

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยมีดังนี้

1 เพื่อศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนใน วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102) เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขนาดใหญ่โรงเรียนหนึ่ง ในจังหวัดขอนแก่น สังกัด กรมสามัญศึกษา

2 เพื่อหาปัจจัยและสาเหตุของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน ในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ว 102) ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนขนาดใหญ่โรงเรียนหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น สังกัด กรมสามัญศึกษา จำนวน 2 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนขนาดใหญ่โรงเรียนหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 86

กลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาสัมภาษณ์ เป็นนักเรียนที่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำแบบทดสอบได้คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ 66.67 % ของแบบทดสอบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ หรือมีความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) มีความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อน (AC) และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) ในข้อนั้นๆ โดยทำการสัมภาษณ์ทีละคน ใช้เวลาคนละ 30 นาที ซึ่งกระทำการสัมภาษณ์ 2 ครั้ง คือ ก่อนและหลังการเรียนการสอน สัมภาษณ์เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน

รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง มี 3 ชนิด คือ

1) แบบทดสอบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องระบบนิเวศ เป็นแบบทดสอบ แบบอัตนัย จำนวน 27 ข้อ ครอบคลุมมโนคติ 16 มโนคติ ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา เท่ากับ 0.85 ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.02 - 0.09 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.37 - 0.75

2) แบบสัมภาษณ์มโนคติ เป็นแบบที่ไม่ได้กำหนดโครงสร้าง (Unstructured interviews) เป็นการสนทนา ซักถาม โดยใช้คำตอบของนักเรียนเป็นตัวกำหนดคำถามของข้อต่อไป

3) แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมแบบไม่มีส่วนร่วม (Non-participant observation) ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองโดยศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ "การสอนเพื่อให้เกิดมโนคติที่ถูกต้อง" ของ DeCecco (1968), Tyler (อ้างถึงใน Hoover 1965), คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตัวสรุปองค์การการสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนของ ดิลก (2523)

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนนี้ เป็นแบบ การจดบันทึกข้อความที่ได้จากการสังเกตโดยได้กำหนดหัวข้อที่ใช้ในการสังเกตไว้ล่วงหน้า แล้วจดบันทึกตามพฤติกรรมที่เห็น

การวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ IAP ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าที่ได้จากแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความถี่ และร้อยละ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัย แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อคือ

- 1) บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
- 2) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- 3) การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
- 4) การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

5.1.1 ในหัวข้อ บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ซึ่งการเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยจะใช้คะแนนจากการทดสอบ Postconception เป็นเกณฑ์ ได้ดังนี้

5.1.1.1 มโนคติเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสายใยอาหาร

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 91.67 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 4.76

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 85.91 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 2.38

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้

จากแผนภาพสายใยอาหาร นักเรียนไม่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในด้านผลกระทบที่เกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งสูญพันธุ์ไปจากห่วงโซ่อาหารอันใดอันหนึ่งในสายใยอาหารนั้นได้ เช่น จากสายใยอาหารนี้ถ้าตัดต้นสูญพันธุ์ไปจะเกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตชนิดใดมากที่สุด นักเรียนมีความเข้าใจดังนี้คือ

- กบ เพราะกบจะกินอาหารอย่างอื่นไม่ได้
- มนุษย์ เพราะมนุษย์เป็นสัตว์ที่จำเป็นต้องบริโภคสิ่งมีชีวิตทุกชนิดเข้าไปในร่างกาย

5.1.1.2 มโนคติเรื่องบทบาทของผู้ล่าและเหยื่อในระบบนิเวศ

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 75.79 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 1.19

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 69.45 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 1.19

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้

- นักเรียนจะใช้เกณฑ์ในการจัดจำแนกสัตว์ว่าสัตว์ชนิดใดเป็นผู้ล่าและสัตว์ชนิดใดเป็นเหยื่อ ดังนี้

- ความดุร้ายของสัตว์ เพราะสัตว์ไม่ดุร้ายจะไม่สามารถล่าได้
- ขนาดของสัตว์ เพราะถ้าสัตว์ตัวเล็กจะเป็นเหยื่อของสัตว์ตัวใหญ่กว่าเสมอ
- ความดุร้าย เพราะความดุร้ายทำให้เป็นผู้ล่า ความอ่อนแอทำให้เป็นเหยื่อ

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับการระบุว่าสัตว์ชนิดใดจัดเป็นผู้ล่าและสัตว์ชนิดใดจัดเป็นเหยื่อในห่วงโซ่อาหาร (ผกกาด→หนอน→ไก่→เหยี่ยว) มีดังนี้

จากคำถาม หนอนมีบทบาทเป็นอย่างไร นักเรียนเข้าใจว่า

- เป็นทั้งผู้ล่าและเหยื่อ เพราะหนอนล่าผักและไกล่าหนอน
- เป็นผู้บริโภค และผู้ล่าและเหยื่อ เพราะหนอนกินผักแล้วไกล่าหนอน

5.1.1.3 มโนคติเรื่อง การจัดจำแนกสัตว์ตามชนิดของอาหารสัตว์

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 74.46 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 5.36

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 69.06 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 2.97

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้

- นักเรียนจะใช้เกณฑ์ในการจัดจำแนกสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร (herbivore) และสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร (carnivore) ดังนี้

- ความดุร้าย เพราะสัตว์ดุร้ายจะมีความดุร้ายในการล่าสัตว์เป็นอาหาร
- ขนาดของสัตว์ เพราะถ้าขนาดเล็ก ๆ ก็ไม่สามารถกินสัตว์ตัวโต ๆ ได้

มโนคติที่คลาดเคลื่อน เกี่ยวกับการจัดจำแนกสัตว์บางชนิดตามลักษณะอาหารที่กิน มีดังนี้คือ

- นักเรียนลงข้อสรุปว่าสัตว์บางชนิดซึ่งโดยธรรมชาติเป็นสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร เช่น สุนัขและแมว (จัดเป็นพวก carnivore) แต่เมื่อมีผู้นำมาเลี้ยง จึงฝึกให้กินทั้งพืชและสัตว์

นักเรียนจึงเข้าใจว่า สัตว์เหล่านี้ควรจัดไว้ในพวกสัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร ตามเหตุผลดังนี้

- จัดไว้เป็นพวกที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร เพราะ ถ้ามันไม่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร ถ้าสอนหรือหัดแค่ไหนมันก็ไม่กิน
- จัดไว้เป็นพวกที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร เพราะ มันมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับสภาพที่ตัวเองอยู่

5.1.1.4 มโนคติเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหาร

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 75.01 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 2.38

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 64.88 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 2.97

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้

นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับ ปริมาณของสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหาร ในระบบนิเวศ (ข้าวโพด → หนู → งู → เหยี่ยว) ดังนี้

- ควรจะมีเหยี่ยว มากกว่า งู มากกว่า หนู มากกว่า ข้าวโพด เพราะเหยี่ยวเป็นผู้ล่าที่นำกล้วของสัตว์อื่น จึงมีจำนวนมากที่สุด
- ควรจะมีเหยี่ยว มากกว่า งู มากกว่า หนู มากกว่า ข้าวโพด เพราะ ฐานใหญ่ที่สุดคือผู้ที่มีกำลังมากที่สุด จึงมีปริมาณมากที่สุด และฐานที่น้อยลงตามลำดับก็มีกำลังลดลงตามลำดับ

5.1.1.5 มโนคติเรื่อง บทบาทของผู้ผลิตในระบบนิเวศ

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 54.77 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 2.38

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 60.72 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 0.00

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้

- นักเรียนเข้าใจว่าเฉพาะพืชสีเขียวเท่านั้นที่จัดเป็นผู้ผลิต เพราะมันจะสังเคราะห์แสงได้ก็ต่อเมื่อพืชมีสีเขียวเท่านั้น
- นักเรียนเข้าใจว่าเฉพาะพืชสีเขียวเท่านั้นที่จัดเป็นผู้ผลิต เพราะพืชสีเขียวสร้างอาหารได้เองโดยการปรุงอาหารอยู่ใต้ดินมาผสมกัน

5.1.1.6 มโนคติเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิตผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 70.24 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 3.57

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 59.52 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 1.19

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้

จากแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิต ผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ผู้วิจัยให้นักเรียนเติมคำในช่องว่าง และอธิบายความสัมพันธ์ของแผนภาพนั้น พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนดังนี้ ช่องที่ว่างไว้คือ

- คือ ปุ๋ย เพราะพืชและสัตว์ตาย แสงแดดจะเผาให้เป็นปุ๋ย
- คือ แร่ธาตุ เพราะสัตว์ที่ตายจะกลายเป็นดิน เป็นปุ๋ย ทำให้มีแร่ธาตุ
- คือ มนุษย์ เพราะพืช กระจ่าย เหี่ยวจะถูกมนุษย์กินไปหรือทำลายไป
- คือ อากาศ เพราะถ้าไม่มีอากาศ พืช กระจ่าย เหี่ยว ก็ต้องตาย

5.1.1.7 มโนคติเรื่อง บทบาทของผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 63.10 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 4.76

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 58.34 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 1.19

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้

- เห็นราจัดเป็นผู้ผลิต เพราะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ
 - เห็นรา จัดเป็นผู้ผลิตและย่อยสลายสารอินทรีย์ เพราะเห็นราคือพืช
- มีความสำคัญคือ ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์

5.1.1.8 มโนคติเรื่องห่วงโซ่อาหาร

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 67.06 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 1.60

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 44.85 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 1.19

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้

การเขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศในน้ำ นักเรียนจะนำสัตว์ที่มีขนาดใหญ่และดุร้ายที่สุดไว้ในลำดับแรกของห่วงโซ่อาหาร เช่น

- ปลาฉลาม → ปลาหมึก → กุ้ง → สาหร่าย เพราะ เรียงจากสัตว์ที่มีความดุร้ายไปหาสัตว์หรือพืชที่ไม่ดุร้าย
- ปลาฉลาม → ปลาหมึก → กุ้ง → สาหร่าย เพราะ สัตว์ใหญ่ต้องกินสัตว์เล็กเป็นอาหาร

- กุ้ง → สหรัย → ปลาทูน่า → ปลานิล เพราะ สหรัยไปกินกุ้งไม่ได้
กุ้งต้องไปกินสหรัย

การเขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศ บนบก นักเรียนจะนำสัตว์ที่มีขนาดใหญ่และดุร้ายที่สุดไว้ในลำดับแรกของห่วงโซ่อาหาร เช่น

- เทียน → งู → หนู → ข้าวโพด เพราะ หนูต้องกินข้าวโพด และงูกินหนู
และงูก็ถูกเทียนกิน
- เทียน → งู → หนู → ข้าวโพด เพราะ เทียนเป็นสัตว์ที่ดุร้าย คือว่าจะกิน
งู งูก็จะไปกินหนู หนูก็กินข้าวโพด
- เทียน → งู → หนู → ข้าวโพด เพราะ ขึ้นอยู่กับความดุร้ายของสัตว์

5.1.1.9 มโนคติเรื่อง บทบาทของผู้บริโภคในระบบนิเวศ

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 41.66 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 3.57

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 41.66 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 0.00

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้

- นักเรียนเข้าใจว่าปลาตูกและปลาช่อนสามารถคายไขมันออกมาเป็นอาหารได้ ในเวลาที่เขาตูกอาหาร แสดงว่า ปลาตูกและปลาช่อนสามารถสร้างอาหารได้เอง เพราะว่าเป็นสัตว์ที่พิเศษกว่าสัตว์อื่นคือสามารถสร้างอาหารได้เอง

5.1.1.10 มโนคติเรื่อง ความหมายของระบบนิเวศ

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 55.95 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 34.52

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 34.52 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 1.19

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้

- นักเรียนเข้าใจว่าตู้เลี้ยงปลาไม่จัดเป็นระบบนิเวศเพราะ ตู้เลี้ยงปลาเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ไม่จัดเป็นธรรมชาติจึงไม่ใช่ระบบนิเวศ

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนสรุปได้ดังนี้

- 1) หนังสือแบบเรียน ไม่ชัดเจน และไม่มีการเชื่อมโยงระหว่างมโนคติเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช

2) ประสบการณ์ที่ได้รับในชีวิตประจำวัน และการใช้ภาษาที่ไม่ใช่ภาษาเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละวันของนักเรียน

- 3) ความรู้เดิมที่นักเรียนมีมาก่อนเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
- 4) สถานการณ์การเรียนรู้โดยใช้สัญลักษณ์ นักเรียนสับสนเกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่ใช้
- 5) นักเรียนส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีการเรียนรู้โดยใช้การจำโน้มนำโดยปราศจากเหตุผล
- 6) นักเรียนพยายามลงข้อสรุปจากปรากฏการณ์ที่มีอยู่ภายในขอบเขตของตนเอง
- 7) นักเรียนจะพิจารณาค้นหาความคิด โดยอาศัยความคิดของตนเองเป็นใหญ่ โดยขาดการพิจารณาจากความรู้พื้นฐานที่จะนำมาเป็นเหตุผลประกอบ
- 8) เนื้อหาที่ค่อนข้างจะซับซ้อนทำให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาเหตุผลที่เป็นนามธรรมได้
- 9) การสอนในโรงเรียน ในบางเนื้อหาไม่มีการเชื่อมโยงระหว่างมโนคติเดิมกับมโนคติใหม่

10) ครูไม่ได้ตระหนักต่อความเป็นไปได้ที่นักเรียนจะเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน และไม่ได้เน้นการให้มโนคติที่ชัดเจนทั้งทางลบและบวก

5.1.2 ทิวข้อความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้

5.1.2.1 มโนคติเรื่อง ก๊าซที่ได้จากการหายใจเข้า-ออกของคน สัตว์ และพืช
การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 69.04 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 8.33

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 53.57 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 4.76

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้

- นักเรียนมีความเข้าใจว่า ก๊าซที่ได้จากการหายใจออกของคน สัตว์ และพืชคือ
- ทั้งก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพราะคนไม่ต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และพืชไม่ต้องการก๊าซออกซิเจน
 - ทั้งก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพราะมนุษย์ สัตว์ จะต้องรวมหายใจด้วยกัน ส่วนพืชไม่รวมกับคนและสัตว์

5.1.2.2 มโนคติเรื่อง บทบาทของก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีต่อการดำรงชีวิตของ คน สัตว์และพืช

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 55.36 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 3.57

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 49.41 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 4.16

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้

นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของ คน สัตว์และพืช ดังนี้

- เกี่ยวข้องกับพืชคือ พืชใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปรุงอาหาร และใช้ก๊าซออกซิเจนไว้หายใจเวลากลางคืน
- เกี่ยวข้องกับพืชคือ พืชดูดเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้า และคายก๊าซออกซิเจนออก เกี่ยวข้องกับคนและสัตว์คือ คนและสัตว์สูดเอาก๊าซออกซิเจนเข้า แล้วคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออก

5.1.2.3 มโนคติเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 60.71 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 4.76

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 41.83 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 0.59

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้

ความสัมพันธ์ระหว่างนกเอี้ยงที่อยู่บนหลังควาย มีความสัมพันธ์แบบ

- ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้ประโยชน์ แต่ก็ไม่เสียประโยชน์ เพราะ นกเอี้ยงอยู่บนหลังควายก็ได้ประโยชน์อยู่แล้ว ส่วนควายก็ได้ประโยชน์อะไรจากนกเอี้ยง
- ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ เพราะ นกเอี้ยงได้ประโยชน์จากควายฝ่ายเดียว ควายต้องพานนกเอี้ยงไปหาอาหาร จึงเสียประโยชน์

ความสัมพันธ์ระหว่างกาฝากกับต้นไม้ใหญ่ มีความสัมพันธ์แบบ

- ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้ประโยชน์ แต่ก็ไม่เสียประโยชน์ เพราะ กาฝากได้อาศัยบนต้นไม้แต่ต้นไม้ไม่ได้ประโยชน์จากนก แต่ก็ไม่เสียประโยชน์
- ต่างฝ่ายต่างให้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน เพราะกาฝากได้อาศัยต้นไม้ทำรัง และกาฝากช่วยกินหนอนที่กินต้นไม้ใหญ่

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนสรุปได้ดังนี้คือ

- 1) นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ไม่ถูกต้องมาก่อน
- 2) เนื้อหาค่อนข้างจะเป็นนามธรรม

3) นักเรียนไม่ได้ทำปฏิบัติการ

4) ตัวผู้เรียนไม่แสดงการรับรู้โนเมติ

5.1.3 ทักษะการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต นักเรียนมีโนเมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC)

เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้

5.1.3.1 มโนคติเรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีโนเมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 88.69 และไม่เข้าใจโนเมติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 5.36

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีโนเมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 85.13 และไม่เข้าใจโนเมติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 2.97

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้คือ

นักเรียนมีความเข้าใจว่าตัวอย่างดังต่อไปนี้เป็นการปรับตัวแบบชั่วคราวของสิ่งมีชีวิต

- ผักกะเจมีนมสีขาวหุ้มลำต้น เพราะ ผักกะเจมีนมหุ้มลำต้นตอนกลางคืน ตอนเช้าผักกะเจก็บานออกเพื่อสังเคราะห์แสง

- ต้นกระบองเพชรเปลี่ยนใบเป็นหนาม เพราะ กระบองเพชรจะต้องเปลี่ยนหนามเป็นดอกต่อไป หรือ ถ้าอากาศชุ่มชื้น กระบองเพชรก็จะเปลี่ยนหนามเป็นใบอีกครั้ง

นักเรียนมีความเข้าใจว่าตัวอย่างดังต่อไปนี้เป็นการปรับตัวแบบถาวรของสิ่งมีชีวิต

- พืชที่ขึ้นอยู่ใต้ถ้ำ ลำต้นจะเอนออกมาหาข้างนอกเพราะ ถ้าต้นไม้โตเราก็ไม่สามารถที่จะทำให้ตรงได้

- พืชที่ขึ้นอยู่ใต้ถ้ำ ลำต้นจะเอนออกมาหาข้างนอก เพราะ พืชปรับตัวให้เข้ากับสถานะของการอยู่อาศัย

5.1.3.2 มโนคติเรื่อง การปรับตัวเพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของสิ่งมีชีวิต

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีโนเมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 53.57 และไม่เข้าใจโนเมติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 5.95

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีโนเมติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 45.24 และไม่เข้าใจโนเมติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 3.57

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้คือ

นักเรียนเข้าใจว่าพืชที่อยู่ในที่แห้งแล้งควรมีการปรับตัวเพื่อการอยู่รอดดังนี้

- ควรมีรากโผล่ขึ้นมารับน้ำเหนือผิวดิน เพราะบนดินมีน้ำมากกว่าใต้ดิน

- ควรมีรากฝอยแตกแขนงมากมายและไม่ต้องหยั่งลึกลงไปใต้ดิน เพราะจะได้ช่วยดูดซับน้ำบนดินไว้มาก ๆ

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนสรุปได้ดังนี้

1. ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องของตัวนักเรียนเอง
2. นักเรียนขาดการสังเกตเกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ จึงไม่มีประสบการณ์
- 3) พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

5.1.4. ทัวข้อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การทดสอบ Preconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 55.37 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 2.97

การทดสอบ Postconception นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PS+AC) คิดเป็นร้อยละ 44.05 และไม่เข้าใจมโนคติ (NU) คิดเป็นร้อยละ 0.39

ตัวอย่างมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีดังนี้คือ

นักเรียนมีความเข้าใจว่าการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติหมายถึง การไม่นำเอาทรัพยากรธรรมชาติเหล่านั้นมาใช้เลย เพราะจะทำให้หมดไปได้

นักเรียนเข้าใจว่า ถ้าไม่มีป่าไม้ จะทำให้ฝนไม่ตกเลย เพราะไม่มีต้นไม้คอยดูดซับน้ำไว้

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน ได้แก่

- 1) ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องของตัวนักเรียน
- 2) พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

5.1.5 สรุปสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน ได้แก่

1. หลักสูตร หนังสือแบบเรียน เกิดจากการจัดลำดับเนื้อหาบางเรื่อง ไม่มีความสัมพันธ์กัน เช่น เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและเรื่องการหายใจของพืช จะแยกไว้ให้อยู่ในบทเรียนคนละบท สัญลักษณ์และภาษาที่ใช้ซับซ้อนทำให้นักเรียนสับสน ความไม่ชัดเจนของเนื้อหา เนื้อหามีลักษณะเป็นนามธรรม

2. ตัวผู้เรียน เกิดจาก ความเชื่อ ประสบการณ์เดิม ทัศนคติ แรงจูงใจ ไม่สัมพันธ์ในการรับรู้มโนคติ สถานการณ์การเรียนรู้มโนคติของนักเรียน พฤติกรรมการเรียนรู้มโนคติในห้องเรียนของนักเรียน

3. พฤติกรรมการเรียนการสอน เกิดจาก การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในบางเนื้อหาไม่เหมาะสมกับบทเรียนและผู้เรียน พฤติกรรมการสอนของครู เช่น ครูไม่ตระหนักต่อความเป็นไปได้ที่นักเรียนจะเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน และไม่ได้เน้นการให้มโนคติที่ชัดเจนทั้งทางลบและบวก

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้แบ่งการอภิปรายเป็น 4 หัวข้อคือ

- 1) บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
- 2) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- 3) การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
- 4) การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

5.2.1 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีโมเดลที่คลาดเคลื่อนในเรื่องบทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ในหัวข้อ บทบาทของผู้ผลิตในระบบนิเวศ เช่น "เฉพาะพืชสีเขียวเท่านั้นที่จัดเป็นผู้ผลิต เพราะพืชจะสังเคราะห์แสงก็ต่อเมื่อพืชมีสีเขียวเท่านั้น" บทบาทของผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ เช่น "เห็ดราจัดเป็นผู้ผลิต เพราะเป็นพืชที่สามารถผลิตอาหารได้" การจัดจำแนกสัตว์ตามชนิดของอาหารสัตว์ เช่น "นักเรียนจะใช้ขนาดเป็นเกณฑ์" ในการจำแนกสัตว์ว่า สัตว์ชนิดใดจัดเป็นสัตว์ที่กินพืชและสัตว์ชนิดใดจัดเป็นสัตว์ที่กินสัตว์" และ "นักเรียนจะจัดจำแนกสัตว์บางชนิดซึ่ง โดยธรรมชาติจะกินสัตว์เป็นอาหาร เช่น สุนัขและแมว แต่เมื่อมีผู้นำมาเลี้ยงฝึกหัดให้กินข้าวและผักทำให้นักเรียนจัดจำแนกสัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร" เรื่องบทบาทของผู้ล่าเหยื่อ เช่น "นักเรียนจะใช้ขนาดและความดุร้ายเป็นเกณฑ์ในการที่จะระบุว่าสัตว์ชนิดใดเป็นผู้ล่าและสัตว์ชนิดใดเป็นเหยื่อ และนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจความคลาดเคลื่อนในเรื่องความหมายของผู้ล่าและเหยื่อ โดยลงข้อสรุปว่า การที่สัตว์ไปกินพืชเรียกว่าสัตว์ล่าพืชและพืชเป็นเหยื่อ" ซึ่งโมเดลเหล่านี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gallgos, Jerezano and Flores (1994) พบว่า นักเรียนมีโมเดลที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจัดจำแนกพวกสัตว์ที่กินพืชและสัตว์ที่กินสัตว์ โดยใช้ขนาดและความดุร้ายเป็นเกณฑ์ เรื่องห่วงโซ่อาหารเช่น "นักเรียนเขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหาร โดยเริ่มต้นจากสัตว์ที่มีขนาดใหญ่และดุร้าย เพราะว่าสัตว์ที่มีขนาดใหญ่และดุร้ายจะสามารถกินสัตว์อื่น ได้ทั้งหมด เช่น เหยี่ยว—>หนู—>งู—>พืช" เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหารในด้านปริมาณ เช่น "นักเรียนเข้าใจว่าในห่วงโซ่อาหารนั้นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายควรมีปริมาณมากที่สุด (เหยี่ยวมีมากกว่าหนู มากกว่างู มากกว่าพืช) เพราะเหยี่ยวดุร้ายสามารถเอาชนะสัตว์อื่น ๆ ได้ทั้งหมดจึงมีมากที่สุด" และ "ถ้าเหยี่ยวสูญพันธุ์ไปจากระบบนิเวศ นักเรียนไม่สามารถอธิบายถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นได้" เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิต ผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ เช่น "นักเรียนเข้าใจว่าจากแผนภาพช่องที่ว่างไว้น่าจะเป็นมนุษย์ เพราะมนุษย์สามารถกินได้ทุกอย่างหรือน่าจะเป็นปู เพราะสิ่งมีชีวิตตายไปแล้วจะกลายเป็นปู" เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสายใยอาหาร เช่น "นักเรียน

ไม่สามารถอธิบายได้เมื่อนำสิ่งมีชีวิตบางชนิดออกจากสายใยอาหาร (โดยสมมุติ) เช่น นักเรียนเข้าใจว่าถ้าตัดแกนสลับกันไปจากระบบนิเวศ จะไม่กระทบกระเทือนต่อสิ่งมีชีวิตชนิดใด หรือ จะกระทบกระเทือนต่อคนมากที่สุด เพราะคนจะต้องขาดอาหาร ซึ่งมีโนมตีเหล่านี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ E. ola (1985) และงานวิจัยของ Edmund-A (1986) พบว่า นักเรียนมีโนมตีที่คลาดเคลื่อนในเรื่องสายใยอาหารและระบบนิเวศงานวิจัยของ Griffiths and Grant (1985) พบว่า นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ถูกต้องเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตในลำดับชั้นของสายใยอาหารในระบบนิเวศ

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอภิปรายได้ดังนี้

จากการพิจารณาเนื้อหาจะพบว่าเนื้อหาในทุกมโนมตีที่กล่าวถึงข้างต้นนี้ จะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน กล่าวคือ มโนมตีหนึ่งจะเป็นพื้นฐานไปสู่ความเข้าใจมโนมตีหนึ่ง เช่น มโนมตีเรื่องบทบาทของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศ การจัดจำแนกสัตว์ตามชนิดของอาหารสัตว์ และเรื่องบทบาทของผู้ล่าและเหยื่อจะเป็นพื้นฐานนำไปสู่ความเข้าใจในมโนมตีเรื่องความสัมพันธ์ระหว่าง ผู้ผลิต ผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ และเรื่องห่วงโซ่อาหาร ส่วนมโนมตีในเรื่องห่วงโซ่อาหารก็จะเป็นพื้นฐานนำไปสู่ความเข้าใจมโนมตีเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหารและเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสายใยอาหารต่อไป

จากผลการวิจัย พบว่า มีนักเรียนเป็นจำนวนมากที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในมโนมตีที่เป็นมโนมตีพื้นฐาน จึงมีผลทำให้นักเรียนมีมโนมตีที่คลาดเคลื่อนในเรื่องที่จะต้องนำมโนมตีพื้นฐานมาสัมพันธ์กัน ซึ่งเป็นมโนมตีที่ยากขึ้นตามลำดับ และจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนพบว่า ครูใช้วิธีการสอนโดยเน้นวิธีการบรรยายและอภิปราย ซึ่งส่วนใหญ่จะเน้นการให้มโนมตีทางบวก และพบว่า ครูไม่ได้เอาใจใส่ต่อมโนมตีที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเท่าที่ควร จึงมีส่วนทำให้นักเรียนมีมโนมตีที่คลาดเคลื่อนจากเรื่องที่ง่ายไปสู่เรื่องที่ยากขึ้นเรื่อยๆ ได้ สอดคล้องกับคำกล่าวของ Fisher (1985 อ้างถึงในวรารักษ์, 2532) กล่าวถึงมโนมตีที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า "มโนมตีที่คลาดเคลื่อนจะขยายวงกว้างออกไปจากเรื่องที่ง่ายไปสู่เรื่องที่ยากขึ้น และมีมโนมตีที่คลาดเคลื่อนจำนวนไม่น้อยที่ยากต่อการเปลี่ยนแปลงแก้ไข ถ้าใช้วิธีการสอนแบบเดิม "

จากผลการวิจัยพบว่า ในเรื่องบทบาทของผู้ผลิตในระบบนิเวศ หลังจากเรียนเรื่องนี้แล้วนักเรียนมีมโนมตีที่คลาดเคลื่อนสูงขึ้น โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่า "พืชทุกชนิดจัดเป็นผู้ผลิตเพราะสามารถสร้างอาหารเองได้ " ส่วนมโนมตีหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่า "เฉพาะพืชสีเขียวเท่านั้นที่จัดเป็นผู้ผลิต เพราะว่าพืชจะต้องมีสีเขียวเท่านั้นจึงจะสามารถสร้างอาหารเองได้" ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ความจริงแล้ว "พืชทุกชนิดจัดเป็นผู้ผลิต"

เพราะสามารถสร้างอาหารได้เอง โดยอาศัย น้ำ แสง คลอโรฟิลล์ รวมทั้งรงควัตถุอื่น ๆ เป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการการสร้างอาหาร สาเหตุที่นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเป็นเพราะว่า เนื้อหาในบทเรียนเรื่อง โลกสีเขียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะมุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า เฉพาะพืชสีเขียวเท่านั้นที่จัดเป็นผู้ผลิตของโลก ดังเนื้อหาในบางตอนกล่าวว่า " พืชสีเขียว สามารถสร้างอาหารได้เอง จาก น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้พลังงานจากแสงแดด นอกจากพืชจะสร้างอาหารได้เองแล้วพืชยังเป็นอาหารแก่สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในทางตรงและทางอ้อม ดังนั้นพืชสีเขียวจึงได้ชื่อว่าเป็นผู้ผลิตอาหารของโลก " (จากหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ว 102) หน้า 76) ซึ่งบทเรียนไม่ได้กล่าวครอบคลุมถึงพืชทุกชนิด ซึ่งบางชนิดก็ไม่ปรากฏให้เห็นว่ามีใบสีเขียว กรณีนี้ จะทำให้นักเรียนลงข้อสรุปเองหรือแปลความหมายขึ้นมาเองว่า พืชที่ไม่มีสีเขียวจะไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ เนื่องจากนักเรียนเข้าใจว่าพืชเหล่านี้ได้อาหารมาจากดิน ซึ่งการที่นักเรียนคิดหรือตีความหมายขึ้นมาเองเนื่องจากตำราเรียนระบุไว้ไม่ชัดเจนนั้น จึงมีผลทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

จากการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าพืชสีอื่น ๆ ที่ ไม่มีสีเขียวนั้นจะได้อาหารมาจากดิน สาเหตุที่นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกิดจาก ตำราเรียน อธิบายมโนมติส่วนนี้เอาไว้ไม่ชัดเจน นักเรียนจึงลงข้อสรุปหรือตีความหมายมโนมตินั้นด้วยตัวเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kiolaew. S. (1985) ซึ่งได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า เกิดจากตำราเรียน ตำราเรียนบางเล่มนำเสนอข้อมูลหรือความหมายในบางเรื่อง ไม่ชัดเจนทำให้นักเรียนบางส่วนคิดหรือตีความหมายขึ้นมาเอง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อน"

เรื่องบทบาทของผู้บริโภคในระบบนิเวศ อภิปรายผลได้ดังนี้

จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนเข้าใจว่าสัตว์บางชนิดจัดเป็นผู้ผลิต เพราะสามารถหาอาหารได้เอง หรือผลิตอาหารขึ้นมาใช้เองได้ ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน สาเหตุเกิดจากการแปลความหมายของคำเหล่านี้ไม่ถูกต้องเช่น คำว่า "ผู้ผลิต" "ผู้บริโภค" "อาหาร" "การสร้างอาหาร" ซึ่งครูไม่ได้อธิบายความหมายของคำที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์กับที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นจึงทำให้นักเรียนนำคำที่ใช้เป็นศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ไปเปรียบเทียบกับความหมายในชีวิตประจำวัน จึงทำให้นักเรียนเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อน จนทำให้ไม่สามารถระบุถึงสิ่งมีชีวิตที่จัดเป็นผู้ผลิต หรือผู้บริโภคได้ถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kiokaew ,S (1988) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนว่าเกิดจาก ภาษา "นักเรียนมักจะนำภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันมาปะปนกับศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ คำบางคำที่ใช้ในชีวิตประจำวันกับ

ที่ใช้ทางวิทยาศาสตร์ใช้คำเดียวกัน แต่ความหมายไม่เหมือนกันนักเรียนมักนำคำที่ใช้ทางวิทยาศาสตร์ไปเปรียบเทียบกับความหมายกับคำที่ใช้ในชีวิตประจำวัน จึงเป็นสาเหตุให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน "

เรื่องบทบาทของผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ อภิปรายผลได้ดังนี้

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเข้าใจว่าเห็ดรา จัดเป็นผู้ผลิต โดยคิดว่า เห็ดราจัดเป็นพวกพืชชั้นต่ำ เพราะนำมารับประทานได้เช่นเดียวกับพืช ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนความจริงแล้ว เห็ดรา ไม่ได้จัดไว้ในพวกพืชชั้นต่ำ แต่จัดไว้ใน Phylum Eumycophyta จัดเป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ แต่สาเหตุที่นักเรียนเข้าใจเช่นนั้นเป็นเพราะว่า ความเชื่อความรู้เดิม และประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่ทำให้เข้าใจว่า "เห็ดเป็นพืช" เพราะสามารถใช้เป็นอาหารได้ จึงจัดเป็นผู้ผลิต ส่วนบทบาทของเห็ดรา คือผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์นั้น เป็นสิ่งที่นักเรียนมองเห็นได้ยาก การที่จะเข้าใจมโนคติเรื่องนี้ จะต้องอาศัยการสังเกตเป็นเวลานาน รวมทั้งจะต้องอาศัยทฤษฎี และหลักการทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการอธิบาย ดังนั้นการที่ครูบอกเพียงข้อเท็จจริงให้นักเรียนทราบนั้น จึงเป็นการยากที่นักเรียนจะสามารถเข้าใจเรื่องนี้ได้ นักเรียนจึงนำประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาใช้ปะปนกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้

เรื่องการจำแนกสัตว์ตามชนิดของอาหารสัตว์ บทบาทของผู้ล่าและเหยื่อ ห่วงโซ่อาหาร อภิปรายผลได้ดังนี้

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการจัดจำแนกสัตว์ตามชนิดของอาหารสัตว์โดยนักเรียนใช้ขนาดและความดุร้ายเป็นเกณฑ์ เรื่องบทบาทของผู้ล่าและเหยื่อ นักเรียนเข้าใจว่าผู้ล่าจะต้องมีขนาดใหญ่และดุร้ายกว่าเหยื่อเสมอ จึงมีผลทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการเขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหาร โดยยึดเอาขนาดและความดุร้ายของสัตว์เป็นเกณฑ์ในการจัดลำดับของสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหาร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gallegos, Jerzano and Flores (1994) พบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจัดจำแนกสัตว์จำพวกที่กินพืชเป็นอาหาร (herbivorous) และสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร (carnivorous) โดยใช้ขนาดและความดุร้ายเป็นเกณฑ์ จากมโนตินี้มีผลต่อการเขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร ซึ่งทำให้นักเรียนเลือกขนาดและความดุร้ายของสัตว์ไว้ในลำดับขั้นสูงสุดของสายใยอาหาร จากการที่นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องห่วงโซ่อาหาร จึงมีผลทำให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหารและเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสายใยอาหารด้วยที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะ

ว่า มโนคติในเรื่องเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ นั้น จะมีความซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมมากขึ้น แต่การที่นักเรียนจะสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ได้ นักเรียนจะต้องเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ ก่อน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Westbrook & Mareh. (1991) ที่ว่า นักเรียนจะต้องมีมโนคติที่เป็นพื้นฐานของเรื่องนั้น ๆ มาก่อนจึงจะนำมาสัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ได้ ดังที่คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอน วิทยาศาสตร์ (2525) ได้เสนอว่า ประสบการณ์และมโนคติเดิมจะเป็นพื้นฐานในการที่จะเกิดมโนคติในระดับต่อไป ดังนั้นการเรียนรู้มโนคติที่เป็นนามธรรมจึงทำให้การเรียนรู้เป็นไปได้อย่างกว่าที่เป็นรูปธรรม เพราะการเรียนรู้มโนคติจะเกิดขึ้นเมื่อ ผู้เรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ

จากการสัมภาษณ์ ดช.อภิรักษ์ พบว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในหัวข้อท่วงโซ่อาหาร คือ สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแผนผังท่วงโซ่อาหาร เพราะสัญลักษณ์ลูกศรนั้น ไม่ได้บ่งบอกถึงความหมายในตัว แต่การที่นักเรียนจะเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์นั้น ๆ ได้ นักเรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้จนทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์นั้น ๆ โดยเฉพาะ ซึ่งกรณีการเขียนแผนผังท่วงโซ่อาหาร จะใช้สัญลักษณ์ลูกศร ($\rightarrow$) แทนความหมายของการกินต่อกันเป็นทอด ๆ เช่น พืช $\rightarrow$ หนู $\rightarrow$ งู $\rightarrow$ เหยี่ยว ซึ่งถ้าเราแปลสัญลักษณ์นี้จากต้นประโยคจะแทนด้วย พืชถูกกินโดยหนู หนูถูกกินโดยงู และงูถูกกินโดยเหยี่ยว ซึ่งเป็นประโยคแบบประธานถูกกระทำ ซึ่งใช้น้อยมากในประโยคภาษาไทย จึงเป็นการยากที่นักเรียนในระดับนี้ จะสามารถแปลความหมายสัญลักษณ์ให้สอดคล้องกับความรู้สึกที่เกิดขึ้นจริงได้ เนื่องจากนักเรียนยังขาดประสบการณ์ในการเรียนรู้ จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เขียนแผนผังแสดงท่วงโซ่อาหาร โดยเขียนสัญลักษณ์ลูกศรที่แปลความหมายตรงกันข้ามกับข้อตกลงทางวิทยาศาสตร์ เช่น เหยี่ยว $\rightarrow$ งู $\rightarrow$ หนู $\rightarrow$ พืช แทนด้วย (เหยี่ยวกินงู งูกินหนู หนูกินพืช) ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน สาเหตุเกิดจากสถานการณ์การเรียนรู้โดยใช้สัญลักษณ์ ซึ่งเป็นสิ่งยากต่อความเข้าใจของนักเรียน จึงทำให้นักเรียนไม่เข้าใจหรือมีความสับสนได้ สอดคล้องกับ Oines and west, (1983 อ้างถึงใน กรรณิกา, 2534) ที่กล่าวถึงมโนคติที่คลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากสถานการณ์การเรียนรู้ว่า มโนคติที่คลาดเคลื่อนที่เกิดจากสถานการณ์การเรียนรู้เกิดจากสถานการณ์ที่ให้ความรู้โดยสัญลักษณ์ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากสัญลักษณ์มาสัมพันธ์กับความรู้ที่เกิดขึ้นจริง ๆ ได้ เช่น สัญลักษณ์ในทางเคมี นักเรียนไม่สามารถมองเห็นภาพของการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ จึงทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องท่วงโซ่อาหารอีกสาเหตุหนึ่งเกิดจากการที่นักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐาน และนักเรียนเรียนรู้มโนคติโดยวิธีการท่องจำ อภิปรายผลได้ดังนี้คือ

จากการสัมภาษณ์ ดญ.กนิษฐา พบว่านักเรียนสามารถเขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารได้อย่างถูกต้อง แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ว่าเพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น เป็นเพราะว่านักเรียนไม่เข้าใจความหมายของสิ่งที่เรียน สาเหตุเกิดจากนักเรียนไม่เข้าใจมโนทัศน์พื้นฐานเกี่ยวกับบทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ เช่น บทบาทของผู้ผลิตและผู้บริโภค ซึ่งมีมโนทัศน์เหล่านี้จะนำมาประกอบกันเป็นมโนทัศน์ของห่วงโซ่อาหาร แต่นักเรียนเขียนแผนผังห่วงโซ่อาหารได้เนื่องจาก นักเรียนใช้วิธีการท่องจำ โดยไม่สามารถอธิบายความหมายของมโนทัศน์ได้เลย ซึ่งส่วนหนึ่งมาจากการที่ผู้สอนพยายามให้นักเรียนเรียนรู้โดยการจดจำข้อเท็จจริงต่างๆ แต่ไม่ได้เชื่อมโยงข้อความรู้ที่มีอยู่ให้สัมพันธ์กัน และไม่ได้อธิบายความหมายหรือเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จึงทำให้นักเรียนใช้วิธีจดจำสิ่งที่เรียนโดยปราศจากเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ จรรยา สุวรรณทัต (2519) ที่ว่า " ครูที่สอนไม่ให้นักเรียนรู้จักคิดหาความหมาย มักจะสอนเน้นไปในทางด้านให้เด็กจดจำข้อเท็จจริงต่าง ๆ และฝึกให้เด็กท่องจำแต่เพียงอย่างเดียว ด้วยเหตุนี้เด็ก ๆ จึงขาดการมองเห็นความหมายในการเกี่ยวข้องกันขององค์ประกอบต่างๆ ของความรู้ และขาดความสามารถในการแก้ปัญหาได้ "

สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหาร และเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสายใยอาหาร อภิปรายผลได้ดังนี้

จากการสัมภาษณ์ นักเรียนเข้าใจว่าสัตว์ที่มีขนาดใหญ่และมีความดุร้ายมากที่สุด จะมีปริมาณมากที่สุดในห่วงโซ่อาหาร เช่น ในห่วงโซ่อาหารจะต้องมีเหยี่ยวมากกว่างู มากกว่าหนู มากกว่าพืช ตามลำดับ ส่วนมโนทัศน์เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสายใยอาหาร พบว่านักเรียนไม่สามารถอธิบายถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง เมื่อเรานำสิ่งมีชีวิตบางชนิดออกจากสายใยอาหารไป สาเหตุของความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนข้อหนึ่งของผู้วิจัยได้อภิปรายไว้ในข้างต้นแล้วก็คือ เกิดจากการที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องห่วงโซ่อาหารมาก่อน ซึ่งมีงานวิจัยที่สนับสนุนในเรื่องนี้ก็คือ งานวิจัยของ Finley, Stewart and Jarroch (อ้างถึงใน Giffiths and Grant 1985) ได้สำรวจความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิชานิเวศวิทยา ซึ่งได้ผลสอดคล้องกับ Alexander (อ้างถึงใน Giffiths and Grant, 1985) ว่าครูสอนวิทยาศาสตร์เห็นว่า มโนทัศน์เรื่องห่วงโซ่อาหารเป็นหัวข้อที่สำคัญมากในการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา ซึ่งหัวข้อนี้เป็นศูนย์รวมของความเข้าใจในหลักการของนิเวศวิทยาทั้งหมด ดังนั้นเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจในเรื่องห่วงโซ่อาหารแล้ว ก็จะทำให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหาร และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสายใยอาหารได้

อีกสาเหตุหนึ่งมาจาก การที่นักเรียนพยายามลงข้อสรุปจากปรากฏการณ์ที่มีอยู่ภายในขอบเขตประสบการณ์ของตนเองเป็นใหญ่ โดยขาดการพิจารณาจากความรู้พื้นฐานที่จะนำมาเป็น

เหตุผลประกอบและเนื้อหาค่อนข้างจะมีลักษณะเป็นนามธรรม นักเรียนจึงไม่สามารถพัฒนากระบวนการคิดและเหตุผลที่เป็นนามธรรมได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sum-UM-Jaan, S. (1990) พบว่านักเรียนอาจมีมีโมติที่คลาดเคลื่อนดังนี้ ผู้วิจัยยกมาล่าว 3 ข้อจาก 6 ข้อ

- 1) นักเรียนพยายามลงข้อสรุปจากปรากฏการณ์ที่มีอยู่ภายในขอบเขตของตนเอง
- 2) นักเรียนจะพิจารณาคำหาความคิด โดยอาศัยความคิดของตนเองเป็นใหญ่
- 3) นักเรียนไม่สามารถพัฒนาเหตุผลที่เป็นนามธรรมได้

5.2.2 จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนมีมีโมติที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ในหัวข้อ ก๊าซที่ได้จากลมหายใจของคน สัตว์และพืช เช่น " ก๊าซที่ได้จากลมหายใจของคน สัตว์และพืช คือ ทั้งก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพราะคนและสัตว์หายใจเอาก๊าซออกซิเจนเข้าไปและจะหายใจออกเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ " "พืชหายใจเป็นก๊าซออกซิเจนในเวลากลางวัน ส่วนกลางคืนพืชจะหายใจเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพราะกลางวันพืชจะสังเคราะห์แสง ส่วนกลางคืนพืชก็จะหายใจ " เรื่องบทบาทของก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีต่อการดำรงชีวิตของ คน สัตว์และพืช เช่น " พืชใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในการสร้างอาหารและหายใจ แล้วปล่อยก๊าซออกซิเจนให้คนและสัตว์ ส่วนคนและสัตว์ใช้ก๊าซออกซิเจนในการหายใจ และหายใจออกเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ " มีโมติเหล่านี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สสวท (2532) พบว่า นักเรียนมีมีโมติที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง การหายใจของพืชและสัตว์ การรับและปล่อยก๊าซของพืชและสัตว์ในขณะที่มีแสง การรับและปล่อยก๊าซของพืชและสัตว์ในขณะที่ไม่มีแสง และงานวิจัยของ นภาพร แก้วโนนงิ้ว (2537) พบว่า นักเรียนมีมีโมติที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง บทบาทของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหารของพืช บทบาทของก๊าซออกซิเจนในการดำรงชีวิตของพืช ในหัวข้อความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต เช่น " กาฝากที่ขึ้นอยู่บนต้นไม้ใหญ่มีความสัมพันธ์กับแบบฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ เพราะกาฝากไปอยู่บนต้นไม้และรับประทานผลไม้อยู่บนต้นไม้ใหญ่ส่วนต้นไม้ใหญ่ไม่ได้ประโยชน์จากกาฝากเลย " และ " นักเรียนเข้าใจว่ากาฝากก็คือนกชนิดหนึ่ง "

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีมีโมติที่คลาดเคลื่อน ในหัวข้อ ก๊าซที่ได้จากลมหายใจของคน สัตว์และพืช บทบาทของก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีต่อการดำรงชีวิตของคน สัตว์และพืช อภิปรายผลได้ดังนี้

จากการสัมภาษณ์เด็กชายพิชัย พบว่า นักเรียนยังมีความสับสนเกี่ยวกับการรับและปล่อยก๊าซของพืช ระหว่างการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจ และนอกจากนี้ยังพบว่ามึนักเรียนอีก

เป็นจำนวนมากที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่องนี้ สาเหตุหนึ่งที่ผู้วิจัยจะขอยกมากล่าวเป็นประเด็นแรกน่าจะเกิดจากการจัดลำดับเนื้อหาในบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อพิจารณาเนื้อหาในบทเรียนพบว่า จะแยกเนื้อหาเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชกับการหายใจของพืชไว้คนละส่วน โดยเนื้อหาเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง จะอยู่ในบทที่ 4 (เรื่องโลกสีเขียว) ส่วนเรื่องการหายใจของพืชจะอยู่ในบทที่ 6 (เรื่องระบบนิเวศ) ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่า มโนคติทั้งสองเรื่องนี้น่าจะนำมาเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน เพราะว่าการเกิดทั้งสองอย่างนี้เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน คือ พืชจะหายใจตลอดเวลา และขณะเดียวกันพืชก็จะสังเคราะห์แสงในขณะที่มีแสงด้วย ดังนั้นการให้มโนติน่าจะมีการเชื่อมโยงระหว่างก๊าซที่ใช้ในการหายใจกับก๊าซที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่การเรียนการสอนในปัจจุบัน พบว่า หลักสูตรไม่ได้นำมโนคติทั้งสองเรื่องนี้มาสัมพันธ์กัน กล่าวคือนักเรียนจะได้เรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชก่อน ซึ่งมีมโนคติของเรื่องนี้คือ พืชต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และแสงในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และพืชจะคายก๊าซออกซิเจนออกมา นักเรียนจึงมีความพึงใจอยู่ตลอดเวลาว่า พืชต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้น และลงข้อสรุปในตอนนั้นว่าพืชไม่ต้องการก๊าซออกซิเจน เพราะนักเรียนยังไม่มีมโนคติเรื่องการหายใจของพืช เนื่องจากเนื้อหาเรื่องนี้ไปบรรจุไว้ในบทที่ 6 เมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่องนี้ในบทที่ 6 ในหัวข้อ ก๊าซที่ได้จากการหายใจเข้าและออกของพืช มโนคติคือ พืชต้องการก๊าซออกซิเจนในการหายใจ แล้วหายใจออกให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีมโนคติเดิมที่นักเรียนมีอยู่คือพืชต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และคายก๊าซออกซิเจนออกมา ซึ่งเนื้อหาในบทเรียนไม่ได้อภิปรายเพื่อชี้ให้เห็นว่า กิจกรรมทั้งสองอย่างนี้เกิดขึ้นได้ในเวลาเดียวกัน ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้รับรู้มโนคติที่ละอย่าง จึงทำให้นักเรียนเข้าใจว่าปรากฏการณ์ทั้งสองอย่างนี้เกิดขึ้นทีละครั้ง เช่นเข้าใจว่า พืชสังเคราะห์ด้วยแสงในตอนกลางวันและหายใจในตอนกลางคืน ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน สาเหตุเกิดจากการสอนไม่มีการเชื่อมโยงระหว่างมโนคติเดิมกับมโนคติใหม่ที่เรียน ความรู้ใหม่ที่เรียนจึงเป็นเพียงการจดจำข้อเท็จจริงเท่านั้น นักเรียนไม่ได้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย มีผลทำให้การรับรู้มโนคติใหม่ที่เรียนนั้นมีความคลาดเคลื่อนได้ ดังที่ Novak (1980 อ้างถึงในนิภา คำเนตร 2533) กล่าวถึงการเรียนรู้อย่างมีความหมายว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับ

- 1) ลักษณะของการจัดเนื้อหา
- 2) ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงมโนคติของผู้เรียนแต่ละคน
- 3) ความพยายามในการเชื่อมโยงเนื้อหาใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว จนสามารถจัดระบบความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นได้อย่างมีระบบแบบแผนในโครงสร้างทางสติปัญญา ทำให้มีความคงทนในการเรียนรู้

ผู้วิจัยขอเสนอแนะเกี่ยวกับการเรียนการสอนในเรื่อง ก๊าซที่ได้จากการหายใจของคน สัตว์และพืช โดย ผู้สอนควรเน้นการเชื่อมโยงระหว่างมโนคติเรื่อง การหายใจกับเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อให้นักเรียนมีมโนคติที่ถูกต้องว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะต้องหายใจตลอดเวลาและต้องการก๊าซออกซิเจนในการหายใจ แต่พืชมีลักษณะที่แตกต่างจากสัตว์ คือ สามารถสร้างอาหารได้เอง โดยต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหาร แต่ในขณะเดียวกันพืชก็ต้องหายใจอยู่ตลอดเวลาโดยใช้ก๊าซออกซิเจน เพื่อสันดาปอาหารให้ได้พลังงานออกมา

อีกสาเหตุหนึ่ง เกิดจากการที่นักเรียนมีประสบการณ์เดิมที่เป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนมาก่อน หรือมีความรู้พื้นฐานที่ไม่ถูกต้องติดตัวมา เมื่อนักเรียนนำมโนคติที่เรียนใหม่ไปสัมพันธ์กับแนวคิดและความรู้เดิมที่ไม่ถูกต้องมีผลทำให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของนาพร แถวโนงัว (2537) พบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องบทบาทของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหารของพืช บทบาทของก๊าซออกซิเจนในการดำรงชีวิตของพืช สาเหตุเกิดจาก นักเรียนนำความรู้เดิมที่ไม่ถูกต้องคือ "พืชไม่ต้องการก๊าซออกซิเจน สังเกตจากเวลากลางวันจะรู้สึกเย็นสบาย เนื่องจากพืชสร้างอาหารแล้วปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมา" ซึ่งนักเรียนนำมโนคตินี้มาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ในท้องเรียนในเรื่องการหายใจของพืช ทำให้มีมโนคติคลาดเคลื่อนได้ คือ นักเรียนสรุปว่า "พืชไม่ต้องการก๊าซออกซิเจนในการหายใจ"

มโนคติเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต อภิปรายผลได้ดังนี้

จากการสัมภาษณ์นักเรียนหลาย ๆ คน ในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกาฝากกับต้นไม้ใหญ่ พบว่า สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกิดจาก นักเรียนยังไม่รู้จักกาฝาก เช่นการสัมภาษณ์เด็กชายสมัย พบว่า นักเรียนเข้าใจว่า "กาฝากที่ขึ้นอยู่บนต้นไม้ใหญ่มีความสัมพันธ์กันแบบฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ เพราะ กาฝากได้ที่อยู่อาศัย ส่วนต้นไม้ใหญ่ไม่ได้ประโยชน์จากนก แต่ก็ไม่ได้เสียประโยชน์ นักเรียนเข้าใจว่า กาฝากก็ค่อนข้างชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนความจริงแล้วกาฝากคือ พืชชนิดหนึ่งที่ไปขึ้นอยู่บนลำต้นของพืชอีกชนิดหนึ่งอาจถูกนำไปโดยสัตว์จำพวกกาฝากเมลิ็ดไปทิ้งไว้ ให้เจริญเติบโตบนต้นพืชนั้น ซึ่งกาฝากจะซอนไชรากลงไปในลำต้นของพืช และแย่งน้ำและอาหารจากพืชจึงเรียกพืชชนิดนี้ว่า "กาฝาก" มีความสัมพันธ์กันแบบ ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนเนื่องมาจาก นักเรียนบางคนยังไม่รู้จัก กาฝาก หรือไม่มีใครบอกให้รู้จักต้นกาฝาก แต่นักเรียนคุ้นเคยกับชื่อ กา จึงคิดว่า "กาฝาก" คือสัตว์ปีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเกิดจากความสับสนในด้านของการใช้คำ และพบว่ามโนคติของนักเรียนบางส่วนเข้าใจว่า กาฝากมีลักษณะเหมือนพืชทั่วไป สามารถ

สร้างอาหารได้เอง ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่เกิดจากการที่นักเรียนไม่รู้จักกาฝากนั่นเอง

5.2.3 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต ในหัวข้อ การปรับตัวอย่างชั่วคราวและการปรับตัวอย่างถาวรของสิ่งมีชีวิต เช่น "นักเรียนเข้าใจว่าพืชที่อยู่ใต้ดิน ลำต้นจะเอนออกมาข้างนอก " เป็นการปรับตัวแบบถาวร เพราะลำต้นจะไม่สามารถตั้งตรงได้อีก " " ผักกะเจตมีนมสีขาวหุ้มลำต้นเป็นการปรับตัวแบบชั่วคราว เพราะ ผักกะเจตมีนมหุ้มลำต้นตอนกลางคืน ตอนเช้าผักกะเจตก็บานออก เพื่อสังเคราะห์แสง " ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน จากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนไม่สามารถอธิบายลักษณะเฉพาะของการปรับตัวอย่างชั่วคราว และการปรับตัวอย่างถาวรของสิ่งมีชีวิตได้ และนักเรียนบางคนสามารถอธิบายความหมายได้ แต่ไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่าง การปรับตัวอย่างชั่วคราวและการปรับตัวอย่างถาวรได้ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างมโนคติในเรื่องนี้ได้ สอดคล้องกับคำกล่าวของ สุวัฒน์ มุทธเมธา (2523) กล่าวถึงการสร้างมโนคติของแต่ละบุคคล ที่มีผลทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน โดยสรุปว่า การสร้างมโนคติของบุคคลแต่ละคน เป็นผลจากการที่บุคคลนั้นสรุปลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นๆ ไม่รวมลักษณะปลีกย่อยหรือรายละเอียดต่างๆ ที่ไม่จำเป็น ตลอดจนแยกลักษณะที่แตกต่างของสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่นๆ ได้ ดังนั้น การที่บุคคลไม่สามารถแยกลักษณะแตกต่างกันได้ทำให้การสร้างมโนคติไม่ถูกต้อง

อีกสาเหตุของความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อน อภิปรายได้ดังนี้คือ เนื่องจากการปรับตัวอย่างชั่วคราว และการปรับตัวอย่างถาวรของสิ่งมีชีวิต เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงกับสิ่งมีชีวิต ซึ่งการปรับตัวอย่างชั่วคราว เป็นเหตุการณ์ที่เราสามารถสังเกตเห็นขณะมีการเปลี่ยนแปลงได้ ส่วนการปรับตัวอย่างถาวร เป็นเหตุการณ์ที่เราไม่สามารถสังเกตเห็นขณะมีการเปลี่ยนแปลงได้ ต้องอาศัยหลักการมาช่วยในการตัดสินใจ เช่น ต้นกระบองเพชรเปลี่ยนใบเป็นหนาม เป็นการปรับตัวเพื่อลดการคายน้ำ ในการเรียนรู้มโนคติในเรื่องนี้ ถ้านักเรียนยังขาดการสังเกตข้อเท็จจริงในบางสิ่งที่สามารถสังเกตเห็นได้ เช่น การปรับตัวอย่างชั่วคราวของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งไม่เข้าใจหลักการและลักษณะเฉพาะของการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตนั้นแล้ว จึงเป็นสาเหตุทำให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้น การเรียนรู้มโนคติในเรื่องนี้จะต้องอาศัยทั้งการสังเกตและเข้าใจหลักการ ประกอบกัน เพื่อใช้เปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างระหว่างการปรับตัวอย่างชั่วคราว และการปรับตัวอย่างถาวรของสิ่งมีชีวิตได้ และนักเรียนจะต้องมีประสบการณ์ในการเรียนรู้มโนคตินั้น ๆ จึงจะสามารถเรียนรู้มโนคติได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับงาน (2516) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเรียนรู้มโนคติไว้ว่า "การที่บุคคลจะเกิดมโนคติเรื่อง

หนึ่ง ก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นต้องเคยมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ ความจริง (fact) หลักการ (principle) และการลงข้อสรุป (generalization) ของเรื่องนั้น ๆ มาก่อน และอีกอย่างหนึ่งคือ บุคคลนั้นจะต้องสามารถระลึก (recognize) ได้ว่า สิ่งนั้นๆ มีลักษณะเฉพาะอะไรบ้าง โดยการแยกลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่นได้อย่างชัดเจน ซึ่งคุณลักษณะนี้จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยคุณสมบัติในการใช้ความสังเกต

5.2.4 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม นักเรียนเข้าใจว่า " การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึง การไม่นำเอาทรัพยากรธรรมชาตินั้น ๆ มาใช้เลย " "บริเวณที่ไม่มีป่าไม้ จะทำให้ฝนไม่ตกเลย" "การนำเอาเลือดดาวออกมาจากป่าแห่งหนึ่ง มาเลี้ยงไว้ในสภาพที่ใกล้เคียงกับธรรมชาติมากที่สุด แล้วจากนั้นนำมาปล่อยไว้ในป่าอีกแห่งหนึ่ง เป็นการกระทำที่ไม่สมควร เพราะจะทำให้สัตว์ไม่มีการสืบพันธุ์ " ซึ่งเหล่านี้เป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

สาเหตุของความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอภิปรายได้ดังนี้

เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนในเรื่องนี้ เนื้อหาส่วนใหญ่เน้นเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ ครูจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม การสอนจึงไม่สามารถที่จะกล่าวถึงรายละเอียดของเนื้อหาได้ครอบคลุมทั้งหมด ซึ่งเวลาส่วนใหญ่ใช้ไปกับการอภิปรายร่วมกันของนักเรียน และการอภิปรายก็ไม่ได้ครอบคลุมมโนคติที่นักเรียนควรจะรู้ และทั้งนี้มโนคติบางส่วนไม่ให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรม ดังนั้น จึงมีส่วนทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน สาเหตุมาจากการที่นักเรียนบางส่วนไม่ได้รับรู้มโนคติในเรื่องนี้ นักเรียนจึงตอบคำถามโดยใช้ความคิดเห็นในขอบเขตประสบการณ์ของตนเองตัดสิน

จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโดยทำการสังเกตพฤติกรรมร่วมด้วย จึงขออภิปรายเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนการสอนดังนี้

จากการวิจัย พบว่า สาเหตุหนึ่งที่มีส่วนให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน คือพฤติกรรมการเรียนการสอน จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน พบว่าในบางมโนคติ ผู้สอนอธิบายไม่ชัดเจน เช่น ในเรื่องความหมายของคำ เช่น คำว่า ผู้ผลิต ผู้บริโภค อาหารและการสร้างอาหาร คำเหล่านี้จะใช้ทั้งในทางวิทยาศาสตร์และเป็นคำที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งความหมายของคำที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์และที่ใช้ในชีวิตประจำวันจะแตกต่างกัน แต่ครูไม่ได้อธิบายให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน และเป็นไปได้ว่า ครูไม่ได้คำนึงถึงว่า นักเรียนอาจเข้าใจความหมายในสิ่งที่ครูอธิบายแตกต่างไปจากที่ครูตั้งใจ ครูจึงไม่ได้ยกตัวอย่างมโนคติทางบวกและทางลบเปรียบเทียบกัน จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Osborne and Freyberg (1985) ได้สรุปสาเหตุของการเกิด

มโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า มโนคติที่เกิดขึ้นจริงในตัวนักเรียน จะแตกต่างไปจากมโนคติที่ครูต้องการจะให้นักเรียน เป็นเหตุให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้

อีกสาเหตุหนึ่งเกิดจากบางครั้งผู้สอนอาจเห็นว่าเนื้อหาในเรื่องระบบนิเวศ เป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างง่าย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความคิดเห็นของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในหลาย ๆ โรงเรียน ในปี พ.ศ.2537 เกี่ยวกับเรื่องระบบนิเวศ พบว่า ครูให้ความคิดเห็นว่าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยาก ด้วยเหตุนี้ น่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ครูผู้สอนอาจมองข้ามและไม่ให้ความสำคัญในการสอนมโนคติที่ง่าย ๆ แก่นักเรียน จึงเป็นสาเหตุทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของนักเรียนได้ ดังคำเสนอแนะของกาโรน (Garone, 1960) ที่ว่า "มโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เป็นตัวชักนำให้เกิดมโนคติที่ไม่ถูกต้องในสามัญสำนึกและการตีความหมายที่ผิดพลาดของบุคคล ซึ่งพบว่า มโนคติที่คลาดเคลื่อนซึ่งเกิดขึ้นกับนักเรียน ไม่จำเป็นว่าต้องเป็นมโนคติที่เข้าใจยาก แม้แต่มโนคติที่เข้าใจง่าย ๆ ก็อาจเป็นมโนคติที่คลาดเคลื่อนสำหรับนักเรียนได้เช่นกัน ดังนั้น จะเห็นว่าการสอนของครูก็มีส่วนทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ ดังคำกล่าวของ Simson and Marek, (1988) กล่าวว่า "ประสบการณ์ในโรงเรียนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้ อาจเกิดจากการอธิบายของครู หรือผู้ใหญ่ที่ขาดความเข้าใจในมโนคตินั้นอย่างดี สิ่งเหล่านี้จะทำให้นักเรียนเข้าใจมโนคติผิด โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์" นอกจากนี้ยังได้รับการสนับสนุนจากผลการวิจัยของ Sauder (1993) ซึ่งพบว่า การเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนนั้น ครูผู้สอนยอมรับว่า ตนเองอาจเป็นส่วนหนึ่งทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้

ในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น การเลือกใช้วิธีการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาเป็นสิ่งสำคัญมาก บางครั้งพบว่าครูนำวิธีการสอนแบบบรรยายมาใช้แทนวิธีสอนแบบทดลองทำให้นักเรียนไม่ได้รับประสบการณ์ตรง จึงเป็นสาเหตุทำให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ ดังคำเสนอแนะของคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้เสนอหลักการในการสอนเพื่อให้เกิดมโนคตินักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับบุคคลอื่น ๆ ไว้ว่า ควรเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียนในการสอนสิ่งใดก็ตาม ครูจะต้องเป็นผู้พิจารณาเลือกวิธีสอนและจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียน วิธีสอนบางวิธี เช่น วิธีสอนแบบบรรยาย ควรนำมาใช้น้อยที่สุด เพราะการสอนวิธีนี้จะทำให้นักเรียนเกิดมโนภาพที่จะนำไปสู่การสร้างมโนคติอย่างผิด ๆ ได้ง่าย

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้สรุปได้ว่า การที่ครูจะสอนให้นักเรียนมีมโนคติที่ถูกต้อง เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ในการสร้างมโนคติ ซึ่งนอกจากจะเป็นเทคนิควิธีการสอนแบบต่าง ๆ แล้ว ต้องคำนึงถึงการวิเคราะห์เนื้อหา และจุดมุ่งหมาย อุปกรณ์การเรียนการสอน การจัดประสบการณ์ตรงให้กับนักเรียน และที่สำคัญก็คือ ตัวผู้เรียนจะต้องมีความ

พร้อม และมีแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ ซึ่งเป็นแรงกระตุ้นที่ช่วยส่งเสริมการเกิดมโนคติของผู้เรียน

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศ และทราบปัจจัยและสาเหตุบางประการ ของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ดังนั้น เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนน้อยลง ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

5.3.1 ในด้านหลักสูตร ควรมีการปรับปรุงเนื้อหาในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่า หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะบรรจุเนื้อหาที่มีลักษณะที่เป็นนามธรรมไว้มากพอสมควร ดังนั้น เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุผลดียิ่งขึ้น ควรเพิ่มเนื้อหาที่เป็นความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น เพื่อที่จะทำให้การเรียนรู้มโนคติมีการเชื่อมโยงระหว่างมโนคติเดิมกับมโนคติใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื้อหาควรจะมีการนำเสนอโมเดลที่ถูกต้องครอบคลุมในสิ่งที่นักเรียนควรจะรู้ และมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

5.3.2 ในด้านการเรียนการสอน

5.3.2.1 ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญต่อหลักสูตร ซึ่งหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) จะเน้นการจัดประสบการณ์ตรงแก่ผู้เรียน ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้โดยการค้นพบด้วยตัวเอง ดังนั้น ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นให้นักเรียนได้ทำปฏิบัติการจริง ตามกิจกรรมที่หลักสูตรเสนอมา และควรใช้คำถามที่มีอยู่ในหนังสือแบบเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงมโนคติที่เรียน ซึ่งครูอาจจะดัดแปลงให้เข้ากับวิธีการสอนของครูและสภาพท้องถิ่นนั้น ๆ ส่วนวิธีการสอนบางวิธี เช่นวิธีสอนแบบบรรยายไม่ควรนำมาใช้แทนวิธีการสอนแบบปฏิบัติการ เพราะจะทำให้นักเรียนสร้างมโนคติที่ผิด ๆ ได้ง่าย นอกจากนั้นครูควรคำนึงถึงการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติให้มากที่สุด

5.3.2.2 ครูผู้สอนควรให้ความสนใจต่อมโนคติเดิมที่เป็นมโนคติพื้นฐานที่จะเรียนในเรื่องต่อไปของนักเรียน เมื่อพบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนติดตัวมาก่อน ควรมีการแก้ไขเพื่อให้นักเรียนมีมโนคติที่ถูกต้องเสียก่อน จึงเริ่มสอนมโนคติใหม่ให้นักเรียน

5.3.2.3 ครูผู้สอนควรให้ความสนใจต่อ กิจกรรม ลองทำดู ในหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรมีการนำมาอภิปรายในชั้นเรียนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสรับรู้มโนคติในเรื่องนั้น ๆ ได้ถูกต้อง เพื่อป้องกันการที่นักเรียนลงข้อสรุปหรือตีความหมาย

ของมโนมิตินั้น ๆ ด้วยตัวเอง ซึ่งอาจทำให้เกิดมโนมิตีที่คลาดเคลื่อนได้

5.3.2.4 ครูผู้สอนควรเอาใจใส่ต่อมโนมิตีที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เมื่อพบว่านักเรียนมีมโนมิตีที่คลาดเคลื่อนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้ว ก็จะสามารถแก้ไขให้นักเรียนมีมโนมิตีที่ถูกต้องได้

5.3.2.5 ครูผู้สอนควรเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียน ไม่ควรยึดติดกับวิธีการสอนวิธีใดวิธีหนึ่ง ซึ่งครูควรเลือกวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มโนมิตีอย่างถูกต้องยิ่งขึ้น

5.3.2.6 ครูผู้สอนควรมีการทดสอบการรับรู้มโนมิตีของนักเรียน อย่างสม่ำเสมอเพื่อให้โอกาสนักเรียนแสดงการรับรู้มโนมิตี เพื่อที่จะได้ทราบว่า นักเรียนมีมโนมิตีถูกต้องหรือมีมโนมิตีที่คลาดเคลื่อนในเรื่องใดบ้าง

5.3.2.7 ควรมีการปรับปรุงรูปแบบการประเมินผล โดยเพิ่มแบบทดสอบที่เป็นแบบอัตนัยแทรกเข้าไปในการทดสอบนักเรียนด้วย เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการเขียนอธิบาย และคิดหาเหตุผลในการตอบคำถาม โดยเฉพาะในการทดสอบย่อย ควรฝึกให้นักเรียนได้ทำข้อสอบที่เป็นแบบอัตนัย จะทำให้ครูได้ทราบว่ามีนักเรียนมีมโนมิตีในเรื่องนั้น ๆ อย่างไร

5.3.3 ในด้านการวิจัย

5.3.3.1 ควรทำการศึกษาในเรื่องเดียวกันนี้ กับประชากรกลุ่มอื่น ๆ เพื่อจะได้เปรียบเทียบผลการวิจัย ว่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

5.3.3.2 ควรทำการศึกษาปัจจัยและสาเหตุของการเกิดมโนมิตีที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ และเรื่องอื่น ๆ

5.3.2.3 ควรทำการศึกษาวิธีการสอน เพื่อแก้ไขมโนมิตีที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน