

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษามโนคติเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเปรียบเทียบ จากการดำเนินการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ดังนี้

#### 1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.1 ศึกษา มโนคติเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อน ระหว่าง และ หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบ
- 1.2 ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- 1.3 ศึกษา มโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้มโนคติเรื่องสมดุลเคมี

#### 2. วิธีดำเนินการวิจัย

##### 2.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 11 คน ประกอบด้วยนักเรียนชาย 5 คน และนักเรียนหญิง 6 คน ที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552

##### 2.2 มโนคติที่ศึกษา

เป็นมโนคติเรื่องสมดุลเคมี ได้แก่ การศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ผันกลับได้เพื่อนำไปสู่เรื่องการดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุลและภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี ต่อจากนั้นศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ณ ภาวะสมดุล การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล ปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อภาวะสมดุลและหลักของเลอชาเตลิเออร์นำหลักของเลอชาเตลิเออร์มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม รวมถึงการศึกษาภาวะสมดุลที่เกิดขึ้นในกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกาย ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สสวท., 2547)

##### 2.3 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิจัยเชิงตีความ (interpretive research) จากปรากฏการณ์ในโรงเรียนที่เป็นแหล่งวิจัย ผู้วิจัยได้ยึดหลักการทำความเข้าใจปรากฏการณ์จากมุมมองของผู้ที่มีส่วน

ร่วมในปรากฏการณ์ โดยใช้การสำรวจมโนคติ (concept survey) วิธีสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) และการสังเกตและจดบันทึก (observation and field note) การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาได้ถูกนำมาวิเคราะห์และตีความเพื่ออธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงมโนคติเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 แล้วนำผลการศึกษามานำเสนอเพื่อตอบคำถามวิจัย

## 2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ จำนวน 10 แผน รวม 16 ชั่วโมง ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบจะดำเนินการตามแนวทางของ Focus Action Reflection Guide (FAR Guide) ที่พัฒนาขึ้น โดย Treagust et al. (1998)

2.4.2 แบบสำรวจมโนคติเรื่องสมดุลเคมี เป็นแบบสำรวจแบบปรนัย จำนวน 11 ข้อ ใช้เวลาในการตอบแบบสำรวจ 1 ชั่วโมง 30 นาที การสำรวจมโนติก่อนเรียนและหลังเรียนใช้แบบสำรวจมโนคติฉบับเดียวกัน

2.4.3 แบบบันทึกการสังเกต ซึ่งมีหัวข้อในการสังเกตดังนี้ สังเกตบรรยากาศในห้องเรียน พฤติกรรมของนักเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนกับครู และจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้วิจัยเกิดข้อสงสัย

2.4.4 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) มีคำถามหลักและมีคำถามสำรองเพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนด้วยตัวเองหลังจากจัดการเรียนรู้เสร็จในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยสามารถถามคำถามเพื่อซักไซ้ไล่เลียงได้ โดยสัมภาษณ์นักเรียนในช่วงพักเที่ยงและหลังเลิกเรียน ใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณ 10-20 นาที/ครั้ง/คน ในการสัมภาษณ์แต่ละครั้งจะมีการบันทึกเทปการสัมภาษณ์ไว้ทุกครั้ง

2.4.5 แบบประเมิน ชิ้นงาน ผลงานนักเรียน เป็นแบบบันทึกผลงาน และชิ้นงานของนักเรียน และบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้วิจัยเกิดข้อสงสัย

## 2.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

มีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

2.5.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลมโนคติเรื่องสมดุลเคมีก่อนจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ ประมาณ 1 - 2 เดือน เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจมาวางแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ

2.5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ ผู้วิจัยบันทึกวิดีโอเทปการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อ

นำมาถอดวิดิโอเทป และบันทึกลงในแบบสังเกต และอาจจะสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากนักเรียนใน ส่วนที่ผู้วิจัยสงสัย

2.5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบกึ่ง โครงสร้าง ผู้วิจัย ดำเนินการสัมภาษณ์นักเรียนด้วยตัวเอง หลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบเสร็จในแต่ละ แผน โดยดำเนินการสัมภาษณ์ในช่วงพักเที่ยง และหลังเลิกเรียน ใช้เวลาในการสัมภาษณ์ ประมาณ 10-20 นาที/คน/ครั้ง และบันทึกเสียงการสัมภาษณ์ทุกครั้ง

2.5.4 การเก็บรวบรวมผลงาน ชิ้นงานนักเรียน หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการ เปรียบเทียบเสร็จในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้อันผู้วิจัยจะถ่ายสำเนาผลงาน ชิ้นงานนักเรียนเก็บไว้ทุก ครั้ง

2.5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลมโนคติเรื่องสมดุลเคมีหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ วิธีการเปรียบเทียบ ผู้วิจัยดำเนินการสำรวจหลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบครบทุก แผนการจัดการเรียนรู้แล้วประมาณ 1 อาทิตย์

## 2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจมโนคติเรื่องสมดุลเคมีก่อน จัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ ผู้วิจัยอ่านคำตอบของนักเรียนทุกคนอย่างละเอียด จัดกลุ่ม มโนคติของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ความสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และนำข้อมูลที่ได้ไป ใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ โดยเกณฑ์ความสอดคล้องกับมโนคติ ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ตามแนวคิดของ Haidar (1997) 5 ประเภท ดังนี้

2.6.1.1 มโนคติทางวิทยาศาสตร์ (sound understanding) หรือ SU คือ คำตอบของนักเรียนที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติที่เป็นที่ยอมรับและ สอดคล้องกับมโนคติของนักวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบ

2.6.1.2 มโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (partial understanding) หรือ PU คือ คำตอบของนักเรียนที่แสดงว่ามีมโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติที่เป็นที่ยอมรับและ สอดคล้องกับมโนคติของนักวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ

2.6.1.3 มโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนคติคลาดเคลื่อน บางส่วน (partial understanding with specific misconception) หรือ PU&MU คือ คำตอบของ นักเรียนที่แสดงว่ามีมโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติที่เป็นที่ยอมรับและสอดคล้องกับมโนคติของ นักวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบและมีบางส่วนที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจาก มโนคติทางวิทยาศาสตร์

2.6.1.4 มโนคติคลาดเคลื่อน (specific misconception) หรือ MU คือ คำตอบของนักเรียนที่แสดงมโนคติที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากมโนคติที่เป็นที่ยอมรับ และสอดคล้องกับมโนคติของนักวิทยาศาสตร์

2.6.1.5 ไม่เข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ (no understanding) หรือ NU คือ การที่นักเรียนไม่ตอบคำถาม ตอบคำถามในลักษณะทวนคำถามหรือตอบคำถามไม่ตรงประเด็น

2.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการสังเกตแบบมีส่วนร่วม ผู้วิจัยศึกษาวิดีโอเทปบันทึกการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบอย่างละเอียด และบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) จากสิ่งที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติเรื่องสมดุลเคมี

2.6.3 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยถอดเทปบันทึกเสียงแบบคำต่อคำ และอ่านโดยละเอียด จัดกลุ่มคำตอบของผู้เรียน โดยใช้มโนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติเรื่องสมดุลเคมี

2.6.4 การวิเคราะห์ข้อมูลจากผลงาน และชิ้นงานของนักเรียน ผู้วิจัยตรวจคำตอบ และวิเคราะห์เนื้อหาพร้อมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติเรื่องสมดุลเคมี

2.6.5 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจมโนคติเรื่องสมดุลเคมีหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ ผู้วิจัยอ่านคำตอบของนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียด จัดกลุ่มมโนคติของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์ความสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติเรื่องสมดุลเคมี

### 3. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบเพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโนคติเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ครั้งนี้ สรุปได้ดังนี้

3.1 มโนคติเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อน ระหว่าง และหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบ พบว่านักเรียนมีมโนคติก่อนเรียนส่วนมากอยู่ในประเภทไม่เข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนไม่ได้อธิบายเหตุผลในการตอบคำถาม มีนักเรียนบางส่วนที่อธิบายเหตุผลในการตอบคำถามแต่ไม่สื่อความหมาย สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบ พบว่ามีบางมโนคติที่พบปัญหาในการจัดการเรียนรู้เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจมโนคติพื้นฐาน และเข้าใจมโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบบางมโนคติไม่ตรงกัน หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบ พบว่าในมโนคติเรื่องการคำนวณเข้าสู่ภาวะสมดุลที่เกี่ยวกับความ

เข้มข้นของสารก่อนและหลังเข้าสู่ภาวะสมดุล มโนคติเรื่องค่าคงที่สมดุล มโนคติเรื่องการรบกวนภาวะสมดุลและหลักการของเลอชาเตอลิเอ นักเรียนส่วนมากมีมโนคติอยู่ในประเภทมโนคติคลาดเคลื่อน ลักษณะความคลาดเคลื่อนที่พบคือการเลือกใช้มโนคติไม่เหมาะสมกับบริบท ส่วนในมโนคติเรื่องภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี นักเรียนส่วนมากมีมโนคติอยู่ในประเภทไม่เข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนอธิบายเหตุผลไม่สื่อความหมาย ตอบทวนคำถาม และไม่ตอบคำถาม ส่วนมโนคติเรื่องการดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุลที่เกี่ยวกับความเข้มข้นของสารเมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล นักเรียนส่วนมากมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมี มโนคติเรื่องการดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุลที่เกี่ยวกับตัวเร่งปฏิกิริยากับการดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุล และมี มโนคติเรื่องสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม นักเรียนส่วนมากมีมโนคติอยู่ในประเภทมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

3.2 ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติเรื่องสมดุลเคมีพบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนมากมีมโนคติอยู่ในประเภทไม่เข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ หลังจากจัดการเรียนรู้โดยการเปรียบเทียบพบว่านักเรียนมีมโนคติหลังเรียนส่วนมากอยู่ในประเภทมโนคติคลาดเคลื่อน รองลงมาคือนักเรียนไม่เข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความคลาดเคลื่อนบางส่วนเกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบ และอาจจะเกิดจากปัจจัยด้านภาษาเนื่องจากในแบบสำรวจมโนคติบางข้อนักเรียนเข้าใจความหมายไม่ถูกต้อง นักเรียนอธิบายเหตุผลไม่สื่อความหมาย รวมทั้งพบผลกระทบจากปัจจัยด้านความเชื่อในแรงจูงใจ และปัจจัยด้านบริบทของสังคม

3.3 มโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบในการจัดการเรียนรู้มโนคติเรื่องสมดุลเคมี

3.3.1 มโนคติเรื่องภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี มโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือสภาวะสมดุลในบ่อน้ำพุ นักเรียนบางคนเข้าใจว่า ระดับน้ำในบ่อน้ำพุจะไม่คงที่ เนื่องจากเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบเปิด น้ำจะระเหยออกไปตลอดเวลา ทำให้ระดับน้ำในบ่อน้ำพุลดลงเรื่อย ๆ ดังนั้นก่อนที่จะนำมาใช้มโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ จะต้องแน่ใจว่านักเรียนเข้าใจมโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบอย่างแท้จริง

3.3.2 มโนคติเรื่องการดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุล มโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ สถานการณ์สมมติการโยนลูกมะพร้าวระหว่างเพื่อนบ้าน นักเรียนบางคนจะมีมโนคติคลาดเคลื่อนที่ว่าเพื่อนบ้านทั้งสองคนจะโยนมะพร้าวได้เท่ากันก็ต่อเมื่อจำนวนลูกมะพร้าวทั้งสองข้างเท่ากัน เมื่อนักเรียนเชื่อมโยงไปสู่มโนคติเรื่องการดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุลนักเรียนจึงเกิดมโนคติคลาดเคลื่อนที่ว่าปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะเท่ากับปฏิกิริยาย้อนกลับเมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นและ

สารผลิตภัณฑ์เท่ากัน เพราะฉะนั้นครูจะต้องคอยให้คำแนะนำในการใช้วิธีการเปรียบเทียบในการจัดการเรียนรู้

3.3.3 มโนคติเรื่องค่าคงที่สมดุล มโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือสภาวะสมดุลระดับน้ำ นักเรียนสามารถทำการทดลองและคำนวณหาค่าคงที่สมดุลระดับน้ำได้ด้วยตัวของตัวเอง นักเรียนสังเกตได้ว่าการเปลี่ยนปริมาณน้ำที่เติมลงไป ในหลอดฉีดยาไม่ได้ทำให้ค่าคงที่สมดุลระดับน้ำเปลี่ยนแปลงไป แต่วิธีการได้มาของค่าคงที่สมดุลระดับน้ำกับค่าคงที่สมดุลปฏิกิริยาเคมีมีความแตกต่าง ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างวิธีการคำนวณหาค่าคงที่สมดุลระดับน้ำกับค่าคงที่สมดุลปฏิกิริยาเคมี

3.3.4 มโนคติเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและหลักของเลอชาเตอลิเอ

3.3.4.1 มโนคติเรื่องการรบกวนภาวะสมดุลโดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น มโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบ คือ การรบกวนภาวะสมดุลระดับน้ำ นักเรียนเกิดมโนคติคลาดเคลื่อนที่ว่า น้ำจะถ่ายเทจากด้านที่มีปริมาณน้ำมากกว่าไปยังด้านที่มีปริมาณน้ำน้อยกว่า และระบบจะเข้าสู่ภาวะสมดุลเมื่อปริมาณน้ำทั้งสองด้านเท่ากัน นักเรียนไม่ได้ตระหนักถึงขนาดของหลอดฉีดยาที่มีขนาดไม่เท่ากัน น้ำจะถ่ายเทจากด้านที่มีระดับน้ำสูงกว่าไปยังด้านที่มีระดับน้ำต่ำกว่า ระบบจะเข้าสู่ภาวะสมดุลเมื่อระดับน้ำทั้งสองด้านมีระดับเท่ากัน แต่ไม่ได้หมายความว่าปริมาณน้ำทั้งสองด้านต้องเท่ากัน เพราะฉะนั้นในการนำการรบกวนภาวะสมดุลระดับน้ำมาใช้ในการเปรียบเทียบ จะต้องตระหนักถึงเรื่องของปริมาณน้ำในหลอดฉีดยาทั้งสองด้าน

3.3.4.2 มโนคติเรื่องการรบกวนภาวะสมดุลโดยการเปลี่ยนแปลงความดัน มโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบ คือ การรบกวนภาวะสมดุลของลูกโป่ง โดยเริ่มต้นจากการให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับความดันของแก๊สที่อยู่ในภาชนะขนาดเท่ากันแต่มีปริมาณแก๊สที่บรรจุภายในภาชนะแตกต่างกัน นักเรียนสามารถตอบได้ว่าภาชนะใบที่มีปริมาณแก๊สมากกว่ามีความดันมากกว่า แต่เนื่องจากสาเหตุในการปรับตัวสมดุลของลูกโป่งเป็นการหาที่อยู่ของแก๊ส แต่การปรับตัวของภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีเป็นการปรับตัวเพื่อเพิ่มหรือลดความดัน เพราะฉะนั้นจะต้องเปรียบเทียบทั้งความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่างมโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

3.3.4.3 มโนคติเรื่องการรบกวนภาวะสมดุลโดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ มโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบ คือ การรบกวนภาวะสมดุลระหว่างสถานะโดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยเริ่มต้นจากการอภิปรายการปรับตัวของมนุษย์เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง นักเรียนบางคนมีมโนคติคลาดเคลื่อนในเรื่องการเปลี่ยนแปลงแบบดูดและคายความร้อน ทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงมโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ได้ อาจทำ

ให้นักเรียนมีมโนคติคลาดเคลื่อนได้ จะต้องแน่ใจว่านักเรียนมีมโนคติเรื่องการเปลี่ยนแปลงแบบคู่ และคายความร้อนสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

#### 4. ข้อเสนอแนะ

##### 4.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

4.1.1 ผู้วิจัยควรให้ความสำคัญกับการสำรวจมโนคติควาใช้วิธีการที่หลากหลาย เพื่อล้วงลึกถึงความเข้าใจที่แท้จริงของผู้เรียน

4.1.2 ผู้วิจัยควรให้ความสำคัญกับผลของปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติอื่น ๆ เช่น ปัจจัยด้านภาษา ความเชื่อในแรงจูงใจ และบริบททางสังคม และจัดการเรียนรู้โดยอาศัยผลการศึกษาค้นคว้าของปัจจัยเหล่านี้

4.1.3 ผู้วิจัยควรให้ความสำคัญกับความทับซ้อนระหว่างมโนคติเรื่องสมดุลเคมี กับมโนคติเคมีอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการจัดการเรียนรู้

##### 4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้

4.2.1 ก่อนจัดการเรียนรู้มโนคติเรื่องสมดุลเคมี ควรมีการสำรวจมโนคติพื้นฐาน บางมโนคติที่จำเป็น เช่น มโนคติเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ มโนคติเรื่องของแข็ง ของเหลว และแก๊ส มโนคติเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพราะการที่นักเรียนมีมโนคติพื้นฐานเหล่านี้ไม่สมบูรณ์หรือ มโนคติคลาดเคลื่อนจะส่งผลกระทบต่อจัดการเรียนรู้มโนคติเรื่องสมดุลเคมี

4.2.2 ครูผู้สอนที่ต้องการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบในมโนคติเรื่องสมดุลเคมีจะต้องคำนึงถึงความคล้ายคลึงกันและความแตกต่างกันระหว่างมโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับมโนคติเรื่องสมดุลเคมี

4.2.3 มโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบจะต้องเป็นมโนคติที่นักเรียนคุ้นเคย ทำความเข้าใจได้ง่าย และคล้ายคลึงกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และควรมีการทดลองใช้มโนคติที่ใช้ในการเปรียบเทียบก่อนทำการสอน

4.2.4 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบครูจะต้องคอยควบคุมเวลาในการจัดกิจกรรมให้กระชับเหมาะสม