก็ใช้ประเด็นสำคัญที่สุดของเรื่องนั้นมาใช้เป็นมโนทัศน์หลักแล้วจึงขยายความที่

เป็นรายละเอียดประกอบด้วยมโนทัศน์ย่อย ทำให้ผู้เรียนได้จัดมโนทัศน์ต่างๆ ให้เป็นหมวดหมู่และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกันได้ มีความรู้ ความเข้าใจ และมีความคิดระดับสูงด้านการคิดวิเคราะห์ และนำไปสู่การสังเคราะห์ การคิดแก้ปัญหาและตัดสินใจ รวมทั้งต้องสามารถสืบค้นความรู้เพิ่มเติมและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549, หน้า 41) จากการศึกษางานวิจัยของ เอเดียน คุณาลิทธิ (2556) ที่ได้จัดการเรียนโดยเน้นแผนผังมโนทัศน์ พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น

นอกจากนี้ วชิราพันธ์ แก้วประพันธ์ (2546) ได้จัดการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนผ่านเว็บ พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น เช่นเดียวกับ พิชัย จันทรพร้อม (2542) ที่ได้จัดการเรียนโดยใช้ผังมโนทัศน์กับสอนตามคู่มือครูของ สสวท. พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง 7E และการเขียนแผนผังมโนทัศน์

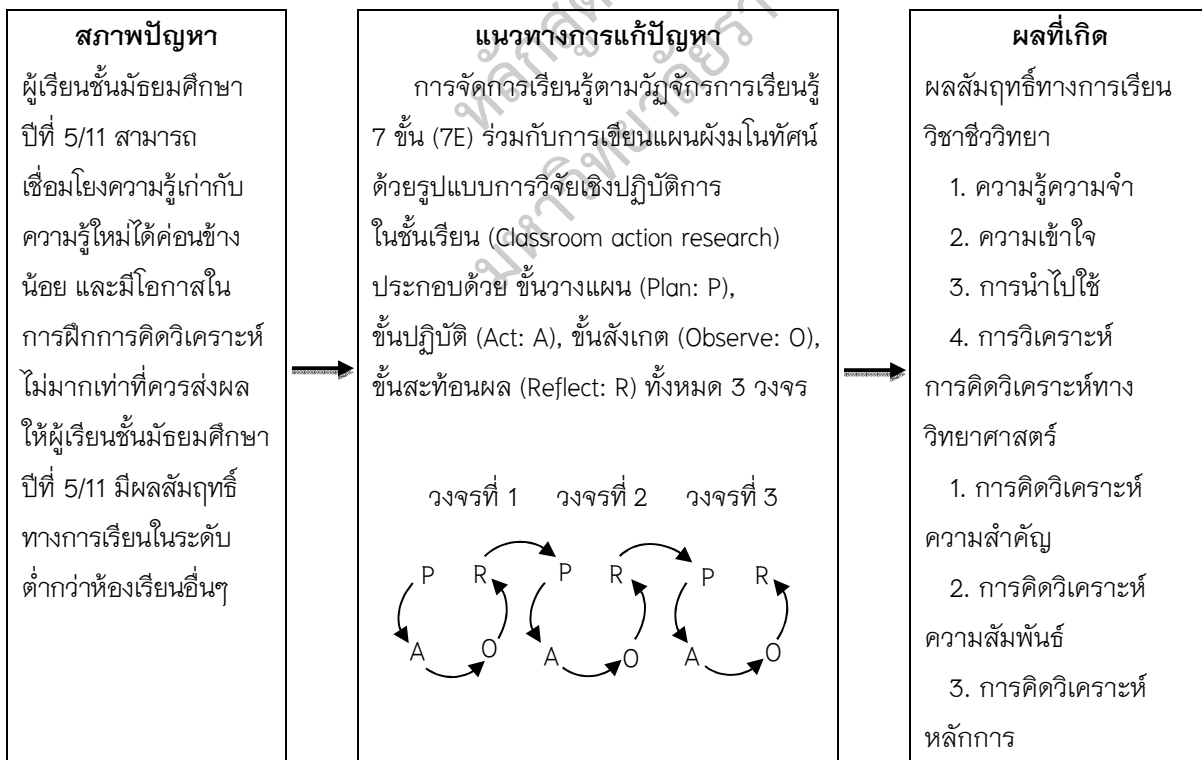
แสดงให้เห็นว่าสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ได้

จากการศึกษาสภาพปัญหา ความสำคัญ และการศึกษางานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาควบคู่ไปกับการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 ที่ได้รับการสอนชีววิทยาโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง
2. เพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 ที่ได้รับการสอนชีววิทยาโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์

### กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพประกอบ กรอบแนวคิดของการวิจัย

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 51 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนห้องเรียนแผนการสอนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ที่ควรพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

### 2. เครื่องมือและคุณภาพเครื่องมือวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ 7 แผน ได้แก่ 1) การค้นคว้าที่เกี่ยวกับข้อกับการสังเคราะห์ด้วยแสง 2) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 3) โฟโตเรสไพเรชัน 4) กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C4 5) กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM 6) ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง และ 7) การปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ มีลำดับขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจ 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้นขยายความคิด 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเขียนแผนผังมโนทัศน์สอดแทรกในทุกๆ แผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและขั้นขยายความคิด จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรม นำคะแนนที่ได้จากการประเมินมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 7 แผน พบว่าได้ค่าเฉลี่ย 4.36, 4.21, 4.33, 4.44, 4.32, 4.44 และ 4.33 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยรวม 4.34 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมมาก

2.2 แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร เป็นแบบทดสอบย่อยให้ผู้เรียนทดสอบหลังจบกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจร จำนวน 3 วงจร เป็นแบบทดสอบปรนัย

ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แต่ละวงจร ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา จำนวน 8 ข้อ และแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ เพื่อสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจร นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดกับจุดประสงค์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.82

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดกับจุดประสงค์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.93 นำข้อสอบไปทดสอบกับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จากนั้นทำการเลือกข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย ที่มีค่าความยากง่าย (p) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 203) อยู่ระหว่าง 0.20-0.77 ค่าอำนาจจำแนก (r) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 214) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ทั้งฉบับเท่ากับ 0.75

2.4 แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้อง มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.84 นำข้อสอบไปทดสอบกับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จากนั้นทำการเลือกข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย ที่มีค่าความยากง่าย (p) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 203) อยู่ระหว่าง 0.23-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 214) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ทั้งฉบับเท่ากับ 0.65

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มเป้าหมายในช่วงแรก โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 30 ข้อ ประกอบด้วยด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์ รวมทั้งแบบทดสอบวัดการคิด



วิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ประกอบด้วย ด้านความสำคัญ ด้านความสัมพันธ์ และด้านหลักการ จากนั้นดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ 7 แผน จำนวน 17 ชั่วโมง โดยดำเนินการสอนแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 4 ขั้นตอน (PAOR : Plan, Act, Observe, Reflect) ต่อเนื่องกันเป็น 3 วงจร ดังนี้

วงจรที่ 1 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2

วงจรที่ 2 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-5

วงจรที่ 3 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6-7

ระหว่างดำเนินการสอนผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงบรรยาย เมื่อดำเนินการสอนเสร็จสิ้นในแต่ละวงจรผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบท้ายวงจรเพื่อนำไปสะท้อนผลและหาแนวทางแก้ไขในวงจรถัดไป คือ เมื่อเสร็จสิ้นวงจรที่ 1 ผู้วิจัยจะทำการสะท้อนผลข้อมูลเชิงบรรยาย ที่ได้จากการบันทึกของครูผู้สอน และผู้ช่วยวิจัย รวมทั้งสัมภาษณ์ผู้เรียน และแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน และข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายวงจรของผู้เรียน ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำไปเป็นข้อมูลเพื่อใช้ปรับปรุงแก้ไขการเรียนรู้ของผู้เรียนในวงจรที่ 2 และเมื่อเสร็จสิ้นวงจรที่ 2 ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาสะท้อนผลเพื่อปรับปรุงแก้ไขการเรียนรู้ของผู้เรียนในวงจรที่ 3 ถัดไป

จากนั้นเมื่อสิ้นสุดการสอนในวงจรที่ 3 แล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง และแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ ส่วนข้อมูลเชิงบรรยายจะนำมาสังเคราะห์ข้อมูล ปัญหาที่ควรปรับปรุง และพัฒนาต่อไป

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ สถิติที่ใช้

ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scales), ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและตามโครงสร้าง (IOC: Index of item objective congruence), ดัชนีอำนาจจำแนก (r), ดัชนีค่าความยากง่าย (p) และค่าความเชื่อมั่น โดยใช้ KR-20 สำหรับสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยาย และการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Development score: DS) และเกณฑ์การแปลผลระดับพัฒนาการ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 276-279)

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลและได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง พบว่า ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 มีคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทั้งฉบับ เฉลี่ยร้อยละ 55.93 ผู้เรียนมีพัฒนาการระดับสูง เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความรู้-ความจำ มีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด ร้อยละ 76.62 รองลงมาเป็นด้านความเข้าใจ ร้อยละ 50.35 ด้านการคิดวิเคราะห์ ร้อยละ 48.63 และด้านการนำไปใช้ ร้อยละ 45.10 ตามลำดับ

2. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง พบว่า ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 มีคะแนนพัฒนาการของการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งฉบับ เฉลี่ยร้อยละ 59.85 ผู้เรียนมีพัฒนาการระดับสูง เมื่อพิจารณาการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์เป็นรายด้าน พบว่า ด้านการวิเคราะห์

ความสำคัญ มีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด ร้อยละ 71.55 รองลงมาเป็นด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ร้อยละ 55.44 ด้านการวิเคราะห์หลักการ ร้อยละ 50.60 ตามลำดับ

3. ผลพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์วงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 3 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงมากที่สุด คือ วงจรที่ 1 วงจรที่ 2 และวงจรที่ 3 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 5.86, 5.80 และ 5.68 ตามลำดับ โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เป็น 1.15, 1.31 และ 1.35 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่า มีแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงลดลงเล็กน้อย จากการสังเกตของผู้วิจัย การสัมภาษณ์ผู้เรียนและวิเคราะห์แบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน พบว่า เนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ในวงจรที่ 2 มีเนื้อหาที่ซับซ้อนกว่าในวงจรที่ 1 เพราะต้องใช้การวิเคราะห์ เปรียบเทียบข้อมูล ทั้งยังต้องนำความรู้ที่ได้จากวงจรที่ 1 มาเป็นพื้นฐานและใช้เชื่อมโยงกับเนื้อหาในวงจรที่ 2 ซึ่งหากความเข้าใจของผู้เรียนมีความคลาดเคลื่อนก็จะส่งผลต่อการทำความเข้าใจเนื้อหาในวงจรที่ 2 ในวงจรที่ 3 ผู้เรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาลดลงจากวงจรที่ 2 โดยเนื้อหาในวงจรที่ 3 เน้นการนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน พบว่าผู้เรียนจำนวนหนึ่งสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนรู้กับสิ่งที่พบเห็นได้น้อย นอกจากนั้นผู้เรียนยังต้องเตรียมตัวสอบปลายภาคของทุกวิชา และต้องรับผิดชอบภาระงานของวิชาชีววิทยาและวิชาอื่นๆ เพื่อส่งให้ทันกำหนดก่อนปลายภาคเรียน จึงทำให้ผู้เรียนมีเวลาเตรียมตัวและให้ความสำคัญกับการสอบย่อยน้อยลง และมีคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ วงจรที่ 3 วงจรที่ 2 และวงจรที่ 1 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 2.36, 2.24 และ 1.92 ตามลำดับ โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เป็น 0.56, 0.70 และ 0.79 ตามลำดับ จะเห็นว่า มีแนวโน้มคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากการสังเกตของผู้วิจัย ผังมโนทัศน์ที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้น การสัมภาษณ์ผู้เรียนและวิเคราะห์แบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนสามารถแยกแยะ

องค์ประกอบของเนื้อหา หรือแยกแยะมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รองได้ และยังสามารถนามโนทัศน์ต่างๆ มาเชื่อมโยง หาความสัมพันธ์กันได้เพิ่มขึ้นในแต่ละวงจร รวมถึงการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปกันภายในกลุ่มของตนเองและนำเสนอให้สมาชิกในห้อง ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดกัน ระหว่างการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับเนื้อหาอื่นๆ ได้พอสมควร นอกจากนั้นผู้เรียนยังให้สัมภาษณ์ว่าจำนวนแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรมีจำนวนน้อยกว่าเมื่อเทียบกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา บวกกับผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเตรียมตัวอ่านเนื้อหาอื่นมาก่อนมากนักจึงเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนตั้งใจทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของผู้เรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 ที่ได้รับการสอนชีววิทยาโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง เฉลี่ยร้อยละ 55.93
2. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 ที่ได้รับการสอนชีววิทยาโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง เฉลี่ยร้อยละ 59.85

### อภิปรายผล

ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 ได้ผลการวิจัยและอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาจากการวิจัยนี้ ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์หากพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของกลุ่มเป้าหมายรายด้าน พบว่า

มีคะแนนพัฒนาการ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการวิเคราะห์และด้านการนำไปใช้เรียงลำดับจากสูงไปต่ำ อาจเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และมีการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เพื่อเป็นการสรุปความรู้ที่ได้ศึกษา ผู้เรียนสามารถนำแผนผังมโนทัศน์มาทบทวนความรู้ได้และทำให้ผู้เรียนเกิดความคงทนของข้อมูลอีกด้วย ส่งผลต่อการพัฒนาด้านความรู้-ความจำให้มีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด ร้อยละ 76.62 หรือจัดอยู่ในการพัฒนาการระดับสูงมาก การมีความรู้-ความจำที่ดีนั้นเป็นพื้นฐานของความเข้าใจในเนื้อหา จึงทำให้ผลคะแนนพัฒนาการทางด้านความเข้าใจมีคะแนนพัฒนาการสูงเป็นลำดับที่ 2 ร้อยละ 50.35 หรืออยู่ในการพัฒนาการระดับกลาง จากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง และมีการอภิปรายกลุ่มเพื่อวิเคราะห์และร่วมกันลงข้อสรุปของเนื้อหาแล้วสร้างแผนผังมโนทัศน์ที่ผู้เรียนสามารถนำกลับมาอ่านทบทวนความรู้ได้ ทั้งนี้ยังมีการเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่เข้าด้วยกันซึ่งต้องอาศัยความรู้-ความจำของเนื้อหา หรือความคงทนของความรู้ เพื่อช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ซึ่งเป็นส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ ศิริพร ทูเครือ (2544) ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ มีผลการเรียนรู้ และความคงทนในการเรียนรู้ สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยความคงทนของความรู้เป็นพื้นฐานต่อการมีผลการเรียนรู้ที่สูงขึ้นด้วยเช่นกัน สำหรับด้านการวิเคราะห์มีคะแนนพัฒนาการสูงเป็นลำดับที่ 3 ร้อยละ 48.63 หรืออยู่ในการพัฒนาการระดับกลาง ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการวิเคราะห์แยกแยะ จำแนกมโนทัศน์ หาความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน รวมทั้งยังต้องวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อนำไปเชื่อมโยงกับความรู้อื่น ในชั้นขยายความรู้โดยอาศัยพื้นฐานของความรู้-ความจำ และความเข้าใจจึงทำให้ด้านการวิเคราะห์มีคะแนนพัฒนาการที่เพิ่มขึ้น และอาจเนื่องจากการ

วิเคราะห์เป็นการคิดขั้นสูง การพัฒนาด้านการวิเคราะห์ของผู้เรียนจึงต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกฝนพอสมควร เพื่อพัฒนา เช่นเดียวกับที่ ทิศนา แคมมณี (2548, หน้า 301-302) กล่าวว่า ในการเรียนรู้ต้องให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกคิด ทั้งการฝึกการใช้เหตุผล การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ ฝึกค้นหาคำตอบจากเรื่องที่เรียน เพื่อให้เกิดความกระจ่างในเรื่องที่ศึกษา ผู้วิจัยเชื่อว่าหากมีการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงต่อไป จะทำให้การวิเคราะห์ของผู้เรียนมีคะแนนพัฒนาการที่สูงขึ้น ด้านการนำไปใช้มีคะแนนพัฒนาการน้อยที่สุด ร้อยละ 45.10 หรืออยู่ในการพัฒนาการระดับกลาง อาจเนื่องมาจาก หลังจากที่ผู้เรียนได้ผ่านการจัดการเรียนรู้แล้วนั้น ผู้เรียนนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ไม่ดีเท่าที่ควร จากเนื้อหา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับการทำงานภายในของพืชระดับโมเลกุลหรือเนื้อหาล้วนมากเป็นนามธรรม อีกทั้งจำนวนข้อของแบบทดสอบวัดด้านการนำไปใช้มีปริมาณน้อยเกินไป ทำให้ผลที่ได้ อาจจะมาจากการคาดเดาของผู้เรียน ซึ่งทำให้ผลไม่ตรงกับความเป็นจริง อย่างไรก็ตามพบว่าคะแนนพัฒนาการรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา อยู่ในระดับสูง ซึ่งจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้สอนทราบถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียนและผู้เรียนสามารถได้สรุปความรู้พื้นฐานเดิมร่วมกันเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ก่อนจะร่วมกันนำความรู้ที่ได้จากการค้นคว้ามาวิเคราะห์อภิปรายร่วมกันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มแล้วนำมาเขียนแผนผังมโนทัศน์ร่วมกัน นอกจากนั้นยังมีการนำเสนอแผนผังมโนทัศน์ และให้ผู้เรียนภายในชั้นเรียนร่วมกันลงข้อสรุปและให้ข้อเสนอแนะกับงานของสมาชิกกลุ่มอื่น ทั้งนี้หลังจากที่นักเรียนได้ร่วมกันสร้างองค์ความรู้แล้ว ยังมีการพยายามนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ เช่น การนำความรู้ไปเผยแพร่ให้บุคคลอื่นได้ทราบ หรืออาจกล่าวได้ว่าจากการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นพบความรู้และตอบสนองต่อสถานการณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและสนุกกับการเรียนและยัง



สามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนความรู้และความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนเพื่อช่วยให้ผู้สอนทราบถึงพื้นฐานของนักเรียนแต่ละคน และปรับความเข้าใจให้ตรงกัน สอดคล้องกับทฤษฎีของบรุนเนอร์ (Bruner, 1963, pp. 1-54 อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2553) โดยกล่าวว่า มนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง จากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่างๆ การลงมือกระทำ จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี นอกจากนั้น การเขียนแผนผังมโนทัศน์ยังทำให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง อันเกิดจากการรวบรวมความรู้ของเนื้อหาแล้ว นำเปรียบเทียบ แยกแยะองค์ประกอบของเนื้อหา จากการสร้างแผนผังมโนทัศน์นี้จะเห็นได้ว่าผู้เรียนได้มีการรวบรวมข้อมูลจากการอภิปรายภายในกลุ่ม ก่อนจะทำการแยกแยะข้อมูลต่างๆ ออกเป็นส่วนๆ ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ทำให้เข้าใจในพบเรียน นอกจากนั้น แผนผังมโนทัศน์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นยังสามารถใช้เป็นแหล่งความรู้ที่ผู้เรียนจะสามารถนำกลับมาทบทวนได้ทุกครั้งเมื่อต้องการ เหตุนี้จึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดส่งผลให้เกิดการเรียนรู้สูงขึ้น สอดคล้องกับ วัชรวิภา เล่าเรียนดี (2549) กล่าวว่า การใช้แผนผังมโนทัศน์แสดงถึงการเรียนรู้ที่มีความหมายที่สามารถเชื่อมโยงเรื่องราวสาระความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกันได้ ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งกว้างขวางมากขึ้น ช่วยในการจำ ช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดโดยสร้างแผนผังเชื่อมโยง สอดคล้องกับ ลักษณะ ศิริมาลา (2553) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E รูปแบบการวิจัยเป็นแบบ One-Shot Case Study พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีผู้เรียนที่ได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 29 คน จากทั้งหมด 36 คน คิดเป็นร้อยละ 80.56 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ ธัญญรีย์ สมองดี (2556) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

วิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผู้เรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สำหรับสุพันธ์ณี ขุนนุ้ย และคณะ (2556, หน้า 37-48) ที่ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ Siribunnam and Tayraukham (2009) ศึกษาผลการคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของวิชาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วย 7E, KWL และการเรียนการสอนแบบเดิม พบว่า ผู้เรียนที่ได้เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วย 7E ส่งผลให้การคิดวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของวิชาเคมีสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และจากงานวิจัยชิ้นอื่น พบว่ารูปแบบการสอน 7E ช่วยให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน การเข้าใจผิดของเนื้อหาลดลง และผู้เรียนยังสามารถตอบคำถามได้ดีขึ้นอีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ อารีวรรณ ชัตติยะวงศ์ และคณะ (2556) ศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ เรื่อง พันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ Otor (2013, pp. 182-189) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหาวิชาเคมีที่ซับซ้อน เรื่อง โครงสร้างของสสารและการแลกเปลี่ยนพลังงาน ผ่านการเขียนแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 1,357 คน โดยสุ่มจากโรงเรียน 2 โรงเรียน ในประเทศไนจีเรีย พบว่า หลังได้รับการสอนด้วยการใช้แผนผังมโนทัศน์ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จากผลการวิจัยข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และการเขียนแผนผังมโนทัศน์สามารถพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ และสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้

2. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาวิจัยนี้ ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ หากพิจารณาผลการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายรายด้าน พบว่ามีคะแนนพัฒนาการด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ มีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด ร้อยละ 71.55 รองลงมาเป็นด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ร้อยละ 55.44 และด้านการวิเคราะห์หลักการ ร้อยละ 50.60 ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญ ผู้เรียนสามารถอ่านบทความแล้วแยกแยะความสำคัญของเรื่องได้โดยไม่ต้องอาศัยประสบการณ์เดิมร่วมมากนัก เมื่อเทียบกับการคิดวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์ที่ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทั้งความเหมือน ความแตกต่าง และการคิดวิเคราะห์หลักการ ที่ผู้เรียนต้องนำบางส่วนของบทความมาเชื่อมโยงกันสร้างเป็นหลักการ และอาจจะต้องใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งถือว่าการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญ การคิดวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์ การคิดวิเคราะห์หลักการ มีความซับซ้อนขึ้นตามลำดับ ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่าหากผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ต่อไป จะสามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เมื่อพิจารณาคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยรวมทั้งฉบับ พบว่ามีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาถึงการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ จะเห็นว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เหมาะแก่การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมเพื่อฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูล และวิเคราะห์เนื้อหาข้อมูลด้วยตนเอง จากงานวิจัยผู้เรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลและร่วมกันอภิปรายกับสมาชิกภายในกลุ่มทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความคิด และมุมมองหลากหลายรูปแบบ ในการร่วมกันเขียนแผนผังมโนทัศน์นั้นผู้เรียนยังต้องวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็นส่วนๆ เพื่อนำมาเขียนแผนผังมโนทัศน์ให้มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด ทั้งนี้ผู้เรียนยังต้องนำความรู้ที่สรุปได้ไปขยายต่อ โดยต้องวิเคราะห์ว่า

เนื้อหาที่สรุปได้นั้นมีความเชื่อมโยงเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือประสบการณ์อื่นอย่างไร แล้วจึงนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาให้เกิดผลได้ต่อไป สอดคล้องกับแนวคิดของ เบญจมาศ ปทุมวัน (2546) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้มีการฝึกการคิดอย่างเป็นระบบก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหา การค้นหาและการแสวงหาความรู้ใหม่ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับ Beisenherz, Dantonio and Richardson (2001, pp. 34-38) ได้กล่าวว่า สิ่งสำคัญในการเรียนรู้ คือ การให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในประสบการณ์ การคิด เพราะหากผู้เรียนขาดทักษะในการคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ ผู้เรียนจะไม่สามารถสร้างคำอธิบายให้กับสิ่งที่ผู้เรียนสังเกตได้ นอกจากนั้น Novak and Gowin (1984) ที่กล่าวว่า แผนผังมโนทัศน์มีจุดมุ่งหมายที่จะแสดงความสัมพันธ์อย่างมีความหมายระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ ในรูปของหัวข้อตั้งแต่ 2 หัวข้อขึ้นไป โดยใช้คำเชื่อมให้เป็นหน่วยคำที่มีความหมาย ดังนั้นการฝึกการคิดวิเคราะห์ แยกแยะเนื้อหาที่เรียนรู้ด้วยตนเอง อันเกิดจากการรวบรวมความรู้จากการอภิปราย ทำความเข้าใจองค์ประกอบใหญ่หรือมโนทัศน์หลักเพื่อทราบองค์ประกอบที่สำคัญก่อนจะทำการแตกย่อยเพื่อหามโนทัศน์รองของแต่ละมโนทัศน์หลัก และยังมีการเชื่อมโยงมโนทัศน์แต่ละด้านเข้าด้วยคำเชื่อมต่างๆ ทำให้แผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นนั้นสมบูรณ์จากการสร้างแผนผังมโนทัศน์นี้จะเห็นได้ว่าผู้เรียนได้มีการรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ก่อนจะทำการแยกแยะข้อมูลต่างๆ ออกเป็นส่วนๆ ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองระหว่างการสร้างแผนผังมโนทัศน์ สอดคล้องกับ ชาญบุรุษย์ สมองดี (2556) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากผลการศึกษาดังกล่าวได้ข้อ พบว่า ผู้เรียนมีการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สำหรับ อาร์ม โปธิ์พัฒน์ (2550) ศึกษาผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า

ผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และจากเหตุผลดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการสอนโดยใช้วิธีการการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ สามารถพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ และสามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้น

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์นั้นครูผู้สอนควรศึกษาขั้นตอนต่างๆ ให้เข้าใจ เพื่อให้การสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งอธิบายขั้นตอนและรูปแบบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ให้ผู้เรียนอย่างชัดเจน

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งรูปแบบการเขียนแผนผังมโนทัศน์มีหลากหลายรูปแบบ ดังนั้นผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกใช้แผนผังมโนทัศน์ตามความเหมาะสม

1.3 การจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้เขียนแผนผังมโนทัศน์ในทุกๆ เมื่อหาอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายกับกิจกรรมรูปแบบเดิม จึงควรมีการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อความสุขในการเรียนรู้ของผู้เรียน และสามารถนำผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งด้านเนื้อหาหรือองค์ความรู้ รวมถึงการคิดวิเคราะห์ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้

#### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาในเนื้อหาเรื่องอื่นๆ ของผู้เรียน ช่วงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เช่น สรีรวิทยาของพืช สรีรวิทยาของสัตว์ อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น เพื่อเพิ่มบริบทที่กว้างขึ้น

2.2 ควรนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ไปพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการคิดขั้นสูงด้านอื่นๆ เช่น การคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น

2.3 จากการจัดการเรียนรู้ พบว่าผู้เรียนจำนวนหนึ่งไม่เห็นความสำคัญของการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง เพราะเข้าใจว่าเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเชิงโมเลกุลภายในพืช ที่ไม่เป็นรูปธรรม จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่ใส่ใจ ละเลยการเรียนในเนื้อหาดังกล่าว ดังนั้น นอกจากจะพัฒนาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิเคราะห์ ควรพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วย

### เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สำนักงาน

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

ขุนทอง คล้ายทอง. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา*

*ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค*

*การแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *ผลการประเมิน PISA*

*2012*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

- งานวัดผลและประเมินผล กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง. (2558). รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา. ชลบุรี: โรงเรียนชลราษฎรอำรุง.
- ทิตนา แชมมณี. (2548). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- \_\_\_\_\_. (2553). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญญรีย์ สมองดี. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เบญจมาศ ปทุมวัน. (2546). การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดยโสธร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พิชัย จันทร์พร้อม. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาตุศรีนคร จังหวัดสุรินทร์ ที่สอนโดยใช้ผังมโนมิติกับสอนตามคู่มือครูของ สสวท. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- โรงเรียนชลราษฎรอำรุง. (2558). รายงานประจำปีของสถานศึกษา ปีการศึกษา 2557. ชลบุรี: โรงเรียนชลราษฎรอำรุง.
- ลักษณ์ ศิริมาลา. (2553). ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วชิราพันธ์ แก้วประพันธ์. (2546). ผลของการนำเสนอแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนผ่านเว็บเรื่องสิ่งมีชีวิตกับสภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำของผู้เรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีแบบการคิดแบบไม่อิสระ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีระพล ภาวะเวช. (2550). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา 1 ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การแบ่งเซลล์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ (7E). วิทยานิพนธ์ วท.ม. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- วัชราน เล่าเรียนดี. (2549). เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศิริชัย กาญจนวาสิ. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริพร ทูเคื้อ. (2544). ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). การวัดผลการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 5. กทม: ประสานการ.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2557). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th/th/>.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็น. การพิมพ์.
- สุพันธ์ณี ขุนนุ้ย, จันทร์พร พรหมมาศ และเวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 24(1), 37-48.
- อารีวรรณ ชัดติยะวงศ์, เนตรชนก จันทร์สว่าง และนิตยา แซ่ซิ้ม. (2556). การศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 7(2), 213-220.
- อาร์ม โพธิ์พัฒน์. (2550). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แผนผังมโนคติ*. สารนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- เอเดียน คุณาลิทธิ. (2556). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแผนผังมโนทัศน์*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สุรินทร์: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model. *The Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- Beisenherz, P. C., Dantonio M., and Richardson, L. (2001). The learning cycle and instructional conversations. *Science Scope*, 24(4), 34-38.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- Otor, E. E. (2013). Effects of concept mapping strategy on students' achievement in difficult chemistry concepts. *Educational Research*, 4(2), 182-189.
- Siribunnam, R. and Tayraukham, S. (2009). Effect of 7-E, KWL and conventional instruction on analytical thinking learning achievement and attitudes toward chemistry learning. *Journal of Social Science*, 5(4), 279-282.