

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติ (Conceptual change) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหารและสารอาหาร ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการตอบแบบทดสอบมาวิเคราะห์และตีความ เพื่ออธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่อง อาหารและสารอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 49 คน ผลของการศึกษานำเสนอเป็นภาพรวมตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย 2 ข้อ คือ 1) เพื่อศึกษามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและสารอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. และ 2) เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่อง อาหารและสารอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในบทนี้ แบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและสารอาหาร ของนักเรียนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ตอนที่ 2 เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงมโนคติในด้านปัจจัยทางสังคม คือ บริบทด้านการเรียนการสอนว่าการสอนของครู โดยใช้การสอนตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมโนคติ (Conceptual Change Model) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่อง อาหารและสารอาหาร ของนักเรียนอย่างไร และปัจจัยด้านความรู้สึก ได้แก่ ความสนใจในเนื้อหา ว่ามีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนมโนคติ เรื่อง อาหารและสารอาหารของนักเรียนอย่างไร

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่อง อาหารและสารอาหาร ของนักเรียน จะนำเสนอผลการวิเคราะห์ใน 2 ประเด็นตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและสารอาหารของนักเรียนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน
2. ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงมโนคติในด้านปัจจัยทางสังคม และความรู้สึก

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่อง อาหารและสารอาหาร ของนักเรียนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและสารอาหาร ของนักเรียนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ใน 3 มโนคติหลัก ดังนี้

- 1.1 มโนคติเรื่อง ความหมายของอาหารและสารอาหาร
- 1.2 มโนคติเรื่อง ประเภทของสารอาหาร
- 1.3 มโนคติเรื่อง การทดสอบสารอาหาร
- 1.4 อภิปรายผลการวิจัย

1.1 มโนคติเรื่อง ความหมายของอาหารและสารอาหาร

แผนการสอนที่ 1 เรื่อง ความหมายของอาหารและสารอาหาร เวลา 1 คาบเรียน นักเรียนเข้าเรียนจำนวน 45 คน ขาดเรียนจำนวน 4 คน

มโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหมายของอาหารและสารอาหาร คือ อาหาร (Food) หมายถึง สิ่งที่เรารับประทานเข้าไปแล้ว ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายในด้านต่าง ๆ เช่น ทำให้ร่างกายเจริญเติบโตแข็งแรง ช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ให้พลังงานแก่ร่างกายในการดำรงชีวิต ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย ให้ภูมิคุ้มกัน และช่วยสร้างความต้านทานโรคให้แก่ร่างกาย

คำว่า “อาหาร” ตามพระราชบัญญัติอาหาร หมายถึง ของกินหรือเครื่องค้ำจุนชีวิต ได้แก่ วัตถุทุกชนิดที่คนกิน คิม อม หรือนำเข้าสู่ร่างกายไม่ว่าด้วยวิธีใด หรือในรูปลักษณะใด แต่ทั้งนี้ไม่รวมถึงยา วัตถุออกฤทธิ์ หรือสารเสพติดที่ให้โทษ

สารอาหาร (Nutrient) หมายถึง สารเคมีต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในอาหาร เมื่อรับประทานเข้าไปแล้ว ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ

1) มโนคติก่อนเรียน

จากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนติก่อนเรียน เรื่อง ความหมายของอาหารและสารอาหาร ได้แก่ “ข้อคำถามที่ 1) นักเรียนคิดว่า น้ำตาลเทียม และ พาราเซตามอล จัดเป็นอาหารหรือไม่เพราะเหตุใด” คำตอบของคำถาม คือ “ไม่จัดว่าเป็นอาหาร เพราะ น้ำตาลเทียม เป็นสารสังเคราะห์ที่ให้ความหวานเท่านั้น แต่ไม่ให้พลังงานและพาราเซตามอล เป็นยาที่ใช้ในการรักษา ไม่จัดว่าเป็นอาหาร”

จากการวิเคราะห์มโนติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 2 คน คิดเป็น 4.44 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ (CU) โดยตอบว่า “ไม่เป็น เพราะ น้ำตาลเทียมเป็นสารที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อให้ความหวาน ส่วนพาราเซตามอล เป็นยารักษาโรค” มีนักเรียนจำนวน 12 คน คิดเป็น 26.67 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วน คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน (PU) โดย



ตอบว่า “ไม่เป็น เพราะ ไม่ให้พลังงาน หรือตอบว่า ไม่เป็น เพราะ พาราเซตามอลเป็นยารักษาโรค” นักเรียนจำนวน 26 คน คิดเป็น 57.78 % คำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือ แสดงความเข้าใจ โนมตีที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (PS) โดยตอบว่า “ไม่เป็น เพราะ กินเข้าไปแล้วไม่มี ประโยชน์ หรือตอบว่า ไม่เป็น เพราะ ทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย” และนักเรียนจำนวน 5 คน คิด เป็น 11.11 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC และ NU)

และข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “สารอาหารตามหลักโภชนาการหมายความว่าอย่างไร” คำตอบของข้อคำถาม คือ “สารอาหาร ตามหลักโภชนาการแล้ว หมายถึง สารเคมีต่าง ๆ ที่เป็น ส่วนประกอบอยู่ในอาหาร เมื่อรับประทานเข้าไปแล้ว ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้”

จากการวิเคราะห์ มโนติก่อนเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ที่สมบูรณ์ (CU) มีนักเรียน 1 คน คิดเป็น 2.22 % มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์บางส่วน คือตอบคำถาม ถูกและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “สารอาหาร เป็น สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบในอาหาร” นักเรียนจำนวน 6 คน คิดเป็น 13.33 % ตอบคำถามถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลที่แสดงความเข้าใจ โนมตีที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (PS) โดยตอบว่า “สารอาหาร เป็นสิ่งที่อยู่ในอาหารและมีประโยชน์” นักเรียนจำนวน 35 คน คิดเป็น 77.78 % มีคำตอบที่อยู่ใน ระดับมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “สารอาหาร เป็นสิ่งที่รับประทานเข้าไปแล้ว ทำให้ร่างกายแข็งแรง” แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้ให้ความหมายของอาหารและสารอาหารเหมือนกัน และนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็น 6.67 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

จากการวิเคราะห์ มโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเกี่ยวกับความหมายของอาหาร และสารอาหารของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนมากมีปัญหาในการอธิบายความหมายของ อาหารและสารอาหาร โดยมีนักเรียนให้ความหมายของสารอาหารว่าเป็นสิ่งที่อยู่ในอาหารและมี ประโยชน์ ซึ่งคำว่า “สิ่งที่อยู่ในอาหาร” ที่นักเรียนตอบนั้น นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าเป็น อะไร และมีนักเรียนที่ให้คำตอบว่า สารอาหาร เป็นวัตถุหรือสิ่งที่รับประทานเข้าไปและมี ประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งเป็นความหมายที่หมายถึงอาหาร จากคำตอบข้างต้นแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความหมายของอาหารและสารอาหารว่ามีความหมาย เหมือนกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์

2) มโนมติระหว่างเรียน

มโนมติเรื่องความหมายของอาหารและสารอาหาร ผู้วิจัยเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ ด้วยการอภิปรายกลุ่ม เพื่อให้ให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับความหมายของอาหารและ สารอาหารที่แต่ละคนเข้าใจ ความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันจะทำให้นักเรียนเกิดความไม่พึงพอใจกับมโน

มติเดิมที่มีอยู่ (Dissatisfaction) จากนั้นครูให้นักเรียนหาข้อตกลงและข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่ม แล้วออกมารายงานหน้าชั้นเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ให้ความหมายของอาหารและสารอาหาร ว่า อาหาร คือ สิ่งที่รับประทานเข้าไป แต่สารอาหาร คือ คุณค่าโภชนาการที่ให้ประโยชน์แก่เรา

กลุ่มที่ 2 ให้ความหมายของอาหารและสารอาหาร ว่า อาหารและสารอาหารเหมือนกัน เพราะในอาหารมีสารอาหาร เป็นสิ่งที่ เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย

กลุ่มที่ 3 ให้ความหมายของอาหารและสารอาหาร ว่า อาหาร คือ สิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวัน ทำให้ร่างกายมีพลังงาน สารอาหาร คือ ส่วนประกอบที่อยู่ในอาหาร ที่เข้าไปในร่างกาย เพื่อให้ร่างกายดูดซึม เพื่อประโยชน์แก่ร่างกาย

จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถาม โดยมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนส่วนใหญ่ทราบว่า อาหารและสารอาหารมีความหมายไม่เหมือนกัน แต่นักเรียนไม่สามารถให้คำจำกัดความ ความหมายของอาหารและสารอาหารได้ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห่มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนที่นักเรียนส่วนใหญ่ให้คำตอบว่า สารอาหาร เป็นวัตถุหรือสิ่งที่รับประทานเข้าไปและมีประโยชน์ต่อร่างกาย ดังนั้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาและทำความเข้าใจ ความหมายของอาหารและสารอาหาร ที่ถูกต้องตามมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ครูจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 1 เรื่อง อาหารและสารอาหาร และศึกษาภาพแสดงอาหารหลัก 5 หมู่

หลังจากนักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอน และภาพแสดงอาหารหลัก 5 หมู่ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้มโนคติใหม่ เข้าใจง่าย (Intelligibility) โดยครูใช้คำถามนำการอภิปราย ดังบทสนทนาต่อไปนี้

- ครู : อาหาร หมายถึงอะไร
 นักเรียน : อาหาร หมายถึง สิ่งที่รับประทานเข้าไปแล้วได้ประโยชน์
 ครู : คำว่าได้ประโยชน์ของนักเรียน คืออะไร
 นักเรียน : ได้พลังงาน ความอบอุ่น ทำให้ร่างกายเจริญเติบโต ชุ่มชื้น ส่วนที่สึกหรอ ร่างกายแข็งแรง
 ครู : แล้วพาราเซตามอล มีประโยชน์หรือไม่
 นักเรียน : มี ครับ / ค่ะ

ครู : ถ้าเรารับประทานแล้วมีประโยชน์ เราถือว่าพาราเซตามอล เป็นอาหารหรือไม่

นักเรียน : ไม่เป็น เพราะ เป็นยา ใช้ในการรักษาโรค

ครู : แล้วน้ำตาลเทียม จัดเป็นอาหารหรือไม่

นักเรียน : ไม่เป็น

ครู : เพราะอะไร

นักเรียน : เพราะ เป็นสารให้ความหวาน ที่มนุษย์สร้างขึ้น ไม่ให้พลังงาน

จากการอภิปรายดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเกิดความเข้าใจความหมายของอาหาร ว่า “อาหาร หมายถึง สิ่งที่เรารับประทานเข้าไปแล้ว ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายในด้านต่าง ๆ เช่น ทำให้ร่างกายเจริญเติบโตแข็งแรง ช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ให้พลังงานแก่ร่างกายในการดำรงชีวิต ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย ให้ภูมิคุ้มกัน และช่วยสร้างความต้านทานโรคให้แก่ร่างกาย” ซึ่งมีความสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูได้เชื่อมโยงความเข้าใจความหมายของอาหารสู่การอธิบายความหมายของสารอาหาร ดังบทสนทนา ต่อไปนี้

ครู : เพราะอะไร อาหารที่เรารับประทานเข้าไป จึงให้ประโยชน์แก่ร่างกายได้

นักเรียน : เพราะในอาหาร มีสิ่งที่ให้ประโยชน์แก่ร่างกายประกอบอยู่

ครู : สิ่ง หรือ สารที่ประกอบอยู่ในอาหาร เราเรียกว่าอะไร

นักเรียน : สารอาหาร

ครู : แล้ว สารอาหาร หมายถึงอะไร

นักเรียน : สารอาหาร เป็นสารเคมี ที่อยู่ในอาหาร ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

จากการอภิปรายดังกล่าว แสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดความเข้าใจความหมายของสารอาหาร ว่า “สารอาหาร คือ สารเคมีที่ประกอบอยู่ในอาหาร เมื่อรับประทานเข้าไปแล้ว ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้” ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูและนักเรียนสรุปความหมายของอาหารและสารอาหารร่วมกัน โดยครูใช้คำถามนำ ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ครู : อาหาร หมายถึงอะไร

นักเรียน : อาหาร หมายถึง สิ่งที่เรารับประทานเข้าไปแล้วก่อให้เกิด

ประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น ทำให้ร่างกายเจริญเติบโต แข็งแรง
ช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ให้พลังงานแก่ร่างกาย

ครู : สารอาหาร หมายถึงอะไร

นักเรียน : สารอาหาร หมายถึง องค์ประกอบทางเคมี ที่อยู่ในอาหาร
เมื่อรับเข้าไปแล้ว ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

จากบทสนทนาดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า วิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้
เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. ทำให้นักเรียนสามารถตอบคำถามและอธิบายได้ว่า
อาหารและสารอาหารมีความหมายที่แตกต่างกัน คือ อาหาร หมายถึง สิ่งที่เรารับประทานเข้าไป
แล้ว ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายในด้านต่าง ๆ เช่น ทำให้ร่างกายเจริญเติบโตแข็งแรงช่วย
ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ให้พลังงานแก่ร่างกายในการดำรงชีวิต ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายให้
ภูมิคุ้มกัน และช่วยสร้างความต้านทานโรคให้แก่ร่างกาย และ สารอาหาร หมายถึง สารเคมีต่าง ๆ
ที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในอาหาร เมื่อรับประทานเข้าไปแล้ว ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

3) มโนคติหลังเรียน

หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมโนคติ
(Conceptual Change Model) ของ Posner et al. (1982 อ้างถึงใน วรณจรรย์ มั่งสิงห์, 2539) แล้ว ครู
ให้นักเรียนตอบข้อคำถามในแบบสำรวจมโนคติหลังเรียนในบัตรคำถามชุดที่ 2 โดยใช้ข้อคำถาม
เดียวกับข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนคติก่อนเรียน เพื่อให้นักเรียน
มองเห็นแนวทางว่ามโนคติใหม่มีความเป็นไปได้ (Plausibility) สามารถช่วยแก้ปัญหาหรือ
สถานการณ์ที่ต้องการได้

จากการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียน ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทาง
วิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 1 พบว่า มีนักเรียน 12 คน คิดเป็น 26.67 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์
ที่สมบูรณ์ คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ (CU) โดยตอบว่า “น้ำตาล
เทียม ไม่เป็นอาหาร เพราะ น้ำตาลเทียมเป็นสารที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อให้ความหวาน ส่วนพาราเซตา
มอล เป็นยารักษาโรค” มีนักเรียนจำนวน 12 คน คิดเป็น 26.67 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์
บางส่วน คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน (PU)
โดยตอบว่า “ไม่เป็น เพราะ ไม่ให้พลังงาน หรือตอบว่า ไม่เป็นเพราะพาราเซตามอลเป็นยารักษาโรค”
นักเรียนจำนวน 16 คน คิดเป็น 35.56 % คำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือ
แสดงความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (PS) โดยตอบว่า “ไม่เป็นเพราะกินเข้าไปแล้วไม่มี

ประโยชน์ หรือตอบว่า ไม่เป็น เพราะ ทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย” และนักเรียนจำนวน 5 คน คิดเป็น 11.11 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC และ NU)

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 2 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 10 คน คิดเป็น 22.22 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ คือสามารถตอบคำถามถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยตอบว่า “สารอาหาร เป็นสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในอาหาร ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้” แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้เข้าใจว่า สารอาหาร เป็นสารประกอบทางเคมีที่อยู่ในอาหาร เมื่อรับประทานเข้าไปแล้ว ร่างกายสามารถนำสารเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ มีนักเรียน 11 คน คิดเป็น 24.44 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วน คือนักเรียนตอบคำถามถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “สารอาหาร คือ สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบในอาหาร” นั่นคือนักเรียนกลุ่มนี้มีความเข้าใจว่า สารอาหาร เป็นสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในอาหาร แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายเหตุผลว่าสารเคมีเหล่านี้ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นักเรียนจำนวน 11 คน คิดเป็น 24.44 % ตอบคำถามถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่แสดงความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (PS) โดยตอบว่า “สารอาหาร เป็นสิ่งที่อยู่ในอาหาร” นักเรียนจำนวน 12 คน คิดเป็น 26.67 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC และ NU) โดยตอบว่า “สารอาหาร เป็นสิ่งที่รับประทานเข้าไปแล้วมีประโยชน์ทำให้ร่างกายแข็งแรง” นักเรียนกลุ่มนี้ไม่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ เนื่องจากคำตอบของนักเรียนเป็นความหมายของอาหารไม่ใช่สารอาหาร และมีนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็น 2.22 % ไม่ตอบคำถาม

นอกจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้บัตรคำถามชุดที่ 3 ในการสำรวจมโนคติหลังเรียนของนักเรียน ซึ่งข้อคำถามจะแตกต่างจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 2 ทั้งนี้ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถมองเห็นว่ามโนคติใหม่มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิมได้ (Fruitfulness) โดยมีข้อคำถามคือ ให้นักเรียนระบุสิ่งที่อยู่ในภาพ (พริก , สีส้มอาหาร , กาแฟ) ว่าเป็นอาหารหรือไม่ คำตอบของข้อคำถามคือ พริก เป็นอาหาร เพราะ มีเกลือแร่ และวิตามิน C สูง สีส้มอาหาร ไม่เป็นอาหาร เพราะ ใช้ปรุงแต่งอาหารให้มีสีสวยงาม ไม่ได้ให้สารอาหารชนิดใดเลย และ กาแฟ จัดเป็นอาหาร เพราะ ให้คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันด้วย

จากการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียน 44 คน คิดเป็น 97.78 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการระบุว่าพริกเป็นอาหารหรือไม่ โดยตอบว่า พริก เป็นอาหาร เพราะ ให้วิตามิน และมีนักเรียน 1 คน คิดเป็น 2.22 % ที่ตอบว่า พริก ไม่เป็นอาหาร เพราะ ไม่ให้พลังงาน มีนักเรียนจำนวน 44 คน คิดเป็น 97.78 % มีมโนคติทาง

วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการระบุว่าสีผสมอาหารเป็นอาหารหรือไม่ โดยตอบว่า สีผสมอาหารไม่เป็นอาหาร เพราะ ทำให้สีสวยงามน่ารับประทานแต่ไม่มีประโยชน์ และมีนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็น 2.22 % มีมติที่คลาดเคลื่อน โดยตอบว่า สีผสมอาหาร เป็นอาหาร เพราะให้พลังงาน นักเรียนจำนวน 28 คน คิดเป็น 62.22 % มีมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการระบุว่า กาแฟเป็นอาหารหรือไม่ โดยตอบว่า กาแฟ เป็นอาหาร เพราะให้พลังงาน และมีนักเรียน จำนวน 17 คน คิดเป็น 37.78 % มีมติที่คลาดเคลื่อน โดยตอบว่า “กาแฟ ไม่เป็นอาหาร เพราะ เป็นสารเสพติด”

จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจความหมายของอาหารและสารอาหาร ที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยสามารถพิจารณาได้จากการที่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุสิ่งต่าง ๆ ในข้อคำถามได้ว่า สิ่งใดที่เป็นอาหาร และสิ่งใดที่ไม่เป็นอาหาร ได้ถูกต้อง

1.2 มโนคติเรื่องประเภทของสารอาหาร

1.2.1 มโนคดีย่อยเรื่องประเภทของสารอาหารและการหาค่าพลังงานสะสมในอาหาร แผนการสอนที่ 2 เรื่อง ประเภทของสารอาหารและการหาค่าพลังงานสะสมในอาหาร เวลา 2 คาบเรียน นักเรียนเข้าเรียนจำนวน 48 คน ขาดเรียนจำนวน 1 คน

มโนคติทางวิทยาศาสตร์ของมโนคีย่อย เรื่อง ประเภทของสารอาหาร และการหาค่าพลังงานสะสมในอาหาร คือ สารอาหาร แบ่งตามเกณฑ์การให้พลังงานได้เป็น 2 ประเภท คือ

- 1) สารอาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน
- 2) สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ

อาหารมีพลังงานเคมีสะสมอยู่ ซึ่งเราไม่สามารถมองเห็นได้ แต่เรากำหนดหาพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหารได้ โดยคำนวณออกมาในรูปของพลังงานความร้อน โดยนำอาหารมาเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำ พลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในอาหารจะเปลี่ยนรูปมาเป็นพลังงานความร้อนแล้วถ่ายเทให้กับน้ำที่ถูกต้ม เราจึงคำนวณหาปริมาณความร้อนที่น้ำรับไว้ได้ แทนพลังงานเคมีที่อยู่ในอาหาร กำหนดหาปริมาณความร้อนในหน่วยของแคลอรี โดยใช้สูตร

$$Q = mS\Delta t$$

และคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนที่สะสมอยู่ในอาหารในหน่วย แคลอรี/กรัม (Cal / g) หรือกิโลแคลอรี / กรัม (Kcal / g) โดยใช้สูตร

$$\text{พลังงานความร้อนที่สะสมอยู่ในอาหาร} = \frac{\text{ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับ}}{\text{มวลของอาหารที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง}}$$

1) มโนมติก่อนเรียน

จากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนมติก่อนเรียน เรื่องประเภทของสารอาหารและการหาพลังงานสะสมในอาหารบางชนิด ได้แก่ ข้อคำถามที่ 1 ที่ถามว่า “สารอาหาร สามารถแบ่งตามเกณฑ์การให้พลังงานได้กี่ประเภท อะไรบ้าง” คำตอบของคำถามคือ “สารอาหาร แบ่งตามเกณฑ์การให้พลังงานได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. สารอาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน
2. สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ”

จากการวิเคราะห์มโนมติก่อนเรียนในข้อคำถามที่ 1 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) มีนักเรียนจำนวน 17 คน คิดเป็น 34.69% มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือ ตอบคำถามถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วนโดยตอบว่า “มี 2 ประเภท คือ สารอาหารที่ให้พลังงาน และสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน” มีนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็น 6.12 % ตอบคำถามถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่แสดงความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (PS) โดยตอบว่า “มี 2 ประเภท” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายเหตุผลประกอบ หรือการให้เหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย มีนักเรียนจำนวน 28 คน คิดเป็น 57.14 % มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบคำถามว่า “มี 6 ประเภท คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ” ซึ่งเป็นสารอาหารที่จัดอยู่ในแต่ละประเภท ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ตรงกับคำถาม และไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็น 2.04 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “นักเรียนมีวิธีการทดลอง เพื่อหาค่าพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหารอย่างไร” คำตอบของคำถาม คือ “นำอาหารมาเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำ พลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในอาหาร จะเปลี่ยนรูปมาเป็นพลังงานความร้อนแล้วถ่ายเทให้กับน้ำที่ถูกต้มแล้วคำนวณหาปริมาณความร้อนที่น้ำรับไว้ได้ แทนพลังงานเคมีที่อยู่ในอาหาร” จากการวิเคราะห์มโนมติก่อนเรียนในข้อคำถามที่ 2 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) มีนักเรียน 1 คน คิดเป็น 2.04 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือ ตอบคำถามถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “นำไปเผาไฟแล้วเอามาต้มน้ำ” มีนักเรียนจำนวน 24 คน คิดเป็น 48.98 % มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC)

โดยตอบว่า นำอาหารมาคัม หรือตอบว่า “ทดสอบกับสารเคมี” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียนจำนวน 24 คน คิดเป็น 48.98 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เกี่ยวกับมโนคติย่อย เรื่อง ประเภทของสารอาหารและการหาค่าพลังงานสะสมในอาหาร จากการตอบข้อคำถามที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนมากมีปัญหาในการจัดหมวดหมู่หรือแบ่งประเภทของสารอาหารตามเกณฑ์การให้พลังงานและไม่ให้พลังงาน โดยนักเรียนส่วนใหญ่ทราบมาก่อนแล้วว่า สารอาหารมี 6 ชนิด คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ ซึ่งมาจากอาหารหลัก 5 หมู่ แต่นักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่า สารอาหารชนิดใดให้พลังงาน และสารอาหารชนิดใดไม่ให้พลังงาน โดยพิจารณาได้จากคำตอบของนักเรียน มีนักเรียนจำนวน 28 คน ตอบคำถามว่า สารอาหารมี 6 ประเภท คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ได้จำแนกหรือระบุว่าสารอาหารเมื่อแบ่งตามเกณฑ์การให้พลังงานแล้วมี 2 ประเภท ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่สอดคล้องกับมโนคติที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อพิจารณาข้อคำถามที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนมากไม่ทราบวิธีการทดลอง และวิธีการหาค่าพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหาร จะเห็นได้จากการที่นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมดและจำนวนนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม

2) มโนคติระหว่างเรียน

ในการจัดการเรียนรู้มโนคติ เรื่อง ประเภทของสารอาหาร มโนคติย่อย เรื่อง ประเภทของสารอาหารและการหาค่าพลังงานสะสมในอาหาร เมื่อนักเรียนตอบคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ด้วยการอภิปรายกลุ่ม แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำตอบของบัตรคำถามชุดที่ 1 เพื่อให้ นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับ ประเภทของสารอาหารและการหาค่าพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหารที่แต่ละคนเข้าใจ ความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันจะทำให้ นักเรียนเกิดความไม่พึงพอใจกับมโนคติเดิมที่มีอยู่ (Dissatisfaction) จากนั้นครูให้นักเรียนหาข้อตกลงและข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่ม แล้วออกมารายงานหน้าชั้นเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ให้ข้อสรุปว่า สารอาหารมี 6 ประเภท คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ โดยทั้งหมดมีจำเป็นต่อร่างกาย แต่ไม่ทราบวิธีการหาพลังงานที่มีอยู่ในอาหาร

กลุ่มที่ 2 ให้ข้อสรุปว่า สารอาหารแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และไม่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และไม่ทราบวิธีการหาพลังงานที่มีอยู่ในอาหาร

กลุ่มที่ 3 ให้ข้อสรุปว่า สารอาหารมี 2 ประเภท คือ สารอาหารที่ให้พลังงาน ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย และสารอาหารที่ทำให้ร่างกายเจริญเติบโต โดยหาพลังงานที่มี อยู่ในอาหาร โดยเอาไปเผาไฟ

จากการรายงานดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของสารอาหารตามเกณฑ์การให้พลังงาน และไม่ให้พลังงาน โดยนักเรียนบางกลุ่มทราบมาก่อนแล้วว่า สารอาหารมี 6 ชนิด คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ ที่ได้มาจากอาหารหลัก 5 หมู่ ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนที่นักเรียนส่วนใหญ่ให้คำตอบว่า สารอาหารมี 6 ประเภท คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ได้จำแนกหรือระบุว่า สารอาหารชนิดใดให้พลังงานและชนิดใดไม่ให้พลังงาน นอกจากนี้ จากการรายงานของนักเรียนยังพบว่า นักเรียนไม่ทราบวิธีการหาค่าพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหาร มีเพียงบางกลุ่มเท่านั้นที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบบางส่วน (PU) โดยให้ข้อสรุปว่า สามารถหาค่าพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหารโดยเอาไปเผาไฟ ดังนั้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของสารอาหารตามเกณฑ์การให้พลังงานและไม่ให้พลังงาน ครูจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 2 เรื่อง ประเภทของสารอาหารและการหาค่าพลังงานสะสมในอาหารบางชนิด

หลังจากนักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 2 เรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้มโนคติใหม่เข้าใจง่าย (Intelligibility) โดยครูใช้คำถามนำการอภิปราย ดังบทสนทนาต่อไปนี้

- ครู : ในอาหารหลัก 5 หมู่ที่นักเรียนเคยศึกษามาแล้ว สารอาหารมีอะไรบ้าง
- นักเรียน : คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ
- ครู : สารอาหารแต่ละชนิดมีความสำคัญหรือหน้าที่เหมือนกันหรือไม่
- นักเรียน : เหมือนกัน / ไม่เหมือนกัน
- ครู : สารอาหาร มีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไรบ้าง
- นักเรียน : ให้พลังงาน ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย ทำให้ร่างกายเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ สร้างภูมิคุ้มกัน ทำให้ร่างกายแข็งแรง
- ครู : แสดงว่า สารอาหารแต่ละชนิดมีความสำคัญหรือหน้าที่เหมือนกันหรือไม่
- นักเรียน : ไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับความต้องการของร่างกาย

ครู : เมื่อสารอาหารแต่ละชนิดมีความสำคัญต่างกัน นักเรียนจะแบ่งประเภทของสารอาหารตามเกณฑ์การให้พลังงานออกได้เป็นกี่ประเภท

นักเรียน : แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ สารอาหารที่ให้พลังงาน และ สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน

ครู : สารอาหารชนิดใดบ้างที่ให้พลังงาน

นักเรียน : คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และ ไขมัน

ครู : แล้วสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่อะไรบ้าง

นักเรียน : วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ

จากการอภิปรายดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า เมื่อศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 2 เรื่อง ประเภทของสารอาหารและการหาค่าพลังงานสะสมในอาหารบางชนิดแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับ การจำแนกประเภทของสารอาหารตามเกณฑ์การให้พลังงาน และไม่ให้พลังงาน ว่า “สารอาหาร มี 2 ประเภท คือ สารอาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และ ไขมัน และสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ” ซึ่งมีความสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จากนั้น ครูได้เชื่อมโยงความเข้าใจของนักเรียนเพื่อนำไปสู่วิธีการทดลองและการคำนวณหาค่าพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหาร ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ครู : นักเรียนทราบแล้วหรือยังว่า สารอาหารชนิดใดให้พลังงาน ชนิดใดไม่ให้พลังงาน

นักเรียน : ทราบแล้วครับ / ค่ะ

ครู : แล้วนักเรียนจะมีวิธีการหาค่าพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหารนั้นอย่างไร

นักเรียน : เอาไปเผาไฟ ครับ / ค่ะ

จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองที่ 1 เรื่อง การหาค่าพลังงานที่สะสมในอาหาร โดยแต่ละกลุ่มจะได้เมล็ดถั่วลิสงที่มีน้ำหนักแตกต่างกัน และให้นักเรียนทำการทดลองตามใบกิจกรรมการทดลอง เมื่อทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว ครูนำเสนอตัวอย่างผลการทดลอง และวิธีการคำนวณหาค่าพลังงานที่สะสมอยู่ในเมล็ดถั่วลิสง เพื่อให้นักเรียนนำไปใช้ในการคำนวณจากข้อมูลผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทดลอง ดังบทสนทนาต่อไปนี้

- ครู : น้ำได้รับความร้อนจากอะไร
- นักเรียน : จากการเผาเมล็ดถั่วลิสง
- ครู : แล้วพลังงานเคมีในเมล็ดถั่วลิสงถูกเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานอะไร
- นักเรียน : พลังงานความร้อน
- ครู : เราคำนวณหาปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับได้อย่างไร
- นักเรียน : มวลของน้ำคูณด้วยอุณหภูมิของน้ำที่เปลี่ยนไป
- ครู : แล้วเราทราบได้อย่างไรว่า ในเมล็ดถั่วลิสง มีพลังงานสะสมอยู่ในปริมาณมากหรือน้อยเท่าไร
- นักเรียน : คำนวณได้จาก ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับหารด้วยมวลของเมล็ดถั่วลิสงที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง

จากบทสนทนาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า วิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. ทำให้นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าสารอาหารจำแนกตามเกณฑ์การให้พลังงาน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารอาหารที่ให้พลังงานและสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน พร้อมทั้งสามารถอธิบายวิธีการทดลองเพื่อคำนวณหาค่าพลังงานที่สะสมในอาหารบางชนิดได้ จากข้อมูลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ แสดงว่านักเรียนมีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ประเภทของสารอาหารและการหาค่าพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหารบางชนิด

3) มโนคติหลังเรียน

หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมโนคติ (Conceptual Change Model) ของ Posner et al. (1982 อ้างถึงใน วรณจรี มั่งสิงห์, 2539) แล้ว ครูให้นักเรียนตอบข้อคำถามในแบบสำรวจมโนคติหลังเรียนในบัตรคำถามชุดที่ 2 โดยใช้ข้อคำถามเดียวกับข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนติก่อนเรียน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางว่ามโนคติใหม่มีความเป็นไปได้ (Plausibility) สามารถช่วยแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการได้

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 1 พบว่า มีนักเรียน 28 คน คิดเป็น 58.33 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ (CU) โดยตอบว่า “สารอาหารมี 2 ประเภท คือ สารอาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันและสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ” และมีนักเรียนจำนวน 20 คน คิดเป็น

41.67 % มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบคำถามว่า “มี 6 ประเภท คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ” ซึ่งเป็นสารอาหารที่จัดอยู่แต่ละประเภท ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 2 พบว่ามีนักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็น 8.33 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ คือสามารถตอบคำถามถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยตอบว่า “พลังงานที่สะสมในอาหารหาได้จากนำอาหารมาเป็นเชื้อเพลิงในการคัมน์น้ำ พลังงานเคมีในอาหารจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน แล้วจึงคำนวณหาปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับไว้” แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง สามารถอธิบายวิธีในการหาค่าพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหารได้ มีนักเรียน 2 คน คิดเป็น 56.25 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วน คือนักเรียนตอบคำถามถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “พลังงานสะสมในอาหารหาได้จาก นำถั่วมาซังแล้วเอาไปเผาไฟจนกว่าไฟจะดับและวัดอุณหภูมิของน้ำ” นั่นคือนักเรียนกลุ่มนี้มีความเข้าใจวิธีการหาค่าพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหาร แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายถึงการเปลี่ยนรูปของพลังงานและไม่ได้กล่าวถึงการคำนวณหาค่าพลังงานที่สะสมในอาหาร นักเรียนจำนวน 7 คน คิดเป็น 14.58 % ตอบคำถามถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่แสดงความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (PS) โดยตอบว่า “พลังงานสะสมในอาหารหาได้จาก นำไปเผาไฟ” นักเรียนจำนวน 7 คน คิดเป็น 14.58 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “นำอาหารไปคัมน์ หรือตอบว่าลองรับประทานดู” แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้ไม่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ เนื่องจากคำตอบของนักเรียนไม่สื่อความหมาย และมีนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็น 6.25 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

นอกจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้บัตรคำถามชุดที่ 3 ในการสำรวจมโนคติหลังเรียนของนักเรียน ซึ่งข้อคำถามจะแตกต่างจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 และบัตรคำถามชุดที่ 2 ทั้งนี้ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถมองเห็นว่ามโนคติใหม่มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิมได้ (Fruitfulness) โดยมีข้อคำถาม คือ ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “ให้นักเรียนเขียนสรุปการจำแนกสารอาหารออกมาในรูปของแผนผังมโนคติ” มีนักเรียนจำนวน 26 คน คิดเป็น 54.17% มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ คือสามารถตอบคำถามถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ (CU) มีนักเรียนจำนวน 17 คน คิดเป็น 35.42% มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และมีนักเรียน จำนวน 5 คน คิดเป็น 10.41% ไม่ตอบคำถาม (NU)

ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “ในการทดลองหาพลังงานที่สะสมในอาหาร โดยใช้ อาหารแห้ง 12 กรัม ไปเผาจนเกิดเปลวไฟ แล้วนำไปต้มน้ำ 20 cm^3 จนอาหารไหม้หมด วัดอุณหภูมิของน้ำ ได้ผลดังนี้

	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)
ก่อนต้ม	25
หลังต้ม	85

1. จากผลการทดลอง น้ำได้รับปริมาณความร้อนกี่แคลอรี
2. อาหารชนิดนี้ ให้พลังงานความร้อนกี่แคลอรีต่อกรัม

จากการวิเคราะห์หมโนมติทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีนักเรียนจำนวน 12 คน คิดเป็น 25.00 % มีหมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ คือสามารถตอบคำถามถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยแสดงวิธีการคำนวณได้อย่างถูกต้อง มีนักเรียน 21 คน คิดเป็น 43.75 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับหมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยนักเรียนแสดงวิธีการคำนวณผิดหรือไม่แสดงวิธีการคำนวณ และมีนักเรียนจำนวน 15 คน คิดเป็น 31.25 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงหมโนมติของ Posner et al. ทำให้นักเรียนบางกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงหมโนมติทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจหมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น

1.2.2 หมโนมด้อย เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (คาร์โบไฮเดรต)

แผนการสอนที่ 3 เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (คาร์โบไฮเดรต) เวลา 1 คาบเรียน นักเรียนที่เข้าเรียนจำนวน 48 คน ขาดเรียนจำนวน 1 คน

หมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของหมโนมด้อย เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (คาร์โบไฮเดรต) คือ คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) เป็นสารอาหารที่พบได้ในอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล เช่น ข้าว แป้ง เผือก มัน เป็นสารอาหารที่มีหน้าที่หลักในการให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย โดยคาร์โบไฮเดรต 1 กรัม (g) จะให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี (Kcal)

คาร์โบไฮเดรตทุกชนิด ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) โดยอัตราส่วนของ H : O จะเท่ากับ 2 : 1

ประเภทของคาร์โบไฮเดรต แบ่งเป็น 3 ประเภทด้วยกัน คือ

- 1) น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharide) ได้แก่ กลูโคส ฟรุคโตส และกาแลกโตส

- 2) น้ำตาลโมเลกุล (Disaccharide) ได้แก่ มอลโตส ซูโครส และ แล็กโตส
- 3) น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ (Polysaccharide) ได้แก่ แป้ง ไกลโคเจน และเซลลูโลส

1) มโนมติก่อนเรียน

จากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนมติก่อนเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (คาร์โบไฮเดรต) ได้แก่ “ข้อคำถามที่ 1) คาร์โบไฮเดรต มีองค์ประกอบทางเคมีอะไรบ้าง” คำตอบของคำถาม คือ “คาร์โบไฮเดรตทุกชนิด ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) โดยอัตราส่วนของ H : O จะเท่ากับ 2 : 1”

จากการวิเคราะห์มโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) และมโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) มีนักเรียน 8 คน คิดเป็น 16.67 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และมีนักเรียนจำนวน 40 คน คิดเป็น 83.33 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “คาร์โบไฮเดรต สามารถจำแนกออกได้เป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง” คำตอบของคำถาม คือ “คาร์โบไฮเดรต แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharide) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide) และ น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ (Polysaccharide)

จากการวิเคราะห์มโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็น 8.33 % มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) คือ สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ โดยตอบว่า “แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว น้ำตาลโมเลกุลคู่ และ น้ำตาลโมเลกุลใหญ่” มีนักเรียนจำนวน 5 คน คิดเป็น 10.42 % ตอบคำถามถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่แสดงความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (PS) โดยตอบว่า “คาร์โบไฮเดรต มี 3 ประเภท” มีนักเรียนจำนวน 12 คน คิดเป็น 25.00 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “คาร์โบไฮเดรต มี 2 ประเภท คือ ประเภทที่ให้ ความหวาน และประเภทที่ไม่ให้ความหวาน” หรือตอบว่า “คาร์โบไฮเดรต มี 5 ประเภท คือ ข้าว แป้ง น้ำตาล เผือก มัน” และนักเรียนจำนวน 27 คน คิดเป็น 56.25 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

และข้อคำถามที่ 3 ถามว่า “แป้งและน้ำตาล เหมือนหรือต่างกันอย่างไร” คำตอบของคำถาม คือ “ทั้งแป้งและน้ำตาล เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเหมือนกัน แต่มีข้อแตกต่างกัน คือ 1) เป็นสารที่มีขนาดโมเลกุลต่างกัน 2) ความสามารถในการละลายน้ำ 3) น้ำตาล ให้ความหวาน ส่วนแป้งไม่ให้ความหวาน”

จากการวิเคราะห์มโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) นักเรียนจำนวน 25 คน คิดเป็น 52.08% มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่

สำคัญบางส่วนโดยตอบว่า “เหมือนกัน เพราะให้พลังงานเหมือนกัน” หรือตอบว่า “เหมือนกัน เพราะอยู่ในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตเหมือนกัน” มีนักเรียน 3 คน คิดเป็น 6.25 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยตอบว่า “เหมือนกัน” แต่นักเรียนไม่ได้ให้เหตุผลประกอบ มีนักเรียนจำนวน 8 คน คิดเป็น 16.67 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อน (AC) โดยตอบว่า “ไม่เหมือนกัน” หรือตอบว่า “ไม่เหมือนกัน เพราะแป้งเป็นคาร์โบไฮเดรต ส่วนน้ำตาลเป็นของหวาน” หรือตอบว่า “แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรต ส่วนน้ำตาลเป็นเครื่องปรุง” แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้มีความเข้าใจว่าแป้งและน้ำตาลเป็นสารอาหารที่แตกต่างกัน และมีนักเรียน 12 คน คิดเป็น 25.00 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเกี่ยวกับ เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (คาร์โบไฮเดรต) จากการตอบข้อคำถามที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนมากมีปัญหาในการระบุองค์ประกอบทางเคมีของคาร์โบไฮเดรต โดยนักเรียนมีความไม่เข้าใจ (NU) ซึ่งพิจารณาได้จากนักเรียนจำนวน 40 คน ที่ไม่ตอบคำถาม เมื่อพิจารณาจากการตอบคำถามข้อที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาการจำแนกประเภทของคาร์โบไฮเดรต พิจารณาจากนักเรียนจำนวน 12 คน ที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) ตัวอย่างคำตอบเช่น นักเรียนตอบว่า “ไม่เหมือนกัน เพราะแป้งเป็นคาร์โบไฮเดรต ส่วนน้ำตาลเป็นของหวาน” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถามจำนวน 27 คน แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้มีความไม่เข้าใจ (NU) และเมื่อพิจารณาข้อคำถามที่ 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) ซึ่งมีคำตอบที่ถูกต้องแต่ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน และยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (AC) ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

2) มโนคติระหว่างเรียน

ในการจัดการเรียนรู้มโนคติ เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (คาร์โบไฮเดรต) ตามการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. ผู้วิจัยเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำตอบของบัตรคำถามชุดที่ 1 เพื่อให้ให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่แต่ละคนเข้าใจ ความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันจะทำให้นักเรียนเกิดความไม่พึงพอใจกับมโนคติเดิมที่มีอยู่ (Dissatisfaction) จากนั้นครูให้นักเรียนหาข้อตกลงและข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่มตามประเด็นของคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 แล้วออกมารายงานหน้าชั้นเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้



กลุ่มที่ 1 ให้ข้อสรุปว่า

- กลุ่มของนักเรียนยังไม่ทราบองค์ประกอบทางเคมีของคาร์โบไฮเดรต
- คาร์โบไฮเดรต มี 3 ประเภท
- แป้งและน้ำตาล เป็นคาร์โบไฮเดรตเหมือนกัน และให้พลังงานเหมือนกัน

กลุ่มที่ 2 ให้ข้อสรุปว่า

- กลุ่มของนักเรียนยังไม่ทราบองค์ประกอบทางเคมีของคาร์โบไฮเดรต
- คาร์โบไฮเดรตมี 5 ประเภท คือ ข้าว แป้ง น้ำตาล เผือก และมัน
- แป้งและน้ำตาลเป็นคาร์โบไฮเดรตเหมือนกัน

กลุ่มที่ 3 ให้ข้อสรุปว่า

- กลุ่มของนักเรียนยังไม่ทราบองค์ประกอบทางเคมีของคาร์โบไฮเดรต
- คาร์โบไฮเดรต มี 3 ประเภท
- แป้งและน้ำตาล เป็นคาร์โบไฮเดรตเหมือนกัน โดยแป้งจะถูกย่อยให้เป็นน้ำตาล

จากการรายงานหน้าชั้นเรียนของนักเรียนดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของคาร์โบไฮเดรตมาก่อน (NU) นักเรียนบางกลุ่มมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนแบบบางส่วน (PS) เกี่ยวกับประเภทของคาร์โบไฮเดรต โดยนักเรียนให้ข้อสรุปว่า คาร์โบไฮเดรตมี 3 ประเภท แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายหรือระบุรายละเอียดเกี่ยวกับประเภทของคาร์โบไฮเดรตได้ และมีนักเรียนบางกลุ่มมีมโนคติอยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) พิจารณาได้จากคำตอบของนักเรียนที่ให้คำตอบว่า คาร์โบไฮเดรตมี 5 ประเภท คือ ข้าว แป้ง น้ำตาล เผือก และมัน ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตไม่ใช่ประเภทของคาร์โบไฮเดรต และนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เกี่ยวกับการอธิบายว่า แป้งและน้ำตาลเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร โดยการให้เหตุผลถูกบางส่วนแต่ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ดังนั้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาและทำความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับคาร์โบไฮเดรต ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 3 เรื่อง คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

หลังจากที่นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอนเรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติม เพื่อให้มโนคติใหม่เข้าใจง่าย (Intelligibility) โดยครูใช้คำถามนำการอภิปราย ดังบทสนทนาต่อไปนี้

- ครู : สารเคมีที่อยู่ในอาหาร เราเรียกว่าอะไร
 นักเรียน : สารอาหาร
 ครู : สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต มีธาตุอะไรบ้างเป็นองค์ประกอบ
 นักเรียน : คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O)
 ครู : ธาตุหลักเหล่านี้ อยู่ในอาหารในลักษณะอย่างไร
 นักเรียน : เป็นสารประกอบ

จากการอภิปรายดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเมื่อนักเรียนได้ศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 3 เรื่อง คาร์โบไฮเดรต แล้ว ทำให้นักเรียนที่ไม่มีความเข้าใจโมเมนต์ (NU) สามารถเกิดความเข้าใจโมเมนต์เกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของคาร์โบไฮเดรตว่าประกอบด้วยธาตุหลักที่สำคัญ คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) โดยรวมกันอยู่ในรูปของสารประกอบ ซึ่งมีความสอดคล้องกับโมเมนต์ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้น ครูนำอภิปรายโมเมนต์ เรื่อง คาร์โบไฮเดรต เพื่อเสนอโมเมนต์ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเปรียบเทียบสมบัติบางประการของแป้งและน้ำตาล ดังบทสนทนาต่อไปนี้

- ครู : ตอนที่เราเคี้ยวข้าว เริ่มแรกมีรสชาติเป็นอย่างไร หวานหรือไม่หวาน
 นักเรียน : ไม่หวาน
 ครู : ถ้าเราอมข้าวไว้ในปากนาน ๆ จะเป็นอย่างไร
 นักเรียน : หวาน
 ครู : แสดงว่าข้าวหรือแป้ง ถูกย่อยให้กลายเป็นอะไร
 นักเรียน : น้ำตาล
 ครู : แสดงว่าข้าว แป้ง และน้ำตาล เป็นอาหารที่ให้สารอาหารชนิดเดียวกันหรือไม่
 นักเรียน : ให้สารอาหารชนิดเดียวกัน
 ครู : ค้างนั้น นักเรียนคิดว่า ระหว่างแป้งและน้ำตาล อะไรมีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่ากัน
 นักเรียน : แป้งมีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่าน้ำตาล เพราะแป้งถูกย่อยให้เป็นน้ำตาล
 ครู : ถ้าเอาไปละลายน้ำ นักเรียนคิดว่าอะไรจะละลายน้ำ
 นักเรียน : น้ำตาล

- ครู : สรุปล้างแป้งและน้ำตาล เป็นอาหารที่ให้สารอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตเหมือนกันใช่หรือไม่
- นักเรียน : ใช่ครับ / ค่ะ

จากการอภิปรายประกอบการศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 3 เรื่อง คาร์โบไฮเดรตดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์จากมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) ในมโนคติเกี่ยวกับสมบัติบางประการของแป้งและน้ำตาล โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่าแป้งมีขนาดโมเลกุลที่ใหญ่กว่าโมเลกุลของน้ำตาล แต่ไม่ละลายน้ำและไม่ให้ความหวาน ส่วนน้ำตาลละลายน้ำได้และให้ความหวาน ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูได้เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับขนาดของโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรตโดยการอภิปรายประกอบการศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 3 เรื่อง คาร์โบไฮเดรต เพื่อนำเข้าสู่การแบ่งประเภทของคาร์โบไฮเดรต ดังบทสนทนาต่อไปนี้

- ครู : เมื่อแป้งถูกย่อยจนสมบูรณ์แล้ว ได้หน่วยที่เล็กที่สุดที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ คืออะไร
- นักเรียน : น้ำตาล โมเลกุลเดี่ยว
- ครู : เมื่อน้ำตาล โมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล รวมกันเกิดเป็นน้ำตาลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เรียกน้ำตาลประเภทนี้ว่าอย่างไร
- นักเรียน : น้ำตาลโมเลกุลคู่
- ครู : แต่ถ้าน้ำตาล โมเลกุลเดี่ยวหลาย ๆ โมเลกุลรวมกันเกิดเป็นน้ำตาลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เราเรียกน้ำตาลประเภทนี้ว่าอย่างไร
- นักเรียน : น้ำตาลโมเลกุลใหญ่
- ครู : จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า คาร์โบไฮเดรต มีกี่ประเภท
- นักเรียน : มี 3 ประเภท
- ครู : อะไรบ้าง
- นักเรียน : น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว น้ำตาลโมเลกุลคู่ และ น้ำตาลโมเลกุลใหญ่

จากการอภิปรายประกอบการศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 3 เรื่อง คาร์โบไฮเดรตดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์จากมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) ในมโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของคาร์โบไฮเดรต ว่า คาร์โบไฮเดรต แบ่งเป็น 3 ประเภทด้วยกัน

คือ 1) น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharide) 2) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide) 3) น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ (Polysaccharide) ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

3) มโนคติหลังเรียน

หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมโนคติ (Conceptual Change Model) ของ Posner et al. (1982 อ้างถึงใน วรณจรรย์ มั่งสิงห์, 2539) แล้ว ครูให้นักเรียนตอบข้อคำถามในแบบสำรวจมโนคติหลังเรียนในบัตรคำถามชุดที่ 2 โดยใช้ข้อคำถามเดียวกับข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนติก่อนเรียน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางว่ามโนคติใหม่มีความเป็นไปได้ (Plausibility) สามารถช่วยแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการได้

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 1 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 42 คน คิดเป็น 87.50 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “องค์ประกอบทางเคมีของ คาร์โบไฮเดรต ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) โดยอัตราส่วนของ H : O จะเท่ากับ 2 : 1” มีนักเรียนจำนวน 5 คน คิดเป็น 10.42 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ข้าว แป้ง เผือก มัน” ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ตรงคำถามและไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียน 1 คน คิดเป็น 2.08 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 2 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 45 คน คิดเป็น 93.75 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “คาร์โบไฮเดรต แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharide) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide) และ น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ (Polysaccharide)” นักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็น 4.17 % มีคำตอบที่ถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลไม่สื่อความหมายหรือแสดงความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (PS) โดยตอบว่า “คาร์โบไฮเดรต มี 3 ประเภท” แต่ไม่ให้เหตุผลประกอบ หรือตอบว่า “คาร์โบไฮเดรต มี 3 ประเภท คือ กลูโคส ฟรักโทส และ การแลกโทส” และมีนักเรียน 1 คน คิดเป็น 2.08% ที่ไม่ตอบคำถาม (NU)

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 3 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 16 คน คิดเป็น 33.33 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “แป้งและน้ำตาล เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเหมือนกัน แต่แป้งมีขนาดใหญ่กว่าน้ำตาล น้ำตาลมีรสหวานและละลายน้ำ

ได้ แต่แป้งไม่มีรสหวานและไม่ละลายน้ำ” มีนักเรียนจำนวน 25 คน คิดเป็น 52.08 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “แป้งและน้ำตาลเป็นสารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตเหมือนกัน” หรือตอบว่า “แป้งไม่ละลายน้ำ แต่น้ำตาลละลายน้ำ” มีนักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็น 8.33 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และมีนักเรียน 4 คน คิดเป็น 8.33 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

นอกจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้บัตรคำถามชุดที่ 3 ในการสำรวจมโนคติหลังเรียนของนักเรียน ซึ่งข้อคำถามจะแตกต่างจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 และบัตรคำถามชุดที่ 2 ทั้งนี้ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถมองเห็นว่ามโนคติใหม่มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิมได้ (Fruitfulness) โดยมีข้อคำถาม คือ ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “น้ำตาลโมเลกุลคู่แต่ละชนิดเกิดขึ้นได้อย่างไร” คำตอบของข้อคำถาม คือ “น้ำตาลโมเลกุลคู่เกิดจากการรวมตัวของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล” จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีนักเรียนจำนวน 40 คน คิดเป็น 83.33 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “น้ำตาลโมเลกุลคู่เกิดจากการรวมตัวของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล” มีนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็น 6.25 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “น้ำตาลโมเลกุลคู่เกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวรวมกัน” หรือตอบว่า “น้ำตาลโมเลกุลคู่เกิดจากกลูโคส 2 โมเลกุล รวมกัน” และมีนักเรียนจำนวน 5 คน คิดเป็น 10.42 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “กลูโคส ฟรักโทส กาแลกโทส รวมกัน”

และข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวแต่ละชนิด มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร” คำตอบของข้อคำถาม คือ “มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่สูตรโครงสร้างต่างกัน) ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 2 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 13 คน คิดเป็น 27.08 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์โดยตอบว่า “มีสูตร โมเลกุลเหมือนกัน แต่สูตรโครงสร้างต่างกัน” มีนักเรียนจำนวน 7 คน คิดเป็น 14.58 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือ ตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “เหมือนกันคือ มีสูตรเคมีเหมือนกัน” หรือตอบว่า “มีโครงสร้างต่างกัน” มีนักเรียนจำนวน 27 คน คิดเป็น 56.25 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า

“ไม่เหมือนกัน เพราะได้จากคนละที่” หรือตอบว่า “ไม่เหมือนกัน เพราะแต่ละชนิดมีความหวานไม่เท่ากัน” และมีนักเรียน 1 คน คิดเป็น 2.08 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. ทำให้นักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์จากมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) หรือความไม่เข้าใจมโนคติ (NU) เป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) หรือมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น

1.2.3 มโนคติย่อย เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (โปรตีน)

แผนการสอนที่ 4 เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (โปรตีน) เวลา 2 คาบเรียน นักเรียนเข้าเรียนจำนวน 46 คน ขาดเรียนจำนวน 3 คน

มโนคติทางวิทยาศาสตร์ของมโนคติย่อย เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (โปรตีน) คือ โปรตีน (Protein) เป็นสารอาหารที่เป็นส่วนประกอบของเซลล์และอวัยวะต่าง ๆ พบได้เป็นอันดับสองรองจากน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในกล้ามเนื้อ นอกนั้น เป็นส่วนประกอบของเลือด ผม ฟัน สอร์โมน และเอ็นไซม์

โปรตีนเป็นสารอาหารที่พบได้ในอาหารจำพวก ถั่ว นม ไข่ และเนื้อสัตว์ต่าง ๆ

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของโปรตีน คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N) นอกจากนี้ยังมี กำมะถัน (S) ฟอสฟอรัส (P) และเหล็ก (Fe) ธาตุเหล่านี้จะประกอบกันเป็นหน่วยย่อยของโปรตีน คือ กรดอะมิโน (amino acid) ซึ่งมีทั้งสิ้น 20 ชนิด จำแนกเป็น 2 ประเภท คือ กรดอะมิโนชนิดที่จำเป็น (Essential amino acid) และกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น (Nonessential amino acid)

1) มโนติก่อนเรียน

จากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนติก่อนเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (โปรตีน) ได้แก่ ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนประกอบด้วยอะไรบ้าง” คำตอบของข้อคำถาม คือ “คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N) นอกจากนี้ยังมี กำมะถัน (S) ฟอสฟอรัส (P) และเหล็ก (Fe)”

จากผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของข้อคำถามที่ 1 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) และมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) มีนักเรียน 14 คน คิดเป็น 30.43 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC และ NU) และมีนักเรียนจำนวน 32 คน คิดเป็น 69.57 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของโปรตีนได้กี่ประเภท อะไรบ้าง” คำตอบของข้อคำถามคือ “โปรตีน จำแนกออกเป็น 2 ประเภท ตามคุณค่าของอาหาร คือ

1. โปรตีนชนิดสมบูรณ์ เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี เช่น โปรตีนในเนื้อสัตว์ เครื่องในสัตว์ ไข่ นมถั่วเหลือง
2. โปรตีนชนิดไม่สมบูรณ์ เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำ เช่น เมล็ดธัญพืช ถั่วเมล็ดแห้งต่าง ๆ ผักและผลไม้บางชนิด”

จากผลการวิเคราะห์ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของข้อคำถามที่ 2 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) และมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PU) มีนักเรียนจำนวน 12 คน คิดเป็น 26.09 % มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) โดยคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด โดยตอบว่า “มี 2 ประเภท” หรือตอบว่า “มี 2 ประเภท คือ โปรตีนที่ให้พลังงานและโปรตีนที่ไม่ให้พลังงาน” หรือตอบว่า “มี 2 ประเภท คือ โปรตีนพืช และ โปรตีนสัตว์” ซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียนจำนวน 34 คน คิดเป็น 73.91 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

และข้อคำถามที่ 3 ถามว่า “นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โปรตีนมีหน้าที่และประโยชน์อย่างไร” คำตอบของข้อคำถาม คือ “เป็นองค์ประกอบของเซลล์ต่างๆ ในร่างกาย ทำให้เจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ เป็นส่วนประกอบของฮอร์โมนและเอ็นไซม์ในร่างกาย เป็นส่วนประกอบของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในเม็ดเลือดแดง และ ให้พลังงานแก่ร่างกาย”

จากผลการวิเคราะห์ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของข้อคำถามที่ 3 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็น 2.17 % มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) โดยตอบว่า “ช่วยในการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ สร้างภูมิคุ้มกัน เป็นส่วนของฮอร์โมนและเอ็นไซม์” มีนักเรียน 35 คน คิดเป็น 76.08 % มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน คือตอบคำถามถูก และการให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “ช่วยในการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ” หรือตอบว่า “ช่วยในการเจริญเติบโต” ซึ่งเป็นคำตอบที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์ มีนักเรียนจำนวน 8 คน คิดเป็น 17.39 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ให้ความอบอุ่นต่อร่างกาย” และมีนักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็น 4.35 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

จากการวิเคราะห์แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเกี่ยวกับ เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (โปรตีน) จากผลการตอบข้อคำถามที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนมากมีปัญหาในการระบุองค์ประกอบทางเคมีของโปรตีน โดยนักเรียนมีความไม่เข้าใจ (NU) ซึ่งพิจารณาได้จาก

นักเรียนจำนวน 32 คน ไม่ตอบคำถาม และมีนักเรียนจำนวน 14 คน มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) พิจารณาได้จากคำตอบของนักเรียนที่ตอบว่า “องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีน คือ กรดอะมิโน” หรือตอบว่า “เนื้อ นม ไข่” ซึ่งไม่ใช่องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนแต่เป็นอาหารกลุ่มที่ให้สารอาหารประเภทโปรตีน ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาจากการตอบคำถามข้อที่ 2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาการจำแนกประเภทของโปรตีน พิจารณาจากนักเรียนจำนวน 12 คน ที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนแบบบางส่วน (PS) ตัวอย่างคำตอบเช่น นักเรียนตอบว่า “มี 2 ประเภท” แต่ไม่ได้ให้เหตุผลประกอบ หรือให้เหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย เช่น “มี 2 ประเภท คือ โปรตีนที่ให้พลังงาน และ โปรตีนที่ไม่ให้พลังงาน” ซึ่งเหตุผลของคำตอบไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถามจำนวน 34 คน แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้มีความไม่เข้าใจ (NU) และเมื่อพิจารณาข้อคำถามที่ 3 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) ซึ่งมีคำตอบที่ถูกต้องแต่ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน และยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (AC) ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

2) มโนคติระหว่างเรียน

ในการจัดการเรียนรู้มโนคติ เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (โปรตีน) ตามการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. ผู้วิจัยเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ด้วยการอภิปรายกลุ่ม แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำตอบของบัตรคำถามชุดที่ 1 เพื่อให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับสารอาหารประเภทโปรตีนที่แต่ละคนเข้าใจ ความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันจะทำให้เกิดความรู้สึกไม่พึงพอใจกับมโนคติเดิมที่มีอยู่ (Dissatisfaction) จากนั้นครูให้นักเรียนหาข้อตกลงและข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่มตามประเด็นของคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 แล้วออกมารายงานหน้าชั้นเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ให้ข้อสรุปว่า

- องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีน ประกอบด้วย กรดอะมิโน
- โปรตีน มี 2 ประเภท คือ โปรตีนพืชและโปรตีนสัตว์
- ช่วยในการเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ

กลุ่มที่ 2 ให้ข้อสรุปว่า

- องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีน ประกอบด้วย C, H และ O
- โปรตีน มี 2 ประเภท คือ โปรตีนที่จำเป็น และ โปรตีนที่ไม่จำเป็น
- ช่วยในการเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ

กลุ่มที่ 3 ให้ข้อสรุปว่า

- องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีน ประกอบด้วย เนื้อ นม และไข่
- โปรตีน มี 2 ประเภท คือ โปรตีนที่ให้พลังงาน และโปรตีนที่ไม่ให้พลังงาน
- ช่วยในการเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ

จากการรายงานหน้าชั้นเรียนของนักเรียนดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนมาก่อน (NU) นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนแบบบางส่วน (PS) เกี่ยวกับประเภทของโปรตีน โดยนักเรียนให้ข้อสรุปว่า โปรตีน มี 2 ประเภท แต่นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลหรือระบุนรายละเอียดเกี่ยวกับประเภทของโปรตีนได้ และนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เกี่ยวกับหน้าที่และประโยชน์ของโปรตีน โดยนักเรียนให้เหตุผลถูกต้องบางส่วนแต่ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ดังนั้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาและทำความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสารอาหารที่ให้พลังงาน (โปรตีน) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 4 เรื่อง โปรตีน (Protein)

หลังจากที่นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอนเรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติม เพื่อให้มโนคติใหม่เข้าใจง่าย (Intelligibility) โดยครูใช้คำถามนำการอภิปราย ดังบทสนทนาต่อไปนี้

- ครู : นักเรียนตอบครูได้หรือไม่ว่า องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนประกอบด้วยธาตุใดบ้าง
- นักเรียน : คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N)
- ครู : นอกจากธาตุหลัก 4 ชนิดนี้แล้ว นักเรียนคิดว่ายังมีธาตุอื่นอีกหรือไม่
- นักเรียน : มีครับ/ค่ะ
- ครู : อะไรบ้าง
- นักเรียน : กำมะถัน (S) ฟอสฟอรัส (P) และเหล็ก (Fe)
- ครู : ธาตุเหล่านี้อยู่รวมกันในลักษณะอย่างไร
- นักเรียน : ในรูปของสารประกอบ

จากบทสนทนาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 4 เรื่อง โพรตีนแล้ว นักเรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธาตุที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของโปรตีน จากระดับความไม่เข้าใจ (NU) เป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) โดยพิจารณาจากการตอบคำถามของนักเรียนว่าประกอบด้วยธาตุหลักที่สำคัญ คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) นอกจากนี้ยังมีกำมะถัน (S) ฟอสฟอรัส (P) และเหล็ก (Fe) โดยรวมกันอยู่ในรูปของสารประกอบ ซึ่งมีความสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จากนั้น ครูได้โยงเข้าสู่การศึกษาโครงสร้างของโปรตีน ดังบทสนทนาต่อไปนี้

- ครู : สารอาหารประเภทโปรตีน เราสามารถพบได้ที่ไหนบ้าง
- นักเรียน : เนื้อสัตว์ ไข่ ถั่ว
- ครู : เมื่อโปรตีนถูกย่อยให้เล็กลงเป็น โปรตีนสายสั้น ๆ เราเรียกโปรตีนสายสั้นเหล่านี้ว่าอย่างไร
- นักเรียน : โพลีเพปไทด์
- ครู : แล้วถ้าโพลีเพปไทด์ ถูกย่อยให้เล็กลงจนร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ได้ เราเรียกหน่วยที่เล็กที่สุดของโปรตีนนี้ว่าอย่างไร
- นักเรียน : กรดอะมิโน
- ครู : ดังนั้น เราสามารถเรียงลำดับโครงสร้างของโปรตีนจากหน่วยที่เล็กที่สุดไปหาโครงสร้างที่ใหญ่ที่สุดได้อย่างไร
- นักเรียน : กรดอะมิโน → โพลีเพปไทด์ → โปรตีน

จากบทสนทนาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างอย่างง่ายของโปรตีนได้ โดยพิจารณาจากการตอบคำถามของนักเรียนขณะร่วมอภิปราย จากนั้น ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาและร่วมกันสรุปมโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของโปรตีน แล้วออกมารายงานหน้าชั้นเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ให้ข้อสรุปว่า

“โปรตีน จำแนกออกเป็น 2 ประเภท ตามคุณค่าของอาหาร คือ

1. โปรตีนชนิดสมบูรณ์ เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี เช่น โปรตีนในเนื้อสัตว์ เครื่องในสัตว์ ไข่ นมถั่วเหลือง
2. โปรตีนชนิดไม่สมบูรณ์ เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำ เช่น เมล็ดธัญพืช ถั่วเมล็ดแข็งต่าง ๆ ผักและผลไม้บางชนิด”

กลุ่มที่ 2 ให้ข้อสรุปว่า

“โปรตีน จำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. โปรตีนชนิดสมบูรณ์ เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี
2. โปรตีนชนิดไม่สมบูรณ์ เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำ”

กลุ่มที่ 3 ให้ข้อสรุปว่า

“โปรตีน จำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. โปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์ เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี เพราะมีกรดอะมิโนชนิดที่จำเป็นเกือบทุกชนิด เรียกว่า โปรตีนชนิดสมบูรณ์
2. โปรตีนที่ได้จากพืช เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำ เพราะมีกรดอะมิโนที่จำเป็นน้อย เรียกว่าโปรตีนชนิดไม่สมบูรณ์ ”

จากตัวอย่างการรายงานหน้าชั้นเรียนของนักเรียนดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าเมื่อนักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 4 เรื่อง โปรตีน แล้ว นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับประเภทของโปรตีน นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลประกอบการตอบคำถามเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของโปรตีน โดยนักเรียนบางกลุ่มอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) และนักเรียนบางกลุ่มอธิบายได้ถูกต้องแต่ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน (PU) ซึ่งครูได้เสนอ มโนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม จากนั้น ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อโยงเข้าสู่ มโนคติเกี่ยวกับหน้าที่และประโยชน์ของโปรตีน ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ครู : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาหน้าที่และประโยชน์ของโปรตีน แล้วนำเสนอกลุ่มละ 1 ข้อ โดยห้ามซ้ำกัน

นักเรียน :

กลุ่มที่ 1 นำเสนอว่า ทำให้ร่างกายเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย

กลุ่มที่ 2 นำเสนอว่า ให้พลังงานแก่ร่างกาย

กลุ่มที่ 3 นำเสนอว่า เป็นส่วนประกอบของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในเม็ดเลือดแดง

กลุ่มที่ 4 นำเสนอว่า เป็นส่วนประกอบของฮอร์โมนและเอนไซม์ในร่างกาย

จากบทสนทนาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับหน้าที่และประโยชน์ของโปรตีนได้ โดยพิจารณาจากการตอบคำถามของนักเรียนขณะร่วมอภิปราย แสดงว่านักเรียนทุกกลุ่มจะต้องมีข้อสรุปเกี่ยวกับหน้าที่และประโยชน์ให้ครบทุกข้อ เพื่อให้สามารถนำเสนอได้โดยไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่น

3) มโนคติหลังเรียน

หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมโนคติ (Conceptual Change Model) ของ Posner et al. (1982 อ้างถึงใน วรณจรรย์ มั่งสิงห์, 2539) แล้ว ครูให้นักเรียนตอบข้อคำถามในแบบสำรวจมโนคติหลังเรียนในบัตรคำถามชุดที่ 2 โดยใช้ข้อคำถามเดียวกับข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนติก่อนเรียน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางว่ามโนคติใหม่มีความเป็นไปได้ (Plausibility) สามารถช่วยแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการได้

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 1 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 24 คน คิดเป็น 51.06 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีน ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N) นอกจากนี้ยังมี กำมะถัน (S) ฟอสฟอรัส (P) และเหล็ก (Fe)” มีนักเรียนจำนวน 22 คน คิดเป็น 46.81 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N)” แต่นักเรียนไม่อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับธาตุอื่นที่สามารถพบได้ในโปรตีนบางชนิด และมีนักเรียน 1 คน คิดเป็น 2.13 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 2 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็น 6.38 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “โปรตีน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ โปรตีนชนิดสมบูรณ์ เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี เช่น โปรตีนในเนื้อสัตว์ โปรตีนจากถั่วเหลือง และโปรตีนชนิดไม่สมบูรณ์ เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำ เช่น โปรตีนจากพืช โปรตีนจากเมล็ดพืช” มีนักเรียนจำนวน 43 คน คิดเป็น 91.49 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “โปรตีนมี 2 ประเภท คือ โปรตีนชนิดสมบูรณ์ และโปรตีนชนิดไม่สมบูรณ์” และมีนักเรียน 1 คน คิดเป็น 2.13 % ที่ไม่ตอบคำถาม (NU)

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 3 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 10 คน คิดเป็น 21.28 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “โปรตีนทำให้ร่างกายเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ เป็นองค์ประกอบของเซลล์ ฮอร์โมนและเอนไซม์ ซีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง และให้พลังงานแก่ร่างกาย” มีนักเรียนจำนวน 36 คน คิดเป็น 76.59 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยคำตอบส่วนใหญ่ คือ “ทำให้ร่างกายเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย” แต่ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน เช่น โปรตีนเป็นองค์ประกอบของเซลล์ ฮอร์โมนและเอนไซม์ ซีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง และให้พลังงานแก่ร่างกาย และมีนักเรียน 1 คน คิดเป็น 2.13 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

นอกจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้บัตรคำถามชุดที่ 3 ในการสำรวจมโนคติหลังเรียนของนักเรียน ซึ่งข้อคำถามจะแตกต่างจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 และบัตรคำถามชุดที่ 2 ทั้งนี้ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถมองเห็นว่ามโนคติใหม่มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิมได้ (Fruitfulness) โดยมีข้อคำถาม คือ ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “โมเลกุลของโปรตีนเกิดขึ้นได้อย่างไร” คำตอบของข้อคำถาม คือ “กรดอะมิโนหลาย ๆ โมเลกุลรวมกันจะได้สายของโพลีเปปไทด์ (Polypeptide) และสายของโพลีเปปไทด์ จะรวมกันได้สารอาหารที่เรียกว่าโปรตีน” จากการวิเคราะห์ห่มมโนคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีนักเรียนจำนวน 11 คน คิดเป็น 23.40 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “กรดอะมิโนหลาย ๆ โมเลกุลมารวมตัวกันเป็นโพลีเปปไทด์ แล้วโพลีเปปไทด์มารวมกันกลายเป็น โปรตีน” มีนักเรียนจำนวน 29 คน คิดเป็น 61.70 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “กรดอะมิโนหลาย ๆ โมเลกุลมารวมตัวกัน” และมีนักเรียนจำนวน 7 คน คิดเป็น 14.90 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “โพลีเปปไทด์” หรือตอบว่า “เกิดจากการรวมตัวกันของคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

และข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “โปรตีน และ โพลีเปปไทด์ เป็นสารอาหารประเภทเดียวกันหรือไม่ อย่างไร” คำตอบของข้อคำถาม คือ “โปรตีน และ โพลีเปปไทด์ เป็นสารอาหารประเภทเดียวกัน จะแตกต่างกันที่โครงสร้างหรือขนาดของโมเลกุล โดย โพลีเปปไทด์ คือ โปรตีนสายสั้น นั่นเอง) ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 2 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 34 คน คิดเป็น 72.34 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบ

คำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “เหมือนกัน เพราะ สายของโพลิเพปไทด์รวมกันได้สายของโปรตีน” หรือตอบว่า “เป็นชนิดเดียวกัน เพราะโพลิเพปไทด์เป็นโปรตีนแต่มีขนาดเล็กกว่า” มีนักเรียนจำนวน 8 คน คิดเป็น 17.02 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือ ตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “เหมือนกัน” แต่ไม่ได้ให้เหตุผลประกอบ มีนักเรียนจำนวน 5 คน คิดเป็น 10.64 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ไม่เหมือนกัน”

จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. ทำให้นักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสารอาหารที่ให้พลังงาน ประเภทโปรตีน โดยนักเรียนบางกลุ่ม เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์จากมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) หรือความไม่เข้าใจ โนมติ (NU) เป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) หรือมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) โดยพิจารณาได้จากจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามถูกต้องเพิ่มมากขึ้น แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น

1.2.4 มโนคติย่อย เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (ไขมัน)

แผนการสอนที่ 5 เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (ไขมัน) เวลา 2 คาบเรียน นักเรียนเข้าเรียนจำนวน 46 คน ขาดเรียนจำนวน 3 คน

มโนคติทางวิทยาศาสตร์ของมโนคติย่อย เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (ไขมัน) คือ ไขมัน (Lipid) เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานต่อกรัมสูงสุด ไขมันที่เหลือใช้จะเก็บสะสมไว้ได้ผิวหนัง ช่วยป้องกันการถ่ายเทความร้อน และช่วยในการดูดซึมวิตามิน ไขมันที่ห่อหุ้มอวัยวะภายในจะช่วยป้องกันอวัยวะเหล่านั้น แต่ถ้าไขมันสูงเกินไปในเส้นเลือดจะเป็นอันตรายได้ ไขมันเป็นสารอาหารที่พบในอาหารจำพวก น้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ และเนย

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) แต่สัดส่วนของไฮโดรเจน (H) ต่อออกซิเจน (O) ไม่เป็น 2 : 1 เหมือนในคาร์โบไฮเดรต หนึ่งโมเลกุลของไขมันเกิดจากรวมตัวกันของสาร 2 ประเภท คือ กลีเซอรอล 1 โมเลกุล รวมตัวกับกรดไขมัน จำนวนตั้งแต่ 1 ถึง 3 โมเลกุล (3 โมเลกุลจะพบบ่อยที่สุด)

ไขมันแบ่งออกตามลักษณะทางเคมีได้ 3 ประเภท คือ

1) ไขมันธรรมดา (simple lipid) เป็นไขมันที่ประกอบขึ้นด้วยกรดไขมันกับแอลกอฮอล์ แบ่งออก ได้ดังนี้

1.1) ไขมันแท้ (true fat)

1.2) ^{ขี้ผึ้ง} (wax)

2) ไขมันเชิงประกอบ (compound lipid) เป็นไขมันที่ประกอบด้วยไขมันธรรมดา ร่วมกับสารอื่น ๆ มี 3 ประเภท คือ

2.1) ฟอสโฟไลปิด (phospholipids)

2.2) ไกลโคไลปิด (glycolipids)

2.3) ไลโปโปรตีน (lipoprotein)

3) ไขมันอื่น ๆ (miscellaneous lipid) เป็นไขมันที่ไม่ได้ประกอบด้วยกรดไขมัน และกลีเซอรอล แต่เป็นสารประกอบที่มีคาร์บอนเกาะติดกันเป็นวง ไขมันประเภทนี้เรียกว่า สเตรอยด์ (steroid) เช่น โคลเลสเตอรอล (cholesterol) สอร์โมนเพศชายและเพศหญิง เป็นต้น

หน้าที่และความสำคัญของไขมัน

1) เป็นสารอาหารให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่ร่างกายใช้ไขมันในการให้พลังงาน รองลงมาจากคาร์โบไฮเดรต

2) เป็นตัวทำละลายของวิตามิน เอ ดี อี เค

3) ห่อหุ้มอวัยวะภายในป้องกันการเสียดสี

1) มโนมติก่อนเรียน

จากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (ไขมัน) ได้แก่ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “หนึ่งโมเลกุลของ ไขมัน เกิดจากการรวมตัวของสารใดบ้าง” คำตอบของข้อคำถามคือ “ไขมันแต่ละโมเลกุล ประกอบด้วย กลีเซอรอล 1 โมเลกุล รวมตัวกับกรดไขมัน จำนวนตั้งแต่ 1 ถึง 3 โมเลกุล”

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของข้อคำถามที่ 1 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็น 2.57 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือ ตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “ไขมัน 1 โมเลกุล ประกอบด้วย กลีเซอรอล 1 โมเลกุล รวมตัวกับกรดไขมัน 1 ถึง 3 โมเลกุล” มีนักเรียน จำนวน 2 คน คิดเป็น 4.34 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้ เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “ไขมัน ประกอบด้วยกรดไขมัน” มีนักเรียน 12 คน คิดเป็น 26.08 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และ มีนักเรียนจำนวน 31 คน คิดเป็น 67.39 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “จงอธิบายเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของไขมันออกเป็น ประเภทต่าง ๆ” คำตอบของข้อคำถามคือ “ไขมันแบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ ไขมันธรรมดา (simple lipid) ไขมันเชิงประกอบ (compound lipid) และไขมันอื่น ๆ (miscellaneous lipid)”

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของข้อคำถามที่ 2 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) และมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) มีนักเรียนจำนวน 16 คน คิดเป็น 34.78 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “มี 2 ประเภท” หรือตอบว่า “มี 2 ประเภท คือ ไขมันสัตว์ และ ไขมันพืช” หรือตอบว่า “มี 2 ประเภท คือ ไขมันที่ให้พลังงานและไขมันที่ไม่ให้พลังงาน” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียนจำนวน 30 คน คิดเป็น 65.22 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

และข้อคำถามที่ 3 ถามว่า “ไขมันมีประโยชน์และหน้าที่อย่างไร” คำตอบของข้อคำถาม คือ “ให้พลังงานแก่ร่างกาย เป็นตัวทำละลายของวิตามิน เอ ดี อี และ เค และห่อหุ้มอวัยวะภายในป้องกันการเสียดสี”

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของข้อคำถามที่ 3 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) มีนักเรียนจำนวน 42 คน คิดเป็น 91.30 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “ให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย” ซึ่งเป็นคำตอบที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์ มีนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็น 2.17 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “สร้างภูมิคุ้มกัน” และมีนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็น 6.52 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเกี่ยวกับ เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (ไขมัน) จากการตอบข้อคำถามที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนมากมีปัญหาในการระบุองค์ประกอบของไขมัน โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความไม่เข้าใจ (NU) โดยพิจารณาได้จากนักเรียนจำนวน 31 คน ไม่ตอบคำถาม และมีนักเรียนจำนวน 12 คน ที่มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) เมื่อพิจารณาการตอบคำถามข้อที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาการจำแนกประเภทของไขมัน พิจารณาได้จากมีนักเรียนจำนวน 16 คน ที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) ตัวอย่างคำตอบเช่น นักเรียนตอบว่า “ไขมันมี 2 ประเภท คือ ไขมันที่ให้พลังงาน และ ไขมันที่ไม่ให้พลังงาน” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถามจำนวน 30 คน แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้มีความไม่เข้าใจ (NU) และเมื่อพิจารณาจากการตอบข้อคำถามที่ 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) ซึ่งมีคำตอบที่ถูกถูกต้องแต่ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วนเกี่ยวกับประโยชน์และหน้าที่ของไขมัน และยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (AC และ NU)

2) มโนคติระหว่างเรียน

ในการจัดการเรียนรู้มโนคติ เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (ไขมัน) ตามการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. ผู้วิจัยเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ด้วยการอภิปรายกลุ่ม แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำตอบของบัตรคำถามชุดที่ 1 เพื่อให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับสารอาหารประเภทไขมันที่แต่ละคนเข้าใจ ความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันจะทำให้ นักเรียนเกิดความไม่พึงพอใจกับมโนคติเดิมที่มีอยู่ (Dissatisfaction) จากนั้นครูให้นักเรียนหาข้อตกลงและข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่มตามประเด็นของคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 แล้วออกมารายงานหน้าชั้นเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ให้ข้อสรุปว่า

- ไขมัน เกิดจาก การรวมกันของกรดไขมันและกลีเซอรอล
- ไขมันมี 2 ประเภท คือ ไขมันที่เป็นของแข็ง และไขมันที่เป็นของเหลว
- หน้าที่ของไขมัน คือ ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย

กลุ่มที่ 2 ให้ข้อสรุปว่า

- ไขมันเกิดจากการรวมกันของคาร์บอน
- ไขมันมี 2 ประเภท คือ ไขมันจากสัตว์และไขมันจากพืช
- หน้าที่ของไขมันคือ ให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย

กลุ่มที่ 3 ให้ข้อสรุปว่า

- ไขมันเกิดจากการรวมตัวกันของกรดไขมัน
- ไขมันมี 2 ประเภท คือ ไขมันที่ให้พลังงานและไขมันที่ไม่ให้พลังงาน
- หน้าที่ของไขมันคือ ให้พลังงานแก่ร่างกาย

จากการรายงานหน้าชั้นเรียนของนักเรียนดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) เกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของไขมัน โดยนักเรียนให้ข้อสรุปว่า ไขมันเกิดจากการรวมกันของคาร์บอน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และนักเรียนบางกลุ่มมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนแบบบางส่วน (PS) โดยสรุปว่าไขมันเกิดจากการรวมตัวกันของกรดไขมัน ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้องบางส่วนแต่ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน มีนักเรียนบางกลุ่มมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) เกี่ยวกับประเภทของไขมัน โดยนักเรียนให้ข้อสรุปว่า ไขมันมี 2

ประเภท และการให้เหตุผลไม่สื่อความหมาย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์หมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และนักเรียนส่วนใหญ่มีหมโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เกี่ยวกับหน้าที่และประโยชน์ของไขมัน โดยนักเรียนให้คำตอบถูกต้องบางส่วนแต่ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ดังนั้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาและทำความเข้าใจหมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสารอาหารที่ให้พลังงาน (ไขมัน) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 5 เรื่อง ไขมัน (Lipid)

เมื่อนักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอนเรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติม เพื่อให้หมโนมติใหม่เข้าใจง่าย (Intelligibility) โดยครูใช้คำถามนำการอภิปราย ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ครู : นักเรียนตอบครูได้หรือไม่ว่า ไขมัน เกิดจากการรวมตัวกันของสารใดบ้าง

นักเรียน : การรวมกันของ กลีเซอรอลและกรดไขมัน

ครู : การรวมตัวกันของสารดังกล่าว เป็นแบบ 1 : 1 หรือไม่

นักเรียน : ไม่ เพราะมีกรดไขมัน ตั้งแต่ 1 ถึง 3 โมเลกุล

จากบทสนทนาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 5 เรื่อง ไขมันแล้ว นักเรียนเกิดหมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของไขมัน ว่าเกิดจากการรวมตัวกันของกลีเซอรอลและกรดไขมันตั้งแต่ 1 ถึง 3 โมเลกุล ซึ่งมีความสอดคล้องกับหมโนมติทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูโยงเข้าสู่การศึกษาประเภทของไขมันดังบทสนทนาต่อไปนี้

ครู : ไขมันแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

นักเรียน : มี 3 ประเภท ได้แก่ไขมันธรรมดา ไขมันประกอบ และไขมันอื่น ๆ

ครู : ไขมันธรรมดาเป็นอย่างไร

นักเรียน : เป็นไขมันที่เกิดจากกรดไขมันรวมตัวกับแอลกอฮอล์

ครู : ไขมันประกอบเป็นอย่างไร

นักเรียน : เป็นไขมันที่เกิดจากไขมันธรรมดารวมกับสารอื่น ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน หรือ ไขมัน

ครู : ไขมันอื่น ๆ เป็นอย่างไร ตัวอย่างเช่นอะไรบ้าง

นักเรียน : เป็นไขมันที่ไม่ได้ประกอบด้วยกรดไขมันและกลีเซอรอล เช่น โคลเลสเตอรอล (cholesterol) ฮอร์โมนเพศชายและเพศหญิง

จากบทสนทนาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 5 เรื่อง ไขมันแล้ว นักเรียนเกิดการเปลี่ยนมโนคติทางวิทยาศาสตร์จากความไม่เข้าใจ (NU) หรือมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) เป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) โดยพิจารณาได้จากนักเรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับประเภทของไขมันว่าแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ไขมันธรรมดา ไขมันประกอบ และไขมันอื่น ๆ ซึ่งมีความสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูโยงเข้าสู่การศึกษาประโยชน์และหน้าที่ของไขมัน ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ครู : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาหน้าที่และประโยชน์ของไขมัน แล้วนำเสนอกลุ่มละ 1 ข้อ ห้ามซ้ำกัน

นักเรียน :

กลุ่มที่ 1 นำเสนอว่า ให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย

กลุ่มที่ 2 นำเสนอว่า ห่อหุ้มและป้องกันการเสียดสีของอวัยวะภายใน

กลุ่มที่ 3 นำเสนอว่า เป็นตัวทำละลายของวิตามิน เอ ดี อี และ เค

จากบทสนทนาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับหน้าที่และประโยชน์ของไขมันได้ โดยพิจารณาจากการตอบคำถามของนักเรียนขณะร่วมอภิปราย แสดงว่านักเรียนทุกกลุ่มจะต้องมีข้อสรุปเกี่ยวกับหน้าที่และประโยชน์ของไขมันให้ครบทุกข้อ เพื่อให้สามารถนำเสนอได้โดยไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่น

3) มโนคติหลังเรียน

หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมโนคติ (Conceptual Change Model) ของ Posner et al. (1982 อ้างถึงใน วรรณจริย์ มั่งสิงห์, 2539) แล้วครูให้นักเรียนตอบข้อคำถามในแบบสำรวจมโนคติหลังเรียนในบัตรคำถามชุดที่ 2 โดยใช้ข้อคำถามเดียวกับข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนคติก่อนเรียน เพื่อให้ นักเรียนมองเห็นแนวทางว่ามโนคติใหม่มีความเป็นไปได้ (Plausibility) สามารถช่วยแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการได้



จากการวิเคราะห์หัตถ์โนมคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในบัตรคำถามชุดที่ 2 ข้อคำถามที่ 1 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 27 คน คิดเป็น 58.70 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “ไขมัน 1 โมเลกุล ประกอบด้วย กลีเซอรอล 1 โมเลกุล รวมตัวกับกรดไขมัน 1 ถึง 3 โมเลกุล” มีนักเรียนจำนวน 10 คน คิดเป็น 21.74 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “กรดไขมัน” หรือ “กลีเซอรอล” เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่สมบูรณ์ และมีนักเรียน 9 คน คิดเป็น 19.56 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และ ออกซิเจน (O) เหมือนคาร์โบไฮเดรต” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 2 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 39 คน คิดเป็น 84.78 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “ไขมัน มี 3 ประเภท คือ ไขมันธรรมดา (simple lipid) ไขมันเชิงประกอบ (compound lipid) และไขมันอื่น ๆ (miscellaneous lipid)” มีนักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็น 4.35 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “ไขมันแบ่งออกได้ 3 ประเภท” หรือตอบโดยระบุประเภทของไขมันแต่ขาดประเภทใดประเภทหนึ่ง และมีนักเรียนจำนวน 5 คน คิดเป็น 10.87 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ไขมันมี 2 ประเภท คือ ไขมันจากสัตว์และไขมันจากพืช” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 3 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 22 คน คิดเป็น 47.83 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “ไขมันให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย ห่อหุ้มอวัยวะภายในและป้องกันการเสียดสี เป็นตัวทำละลายของวิตามิน เอ ดี อี และ เค ” มีนักเรียนจำนวน 23 คน คิดเป็น 50.00 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยคำตอบส่วนใหญ่ คือ “ให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย” หรือตอบว่า “ห่อหุ้มอวัยวะภายในและป้องกันการเสียดสี” แต่ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน เช่น เป็นตัวทำละลายของวิตามิน เอ ดี อี และ เค และมีนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็น 2.17 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ทำให้ร่างกายแข็งแรง” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

นอกจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้บัตรคำถามชุดที่ 3 ในการสำรวจมโนคติหลังเรียนของนักเรียน ซึ่งข้อคำถามจะแตกต่างจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 และบัตรคำถามชุดที่ 2 ทั้งนี้ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถมองเห็นว่า มโนคติใหม่มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิมได้ (Fruitfulness) โดยมีข้อคำถามคือ ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “สเตอรอยด์ (steroid) คืออะไร ให้นักเรียนอธิบายพร้อมยกตัวอย่างมา 1 ตัวอย่าง” คำตอบของข้อคำถามคือ “เป็นไขมันที่ไม่ได้ประกอบด้วยกรดไขมันและกลีเซอรอล แต่เป็นสารประกอบที่มีคาร์บอนเกาะติดกันเป็นวง เช่น โคลเลสเตอรอล (cholesterol)” จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีนักเรียนจำนวน 38 คน คิดเป็น 82.60 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “เป็นไขมัน ที่มีคาร์บอนต่อกันเป็นวง เช่น โคลเลสเตอรอล (cholesterol)” มีนักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็น 8.70 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “เป็นไขมันอื่น ๆ เช่น โคลเลสเตอรอล (cholesterol)” และมีนักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็น 8.70 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “เป็นส่วนประกอบของไขมัน” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

และข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “ไขมันเชิงประกอบ (compound lipid) เป็นไขมันที่ประกอบด้วยไขมันธรรมดาพร้อมกับสารอื่น ๆ เช่น

2.1 ฟอสโฟไลปิด (phospholipid)

เกิดจากการรวมตัวของ ไขมัน กับ

2.2 ไกลโคไลปิด (glycolipid)

เกิดจากการรวมตัวของ ไขมัน กับ

2.3 ไลโปโปรตีน (lipoprotein)

เกิดจากการรวมตัวของ ไขมัน กับ

คำตอบของข้อคำถาม คือ “

2.1 ฟอสโฟไลปิด (phospholipid)

เกิดจากการรวมตัวของ ไขมัน กับ (หมู่ฟอสเฟต)

2.2 ไกลโคไลปิด (glycolipid)

เกิดจากการรวมตัวของ ไขมัน กับ.....(คาร์โบไฮเดรต)

2.3 ไลโปโปรตีน (lipoprotein)

เกิดจากการรวมตัวของ ไขมัน กับ..... (โปรตีน)

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจนิมิตทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 2 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 44 คน คิดเป็น 95.65 % มีนิมิตทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ และมีนักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็น 4.35 % มีนิมิตทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือ ตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยคำตอบไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งสามข้อ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงนิมิตของ Posner et al. ทำให้นักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงนิมิตทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสารอาหารที่ให้พลังงานเรื่องไขมัน โดยนักเรียนบางกลุ่ม เกิดการเปลี่ยนแปลงนิมิตทางวิทยาศาสตร์จากนิมิตทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) หรือความไม่เข้าใจนิมิต (NU) เป็นนิมิตทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) หรือนิมิตทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) โดยพิจารณาได้จากจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามถูกต้องเพิ่มมากขึ้น แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจนิมิตทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น

1.2.5 มโนมิตย้อย เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน

แผนการสอนที่ 6 เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน เวลา 1 คาบเรียน นักเรียนเข้าเรียนจำนวน 47 คน ขาดเรียนจำนวน 2 คน

นิมิตทางวิทยาศาสตร์ของมโนมิตย้อย เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน คือกลุ่มสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ แต่ร่างกายขาดไม่ได้ เพราะมีความจำเป็นต่อกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์ โดยวิตามิน (Vitamin) เป็นสารอินทรีย์ที่พบในพืชและสัตว์ มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในด้านการเจริญเติบโต ช่วยป้องกันและรักษาโรค รวมทั้งเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาหลายชนิด เกลือแร่ (Mineral) แร่ธาตุ เป็นสารอาหารที่มีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย และควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ภายในร่างกายให้เป็นปกติ และน้ำ (Water) น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญที่มีมากที่สุดของร่างกาย โดยอยู่ในระบบลำเลียง เช่น ระบบเลือด ระบบน้ำเหลือง และเป็นส่วนประกอบหลักอยู่ภายในเซลล์

1) มโนมิตก่อนเรียน

จากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนมิตทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “วิตามินชนิดใดบ้างที่ละลายในไขมัน” คำตอบของข้อคำถามคือ “วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค”

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจนิมิตทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของข้อคำถามที่ 1 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 10 คน คิดเป็น 21.28 % มีนิมิตทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือ

ตอบคำถาม ได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค” มีนักเรียนจำนวน 7 คน คิดเป็น 14.89 % มีมีโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยคำตอบของนักเรียน ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ มีนักเรียน 13 คน คิดเป็น 27.66 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “วิตามินบี หรือ วิตามินซี” และมีนักเรียนจำนวน 17 คน คิดเป็น 36.17 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “อะไรคือสาเหตุของการเกิดโรคคอพอก” คำตอบของข้อคำถามคือ “การขาดธาตุ ไอโอดีน ที่มีอยู่ในอาหาร ประเภทอาหารทะเล เกลือสมุทร เป็นต้น”

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของข้อคำถามที่ 2 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 29 คน คิดเป็น 61.70 % มีมีโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “ขาดไอโอดีน ที่มีอยู่ในอาหารทะเล และเกลือสมุทร” มีนักเรียนจำนวน 10 คน คิดเป็น 21.28 % มีมีโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “ขาดสารอาหารพวกแร่ธาตุ” หรือตอบว่า “ไม่รับประทานอาหารทะเล” และมีนักเรียนจำนวน 8 คน คิดเป็น 17.02 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

และข้อคำถามที่ 3 ถามว่า “น้ำ มีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไรบ้าง” คำตอบของข้อคำถาม คือ “เป็นตัวทำละลายที่ดี เป็นตัวรักษาปริมาตรและความดันภายในเซลล์ เป็นตัวลำเลียงอาหาร ของเสีย และก๊าซบางชนิด ช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย”

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของข้อคำถามที่ 3 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมีโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) มีนักเรียนจำนวน 20 คน คิดเป็น 42.55 % มีมีโนมติทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “เป็นตัวทำละลาย ” หรือตอบว่า “เป็นส่วนประกอบของเลือดและเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย” ซึ่งเป็นคำตอบที่มีมีโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์มีนักเรียนจำนวน 22 คน คิดเป็น 46.81 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ทำให้ร่างกายสดชื่น” และมีนักเรียนจำนวน 5 คน คิดเป็น 10.63 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

จากการวิเคราะห์ห้มีโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเกี่ยวกับ เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน จากการตอบข้อคำถามที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนบางกลุ่มมีปัญหาในการระบุประเภทของวิตามิน โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้พื้นฐานเรื่องวิตามินมาก่อนแล้วแต่ยังไม่สามารถระบุประเภทของวิตามินได้ โดยพิจารณาได้จากนักเรียนจำนวน 17 คน ไม่ตอบคำถาม

(NU) และมีนักเรียนจำนวน 13 คน ที่มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) เมื่อพิจารณาการตอบคำถามข้อที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้เดิมเกี่ยวกับแร่ธาตุมาก่อนแล้ว พิจารณาได้จากมีนักเรียนจำนวน 29 คน ที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) มีนักเรียนจำนวน 10 คน ที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) แต่ยังมีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถามจำนวน 8 คน แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้มีความไม่เข้าใจ (NU) และเมื่อพิจารณาจากการตอบข้อคำถามที่ 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) ซึ่งมีคำตอบที่ถูกต้องแต่ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วนเกี่ยวกับความสำคัญของน้ำ และยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (AC และ NU)

2) มโนคติระหว่างเรียน

ในการจัดการเรียนรู้มโนคติ เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ตามการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. ผู้วิจัยเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ด้วยการอภิปรายกลุ่ม แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำตอบของบัตรคำถามชุดที่ 1 เพื่อให้ นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานที่แต่ละคนเข้าใจ ความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันจะทำให้ นักเรียนเกิดความไม่พึงพอใจกับมโนคติเดิมที่มีอยู่ (Dissatisfaction) จากนั้นครูให้นักเรียนหาข้อตกลงและข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่มตามประเด็นของคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 แล้วออกมา รายงานหน้าชั้นเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ให้ข้อสรุปว่า

- วิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และ วิตามินเค
- สาเหตุที่ทำให้เกิดโรคคอพอก คือ ขาดไอโอดีน
- เป็นตัวลำเลียงสาร รักษาอุณหภูมิของร่างกาย

กลุ่มที่ 2 ให้ข้อสรุปว่า

- วิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และ วิตามินเค
- สาเหตุที่ทำให้เกิดโรคคอพอก คือ ขาดแร่ธาตุ
- เป็นทำละลายในร่างกาย ลำเลียงสาร

กลุ่มที่ 3 ให้ข้อสรุปว่า

- วิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินบี
- สาเหตุที่ทำให้เกิดโรคคอพอก คือ ไม่รับประทานอาหารทะเลและเกลือสมุทร
- เป็นตัวลำเลียงสาร รักษาอุณหภูมิของร่างกาย และรักษาปริมาตรและความดัน

จากการรายงานหน้าชั้นเรียนของนักเรียนดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์เดิมอยู่แล้วเกี่ยวกับประเภทของวิตามิน โดยแบ่งตามความสามารถในการละลาย โดยนักเรียนส่วนใหญ่ให้คำตอบได้ถูกต้องเกี่ยวกับวิตามินที่ละลายในไขมัน อันได้แก่ วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนแบบบางส่วน (PS) โดยตอบว่า “วิตามินบี” และนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เกี่ยวกับสาเหตุการเกิดโรคคอพอก โดยตอบว่า “ขาดแร่ธาตุบางชนิด เนื่องจากไม่รับประทานอาหารทะเลหรือเกลือสมุทร” แต่นักเรียนยังไม่สามารถระบุหรือบอกได้ว่า แร่ธาตุนั้นคือแร่ธาตุชนิดใด และนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เกี่ยวกับหน้าที่และประโยชน์ของน้ำ โดยนักเรียนให้คำตอบถูกต้องบางส่วนแต่ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ดังนั้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาและทำความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 6 เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน

เมื่อนักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอนเรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติม เพื่อให้มโนคติใหม่เข้าใจง่าย (Intelligibility) โดยครูใช้คำถามนำการอภิปราย ดังบทสนทนาต่อไปนี้

- | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------|
| ครู : | วิตามินแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง |
| นักเรียน : | แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ วิตามินที่ละลายในไขมันและวิตามินที่ละลายในน้ำ |
| ครู : | วิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่อะไรบ้าง |
| นักเรียน : | วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค |
| ครู : | วิตามินที่ละลายในน้ำ ได้แก่อะไรบ้าง |
| นักเรียน : | วิตามินบี และวิตามินซี |

จากบทสนทนาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 6 เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงานแล้ว นักเรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับประเภทของวิตามิน โดยเป็นการเปลี่ยนแปลงจากมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับประเภทของวิตามินได้ถูกต้องว่ามี 2 ประเภท คือ วิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค และวิตามินที่ละลายในน้ำ ได้แก่ วิตามินบี และวิตามินซี ซึ่งมีความสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูโยงเข้าสู่การศึกษาสาเหตุของการเกิดโรคคอพอกดังบทสนทนาต่อไปนี้

ครู : ถ้านักเรียนได้รับแร่ธาตุในปริมาณที่น้อยเกินไป จะเกิดผลเสียต่อร่างกายอย่างไร

นักเรียน : ทำให้ร่างกายอ่อนแอ / เกิดโรคได้ง่าย

ครู : ให้นักเรียนยกตัวอย่างโรคที่เกิดจากการขาดแร่ธาตุที่นักเรียนรู้จัก

นักเรียน : โรคคอพอก / โรคเลือดออกตามไรฟัน

ครู : สาเหตุของโรคคอพอก เกิดจากอะไร

นักเรียน : ขาดธาตุไอโอดีน

ครู : ธาตุไอโอดีน พบได้ที่ไหนบ้าง

นักเรียน : ในอาหารทะเลและเกลือสมุทร

จากบทสนทนาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ 6 เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงานแล้ว นักเรียนเกิดการเปลี่ยนมโนคติทางวิทยาศาสตร์จากความไม่เข้าใจ (NU) และมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) โดยพิจารณาได้จากการตอบคำถามขณะอภิปราย ซึ่งมีความสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาหน้าที่และประโยชน์ของน้ำในเอกสารประกอบการสอนที่ 6 เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน แล้วนำเสนอกลุ่มละ 1 ข้อห้ามซ้ำกัน ดังตัวอย่างการรายงานต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 นำเสนอว่า	น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี
กลุ่มที่ 2 นำเสนอว่า	ช่วยในการลำเลียงสารต่าง ๆ ในร่างกาย
กลุ่มที่ 3 นำเสนอว่า	น้ำช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย
กลุ่มที่ 4 นำเสนอว่า	น้ำช่วยรักษาปริมาตรและความดันภายในเซลล์

จากบทสนทนาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับหน้าที่และประโยชน์ของน้ำได้ถูกต้อง โดยพิจารณาจากการตอบคำถามของนักเรียนขณะร่วมอภิปราย แสดงว่านักเรียนทุกกลุ่มจะต้องมีข้อสรุปเกี่ยวกับหน้าที่และประโยชน์ของน้ำให้ครบทุกข้อ เพื่อให้สามารถนำเสนอได้โดยไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่น

3) มโนคติหลังเรียน

หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมโนคติ (Conceptual Change Model) ของ Posner et al. (1982 อ้างถึงใน วรณจรรย์ มั่งสิงห์, 2539) แล้ว ครูให้นักเรียนตอบข้อคำถามในแบบสำรวจมโนคติหลังเรียนในบัตรคำถามชุดที่ 2 โดยใช้ข้อคำถามเดียวกับข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนติก่อนเรียน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางว่ามโนคติใหม่มีความเป็นไปได้ (Plausibility) สามารถช่วยแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการได้

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในบัตรคำถามชุดที่ 2 ข้อคำถามที่ 1 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 45 คน คิดเป็น 95.74 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค” มีนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็น 2.13 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “วิตามินซี” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็น 2.13 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 2 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 43 คน คิดเป็น 91.49 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “ธาตุคาร์บอนที่อยู่ในอาหารทะเลและเกลืออนามัย” และมีนักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็น 8.51 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์

แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “ไม่รับประทานอาหารทะเล” หรือตอบว่า “ขาดแร่ธาตุ” แต่ไม่ได้ระบุอย่างชัดเจนว่าขาดแร่ธาตุไอโอดีน

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 3 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 8 คน คิดเป็น 17.02 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี รักษาปริมาตรและความดันภายในเซลล์ ช่วยลำเลียงสาร และควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย ” มีนักเรียนจำนวน 30 คน คิดเป็น 63.83 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยคำตอบส่วนใหญ่ คือ “เป็นตัวลำเลียงสาร” หรือตอบว่า “อยู่ในเลือดหรือภายในเซลล์” แต่ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน เช่น เป็นตัวทำละลายที่ดี หรือช่วยการรักษาอุณหภูมิของร่างกาย และมีนักเรียนจำนวน 9 คน คิดเป็น 19.15 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ทำให้ร่างกายสดชื่น” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

นอกจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้บัตรคำถามชุดที่ 3 ในการสำรวจมโนคติหลังเรียนของนักเรียน ซึ่งข้อคำถามจะแตกต่างจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 และบัตรคำถามชุดที่ 2 ทั้งนี้ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถมองเห็นว่า มโนคติใหม่มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิมได้ (Fruitfulness) โดยมีข้อคำถามคือ ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “ให้นักเรียนจับคู่สารอาหารที่กำหนดให้ กับผลกระทบเมื่อขาดสารอาหารที่มีความสัมพันธ์กันให้ถูกต้อง” จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีนักเรียนจำนวน 36 คน คิดเป็น 76.60 % มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนจำนวน 11 คน คิดเป็น 23.40 % มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. ทำให้นักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน โดยนักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์จากมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) หรือความไม่เข้าใจมโนคติ (NU) เป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) หรือมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) โดยพิจารณาได้จากจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามถูกต้องเพิ่มมากขึ้น แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น

1.3 มโนมติเรื่อง การทดสอบสารอาหาร

1.3.1 มโนมติก้อยเรื่อง การทดสอบสารอาหาร

แผนการสอนที่ 7 เรื่อง การทดสอบสารอาหาร เวลา 2 คาบเรียน นักเรียน
เข้าเรียนจำนวน 45 คน ขาดเรียนจำนวน 4 คน

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ของ มโนมติก้อย เรื่อง การทดสอบสารอาหารคือ
การทดสอบสารอาหารแต่ละประเภทมีวิธีการทดสอบแตกต่างกัน คือ

1) การตรวจสอบคาร์โบไฮเดรต มี 2 วิธี คือ

1.1) การทดสอบแป้ง ใช้สารละลายไอโอดีนหยดลงบนอาหาร
ที่ต้องการทดสอบ ถ้าอาหารที่ทดสอบมีแป้งเป็นส่วนประกอบจะเปลี่ยนสีของสารละลายไอโอดีน
จากสีน้ำตาลเป็นสีม่วงเข้มเกือบดำ หรือม่วงแกมน้ำเงิน

1.2) การทดสอบน้ำตาล ใช้สารละลายเบเนดิกต์ หยดลงไปใน
อาหาร แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด ถ้าเกิดตะกอนสีส้ม สีเหลือง หรือสีอิฐ แสดงว่าอาหารนั้นมีน้ำตาล
เป็นส่วนประกอบ

2) การทดสอบหาโปรตีน จะใช้การทดสอบที่เรียกว่า การทดสอบ
ไบยูเรต คือ การเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ลงในอาหาร
ถ้าสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีม่วง หรือสีชมพูอมม่วง หรือสีน้ำเงิน แสดงว่าอาหารนั้น
มีโปรตีน

3) การตรวจสอบหาไขมัน เป็นการตรวจสอบที่สามารถทำได้ง่าย ๆ
ไม่ยุ่งยากเหมือนกับวิธีการตรวจสอบหาสารอาหารประเภทอื่น คือ การนำอาหารไปแตะ หรือถูกับ
กระดาษขาว แล้วให้แสงส่องผ่าน ถ้ากระดาษเป็นมันและมีลักษณะโปร่งแสง แสดงว่าอาหารนั้นมี
ไขมันอยู่

1) มโนติก่อนเรียน

จากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์
ก่อนเรียน เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “นักเรียนมีวิธีการในการ
ทดสอบแป้งอย่างไร” คำตอบของข้อคำถาม คือ “การทดสอบแป้ง ใช้สารละลายไอโอดีนหยดลง
บนอาหาร จะเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้มเกือบดำ หรือม่วงแกมน้ำเงิน ”

จากการวิเคราะห์มโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนมติ
ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) มีนักเรียนจำนวน 35 คน คิดเป็น 77.78 % มีมโนมติทาง
วิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “หยดสารละลายไอโอดีน” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบาย
ขั้นตอนการทดสอบอย่างละเอียด มีนักเรียนจำนวน 5 คน คิดเป็น 11.11 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับ

มโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และมีนักเรียนจำนวน 5 คน คิดเป็น 11.11 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “นักเรียนมีวิธีการในการทดสอบน้ำตาลอย่างไร” คำตอบของคำถาม คือ “การทดสอบน้ำตาล ใช้สารละลายเบเนดิกต์ หยดลงไปในการ แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด ถ้าเกิดตะกอนสีส้ม สีเหลือง หรือสีอิฐ แสดงว่าอาหารนั้นมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบ”

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) มีนักเรียนจำนวน 14 คน คิดเป็น 31.11 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “หยดสารละลายเบเนดิกต์” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายขั้นตอนการทดสอบอย่างละเอียด มีนักเรียนจำนวน 22 คน คิดเป็น 48.89 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และมีนักเรียนจำนวน 9 คน คิดเป็น 20.00 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

ข้อคำถามที่ 3 ถามว่า “สารอาหารประเภทโปรตีน มีวิธีการในการทดสอบอย่างไร” คำตอบของคำถาม คือ “การทดสอบหาโปรตีน ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต (ไบยูเรต) ลงในอาหาร ถ้าสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีม่วงหรือสีชมพูอมม่วง หรือสีน้ำเงิน แสดงว่าอาหารนั้นมีโปรตีน”

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) มีนักเรียน 9 คน คิดเป็น 20.00 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “หยดสารละลายไบยูเรต” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายขั้นตอนการทดสอบอย่างละเอียด มีนักเรียนจำนวน 15 คน คิดเป็น 33.33 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และมีนักเรียนจำนวน 21 คน คิดเป็น 46.67 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

และข้อคำถามที่ 4 ถามว่า “สารอาหารประเภทไขมัน มีวิธีการในการทดสอบอย่างไร” คำตอบของคำถาม คือ “การตรวจสอบไขมัน นำอาหาร ไปแตะ หรือถูกกับกระดาษขาว แล้วให้แสงส่องผ่าน ถ้ากระดาษเป็นมันและมีลักษณะ โปร่งแสง แสดงว่าอาหารนั้นมีไขมันอยู่”

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) มีนักเรียน 11 คน คิดเป็น 24.44 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “นำไปถูกกับกระดาษ” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายขั้นตอนการทดสอบอย่างละเอียด มีนักเรียนจำนวน 23 คน คิดเป็น 51.11 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และมีนักเรียนจำนวน 11 คน คิดเป็น 24.44 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเกี่ยวกับ เรื่อง การทดสอบสารอาหาร จากการตอบข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหา

โนมโนมติเกี่ยวกับการทดสอบสารอาหาร โดยนักเรียนมีความไม่เข้าใจ (NU) ซึ่งพิจารณาได้จากจำนวนนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม และจำนวนนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และมีนักเรียนบางกลุ่มที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เกี่ยวกับการทดสอบแป้ง ลองลงมาคือการทดสอบน้ำตาล การทดสอบไขมัน และการทดสอบโปรตีน ตามลำดับ โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกได้ว่า ใช้สารใดในการทดสอบสารอาหาร แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการทดสอบสารอาหารแต่ละชนิดอย่างละเอียดได้

2) มโนคติระหว่างเรียน

ในการจัดการเรียนรู้ มโนคติ เรื่อง การทดสอบสารอาหาร ตามการจัดการเรียนรู้ เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. ผู้วิจัยเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ด้วยการอภิปรายกลุ่ม แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำตอบของบัตรคำถามชุดที่ 1 เพื่อนักเรียนได้นำเสนอแนวคิดของตนเอง เกี่ยวกับการทดสอบสารอาหารที่แต่ละคนเข้าใจ ความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันจะทำให้นักเรียนเกิดความไม่พึงพอใจกับมโนคติเดิมที่มีอยู่ (Dissatisfaction) จากนั้นครูให้นักเรียนหาข้อตกลงและข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่มตามประเด็นของคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 แล้วออกมารายงานหน้าชั้นเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ให้ข้อสรุปว่า

การทดสอบสารอาหารต้องใช้สารเคมีในการทดสอบ ซึ่งสารอาหารแต่ละประเภท จะใช้สารเคมีคนละชนิดกัน และมีวิธีที่แตกต่างกัน เช่น การทดสอบแป้งใช้สารละลายไอโอดีนในการทดสอบ

กลุ่มที่ 2 ให้ข้อสรุปว่า

สารอาหารแต่ละประเภท มีสารที่ใช้ในการทดสอบคนละชนิดกัน แต่ไม่ทราบว่า สารชนิดใดใช้ทดสอบสารอาหารประเภทใด และสารอาหารแต่ละประเภท มีวิธีในการทดสอบคล้ายกัน คือ หยดสารเคมีบนอาหารที่ต้องการทดสอบ

กลุ่มที่ 3 ให้ข้อสรุปว่า

การทดสอบสารอาหารสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้ การทดสอบแป้งใช้สารละลายไอโอดีน การทดสอบไขมันโดยการถูกับกระดาษ การทดสอบน้ำตาลใช้สารละลายเบนดิคส์ และการทดสอบโปรตีนใช้สารไบยูเรต

จากการรายงานหน้าชั้นเรียนของนักเรียนดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เกี่ยวกับการทดสอบสารอาหาร โดยเป็นมโนคติเดิมที่นักเรียนมีอยู่แล้ว เช่นการทดสอบแป้ง สามารถทดสอบได้โดยการหยดสารละลายไอโอดีนลงไป แล้วสังเกตผล การทดสอบไขมันโดยการถูกับกระดาษ การทดสอบน้ำตาลใช้สารละลายเบเนดิกต์ และการทดสอบโปรตีนใช้สารไบยูเรต แต่จะเห็นได้ว่าการตอบคำถามหรือการอภิปรายของนักเรียนส่วนใหญ่ ไม่ได้อธิบายวิธีการทดสอบที่ถูกต้องละเอียด ซึ่งเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ ยังขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน ดังนั้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาและทำความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการทดสอบสารอาหาร ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาเอกสารกิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง การทดสอบสารอาหาร

เมื่อนักเรียนศึกษาเอกสารเรียบร้อยแล้ว ครูจัดให้มีการทดลอง เพื่อฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์และทดสอบสารอาหารแต่ละประเภท หลังกิจกรรมทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติม เพื่อให้มโนคติใหม่เข้าใจง่าย (Intelligibility) โดยครูใช้คำถามนำการอภิปราย ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ครู : เมื่อนักเรียนหยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำแป้งสุก เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน : เปลี่ยนสีจากสีขาวขุ่นเป็นสีน้ำเงินเข้ม

ครู : เมื่อนักเรียนหยดสารละลายไบยูเรตลงในน้ำแป้งสุก เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน : ไม่เปลี่ยนแปลง

ครู : เมื่อนักเรียนหยดสารละลายเบเนดิกต์ลงในน้ำแป้งสุก หลังต้มเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน : ไม่เปลี่ยนแปลง

ครู : เมื่อนักเรียนเอาแป้งมันถูกับกระดาษ กระดาษโปร่งแสงหรือไม่

นักเรียน : ไม่

ครู : แสดงว่าเราใช้สารใดในการทดสอบแป้ง

นักเรียน : สารละลายไอโอดีน

จากนั้นครูได้เชื่อมโยงกิจกรรมการทดลอง เพื่อทดสอบน้ำตาลกลูโคส โดยถามนักเรียนเกี่ยวกับผลการทดลองอีกครั้ง โดยครูใช้คำถามดังต่อไปนี้

ครู : เมื่อนักเรียนหยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำตาลกลูโคส เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน : ไม่เปลี่ยนแปลง

ครู : เมื่อนักเรียนหยดสารละลายไบยูเรตลงในน้ำตาลกลูโคส เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน : ไม่เปลี่ยนแปลง

ครู : เมื่อนักเรียนหยดสารละลายเบเนดิกต์ลงในน้ำตาลกลูโคส หลังต้ม เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน : เกิดตะกอนสีส้มแดง หรือตะกอนสีอิฐ

ครู : เมื่อนักเรียนเอาผงน้ำตาลกลูโคสดูกับกระดาษ กระดาษโปร่งแสงหรือไม่

นักเรียน : ไม่

ครู : แสดงว่าเราใช้สารใดในการทดสอบน้ำตาลกลูโคส

นักเรียน : สารละลายเบเนดิกต์

จากนั้นครูได้เชื่อมโยงกิจกรรมการทดลอง เพื่อทดสอบโปรตีน โดยถามนักเรียนเกี่ยวกับผลการทดลองอีกครั้ง โดยครูใช้คำถามดังต่อไปนี้

ครู : เมื่อนักเรียนหยดสารละลายไอโอดีนลงในไข่ขาว เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน : ไม่เปลี่ยนแปลง

ครู : เมื่อนักเรียนหยดสารละลายไบยูเรตลงในไข่ขาว เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน : สีม่วง หรือสีน้ำเงิน

ครู : เมื่อนักเรียนหยดสารละลายเบเนดิกต์ลงในไข่ขาว หลังต้ม เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

- นักเรียน : ไม่เปลี่ยนแปลง
 ครู : เมื่อนักเรียนเอาไขขาว ถูกกับกระดาษ กระดาษโปร่งแสงหรือไม่
 นักเรียน : ไม่
 ครู : แสดงว่าเราใช้สารใดในการทดสอบโปรตีน
 นักเรียน : สารละลายไบยูเรต

จากนั้นครูได้เชื่อมโยงกิจกรรมการทดลอง เพื่อทดสอบไขมัน โดยถามนักเรียนเกี่ยวกับผลการทดลองอีกครั้ง โดยครูใช้คำถามดังต่อไปนี้

- ครู : เมื่อนักเรียนหยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำมันพืชเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
 นักเรียน : ไม่เปลี่ยนแปลง
 ครู : เมื่อนักเรียนหยดสารละลายไบยูเรตลงในน้ำมันพืช เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
 นักเรียน : ไม่เปลี่ยนแปลง
 ครู : เมื่อนักเรียนหยดสารละลายเบเนดิกต์ลงในน้ำมันพืช หลังต้มเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
 นักเรียน : ไม่เปลี่ยนแปลง
 ครู : เมื่อนักเรียนเอาน้ำมันพืชถูกกับกระดาษ กระดาษโปร่งแสงหรือไม่
 นักเรียน : โปร่งแสง
 ครู : แสดงว่าไขมัน ทดสอบด้วยวิธีใด
 นักเรียน : ถูกกับกระดาษ

จะเห็นได้ว่า เมื่อนักเรียนได้ศึกษาเอกสาร พร้อมทั้งทำกิจกรรมการทดลองแล้ว นักเรียนสามารถระบุได้ว่า การทดสอบแป้ง สามารถทดสอบได้โดยการหยดสารละลายไอโอดีนลงไป แล้วสังเกตผล การทดสอบไขมันโดยการถูกกับกระดาษ การทดสอบน้ำตาลกลูโคสใช้สารละลายเบเนดิกต์ แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด และการทดสอบโปรตีนใช้สารไบยูเรต ซึ่งสอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์

3) มโนคติหลังเรียน

หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมโนคติ (Conceptual Change Model) ของ Posner et al. (1982, อ้างถึงใน วรรณจรรย์ มั่งสิงห์, 2539) แล้ว ครูให้นักเรียนตอบข้อคำถามในแบบสำรวจมโนคติหลังเรียนในบัตรคำถามชุดที่ 2 โดยใช้ข้อคำถามเดียวกับข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนติก่อนเรียน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางว่ามโนคติใหม่มีความเป็นไปได้ (Plausibility) สามารถช่วยแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการได้

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในบัตรคำถามชุดที่ 2 ในข้อคำถามที่ 1 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) มีนักเรียน 41 คน คิดเป็น 91.11 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “หยุดสารละลายไอโอดีน” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายขั้นตอนการทดสอบอย่างละเอียด และมีนักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็น 8.89 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) หรือการให้เหตุผลไม่สื่อความหมาย โดยตอบว่า “ใส่สารแล้วนำไปต้ม” ซึ่งคำว่าสารที่นักเรียนตอบนั้น ไม่ได้ระบุให้ชัดเจนว่าเป็นสารใด ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 2 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) มีนักเรียนจำนวน 31 คน คิดเป็น 68.89 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “หยุดสารละลายเบนเนดิกส์แล้วนำไปต้ม” หรือตอบว่า “หยุดสารละลายเบนเนดิกส์” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายขั้นตอนการทดสอบอย่างละเอียด และมีนักเรียนจำนวน 14 คน คิดเป็น 31.11 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) หรือการให้เหตุผลไม่สื่อความหมาย โดยตอบว่า “ใส่สารละลายไอโอดีนแล้วนำไปต้ม” หรือตอบว่า “หยุดสารละลายคอปเปอร์” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 3 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) มีนักเรียนจำนวน 21 คน คิดเป็น 46.67 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “หยุดสารละลายไอยูเรต” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายขั้นตอนการทดสอบอย่างละเอียด และมีนักเรียนจำนวน 24 คน คิดเป็น 53.33 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) หรือการให้เหตุผลไม่สื่อความหมาย โดยตอบว่า “ใส่สาร” ซึ่งคำว่าสารที่นักเรียนตอบนั้น ไม่ได้ระบุให้ชัดเจนว่าเป็นสารใด หรือตอบว่า “หยุดสารละลายเบนเนดิกส์” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 4 พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีโมเดลทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) มีนักเรียนจำนวน 23 คน คิดเป็น 51.11 % มีโมเดลทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “ถูกกับกระดาษขาว” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายขั้นตอนการทดสอบอย่างละเอียด และมีนักเรียนจำนวน 22 คน คิดเป็น 48.89 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับโมเดลที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) หรือการให้เหตุผลไม่สื่อความหมาย โดยตอบว่า “ใส่สารไอโอดีน” หรือตอบว่า “หยดสารละลายที่ทำปฏิกิริยากับน้ำมัน” ซึ่งไม่สอดคล้องกับโมเดลทางวิทยาศาสตร์

นอกจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้บัตรคำถามชุดที่ 3 ในการสำรวจมโนคติหลังเรียนของนักเรียน ซึ่งข้อคำถามจะแตกต่างจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 และบัตรคำถามชุดที่ 2 ทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นว่า มโนคติใหม่มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิมได้ (Fruitfulness) โดยมีข้อคำถามคือ “ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากตารางตอบคำถามให้ถูกต้อง”

อาหาร	ผลการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้			
	สารละลายไอโอดีน	สารละลายเบเนดิกต์	สารละลายคอป(II)ซัลเฟต และโซเดียมไฮดรอกไซด์	ถูกกับกระดาษสีขาว
A	สีน้ำเงินแกมม่วง	เกิดตะกอนสีส้ม	-	-
B	-	เกิดตะกอนสีอิฐ	สีม่วง	โปร่งแสง
C	-	-	สีน้ำเงิน - ม่วง	โปร่งแสง
D	สีม่วง	เกิดตะกอนสีแดง	-	-

ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “อาหารชนิดใดที่พบน้ำตาลเป็นส่วนประกอบ เพราะเหตุใด” คำตอบของข้อคำถาม คือ “อาหาร A , B และ D เพราะ อาหารทั้งสามชนิด เมื่อทำการทดสอบโดยการต้มกับสารละลายเบเนดิกต์แล้ว ได้ตะกอนสีแดง สีส้ม และ สีแดงอิฐ” จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีนักเรียนจำนวน 14 คน คิดเป็น 31.11 % มีโมเดลทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “อาหาร A , B และ D เพราะทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์แล้ว ได้ตะกอนสีแดง สีส้ม หรือสีแดงอิฐ” มีนักเรียนจำนวน 29 คน คิดเป็น 64.44 % มีโมเดลทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “อาหาร A , B และ D” แต่นักเรียนไม่ให้เหตุผลประกอบ หรือให้เหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย และมีนักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็น 4.44 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับโมเดลที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “อาหาร C” ซึ่งไม่สอดคล้องกับโมเดลทางวิทยาศาสตร์

และข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “อาหารชนิดใดที่พบโปรตีนเป็นส่วนประกอบ เพราะเหตุใด” คำตอบของข้อคำถาม คือ “อาหาร B และ C เพราะ สีของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต (ไบยูเรต) เปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีม่วง หรือสีน้ำเงิน แสดงว่าอาหารนั้นมีโปรตีน” จากการวิเคราะห์ห่มโนมติทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีนักเรียนจำนวน 28 คน คิดเป็น 62.22 % มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “อาหาร B และ C เพราะ สารละลายไบยูเรต เปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีม่วง” มีนักเรียนจำนวน 13 คน คิดเป็น 28.89 % มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “อาหาร B และ C” แต่นักเรียนไม่ให้เหตุผลประกอบ หรือให้เหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย และมีนักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็น 8.89 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนมติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “อาหาร D” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนมติของ Posner et al. ทำให้นักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการทดสอบสารอาหาร โดยนักเรียนบางกลุ่ม เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนมติทางวิทยาศาสตร์จากมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) หรือความไม่เข้าใจมโนมติ (NU) เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) หรือมโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) โดยพิจารณาได้จากจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามถูกต้องเพิ่มมากขึ้น แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น

1.3.2 มโนมติด้อยเรื่อง การหาปริมาณวิตามินซี

แผนการสอนที่ 8 เรื่อง การหาปริมาณวิตามินซี เวลา 2 คาบเรียน นักเรียนเข้าเรียนจำนวน 45 คน ขาดเรียนจำนวน 4 คน

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ของ มโนมติด้อย เรื่อง การหาปริมาณวิตามินซี คือ หลักการของการทดลองวิตามินซีอย่างง่าย ๆ สามารถนำไปใช้ทดสอบอาหารชนิดอื่นที่ต้องการทราบปริมาณวิตามินซี ว่ามีมากหรือน้อยเพียงใดได้ ซึ่งอาจทำได้โดยเปรียบเทียบจำนวนหยดของสารละลายที่ต้องการทดสอบ ซึ่งจะเปลี่ยนสีน้ำเงินของน้ำแป้งสุกที่ผสมสารละลายไอโอดีนเป็นไม่มีสี กับจำนวนหยดของสารละลายวิตามินซี สังเคราะห์ที่เราทราบปริมาณความเข้มข้นแล้ว กล่าวคือ ถ้าจำนวนหยดของสารละลายที่นำมาทดสอบมากกว่าจำนวนหยดของสารละลายวิตามินซี ที่ใช้เป็นเกณฑ์ แสดงว่า สารละลายที่นำมาทดสอบนั้นมีปริมาณวิตามินซี น้อยกว่าสารละลายวิตามินซี แต่ถ้าจำนวนหยดของสารละลายที่นำมาทดสอบน้อยกว่าจำนวนหยดของสารละลาย

วิตามินซีที่ใช้เป็นเกณฑ์ แสดงว่า สารละลายที่นำมาทดสอบนั้นมีปริมาณวิตามินซี มากกว่า สารละลายวิตามินซีที่ใช้เป็นเกณฑ์

1) มโนมติก่อนเรียน

จากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง การหาปริมาณวิตามินซี ได้แก่ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “ถ้านักเรียนต้องการทดสอบ เพื่อหาปริมาณวิตามินซี นักเรียนจะมีวิธีในการทดสอบอย่างไร” คำตอบของข้อคำถาม คือ “หยดสารละลายที่ต้องการทดสอบ ลงไปในน้ำแบ่งที่ผสมไอโอดีน และสังเกตดูการเปลี่ยนสีของ น้ำแบ่ง ถ้าน้ำแบ่งเปลี่ยนสีจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี แสดงว่าสารนั้นมีวิตามินซีอยู่”

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็น 2.22 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบาย เหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “หยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำแบ่ง แล้วหยดน้ำผลไม้ เขย่า ทุกครั้งที่หยด จนกว่าน้ำแบ่งจะไม่มีสี แล้วนับจำนวนหยด” มีนักเรียนจำนวน 30 คน คิดเป็น 66.67 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “รสชาติของผลไม้ ถ้ามีรสเปรี้ยวมาก แสดงว่ามีวิตามินซีมาก” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมี นักเรียนจำนวน 14 คน คิดเป็น 31.11 % ไม่ตอบคำถาม (NU)

ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “น้ำผลไม้ชนิดใดจะมีวิตามินซีมากหรือน้อย นักเรียนจะ ทราบได้อย่างไร” คำตอบของคำถาม คือ “โดยการเปรียบเทียบจำนวนหยดของสารละลายที่ ต้องการทดสอบ ถ้าจำนวนหยดของสารละลายที่นำมาทดสอบมาก แสดงว่าสารละลายที่นำมา ทดสอบนั้นมีปริมาณวิตามินซีน้อยกว่า”

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติ ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) และมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) มีนักเรียน จำนวน 45 คน คิดเป็น 100.00 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ถ้าผลไม้มีรสเปรี้ยวมาก แสดงว่ามีวิตามินซีมาก”

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเกี่ยวกับ เรื่อง การหาปริมาณ วิตามินซี จากการตอบข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาใน มโนคติเกี่ยวกับการหาปริมาณของวิตามินซี โดยนักเรียนมีความไม่เข้าใจ (NU) ซึ่งพิจารณาได้จาก จำนวนนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม และจำนวนนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC)



2) มโนคติระหว่างเรียน

ในการจัดการเรียนรู้ มโนคติ เรื่อง การหาปริมาณวิตามินซี ตามการจัดการเรียนรู้ เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. ผู้วิจัยเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ด้วยการอภิปรายกลุ่ม แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำตอบของบัตรคำถามชุดที่ 1 เพื่อให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับการทดสอบสารอาหารที่แต่ละคนเข้าใจ ความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันจะทำให้นักเรียนเกิดความไม่พึงพอใจกับมโนคติเดิมที่มีอยู่ (Dissatisfaction) จากนั้นครูให้นักเรียนหาข้อตกลงและข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่มตามประเด็นของคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 แล้วออกมารายงานหน้าชั้นเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ให้ข้อสรุปว่า

ทดสอบโดยการรับประทาน ถ้าผลไม้ชนิดใดมีรสเปรี้ยวมาก แสดงว่ามีปริมาณวิตามินซีมากด้วย

กลุ่มที่ 2 ให้ข้อสรุปว่า

ทดสอบโดยการหยคน้ำผลไม้ลงในน้ำแป้งที่ผสมไอโอดีนไว้แล้ว หยดจนกว่าสีของไอโอดีนจางหายไป ถ้าสีของไอโอดีนจางเร็ว แสดงว่าผลไม้ชนิดนั้นมีปริมาณวิตามินซีมาก

กลุ่มที่ 3 ให้ข้อสรุปว่า

ทดสอบโดยการหยคน้ำผลไม้ลงในน้ำแป้งที่ผสมไอโอดีนไว้แล้ว จำนวนหยดมาก มีวิตามินซีมาก จำนวนหยดน้อยมีวิตามินซีน้อย

จากการรายงานหน้าชั้นเรียนของนักเรียน จะเห็นได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) เกี่ยวกับการหาปริมาณวิตามินซี ว่าผลไม้มีรสเปรี้ยวจะมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าผลไม้ที่มีรสหวาน และนักเรียนบางกลุ่มมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยนำเสนอว่า “ทดสอบโดยการหยคน้ำผลไม้ลงในน้ำแป้งที่ผสมไอโอดีนไว้แล้ว” แต่ยังคงองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน

จากนั้นครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่อง การหาปริมาณวิตามินซี หลังกิจกรรมการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยครูใช้คำถามนำการอภิปรายดังนี้

ครู : นักเรียนหาปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ได้อย่างไร

นักเรียน : หยคน้ำผลไม้ลงในน้ำแป้งที่ผสมไอโอดีนแล้ว

ครู : แล้วนักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าในน้ำผลไม้มีวิตามินซีอยู่

นักเรียน : เมื่อหยคน้ำผลไม้ลงไปแล้วสีของน้ำแป้งจะเปลี่ยนเป็นไม่มีสี

จะเห็นได้ว่าผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการทดลอง เพื่อหาปริมาณวิตามินซีที่มีอยู่ในผลไม้แต่ละชนิดได้ โดยอธิบายว่า “ทดสอบโดยการหยดน้ำผลไม้ลงในน้ำแป้งสุกที่ผสมไอโอดีน แล้วสีของน้ำแป้งสุกเปลี่ยนเป็นไม่มีสี” ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูโยงเนื้อหาเข้าสู่การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีที่มีอยู่ในผลไม้แต่ละชนิด โดยครูใช้คำถามนำการอภิปราย ดังต่อไปนี้

- ครู : นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่า น้ำผลไม้ชนิดใด มีวิตามินซีมากกว่ากัน
 นักเรียน : นับจากจำนวนหยดที่ใช้
 ครู : นักเรียนนับอย่างไร
 นักเรียน : น้ำผลไม้ชนิดใดใช้จำนวนหยคน้อยกว่า แสดงว่ามีปริมาณวิตามินซีมากกว่า

ครู : ให้นักเรียนเรียงลำดับปริมาณวิตามินซีที่มีอยู่ในน้ำผลไม้ที่นำมาทดลองจากมากไปหาน้อย

นักเรียน : มะเขือเทศ มะละกอสุก ส้มเขียวหวาน มะนาว และ สับปะรด

ครู : ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวจะมีวิตามินซีมากกว่าผลไม้ที่มีรสหวานเสมอหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน : ไม่ เช่น มะละกอสุก มีวิตามินซีมากกว่ามะนาวที่มีรสเปรี้ยวกว่า
 จะเห็นได้ว่าผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้นักเรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการหาปริมาณวิตามินซี โดยพิจารณาจากการตอบคำถามของนักเรียนขณะอภิปราย นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการทดลองเพื่อหาปริมาณวิตามินซีที่มีอยู่ในผลไม้ และสามารถเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีที่มีอยู่ในผลไม้แต่ละชนิดได้

3) มโนคติหลังเรียน

หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมโนคติ (Conceptual Change Model) ของ Posner et al. (1982 อ้างถึงใน วรรณเจริญ มั่งสิงห์, 2539) แล้วครูให้นักเรียนตอบข้อคำถามในแบบสำรวจมโนคติหลังเรียนในบัตรคำถามชุดที่ 2 โดยใช้ข้อคำถามเดียวกับข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นแบบสำรวจมโนติก่อนเรียน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางว่ามโนคติใหม่มีความเป็นไปได้ (Plausibility) สามารถช่วยแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการได้

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในบัตรคำถามชุดที่ 2 ในข้อคำถามที่ 1 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 29 คน

คิดเป็น 64.44 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “หยคน้ำผลไม้ลงในน้ำแข็งสุกที่ผสมกับสารละลายไอโอดีนที่ละหนึ่งหยด พร้อมทั้งเขย่า จนน้ำแข็งเปลี่ยนเป็นไม่มีสี แล้วนับจำนวนหยดของน้ำผลไม้” มีนักเรียนจำนวน 11 คน คิดเป็น 24.44 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “หยคน้ำผลไม้ลงในน้ำแข็งสุกที่ผสมกับสารละลายไอโอดีน” และมีนักเรียนจำนวน 5 คน คิดเป็น 11.11 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) หรือการให้เหตุผลไม่สื่อความหมาย โดยตอบว่า “หยคน้ำแข็งสุกลงใส่สารละลายไอโอดีน” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในข้อคำถามที่ 2 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 18 คน คิดเป็น 40.00 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “นับจำนวนหยดของน้ำผลไม้ ที่ทำให้น้ำแข็งสุกที่ผสมกับไอโอดีนเปลี่ยนสี ถ้าจำนวนหยดน้อยแสดงว่ามีปริมาณวิตามินซีมาก” มีนักเรียนจำนวน 14 คน คิดเป็น 31.11 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “ดูจากจำนวนหยดของน้ำผลไม้ที่ทำให้น้ำแข็งสุกเปลี่ยนสี” และมีนักเรียนจำนวน 13 คน คิดเป็น 28.89 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) หรือการให้เหตุผลไม่สื่อความหมาย โดยตอบว่า “จำนวนหยดมาก แสดงว่ามีวิตามินซีมาก” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

นอกจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้บัตรคำถามชุดที่ 3 ในการสำรวจมโนคติหลังเรียนของนักเรียน ซึ่งข้อคำถามจะแตกต่างจากข้อคำถามในบัตรคำถามชุดที่ 1 และบัตรคำถามชุดที่ 2 ทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นว่า มโนคติใหม่มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิมได้ (Fruitfulness) โดยมีข้อคำถามคือ “ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากตารางตอบคำถามให้ถูกต้อง”

หลอดทดลองที่	ผลไม้	จำนวนหยดที่ทำให้สีน้ำเงินจางหายไป
1	A	60
2	B	70
3	C	95
4	D	58

ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “จากตารางผลการทดลอง ผลไม้ชนิดใดที่มีวิตามินซีมากที่สุด เพราะเหตุใด” คำตอบของข้อคำถาม คือ “ผลไม้ D มีปริมาณวิตามินซี มากที่สุด เนื่องจากจำนวนหยดของน้ำผลไม้ที่ใช้ในการทดสอบน้อยที่สุด” จากการวิเคราะห์ห้ม โนมติทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีนักเรียนจำนวน 30 คน คิดเป็น 66.67 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “ผลไม้ D เพราะใช้จำนวนหยดน้อยที่สุด” มีนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็น 6.66 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือตอบคำถามถูกและการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “ผลไม้ D” แต่นักเรียนไม่ให้เหตุผลประกอบ หรือให้เหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย และมีนักเรียนจำนวน 12 คน คิดเป็น 26.67 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ผลไม้ C” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. ทำให้นักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการทดสอบสารอาหาร โดยนักเรียนบางกลุ่ม เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์จากมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) หรือความไม่เข้าใจมโนคติ (NU) เป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) หรือมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) โดยพิจารณาได้จากจำนวนนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) มีจำนวนลดลง แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น

2. อภิปรายผลการวิจัย

2.1 อภิปรายสรุปผลมโนคติ เรื่อง ความหมายของอาหารและสารอาหาร

จากการวิเคราะห์ห้ม โนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ความหมายของอาหารและสารอาหาร ผู้วิจัยได้นำคำตอบของนักเรียนมาจัดกลุ่มตามประเภทของมโนคติ ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ประเภทของมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ความหมายของอาหารและสารอาหาร ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “นักเรียนคิดว่า น้ำตาลเทียมและพาราเซตามอล จัดเป็นอาหารหรือไม่ เพราะเหตุใด”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	ไม่จัดว่าเป็นอาหาร เพราะ น้ำตาลเทียม เป็นสารสังเคราะห์ที่ให้ความหวานเท่านั้น แต่ไม่ให้พลังงานและพาราเซตามอล เป็นยาที่ใช้ในการรักษาโรค จึงไม่จัดว่าเป็นอาหาร	4.44	26.67
PU	ไม่จัดว่าเป็นอาหาร เพราะน้ำตาลเทียมไม่ให้พลังงาน หรือตอบว่า พาราเซตามอล เป็นยาที่ใช้ในการรักษาโรค	26.67	26.67
PS	ไม่เป็นอาหาร	57.78	35.55
AC	เป็นอาหาร อธิบายเหตุผลไม่สื่อความหมาย	11.11	11.11
NU	ไม่ตอบคำถาม / ไม่สามารถทำนายได้	-	-

จากข้อมูลในตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนมติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 57.78 % มีคำตอบถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (PS) ทั้งนี้ นักเรียนมีความเข้าใจว่าเมื่อรับประทานเข้าไปแล้วไม่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ร่างกาย และมีนักเรียน 11.11 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยนักเรียนกลุ่มนี้ตอบคำถามโดยที่ไม่ได้นำมโนคติทางวิทยาศาสตร์มาอธิบาย เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติหลังเรียนพบว่า มีจำนวนนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้น โดยสามารถอธิบายได้ว่า น้ำตาลเทียมเป็นสารสังเคราะห์เพื่อให้ความหวานแต่ไม่ได้ให้พลังงาน และพาราเซตามอล ใช้เป็นยารักษาโรค ซึ่งไม่จัดว่าเป็นอาหาร แสดงให้เห็นว่าหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้วนักเรียนกลุ่มนี้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ แต่ยังมีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยนักเรียนให้เหตุผลว่า เมื่อรับประทานเข้าไปแล้วไม่ก่อให้เกิดโทษต่อร่างกาย จึงมีความเข้าใจว่าน้ำตาลเทียมและพาราเซตามอล เป็นอาหาร ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า หลังจากจัด

กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้ว นักเรียนกลุ่มนี้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ

ตารางที่ 2 ประเภทของมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ความหมายของอาหารและสารอาหาร ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “สารอาหารตามหลักโภชนาการหมายความว่าอย่างไร”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	สารอาหาร หมายถึง สารเคมีต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในอาหาร เมื่อรับประทานเข้าไปแล้ว ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	-	22.22
PU	สารอาหาร หมายถึง สารเคมีต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในอาหาร	2.22	24.44
PS	สารอาหาร เป็นสิ่งที่อยู่ในอาหารและมีประโยชน์	13.33	24.44
AC	สารอาหาร เป็นสิ่งที่รับประทานเข้าไปแล้วทำให้ร่างกายแข็งแรง	77.78	26.67
NU	ไม่ตอบคำถาม / ไม่สามารถทำนายได้	6.67	2.22

จากข้อมูลในตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 77.78 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยนักเรียนกลุ่มนี้ตอบคำถามว่า สารอาหาร เป็นสิ่งที่รับประทานเข้าไปแล้วทำให้ร่างกายแข็งแรง โดยคำว่า “สิ่งที่รับประทาน” นั้นนำไปสู่ความหมายของคำว่าอาหาร แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้ให้ความหมายของอาหารและสารอาหารเหมือนกัน สอดคล้องกับ ปฐมภรณ์ พิมพ์ทอง (2551) ที่พบว่าภาษาวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวัน คำบางคำอาจจะเหมือนกับคำที่ใช้ในชีวิตประจำวัน แต่ในวิทยาศาสตร์กลับใช้ในความหมายที่แตกต่างกัน ในบริบทที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติหลังเรียนพบว่า มีจำนวนนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้น โดยสามารถอธิบายได้ว่า “สารอาหาร เป็นสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในอาหาร ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้” แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้เข้าใจว่า สารอาหาร เป็นสารประกอบทางเคมีที่อยู่ในอาหาร เมื่อรับประทานเข้าไปแล้ว ร่างกายสามารถนำสารเหล่านี้ไปใช้

ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ จำนวนนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) มีจำนวนลดลง แสดงให้เห็นว่าหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้วนักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ

2.2 อภิปรายสรุปผลมโนคติ เรื่อง ประเภทของสารอาหาร

2.2.1 อภิปรายสรุปผลมโนคติน้อย เรื่อง ประเภทของสารอาหารและการหาค่าพลังงานสะสมในอาหาร

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ประเภทของสารอาหารและการหาค่าพลังงานสะสมในอาหาร ผู้วิจัยได้นำคำตอบของนักเรียนมาจัดกลุ่มตามประเภทของมโนคติ ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ประเภทของมโนคติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ประเภทของสารอาหารและการหาค่าพลังงานสะสมในอาหาร ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “สารอาหาร สามารถแบ่งตามเกณฑ์การให้พลังงานได้กี่ประเภท อะไรบ้าง”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	สารอาหาร แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1. สารอาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน 2. สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ	2	58.33
PU	สารอาหาร แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1. สารอาหารที่ให้พลังงาน 2. สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน	34.69	-
PS	สารอาหาร แบ่งเป็น 2 ประเภท	6.12	-
AC	มี 6 ประเภท คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ	57.14	41.67
NU	ไม่ตอบคำถาม / ไม่สามารถทำนายได้	2.04	-

จากข้อมูลในตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 34.69 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) คือ ตอบคำถามถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน โดยตอบว่า “สารอาหารมี 2 ประเภท คือ สารอาหารที่ให้พลังงาน และสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน” การที่นักเรียนมีมโนคติเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการที่นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการเขียนตอบ เพราะต้องอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ คำอธิบายให้ครอบคลุม และมีนักเรียน 57.14 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “สารอาหารมี 6 ประเภท คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ” ซึ่งเป็นชนิดของสารอาหารที่พบอยู่ในอาหารแต่ละประเภท ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนมีมโนคติเดิมว่า สารอาหารมี 6 ชนิด คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ ซึ่งมาจากอาหารหลัก 5 หมู่ แต่นักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่า สารอาหารชนิดใดให้พลังงาน และสารอาหารชนิดใดไม่ให้พลังงาน สอดคล้องกับ Hewson and Hewson (1992) (อ้างถึงใน ปฐมภรณ์ พิมพ์ทอง, 2550) ที่ว่า การเปลี่ยนแปลงมโนคติก็เปรียบเสมือนการแข่งขันของมโนคติ 2 มโนคติ ซึ่งก็คือมโนคติเดิม กับมโนคติใหม่ เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติหลังเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PU) แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ไปเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) (58.33 %) ซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้น โดยตอบว่า “สารอาหารมี 2 ประเภท คือ สารอาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ” นอกจากนี้ จำนวนนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) มีจำนวนลดลง แสดงให้เห็นว่าหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้วนักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ

ตารางที่ 4 ประเภทของมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ประเภทของสารอาหารและการหาค่าพลังงานสะสมในอาหาร ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “นักเรียนมีวิธีทำการทดลองเพื่อหาค่าพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหารอย่างไร”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	นำอาหารมาเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำ พลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในอาหาร จะเปลี่ยนรูปมาเป็นพลังงานความร้อนแล้วถ่ายเทให้กับน้ำที่ถูกต้ม แล้วคำนวณหาปริมาณความร้อนที่น้ำรับไว้ได้ แทนพลังงานเคมีที่อยู่ในอาหาร	-	8.33
PU	นำอาหารมาเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำ	2.04	56.25
PS	นำไปเผาไฟ	-	14.58
AC	ทดสอบกับสารเคมี / นำอาหารไปต้ม / ลองรับประทาน	48.98	14.58
NU	ไม่ตอบคำถาม / ไม่สามารถทำนายได้	48.98	6.25

จากข้อมูลในตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนมติก่อนเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) มีนักเรียน 2.04 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “นำไปเผาไฟ แล้วเอามาต้มน้ำ” มีนักเรียน 48.98 % มีมโนคติอยู่ในระดับที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “นำอาหารมาต้ม” หรือตอบว่า “ทดสอบกับสารเคมี” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียน 48.98% ไม่ตอบคำถาม (NU) ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนไม่มีมโนคติเดิมเกี่ยวกับการทดลองเพื่อหาค่าพลังงานสะสมในอาหารมาก่อน เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติหลังเรียนพบว่า มีจำนวนนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้น โดยสามารถอธิบายได้ว่า “พลังงานที่สะสมในอาหารหาได้จาก นำอาหารมาเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำ พลังงานเคมีในอาหารจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน แล้วจึงคำนวณหาปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับไว้” แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ และมีนักเรียน 56.25 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “พลังงานสะสมในอาหารหาได้จาก นำถั่วมาชั่งแล้วเอาไปเผาไฟจนกว่าไฟจะดับและวัดอุณหภูมิของน้ำ” นั่นคือนักเรียนกลุ่มนี้มีความเข้าใจวิธีการหาค่าพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหาร แต่นักเรียน

ไม่ได้อธิบายถึงการเปลี่ยนรูปของพลังงานและไม่ได้กล่าวถึงการคำนวณหาค่าพลังงานที่สะสมในอาหาร

2.2.2 อภิปรายสรุปผลมโนมัตถ์ย่อยเรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน(คาร์โบไฮเดรต)

จากการวิเคราะห์มโนมัตถ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (คาร์โบไฮเดรต) ผู้วิจัยได้นำคำตอบของนักเรียนมาจัดกลุ่มตามประเภทของมโนมัตถ์ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ประเภทของมโนมัตถ์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (คาร์โบไฮเดรต) ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “คาร์โบไฮเดรต มีองค์ประกอบทางเคมีอะไรบ้าง”

ประเภทของมโนมัตถ์	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	คาร์โบไฮเดรตทุกชนิด ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) โดยอัตราส่วนของ H : O จะเท่ากับ 2 : 1	-	87.50
PU	ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O)	-	-
PS	-	-	-
AC	คำตอบไม่สื่อความหมาย เช่น ข้าว แป้ง เผือก และมัน	16.67	10.42
NU	ไม่ตอบคำถาม / ไม่สามารถทำนายได้	83.33	2.08

จากข้อมูลในตารางที่ 5 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนมัตถ์ก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 16.67 % มีมโนมัตถ์อยู่ในระดับที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และมีนักเรียน 83.33 % ไม่ตอบคำถาม (NU) ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนไม่มีมโนมัตถ์พื้นฐานบางมโนมัตถ์ เช่น มโนมัตถ์เรื่อง ธาตุและสารประกอบ มโนมัตถ์ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น เมื่อพิจารณาประเภทของมโนมัตถ์หลังเรียนพบว่า มีจำนวนนักเรียนที่มีมโนมัตถ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้น โดยมีนักเรียน 87.50 % มีมโนมัตถ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) สามารถอธิบายได้ว่า “คาร์โบไฮเดรตทุกชนิด ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) โดยอัตราส่วนของ H : O จะเท่ากับ 2 : 1” แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนมัตถ์ นอกจากนี้จำนวนนักเรียนที่มี

มโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) มีจำนวนลดลง แสดงให้เห็นว่าหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้ว นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ

ตารางที่ 6 ประเภทของมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (คาร์โบไฮเดรต) ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “คาร์โบไฮเดรต สามารถจำแนกออกได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	คาร์โบไฮเดรต แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว น้ำตาลโมเลกุลคู่ และน้ำตาลโมเลกุลใหญ่	8.33	93.75
PU	คาร์โบไฮเดรต แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ (อธิบายไม่ครบถ้วน ขาดชนิดใดชนิดหนึ่ง)	-	-
PS	คาร์โบไฮเดรต มี 3 ประเภท	10.42	4.17
AC	คาร์โบไฮเดรต มี 2 ประเภท	25.00	-
NU	ไม่ตอบคำถาม / ไม่สามารถทำนายได้	56.25	2.08

จากข้อมูลในตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 10.42 % มีคำตอบถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (PS) โดยตอบว่า “คาร์โบไฮเดรต มี 3 ประเภท” แต่นักเรียนไม่ได้ อธิบายว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่สมบูรณ์ มีนักเรียน 25.00 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และมีนักเรียน 56.25 % ไม่ตอบคำถาม (NU) แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับประเภทของคาร์โบไฮเดรต เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติ หลังเรียนพบว่า มีจำนวนนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้น (93.75 %) โดยสามารถอธิบายได้ว่า “คาร์โบไฮเดรต แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว น้ำตาลโมเลกุลคู่ และน้ำตาลโมเลกุลใหญ่” แสดงให้เห็นว่าหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้ว นักเรียนกลุ่มนี้เกิดการ

เปลี่ยนแปลงมโนคติ โดยพิจารณาได้จากจำนวนนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) มีจำนวนลดลง

ตารางที่ 7 ประเภทของมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (คาร์โบไฮเดรต) ข้อคำถามที่ 3 ถามว่า “แป้งและน้ำตาล เหมือนหรือต่างกันอย่างไร”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	ทั้งแป้งและน้ำตาล เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเหมือนกัน แต่มีข้อแตกต่างกัน คือ 1) เป็นสารที่มีขนาดโมเลกุลต่างกัน 2) ความสามารถในการละลายน้ำ 3) น้ำตาลให้ความหวาน ส่วนแป้งไม่ให้ความหวาน	-	33.33
PU	ทั้งแป้งและน้ำตาล เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเหมือนกัน	52.08	52.08
PS	เหมือนกัน	6.25	-
AC	ต่างกัน / ไม่เหมือนกัน	16.67	8.33
NU	ไม่ตอบคำถาม / ไม่สามารถทำนายได้	25.00	8.33

จากข้อมูลในตารางที่ 7 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 52.08 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “ทั้งแป้งและน้ำตาล เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเหมือนกัน” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับข้อแตกต่างของแป้งและน้ำตาลเกี่ยวกับ ขนาดโมเลกุล ความสามารถในการละลาย และรสชาติของแป้งและน้ำตาล แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ มีนักเรียน 16.67 % มีมโนคติอยู่ในระดับที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ต่างกัน” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียน 25.00 % ไม่ตอบคำถาม (NU) เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติหลังเรียนพบว่า มีจำนวนนักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) เป็นจำนวน 33.33 % โดยสามารถอธิบายได้ว่า “ทั้งแป้งและน้ำตาล เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเหมือนกัน แต่มีข้อแตกต่างกัน คือ 1) เป็นสารที่มีขนาดโมเลกุลต่างกัน 2) ความสามารถในการละลายน้ำ 3) น้ำตาลให้ความหวาน

ส่วนแบ่งไม่ให้ความหวาน” แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ และมีนักเรียน 52.08 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) แต่จำนวนของนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ที่อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) มีจำนวนลดลง แสดงให้เห็นว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al.แล้ว นักเรียนกลุ่มนี้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ

2.2.3 มโนคดีย่อย เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (โปรตีน)

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (โปรตีน) ผู้วิจัยได้นำคำตอบของนักเรียนมาจัดกลุ่มตามประเภทของมโนคติ ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 8 ประเภทของมโนคติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (โปรตีน)
ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีน ประกอบด้วยอะไรบ้าง”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N) นอกจากนี้ยังมี กำมะถัน (S) ฟอสฟอรัส (P) และเหล็ก (Fe)	-	51.06
PU	คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N)	-	46.81
PS	-	-	-
AC	คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O)	30.43	-
NU	ไม่ตอบคำถาม / ไม่สามารถทำนายได้	69.57	2.13

จากข้อมูลในตารางที่ 8 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 30.43 % มีมโนคติอยู่ในระดับที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และ ออกซิเจน (O)” ซึ่งนักเรียนอาจนำเอามโนคติในเรื่องคาร์โบไฮเดรตมาใช้ในการตอบคำถาม และมีนักเรียน 69.57 % ไม่ตอบคำถาม (NU) หรือตอบคำถามแต่ไม่สื่อความหมาย และไม่สามารถทำนายได้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของโปรตีน เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติหลังเรียนพบว่า นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) จำนวน 51.06 % โดยสามารถ

อธิบายได้ว่า “องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีน ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N) นอกจากนี้ยังมี กำมะถัน (S) ฟอสฟอรัส (P) และเหล็ก (Fe)” และมีนักเรียน 46.81 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยจำนวนของนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) มีจำนวนลดลงอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้ว นักเรียนกลุ่มนี้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ

ตารางที่ 9 ประเภทของมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (โปรตีน) ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของโปรตีนได้กี่ประเภท อะไรบ้าง”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	โปรตีน จำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) โปรตีนชนิดสมบูรณ์ เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี เช่น โปรตีนในเนื้อสัตว์ โปรตีนจากถั่วเหลือง และ 2) โปรตีนชนิดไม่สมบูรณ์ เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำ เช่น โปรตีนจากพืช โปรตีนจากเมล็ดพืช	-	6.38
PU	โปรตีน จำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) โปรตีนชนิดสมบูรณ์ และ 2) โปรตีนชนิดไม่สมบูรณ์	-	91.49
PS	มี 2 ประเภท (แต่ให้เหตุผลไม่สื่อความหมาย) มี 2 ประเภท คือ โปรตีนพืช และ โปรตีนสัตว์ หรือ มี 2 ประเภท คือ โปรตีนที่ให้พลังงาน และ โปรตีนที่ไม่ให้พลังงาน	26.09	-
AC	-	-	-
NU	ไม่ตอบคำถาม	73.91	2.13

จากข้อมูลในตารางที่ 9 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 26.09 % มีคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลที่ไม่สื่อความหมาย หรือแสดงความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (PS) โดยตอบว่า “โปรตีน จำแนกออกเป็น 2 ประเภท” ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง แต่นักเรียนไม่ได้ให้เหตุผลประกอบ หรือให้เหตุผลแต่ไม่สื่อความหมาย เช่น “โปรตีนมี 2 ประเภท คือ โปรตีนพืช และ โปรตีนสัตว์” หรือให้เหตุผลว่า “โปรตีน มี 2 ประเภท คือ โปรตีนที่ให้พลังงานและโปรตีนที่ไม่ให้พลังงาน” ทั้งนี้ นักเรียนอาจนำเอามโนคติ เรื่องประเภทของสารอาหาร มาใช้ในการตอบคำถาม และมีนักเรียน 73.91 % ไม่ตอบคำถาม (NU) หรือตอบคำถามแต่ไม่สื่อความหมาย และไม่สามารถทำนายได้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของโปรตีน เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติหลังเรียนพบว่า มีนักเรียน 6.38 % ที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) และมีนักเรียน 91.49 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “โปรตีน จำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ โปรตีนชนิดสมบูรณ์และโปรตีนชนิดไม่สมบูรณ์” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายรายละเอียดของโปรตีนชนิดสมบูรณ์มีลักษณะเป็นอย่างไร หรือโปรตีนชนิดไม่สมบูรณ์มีลักษณะเป็นอย่างไร นอกจากนั้นยังพบว่า จำนวนนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) มีจำนวนลดลงอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้ว นักเรียนส่วนใหญ่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติจากความไม่เข้าใจในมโนคติ (NU) เป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU)

ตารางที่ 10 ประเภทของมโนคติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (โปรตีน)
ข้อคำถามที่ 3 ถามว่า “นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โปรตีนมีหน้าที่และประโยชน์อย่างไร”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	ช่วยในการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ สร้างภูมิคุ้มกัน เป็นส่วนของฮอร์โมนเอ็นไซม์ และ เป็นส่วนประกอบของเซลล์	2.17	21.28
PU	ช่วยในการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ	76.08	76.59
PS	ให้พลังงาน	-	-
AC	ทำให้ร่างกายแข็งแรง	17.39	-
NU	ไม่ตอบคำถาม	4.35	2.13

จากข้อมูลในตารางที่ 10 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติก่อนเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ 76.08 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “ช่วยในการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย” แต่นักเรียนอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับประโยชน์และหน้าที่ของโปรตีนไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ เช่น สร้างภูมิคุ้มกัน เป็นส่วนของฮอร์โมน เอ็นไซม์ และ เป็นส่วนประกอบของเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ ประโยชน์และหน้าที่ของโปรตีนแต่ยังไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ มีนักเรียน 17.39 % มีมโนคติอยู่ในระดับที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ทำให้ร่างกายแข็งแรง” ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่สื่อความหมาย เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติหลังเรียนพบว่า มีนักเรียนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) เป็นจำนวน 21.28 % มีนักเรียน 76.59 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) และยังไม่พบว่ามีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) มีจำนวนลดลง แสดงให้เห็นว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al.แล้ว นักเรียนกลุ่มนี้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ

2.2.4 มโนติย่อย เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (ไขมัน)

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (ไขมัน) ผู้วิจัยได้นำคำตอบของนักเรียนมาจัดกลุ่มตามประเภทของมโนติได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 11 ประเภทของมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (ไขมัน)

ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “หนึ่งโมเลกุลของไขมัน เกิดจากการรวมตัวของสารใดบ้าง”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	ไขมัน 1 โมเลกุล ประกอบด้วย กลีเซอรอล 1 โมเลกุล รวมตัวกับกรดไขมัน 1 ถึง 3 โมเลกุล	2.57	58.70
PU	ไขมัน ประกอบด้วยกรดไขมัน/หรือกลีเซอรอล	4.34	21.74
PS	-	-	-
AC	ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และ ออกซิเจน (O) เหมือนคาร์โบไฮเดรต	26.08	19.56
NU	ไม่ตอบคำถาม	67.39	-

จากข้อมูลในตารางที่ 11 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 26.08 % มีนักเรียน 17.39 % มีมโนติอยู่ในระดับที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ไขมัน ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) เหมือนคาร์โบไฮเดรต” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนติทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ นักเรียนอาจนำเอามโนติเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของคาร์โบไฮเดรตมาใช้ในการตอบคำถาม และมีนักเรียน 67.39 % ไม่ตอบคำถาม (NU) แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับโครงสร้างของไขมัน เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติหลังเรียนพบว่า มีนักเรียน 58.70 % ที่มีมโนติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) โดยตอบว่า “ไขมัน 1 โมเลกุล ประกอบด้วย กลีเซอรอล 1 โมเลกุล รวมตัวกับ กรดไขมัน 1 ถึง 3 โมเลกุล” และมีนักเรียน 21.74 % มีมโนติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “ไขมัน ประกอบด้วยกรดไขมันและ/หรือกลีเซอรอล” ซึ่งมีมโนติที่ไม่สมบูรณ์ นอกจากนั้นยังพบว่า ไม่มีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) แสดงให้เห็นว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนติของ Posner et al. แล้ว นักเรียนส่วนใหญ่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนติ เป็นมโนติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU)

ตารางที่ 12 ประเภทของมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (ไขมัน)
 ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “จงอธิบายเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของไขมันออกเป็นประเภทต่างๆ”

ประเภทของมโนติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	ไขมันแบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ ไขมันธรรมดา (simple lipid) ไขมันเชิงประกอบ (compound lipid) และไขมันอื่น ๆ (miscellaneous lipid)	-	84.78
PU	มี 3 ประเภท	-	4.35
PS	-	-	-
AC	มี 2 ประเภท	34.78	10.87
NU	ไม่ตอบคำถาม	65.22	-

จากข้อมูลในตารางที่ 12 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 34.78 % มีมโนคติอยู่ในระดับที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “มี 2 ประเภท คือ ไขมันสัตว์และไขมันพืช” โดยนักเรียนอาจใช้ประสบการณ์เดิมของตน (ความเชื่อทางสังคม) ที่มีอยู่มาใช้ในการตอบคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับคำอธิบายของ Pintirch et al. (Pintirch, 1993 อ้างถึง ปฐมภรณ์ พิมพ์ทอง, 2550) ที่ว่า การเปลี่ยนแปลงมโนคติจะเกิดขึ้นได้ย่อมมาจากปัจจัยทางด้านจิตพิสัย ได้แก่ แรงจูงใจต่าง ๆ เช่น ความสนใจ ความเชื่อ รวมถึงผลของความเชื่อทางสังคม กลุ่มเพื่อน หรือบรรยากาศในชั้นเรียน หรือตอบว่า “ไขมัน มี 2 ประเภท คือ ไขมันที่ให้พลังงานและไขมันที่ไม่ให้พลังงาน” ซึ่งนักเรียนอาจนำเอามโนคติในเรื่องประเภทของสารอาหารมาใช้ในการตอบคำถาม และมีนักเรียน 65.22 % ไม่ตอบคำถาม (NU) แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของไขมันออกเป็นประเภทต่าง ๆ เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติหลังเรียนพบว่า นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) จำนวน 84.78 % โดยสามารถอธิบายได้ว่า “ไขมันแบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ ไขมันธรรมดา (simple lipid) ไขมันเชิงประกอบ (compound lipid) และไขมันอื่น ๆ (miscellaneous lipid)” โดยจำนวนของนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) มีจำนวนน้อยลงอย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) แสดงให้เห็นว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้ว นักเรียนส่วนใหญ่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) และนักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU)

ตารางที่ 13 ประเภทของมโนคติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (ไขมัน)
ข้อคำถามที่ 3 ถามว่า “ไขมันมีประโยชน์และหน้าที่อย่างไร”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	ให้พลังงานแก่ร่างกาย เป็นตัวทำละลายของวิตามิน เอ ดี อี และ เค และห่อหุ้มอวัยวะภายในป้องกันการเสียดสี	-	47.83
PU	ให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย	91.30	50.00
PS		-	
AC	สร้างภูมิคุ้มกัน และ/หรือ ทำให้ร่างกายแข็งแรง	2.17	2.17
NU	ไม่ตอบคำถาม	6.52	-

จากข้อมูลในตารางที่ 13 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนมติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 91.30 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “ให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย” แต่นักเรียนอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับประโยชน์และหน้าที่ของไขมันไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ยังขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน เช่นเป็นตัวทำลายของวิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอีและวิตามินเค ห่อหุ้มและป้องกันการเสียดสีของอวัยวะภายใน มีนักเรียน 2.17% มีมโนคติอยู่ในระดับที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “สร้างภูมิคุ้มกัน และ/หรือ ทำให้ร่างกายแข็งแรง” ซึ่งนักเรียนอาจนำเอามโนคติในเรื่อง หน้าที่และประโยชน์ของโปรตีน ที่เรียนผ่านมาแล้ว มาใช้ในการตอบคำถาม และมีนักเรียน 6.52 % ไม่ตอบคำถาม (NU) แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติเดิมอยู่แล้ว แต่เป็นมโนคติที่ไม่สมบูรณ์ เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติหลังเรียนพบว่า นักเรียน 47.83 % มีการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) โดยสามารถอธิบายได้ว่า “หน้าที่และประโยชน์ของไขมันคือ ให้พลังงานแก่ร่างกาย เป็นตัวทำลายของวิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค และห่อหุ้มอวัยวะภายในป้องกันการเสียดสี” โดยมีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) อยู่ 50.00 % แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมโนคติ นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) แสดงให้เห็นว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้ว ทำให้นักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) และนักเรียนบางกลุ่มไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ โดยยังคงเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เช่นเดียวกับมโนติก่อนเรียน

4.2.5 มโนคติน้อย เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ผู้วิจัยได้นำคำตอบของนักเรียนมาจัดกลุ่มตามประเภทของมโนคติได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 14 ประเภทของมโนคติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน
ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “วิตามินชนิดใดบ้าง ที่ละลายในไขมัน”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค	21.28	95.74
PU	คำตอบของนักเรียนไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	14.89	-
PS	-	-	-
AC	วิตามินบี หรือ วิตามินซี	27.66	2.13
NU	ไม่ตอบคำถาม	36.17	2.13

จากข้อมูลในตารางที่ 14 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติหลังเรียนพบว่า มีนักเรียน 95.74 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค” โดยนักเรียนอาจนำเอามโนคติในเรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน (ไขมัน) ที่เรียนผ่านมาแล้วมาใช้ในการตอบคำถาม นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) มีจำนวนน้อยลงกว่ามโนคติก่อนเรียนจากนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) 14.89 % เป็นไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) และนักเรียนที่มีคำตอบอยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และไม่ตอบคำถาม (NU) มีจำนวนน้อยลง แสดงให้เห็นว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้ว ทำให้นักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) และนักเรียนที่มีคำตอบอยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) และไม่ตอบคำถาม (NU) มีจำนวนน้อยลง

ตารางที่ 15 ประเภทของมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน
 ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “อะไรคือสาเหตุของการเกิดโรคคอพอก”

ประเภทของมโนติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	ขาดธาตุไอโอดีน ที่มีอยู่ในอาหารทะเล และเกลือสมุทร	61.70	91.49
PU	ขาดสารอาหารพวกแร่ธาตุ	21.28	8.51
PS	-	-	-
AC	-	-	-
NU	ไม่ตอบคำถาม	17.02	-

จากข้อมูลในตารางที่ 15 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 61.70 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) และมีนักเรียน 21.28 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) และไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติอยู่ในระดับมโนติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) ทั้งนี้ นักเรียนอาจมีความรู้เดิมเกี่ยวกับแร่ธาตุมาก่อนแล้ว นอกจากนี้ยังมีนักเรียน 17.02 % ไม่ตอบคำถาม (NU) เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติหลังเรียนพบว่า มีนักเรียน 91.49 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) โดยสามารถอธิบายได้ว่า “สาเหตุของการเกิดโรคคอพอก คือ ขาดธาตุไอโอดีน ที่มีอยู่ในอาหารทะเล และเกลือสมุทร” โดยมีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) อยู่ 8.51 % แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนติ นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) และจำนวนของนักเรียนที่มีมโนติแบบบางส่วน (PU) มีจำนวนน้อยลงด้วย แสดงให้เห็นว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนติของ Posner et al. แล้ว ทำให้นักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) และนักเรียนบางกลุ่มไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนติ โดยยังคงเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เช่นเดียวกับมโนติก่อนเรียน



ตารางที่ 16 ประเภทของมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน
ข้อคำถามที่ 3 ถามว่า “น้ำ มีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไรบ้าง”

ประเภทของมโนติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	เป็นตัวทำละลายที่ดี เป็นตัวรักษาปริมาตรและความดันภายในเซลล์ เป็นตัวลำเลียงอาหารของเสีย และก๊าซบางชนิด ช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย	-	17.02
PU	เป็นส่วนประกอบของเลือดและเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย	42.56	63.83
PS	-	-	-
AC	ทำให้ร่างกายสดชื่น	46.81	19.15
NU	ไม่ตอบคำถาม	10.63	-

จากข้อมูลในตารางที่ 16 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 42.56 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “น้ำเป็นส่วนประกอบของเลือดและเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย” และมีนักเรียน 46.81% มีมโนคติอยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ทำให้ร่างกายสดชื่น” การที่นักเรียนมีมโนคติเช่นนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนอาจใช้ประสบการณ์เดิมของตนที่มีอยู่มาใช้ในการตอบคำถาม สอดคล้องกับคำอธิบายของ Pintirch et al. (Pintirch, 1993 อ้างถึง ปฐมภรณ์ พิมพ์ทอง, 2550) ที่ว่าการเปลี่ยนแปลงมโนคติจะเกิดขึ้นได้ย่อมมาจากปัจจัยทางด้านจิตพิสัย ได้แก่ แรงจูงใจต่าง ๆ เช่น ความสนใจ ความเชื่อ รวมถึงผลของความเชื่อทางสังคม เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติหลังเรียนพบว่า มีนักเรียน 17.02 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) โดยสามารถอธิบายได้ว่า “น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี เป็นตัวรักษาปริมาตรและความดันภายในเซลล์ เป็นตัวลำเลียงอาหารของเสีย และก๊าซบางชนิด ช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย” แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้มีการเปลี่ยนแปลงมโนคติ นอกจากนี้มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นเป็น 63.83 % ส่วนนักเรียนที่มีมโนคติอยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) มีจำนวนน้อยลงด้วย และไม่มีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) แสดงให้เห็นว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้ว ทำให้นักเรียน

บางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) และนักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU)

4.3 มโนคติเรื่อง การทดสอบสารอาหาร

4.3.1 มโนคดีย่อยเรื่อง การทดสอบสารอาหาร

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การทดสอบสารอาหาร ผู้วิจัยได้นำคำตอบของนักเรียนมาจัดกลุ่มตามประเภทของมโนคติ ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 17 ประเภทของมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การทดสอบสารอาหาร
ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “นักเรียนมีวิธีการในการทดสอบแป้งอย่างไร”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	ใช้สารละลายไอโอดีนหยดลงบนอาหาร จะเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้มเกือบดำ หรือม่วงแกมน้ำเงิน	-	-
PU	หยดสารละลายไอโอดีน	77.78	91.11
PS	-	-	-
AC	หยดสารแล้วนำไปต้ม	11.11 ,	8.89
NU	ไม่ตอบคำถาม	11.11	-

จากข้อมูลในตารางที่ 17 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 77.78 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “หยดสารละลายไอโอดีน” แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้มีมโนคติพื้นฐานเกี่ยวกับการทดสอบแป้งมาก่อน มีนักเรียน 11.11 % มีมโนคติอยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “หยดสารแล้วนำไปต้ม” ซึ่งคำว่า “สาร” ที่นักเรียนตอบนั้น ไม่ได้ระบุให้ชัดเจนว่าเป็นสารชนิดใด ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียน 11.11 % ไม่ตอบคำถาม (NU) เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติหลังเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) แต่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นเป็น 91.11 % ส่วนนักเรียนที่มีมโนคติอยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) มีจำนวนน้อยลงด้วย และไม่มีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม

(NU) แสดงให้เห็นว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้ว ทำให้นักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU)

ตารางที่ 18 ประเภทของมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การทดสอบสารอาหาร
ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “นักเรียนมีวิธีการในการทดสอบน้ำตาลอย่างไร”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	ใช้สารละลายเบเนดิกต์ หยดลงไปอาหาร แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด ถ้าเกิดตะกอนสีส้ม สีเหลือง หรือสีอิฐ แสดงว่าอาหารนั้นมีน้ำตาล	-	-
PU	หยดสารละลายเบเนดิกต์	31.11	68.89
PS	-	-	-
AC	ใส่สารละลายไอโอดีนแล้วนำไปต้ม และ/หรือ หยดสารละลายคอปเปอร์	48.89	31.11
NU	ไม่ตอบคำถาม	20.00	-

จากข้อมูลในตารางที่ 18 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 31.11 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “หยดสารละลายเบเนดิกต์” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายขั้นตอนการทดสอบอย่างละเอียดว่า เมื่อหยดสารละลายเบเนดิกต์แล้ว ต้องนำไปต้มในน้ำเดือด ถ้าเกิดตะกอนสีส้ม สีเหลือง หรือสีอิฐ แสดงว่าอาหารนั้นมีน้ำตาล มีนักเรียน 48.89 % มีมโนคติอยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ใส่สารละลายไอโอดีนแล้วนำไปต้ม” โดยนักเรียนอาจนำเอามโนคติในเรื่อง การทดสอบแป้ง ที่เรียนผ่านมาแล้วมาใช้ในการตอบคำถาม ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียน 20.00 % ไม่ตอบคำถาม (NU) เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติหลังเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) แต่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นเป็น 68.89 % แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้มีการเปลี่ยนแปลงมโนคติเกิดขึ้น ส่วนนักเรียนที่มีมโนคติอยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) มีจำนวนน้อยลงเป็น 31.11% และไม่มีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) แสดงให้เห็นว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดย

ใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al.แล้ว ทำให้นักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) แต่ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่มีมโนคติอยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC)

ตารางที่ 19 ประเภทของมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การทดสอบสารอาหาร
ข้อคำถามที่ 3 ถามว่า “สารอาหารประเภทโปรตีน มีวิธีการในการทดสอบอย่างไร”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต (ไบยูเรต) ลงในอาหาร ถ้าสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีม่วง หรือสีชมพูอมม่วง หรือสีน้ำเงิน แสดงว่าอาหารนั้นมีโปรตีน	-	-
PU	หยดสารละลายไบยูเรต	20.00	46.67
PS	-	-	-
AC	ใส่สารไอโอดีน และ/หรือ หยดสารละลายเบเนดิกต์	33.33	53.33
NU	ไม่ตอบคำถาม	46.67	-

จากข้อมูลในตารางที่ 19 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 20.00 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “หยดสารละลายไบยูเรต” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายขั้นตอนการทดสอบอย่างละเอียด มีนักเรียน 33.33 % มีมโนคติอยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ใส่สารไอโอดีน และ/หรือ หยดสารละลายเบเนดิกต์” โดยนักเรียนอาจนำเอามโนคติเดิมในเรื่อง การทดสอบแป้งและการทดสอบน้ำตาล มาใช้ในการตอบคำถาม ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียน 46.67% ไม่ตอบคำถาม (NU) เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติหลังเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) แต่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจาก 20.00 % เป็น 46.67 % แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้มีการเปลี่ยนแปลงมโนคติเกิดขึ้น โดยนักเรียนเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่สมบูรณ์ ส่วนนักเรียนที่มีมโนคติอยู่ในระดับ

มโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 53.33 % แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจมโนคติเรื่องการทดสอบโปรตีน และไม่มีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) จากการสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมพบว่า นักเรียนจำชื่อสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบโปรตีนไม่ได้ (สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต (ไบยูเรต)) เพราะภาษาวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันทำให้ยากต่อการจำ

ตารางที่ 20 ประเภทของมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การทดสอบสารอาหาร
 ข้อคำถามที่ 4 ถามว่า “สารอาหารประเภทไขมัน มีวิธีการในการทดสอบอย่างไร”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	นำอาหารไปแตะ หรือถูกกับกระดาษขาว แล้วให้แสงส่องผ่าน ถ้ากระดาษเป็นมันและมีลักษณะโปร่งแสง แสดงว่าอาหารนั้นมีไขมัน	-	-
PU	นำไปถูกกับกระดาษ	24.44	51.11
PS	-	-	-
AC	หยดสารไอโอดีน และ/หรือ หยดสารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำมันพืช	51.11	48.89
NU	ไม่ตอบคำถาม	24.44	-

จากข้อมูลในตารางที่ 20 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 24.44 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “นำไปถูกกับกระดาษ” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายขั้นตอนการทดสอบอย่างละเอียด มีนักเรียน 51.11 % มีมโนคติอยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “ใส่สารไอโอดีน และ/หรือ หยดสารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำมันพืช” โดยนักเรียนอาจนำเอามโนคติเดิมในเรื่อง การทดสอบแป้ง มาใช้ในการตอบคำถาม ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียน 24.44 % ไม่ตอบคำถาม (NU) เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติหลังเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) แต่มีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจาก 24.44 % เป็น 51.11 % แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้มีการเปลี่ยนแปลงมโนคติเกิดขึ้น โดยนักเรียนเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่สมบูรณ์ ส่วนนักเรียนที่มีมโนคติอยู่ในระดับมโนคติที่

ตลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) มีจำนวนน้อยลง และไม่มีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) แสดงให้เห็นว่าหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้ว ทำให้นักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) แต่ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่มีมโนคติอยู่ในระดับมโนคติที่ตลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC)

2.3.2 มโนคดีย่อยเรื่อง การหาปริมาณวิตามินซี

จากการวิเคราะห์มโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การหาปริมาณวิตามินซี ผู้วิจัยได้นำคำตอบของนักเรียนมาจัดกลุ่มตามประเภทของมโนคติ ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 21 ประเภทของมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การหาปริมาณวิตามินซี
ข้อคำถามที่ 1 ถามว่า “ถ้านักเรียนต้องการทดสอบเพื่อหาปริมาณวิตามินซี นักเรียนจะมีวิธีในการทดสอบอย่างไร”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	หยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำเป็งสุก แล้วหยดน้ำผลไม้ครั้งละหนึ่งหยด และเขย่าทุกครั้ง จนกว่าน้ำเป็งจะไม่มียีส แล้วนับจำนวนหยด	2.22	64.44
PU	หยดน้ำผลไม้ลงในน้ำเป็งสุกที่ผสมกับสารละลายไอโอดีน	-	24.44
PS		-	-
AC	รสชาติของผลไม้ ถ้ามีรสเปรี้ยวมาก แสดงว่ามีวิตามินซีมาก และ/หรือ หยดน้ำเป็งสุกใส่สารละลายไอโอดีน	66.67	11.11
NU	ไม่ตอบคำถาม	31.11	-

จากข้อมูลในตารางที่ 21 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนติก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียน 66.67 % มีมโนคติอยู่ในระดับที่ตลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า “รสชาติของผลไม้ ถ้ามีรสเปรี้ยวมาก แสดงว่ามีวิตามินซีมาก” โดยนักเรียนอาจใช้ประสบการณ์เดิมของตน

(ความเชื่อทางสังคม) ที่มีอยู่มาใช้ในการตอบคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับคำอธิบายของ Pintirch et al. (Pintirch , 1993 อ้างถึง ปัทมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2550) ที่ว่า การเปลี่ยนแปลงมโนคติจะเกิดขึ้นได้ ย่อมมาจากปัจจัยทางด้านจิตพิสัย ได้แก่ แรงจูงใจต่าง ๆ เช่น ความสนใจ ความเชื่อ รวมถึงผลของความเชื่อทางสังคม กลุ่มเพื่อน หรือบรรยากาศในชั้นเรียน หรือตอบว่า “หยดน้ำแข็งสุกใส่ สารละลายไอโอดีน” ซึ่งนักเรียนอาจนำเอามโนคติในเรื่อง การทดสอบแป้ง มาใช้ในการตอบคำถาม และมีนักเรียน 31.11 % ไม่ตอบคำถาม (NU) แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการทดสอบเพื่อหาปริมาณวิตามินซี เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติหลังเรียนพบว่า นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) จำนวน 64.44 % โดยสามารถอธิบายได้ว่า “หยดน้ำผลไม้ลงในน้ำแข็งสุกที่ผสมกับสารละลายไอโอดีนทีละหนึ่งหยด พร้อมทั้งเขย่า จนน้ำแข็งเปลี่ยนเป็นไม่มีสี แล้วนับจำนวนหยดของน้ำผลไม้” และมีนักเรียน 24.44 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “หยดน้ำผลไม้ลงในน้ำแข็งสุกที่ผสมกับสารละลายไอโอดีน” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายขั้นตอนการทดสอบอย่างละเอียด ส่วนจำนวนของนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับคลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) มีจำนวนน้อยลงอย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม (NU) แสดงให้เห็นว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติของ Posner et al. แล้ว นักเรียนส่วนใหญ่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (CU) และนักเรียนบางกลุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU)

ตารางที่ 22 ประเภทของมโนคติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การหาปริมาณวิตามินซี
 ข้อคำถามที่ 2 ถามว่า “น้ำผลไม้ชนิดใดจะมีวิตามินซีมากหรือน้อย
 นักเรียนจะทราบได้อย่างไร”

ประเภทของมโนคติ	คำอธิบาย (Descriptions)	จำนวนนักเรียน (%)	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
CU	นับจำนวนหยดของน้ำผลไม้ ที่ทำให้น้ำแบ่ง สุกที่ผสมกับไอโอดีนเปลี่ยนเป็น ไม่มีสี ถ้า จำนวนหยดน้อยแสดงว่ามีปริมาณวิตามินซี มาก	-	40.00
PU	ดูจากจำนวนหยดของน้ำผลไม้ที่ทำให้น้ำแบ่ง สุกเปลี่ยนสี	-	31.11
PS	-	-	-
AC	ถ้าผลไม้มีรสเปรี้ยวมาก แสดงว่ามีวิตามินซี มาก และหรือจำนวนหยดมาก แสดงว่ามี วิตามินซีมาก	100.00	28.89
NU	ไม่ตอบคำถาม	-	-

จากข้อมูลในตารางที่ 22 เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติก่อนเรียนพบว่า
 นักเรียน 100.00 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) โดยตอบว่า
 “ถ้าผลไม้มีรสเปรี้ยวมาก แสดงว่ามีวิตามินซีมาก” เป็นคำตอบที่นักเรียนอาจใช้ประสบการณ์
 (ความเชื่อทางสังคม) มาใช้ในการตอบคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับคำอธิบายของ Pintirch et al.
 (Pintirch, 1993 อ้างถึง ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2550) ที่ว่า การเปลี่ยนแปลงมโนคติจะเกิดขึ้นได้
 ย่อมมาจากปัจจัยทางด้านจิตพิสัย ได้แก่ แรงจูงใจต่าง ๆ เช่น ความสนใจ ความเชื่อ รวมถึงผลของ
 ความเชื่อทางสังคม กลุ่มเพื่อน หรือบรรยากาศในชั้นเรียน เมื่อพิจารณาประเภทของมโนคติหลัง
 เรียนพบว่า มีนักเรียน 40.00 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ (CU) คือตอบคำถามได้ถูกต้อง
 และอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยตอบว่า “นับจำนวนหยดของน้ำผลไม้ ที่ทำให้น้ำแบ่ง
 สุกที่ผสมกับไอโอดีนเปลี่ยนสี ถ้าจำนวนหยดน้อยแสดงว่ามีปริมาณวิตามินซีมาก” มีนักเรียน
 31.11 % มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) โดยตอบว่า “ดูจากจำนวนหยดของน้ำ
 ผลไม้ที่ทำให้น้ำแบ่งสุกเปลี่ยนสี” แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมี

มโนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่สมบูรณ์ และมีนักเรียน 28.89 % มีคำตอบที่อยู่ในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด (AC) หรือการให้เหตุผลไม่สื่อความหมาย โดยตอบว่า “จำนวนหอยดีมาก แสดงว่ามีวิตามินซีมาก” ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มนี้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ

3. ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงมโนคติในด้านปัจจัยทางสังคมและความรู้สึก

ในส่วนนี้เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงมโนคติในด้านปัจจัยทางสังคมและความรู้สึกที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติใน 2 ปัจจัย คือ 1) ด้านปัจจัยทางสังคม ได้แก่ บริบทด้านการเรียนการสอน ว่าการสอนของครูโดยใช้การสอนตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงมโนคติ (Conceptual Change Model) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่องอาหารและสารอาหาร ของนักเรียนอย่างไร และ 2) ปัจจัยด้านความรู้สึก ได้แก่ ความสนใจในเนื้อหา ว่ามีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนมโนคติ เรื่อง อาหารและสารอาหารของนักเรียนอย่างไร โดยจะนำเสนอกรณีตัวอย่างจำนวน 9 คน ซึ่งเป็นนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้จะนำเสนอบริบทของโรงเรียนก่อน แล้วตามด้วยปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้ง 2 ปัจจัย

3.1 บริบทของโรงเรียน

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 49 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดินแดง) ระดับมัธยมศึกษา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเปิดสอนครั้งแรกในปี พ.ศ. 2524 เพื่อเป็นโรงเรียนสวัสดิการให้แก่บุตรหลานของคณาจารย์และบุคลากรในมหาวิทยาลัย ปัจจุบันเปิดสอนในระดับประถมศึกษาและระดับชั้นมัธยมศึกษา มีจำนวนนักเรียนต่อห้องเฉลี่ย 42 คนต่อห้อง อัตราส่วนครู 1 คนต่อนักเรียน 19 คน นักเรียนส่วนใหญ่เป็นบุตรหลานของบุคลากรในมหาวิทยาลัย ซึ่งจะมีสภาพแวดล้อมทางครอบครัวที่แตกต่างกัน คือ นักเรียนบางส่วนผู้ปกครองเป็นข้าราชการ อาจารย์ บางส่วนผู้ปกครองเป็นแพทย์ พยาบาล นักการคนงาน และบางส่วนผู้ปกครองเป็นบุคคลภายนอกที่เป็นทั้งข้าราชการ พนักงานรัฐวิสาหกิจ และพ่อค้า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เลื่อนชั้นขึ้นมาจากระดับประถมศึกษาทั้งหมด ส่วนนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ส่วนมากจะเป็นนักเรียนที่ได้สิทธิ์ขึ้นมาจากระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยโรงเรียนได้มีการกำหนดผลการเรียนเฉลี่ย 2.50 ขึ้นไป นอกจากนี้จะรับบุคคลภายนอกจากการสอบและผู้มีอุปการคุณต่อโรงเรียนประมาณ 10 % ทั้งนี้ผู้ปกครองมีความคาดหวังค่อนข้างมากกับโรงเรียนสำหรับการเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาของนักเรียน

3.2 ปัจจัยทางสังคมและความรู้สึก

ในส่วนนี้เป็นการนำเสนอผลการด้านปัจจัยทางสังคมและความรู้สึกที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนคติใน 2 ปัจจัย คือ ด้านปัจจัยทางสังคม ได้แก่ บริบทด้านการเรียนการสอน และปัจจัยด้านความรู้สึก ได้แก่ ความสนใจในเนื้อหาของนักเรียน

3.2.1 บริบทด้านการเรียนการสอน

จากการศึกษาพบว่า บริบทด้านการเรียนการสอนของครูและพฤติกรรมการเรียนรู้ของเพื่อนร่วมชั้นเรียนมีผลต่อความเข้าใจมโนคติเรื่อง อาหารและสารอาหารของนักเรียน จากการสัมภาษณ์กรณีตัวอย่าง 5 คน เกี่ยวกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน นักเรียนทั้ง 5 คน มีความเห็นดังต่อไปนี้

กรณีของ ค.ช.สิทธิพันธ์

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนของสิทธิพันธ์ พบว่า สิทธิพันธ์ เป็นนักเรียนที่มีความประพฤติเรียบร้อย ตั้งใจเรียน สนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ครูจัดให้ และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม เมื่อครูสอนจบแล้วครูสัมภาษณ์สิทธิพันธ์ จากการสัมภาษณ์พบว่า หลังจากทำแบบสำรวจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน สิทธิพันธ์ มีปัญหาในมโนคติเกี่ยวกับ เรื่อง ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอาหาร เพราะไม่มีมโนคติพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องธาตุและสารประกอบมาก่อน ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

- ครู : เรื่องไหนที่นักเรียนไม่เข้าใจมากที่สุด
 สิทธิพันธ์ : ธาตุที่เป็นองค์ประกอบในอาหาร
 ครู : ปัญหาของเรื่องนี้คืออะไร
 สิทธิพันธ์ : บางอันอ่านยาก ธาตุมีหลายชนิด ไม่รู้ว่าธาตุใดจะอยู่ในสารอาหารชนิดใด ก็เลยไม่เข้าใจ
 ครู : ถ้าจะให้เข้าใจมากขึ้นจะให้ครูควรทำอย่างไร
 สิทธิพันธ์ : ควรแจกใบความรู้เพิ่มเติมให้เด็กนักเรียน
 ครู : และนักเรียนควรทำอย่างไร
 สิทธิพันธ์ : หาข้อมูลเพิ่มเติม เข้าห้องสมุด และอ่านเพิ่มเติม

จากบทสัมภาษณ์ดังกล่าวข้างต้นพบว่า สาเหตุที่ทำให้สิทธิพันธ์ไม่เข้าใจ เรื่อง ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอาหาร เพราะอ่านยาก ธาตุมีหลายชนิด ไม่รู้ว่าธาตุใดจะอยู่ในสารอาหารชนิดใด ทำให้ไม่เข้าใจ และสิทธิพันธ์ยังให้แนวคิดว่า ใบความรู้ที่ครูแจกให้ และ

การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเอง มีผลต่อความเข้าใจในโมเดลที่เรียนได้ จากนั้นครูได้ถามเกี่ยวกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนว่า อะไรที่มีผลต่อการทำความเข้าใจในโมเดลที่เรียนของนักเรียนบ้าง ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

- ครู : นักเรียนมีวิธีการเรียนรู้เรื่องอาหารและสารอาหารในห้องเรียนอย่างไร
- สิทธิพนธ์ : เรียนรู้จากครูผู้สอน อ่านจากเอกสารประกอบการเรียนที่ครูแจกให้
- ครู : อ่านแล้วเป็นอย่างไร เข้าใจไหม
- สิทธิพนธ์ : ก็เข้าใจมากขึ้นครับ
- ครู : คิดว่าเข้าใจเพราะอะไร
- สิทธิพนธ์ : อ่านง่ายกว่าหนังสือเรียนธรรมดา ทำให้จำได้ง่ายกว่า
- ครู : ปัญหาที่เราพบมากที่สุดในการเรียนในห้องเรียนคืออะไร
- สิทธิพนธ์ : เพื่อนคุยกัน ฟังครูอธิบายไม่ทัน

จากบทสัมภาษณ์ดังกล่าวข้างต้นพบว่า การเรียนในชั้นเรียนขณะที่ครูสอน เอกสารประกอบการเรียนที่ครูแจก และพฤติกรรมการเรียนของเพื่อนร่วมชั้นเรียน มีผลต่อการทำความเข้าใจในโมเดลที่เรียนของสิทธิพนธ์

กรณีของ ค.ช. วงศธร

ผลของการตอบคำถามในแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของวงศธร พบว่า มโนคติเรื่อง การทดสอบสารอาหาร ไม่เปลี่ยนแปลงคือทราบว่ามีสารใดใช้ในการทดสอบสารอาหารชนิดใด โดยตอบว่า สารละลายไอโอดีนใช้ในการทดสอบแป้ง สารละลายเบเนดิกต์ใช้ในการทดสอบน้ำตาล สารละลายไบยูเรตใช้ในการทดสอบโปรตีน และการทดสอบไขมันโดยดูกับกระดาษ แต่ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการทดสอบสารอาหารแต่ละชนิดอย่างละเอียดได้ ทั้งนี้วงศธรกล่าวว่า “ตอนที่เรียนในห้องเรียนอาจารย์พูดไม่ถนัด ทำให้ไม่เข้าใจ ครูควรแจกแจงวิธีทดลองทีละข้อ ทำทีละขั้นตอน สังเกต และทำการทดลองไปพร้อมกับครู” ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

- ครู : ถ้าจะให้เข้าใจมากขึ้น ครูควรทำอะไรในชั้นเรียน
- วงศธร : ครูควรแจกเอกสารประกอบ และแจกแจงเป็นทีละข้อ

- ครู : แล้วนักเรียนควรทำอย่างไร
 วงศธร : ให้ครูทำการทดลองทีละขั้นตอน แล้วให้นักเรียนทำการทดลอง
 พร้อมครูไปทีละขั้นตอน

จากการสัมภาษณ์วงศธร พบว่า ปัจจัยที่ทำให้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ
 ได้แก่ ครูพูดไม่ถนัด และอธิบายขั้นตอนการทดลองทั้งหมดในครั้งเดียว ทำให้นักเรียนตามไม่ทัน
 และอีกปัจจัยคือ เมื่อทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนส่วนใหญ่คุยกัน

กรณีของ ค.ญ. วิจิตรา

วิจิตรา เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง มีความรับผิดชอบ ส่ง
 งานครบทุกชิ้น เมื่อครูสอนจบ ได้สัมภาษณ์วิจิตราเกี่ยวกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน ในประเด็น
 ที่อะไรมีผลต่อการทำความเข้าใจมโนคติของนักเรียนบ้าง วิจิตรากล่าวว่า การตั้งใจเรียนในชั้นเรียน
 ขณะที่ครูสอน และพฤติกรรมการเรียนของเพื่อนร่วมชั้นเรียน มีผลต่อการทำความเข้าใจ มโนคติ
 ของวิจิตรา ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

- ครู : วิจิตรา มีวิธีการเรียนเรื่องอาหารและสารอาหารในห้องเรียน
 อย่างไร
 วิจิตรา : พยายามฟังที่ครูสอน เปลี่ยนความรู้กับเพื่อนๆ ในห้อง
 ครู : ปัญหาที่เราพบมากที่สุด ในการเรียนในห้องคืออะไร
 วิจิตรา : เพื่อนไม่ตั้งใจเรียนและส่งเสียงรบกวนเพื่อนคนอื่นๆ
 ครู : ถ้าจะให้เข้าใจมากขึ้น วิจิตรา คิดว่า ครูควรทำอย่างไร
 วิจิตรา : อยากให้ครูเอาใจใส่พวกเด็กหลังห้อง บางคนที่ตั้งใจเรียนแต่ไม่รู้
 ว่าครูสนใจเขาหรือเปล่า ทำให้เขาไม่สนใจการเรียน
 ครู : แล้วนักเรียนควรทำอย่างไร
 วิจิตรา : สนใจเรียน ตั้งใจฟังขณะที่ครูสอน

จากบทสัมภาษณ์ดังกล่าวข้างต้นพบว่า วิจิตรา ใช้วิธีตั้งใจฟังเวลาที่ครูสอน และ
 พุดคุยแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน โดยมีปัญหาในการเรียนคือเพื่อนไม่ตั้งใจเรียนและส่ง
 เสียงรบกวนทำให้ส่งผลต่อการทำความเข้าใจมโนคติของวิจิตรา จากนั้นครูถามความเข้าใจของ
 วิจิตราเกี่ยวกับมโนคติ เรื่อง อาหารและสารอาหาร ว่าวิจิตรา มีปัญหาหรือไม่เข้าใจมโนคติใด

มากที่สุด วิจิตรา กล่าวว่า ไม่เข้าใจเรื่อง การทดสอบสารอาหาร มากที่สุด ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี

- ครู : หัวข้อใดในเรื่องอาหารและสารอาหารที่นักเรียนไม่เข้าใจมากที่สุด
- วิจิตรา : การทดสอบอาหาร ว่าประกอบด้วยสารอาหารประเภทใดบ้าง
- ครู : เราคิดว่ากิจกรรมที่ครูพาทำในห้องเรียนมีส่วนช่วยให้เราเข้าใจเนื้อหาอย่างไร
- วิจิตรา : ก็ดีค่ะ ไม่น่าเบื่อ ได้ทดลอง ได้ปรึกษาเพื่อน คุยกับเพื่อน
- ครู : แล้วทำให้เราเข้าใจได้เพราะอะไร
- วิจิตรา : เข้าใจค่ะ เพราะ เราได้ทำจริง ๆ เลขจำได้ ก็เลยเข้าใจมากขึ้นค่ะ
- ครู : ถ้าเรียนแล้วไม่เข้าใจจะมีวิธีการอย่างไรเพื่อที่จะให้เข้าใจในบทเรียนนี้
- วิจิตรา : ถามครู และแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนๆ

จากบทสัมภาษณ์ดังกล่าวข้างต้นพบว่า ปัจจัยที่ทำให้วิจิตราเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ คือการเรียนในชั้นเรียนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน การถามครู การแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน และการที่ได้ลงมือปฏิบัติทำการทดลอง เพราะได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้จำได้และเข้าใจมากขึ้น

กรณีของ ด.ช.พัฒนาพงษ์

หลังเรียน มโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการหาปริมาณวิตามินซี ของพัฒนาพงษ์ คือหยคน้ำผลไม้ลงในแป้งที่ผสมไอโอดีน หลาย ๆ หยด แล้วเขย่าให้เปลี่ยนสี ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงมโนคติจากระดับความไม่เข้าใจ (NU) ไปสู่มโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน (PU) หลังครูสอนจบแล้ว ครูได้สอบถามความคิดเห็นของพัฒนาพงษ์เกี่ยวกับบริบทการเรียนการสอนในชั้นเรียน พัฒนาการกล่าวว่า “ปัญหาในการเรียนเรื่องนี้คือ มโนคติเรื่องการหาปริมาณวิตามินซี เพราะไม่ชอบการทดลอง แต่เมื่อได้ทำการทดลองแล้วทำให้เข้าใจมากขึ้น และอยากให้ครูใช้เวลาในการทำกิจกรรมกลุ่มแต่ละครั้งนานกว่านี้ และควบคุมนักเรียนบางกลุ่มที่ชอบคุยกันเสียงดังขณะทำกิจกรรมกลุ่มเพราะรบกวนกลุ่มอื่น”

กรณีของ ด.ช.ธนพัฒน์

จากการตอบคำถามในแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน พบว่า มโนคติเรื่อง ประเภทของสารอาหาร ธนพัฒน์มีความเข้าใจว่า สารอาหารมี คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ ซึ่งแบ่งเป็นสองประเภท คือ สารอาหารที่ให้พลังงานและสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ธนพัฒน์กล่าวว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนมโนคติ เรื่องประเภทของสารอาหาร คือ ถามพ่อ - แม่ ถามอาจารย์ และจดบันทึกลงในสมุด ดูจากทีวี และหาจากอินเทอร์เน็ต เมื่อครูถามว่า เวลาที่เรียนในห้องเรียน พบปัญหาอะไรมากที่สุด ธนพัฒน์ตอบว่า เวลาเรียนในห้องเรียนพบปัญหาคือ เพื่อนเล่นกัน คุยกัน ในเวลาเรียน ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

- ครู : ธนพัฒน์มีวิธีการเรียนรู้เรื่องสารอาหารทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนอย่างไร
- ธนพัฒน์ : อย่างแรกต้องถามพ่อแม่ก่อน ถามอาจารย์ ดูจากทีวี หาจากอินเทอร์เน็ต
- ครู : เวลาที่เรียนในห้องเรียน พบปัญหาอะไรมากที่สุด
- ธนพัฒน์ : เพื่อนคุยกัน เล่นกันในเวลาเรียน
- ครู : ถ้าเราไม่เข้าใจเราจะให้ครูทำยังไง
- ธนพัฒน์ : ให้ครูเน้นเรื่องที่นักเรียนไม่รู้
- ครู : แล้วนักเรียนควรทำอย่างไร
- ธนพัฒน์ : ยกมือถามอาจารย์บ่อยๆ
- ครู : ถ้าเรียนแล้วไม่เข้าใจเราจะมามีวิธีการอย่างไรให้ตัวเองเข้าใจ
- ธนพัฒน์ : จดลงในสมุด ถามเพื่อน ถามอาจารย์ อ่านจากเอกสารที่ครูแจกให้

จากการสัมภาษณ์ธนพัฒน์พบว่า ปัจจัยที่ทำให้ธนพัฒน์เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติคือ ธนพัฒน์ใช้วิธีการจดบันทึกลงในสมุด ถามเพื่อน ถามอาจารย์ การอ่านจากเอกสารที่ครูแจกให้ นอกจากนี้ยังพบว่า การถามพ่อ - แม่ ถามอาจารย์ ดูจากทีวี และการค้นหาจากอินเทอร์เน็ตมีส่วนทำให้เข้าใจมโนคติมากขึ้น นอกจากนี้ธนพัฒน์ยังกล่าวว่า ในห้องเรียนพบปัญหาคือเพื่อนเล่นกัน คุยกัน ในเวลาเรียน ซึ่งทำให้มีผลต่อการเรียน การทำความเข้าใจมโนคติของตนในชั้นเรียน

3.2.2 บริบทด้านความสนใจในเนื้อหาของนักเรียน

ในส่วนนี้ศึกษาจากนักเรียนจำนวน 4 คน ที่เป็นนักเรียนกรณีตัวอย่าง เพื่อศึกษาปัจจัยด้านความรู้สึก ได้แก่ ความสนใจในเนื้อหาของนักเรียนที่มีผลต่อการเปลี่ยนมโนคติ นักเรียนทั้ง 4 คน มีความเห็นดังต่อไปนี้

กรณีของ ด.ช.สุรเกียรติ

เมื่อครูสอนจบ ครูได้สัมภาษณ์สุรเกียรติว่ามีความสนใจเรื่องอาหารและสารอาหารหรือไม่ พบว่า สุรเกียรติ มีความสนใจในเรื่องนี้ เพราะเป็นเรื่องใกล้ตัว ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

- ครู : นักเรียนมีความสนใจ เรื่อง อาหารและสารอาหารหรือไม่
 สุรเกียรติ : สนใจ
 ครู : ทำไมจึงสนใจเรื่องอาหารและสารอาหาร
 สุรเกียรติ : เพราะวิทยาศาสตร์อยู่รอบ ๆ ตัวเรา
 ครู : สิ่งที่นักเรียน ได้จากการเรียนรู้เรื่องอาหารและสารอาหารคืออะไร
 สุรเกียรติ : อาหารเป็นสิ่งสำคัญต่อชีวิตคนเรา เมื่อเรารับประทานอาหารเข้าไปแล้วจะเปลี่ยนเป็นพลังงาน ความอบอุ่น และบำรุงกระดูก
 ครู : หลังจากที่เรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับความเข้าใจในเรื่องนี้ เข้าใจมากขึ้น หรือยังสับสนอยู่
 สุรเกียรติ : มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น เมื่อเรารู้ว่าอาหารแต่ละชนิดมีประโยชน์อย่างไร ทำให้เราเลือกรับประทานอาหารได้อย่างถูกต้อง

จากบทสัมภาษณ์ดังกล่าวข้างต้นพบว่า สุรเกียรติมีความสนใจในมโนคติ เรื่องอาหารและสารอาหาร โดยสุรเกียรติให้ความเห็นว่า อาหารเป็นสิ่งสำคัญต่อชีวิตคนเรา เมื่อเรารับประทานอาหารเข้าไปแล้วจะเปลี่ยนเป็นพลังงาน ความอบอุ่น และบำรุงกระดูก ทำให้เราเลือกรับประทานอาหารได้อย่างถูกต้อง สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

กรณีของ ค.ญ.ศศิรดา

เมื่อครูสอนจบ ครูได้สัมภาษณ์ศศิรดาว่ามีความสนใจเรื่อง อาหารและสารอาหารหรือไม่ พบว่า ศศิรดามีความสนใจในเรื่องนี้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ เพราะรู้สึกว่ามีเนื้อหาค่อนข้างยาก และสนใจในวิชาศิลปะและการวาดภาพมากกว่า ทั้งที่เรื่องอาหารและสารอาหารเป็นเรื่องใกล้ตัว ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

- ครู : นักเรียนสนใจในเรื่อง อาหารและสารอาหาร ที่เรียนผ่านไปแล้วหรือไม่
- ศศิรดา : ไม่ค่อยค่ะ ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์
- ครู : ทำไมจึงไม่ค่อยสนใจ เรื่อง อาหารและสารอาหาร
- ศศิรดา : เพราะว่า สนใจในวิชา วาดรูป ศิลปะมากกว่า
- ครู : แล้วที่เรียนมานักเรียนเข้าใจเนื้อหาของเรื่องนี้บ้างหรือไม่
- ศศิรดา : ไม่ค่อยเข้าใจเท่าไร เพราะรู้สึกว่ามันยาก
- ครู : หลังจากที่เรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับความเข้าใจในเรื่องนี้ เข้าใจมากขึ้น หรือว่าเหมือนเดิม
- ศศิรดา : ก็พอเข้าใจค่ะ แต่ไม่มาก
- ครู : สิ่งที่สำคัญที่สุดที่นักเรียนได้จากการเรียนรู้เรื่องสารอาหารคืออะไร
- ศศิรดา : เรื่อง สารอาหาร 5 หมู่ เพราะสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จากบทสัมภาษณ์ดังกล่าวข้างต้นพบว่า ศศิรดามีความสนใจในมนมัติ เรื่องอาหารและสารอาหารค่อนข้างน้อย โดยศศิรดาให้ความเห็นว่า มโนมติเรื่อง อาหารและสารอาหารมีเนื้อหามากและค่อนข้างยาก และศศิรดามีความสนใจในวิชาศิลปะและการวาดภาพมากกว่า จึงทำให้มีผลต่อการเกิดมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องอาหารและสารอาหาร นอกจากนี้ศศิรดา ยังกล่าวว่า ศศิรดามีสนใจและเข้าใจเกี่ยวกับสารอาหาร 5 หมู่ เพราะสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ในการเลือกรับประทานอาหารเพื่อให้สารอาหารครบทั้ง 5 หมู่ได้

กรณีของ ค.ญ.ลักษณียา

เมื่อครูสอนจบ ครูได้สัมภาษณ์ลักษณียาว่ามีความสนใจเรื่องอาหารและสารอาหารหรือไม่ พบว่า ลักษณียามีความสนใจในบางหัวข้อหรือบางเนื้อหา เพราะบางเนื้อหามีการทดลอง นอกจากนี้ยังเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอยู่แล้ว ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

- ครู : นักเรียนสนใจในเรื่อง อาหารและสารอาหาร ที่เรียนผ่าน ไปแล้วหรือไม่
- ลักษณะียา : สนใจบ้าง บางเนื้อหา เพราะ บางเนื้อหา มีการทดลอง
- ครู : ทำไมจึงสนใจเรื่องอาหารและสารอาหาร
- ลักษณะียา : สนใจเพราะเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันอยู่แล้ว
- ครู : สิ่งที่สำคัญที่สุดที่นักเรียนได้จากการเรียนรู้เรื่องสารอาหารคืออะไร
- ลักษณะียา : ได้ทราบว่าอาหารชนิดใดให้สารอาหารประเภทใด และได้นำไปเลือกบริโภคได้

จากบทสัมภาษณ์ดังกล่าวข้างต้นพบว่า ลักษณะียามีความสนใจในมโนคติ เรื่องอาหารและสารอาหารในบางหัวข้อที่มีการทดลองเท่านั้น โดยลักษณะียาให้ความเห็นว่า มโนคติเรื่องอาหารและสารอาหาร เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทำให้ทราบว่าอาหารชนิดใดให้สารอาหารประเภทใด และสามารถนำไปใช้ในการเลือกบริโภคได้

กรณีของ ค.ญ.วิจิตรรา

จากการสัมภาษณ์วิจิตรราเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสนใจในเนื้อหาเรื่องอาหารและสารอาหาร พบว่า วิจิตรรา มีความสนใจในมโนคติย่อย เรื่องการทดสอบสารอาหาร โดยวิจิตรรากล่าวว่า ชอบเรื่องการทดสอบสารอาหาร เพราะมีการทดลอง และทำให้เรารู้ว่าการทดลองนั้นสามารถแยกได้ว่าประกอบด้วยสารอาหารอะไรบ้าง ทำให้เข้าใจเรื่องนี้ง่ายขึ้น นอกจากนี้วิจิตรรายังกล่าวว่า เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วทำให้สามารถนำไปใช้ในการเลือกอาหารที่มีคุณภาพ และไม่มีพิษภัยต่อตนเอง และสามารถเลือกรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย

จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นกรณีตัวอย่างจำนวน 9 คน ดังกล่าวข้างต้น พบว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่อง อาหารและสารอาหาร ดังนี้

3.3 บริบทด้านการเรียนการสอน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลบริบทด้านการเรียนการสอนพบว่า การเรียนการสอนมีส่วนทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติหรือไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวครูผู้สอนและตัวนักเรียนเอง สามารถจำแนกได้ดังนี้

3.3.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลทำให้นักเรียนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ มีดังนี้

3.3.3.1 นักเรียนไม่มีมโนคติพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องธาตุและสารประกอบมาก่อน ซึ่งเป็นมโนคติพื้นฐานที่จำเป็นในการทำความเข้าใจในมโนคติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องธาตุที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของสารอาหาร

3.3.1.2 นักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน

3.3.1.3 นักเรียนบางกลุ่มไม่ตั้งใจเรียน เล่นกัน คุยกันและส่งเสียงดังรบกวนเพื่อนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน

3.3.1.4 เมื่อมีกิจกรรมการทดลองครูอธิบายไม่ทั่วถึง และอธิบายขั้นตอนการทดลองทั้งหมดในครั้งเดียว ทำให้นักเรียนตามไม่ทัน

3.3.1.5 ครูใช้เวลาในการทำกิจกรรมกลุ่มแต่ละครั้งน้อย และครูควบคุมนักเรียนบางกลุ่มที่ชอบคุยกันเสียงดังขณะทำกิจกรรมกลุ่มไม่ดีเท่าที่ควร

3.3.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ มีดังนี้

3.3.2.1 การเรียนในชั้นเรียนของนักเรียนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน การถามครู

3.3.2.2 นักเรียนอ่านจากเอกสารประกอบการเรียนที่ครูแจกให้ เพราะอ่านง่ายกว่าหนังสือเรียนธรรมดา ทำให้จำได้ง่ายกว่า

3.3.2.1 นักเรียนได้ร่วมกิจกรรมกลุ่มและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน

3.3.2.2 การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทำการทดลองด้วยตนเอง

3.4 บริบทด้านความสนใจในเนื้อหาของนักเรียน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลบริบทด้านความสนใจในเนื้อหาของนักเรียนพบว่า ความสนใจในเนื้อหาแต่ละมโนคติมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนคตินั้น ๆ ของนักเรียน โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความเห็นว่า มโนคติ เรื่อง อาหารและสารอาหาร เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน การเลือกบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากนี้ นักเรียนบางกลุ่มชอบทำกิจกรรมกลุ่มและลงมือปฏิบัติทำการทดลอง เป็นไปได้ว่า ความสนใจในเนื้อหาและกิจกรรมเหล่านี้จะเป็นปัจจัยที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ เนื่องจากมโนคติเหล่านี้อยู่ในความสนใจ จึงทำให้นักเรียนตั้งใจเรียน ศึกษาค้นคว้า ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนมโนคติ