

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนคติของนักเรียน เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชนการต้มเกลือสินเธาว์ประกอบการสอน โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารและสมบัติของสาร รวม 9 ประเด็น ซึ่งประกอบด้วย ประเด็นที่ 1 เรื่องความหมายของวัสดุ ประเด็นที่ 2 เรื่องสมบัติของวัสดุ ประเด็นที่ 3 เรื่องประโยชน์ของวัสดุ ประเด็นที่ 4 เรื่องสมบัติของของแข็ง ประเด็นที่ 5 เรื่องสมบัติของของเหลว ประเด็นที่ 6 เรื่องสมบัติของแก๊ส ประเด็นที่ 7 เรื่องการเปลี่ยนสถานะ ประเด็นที่ 8 เรื่องการละลาย ประเด็นที่ 9 เรื่องการแยกสาร โดยในแต่ละประเด็น ได้ทำการวิเคราะห์ห่มโนมติก่อนเรียน การจัดการเรียนรู้ และการวิเคราะห์ห่มโนมติหลังเรียน ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยและอภิปรายผลดังต่อไปนี้

#### 1. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับความหมายของวัสดุ

##### 1.1 มโนมติก่อนเรียนเกี่ยวกับความหมายของวัสดุ

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับความหมายของวัสดุในการตอบคำถามว่า “วัสดุคืออะไร และให้ยกตัวอย่างวัสดุที่นักเรียนรู้จัก” ผู้วิจัยขอเสนอการวิเคราะห์ห่มโนมติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ระบุว่าวัสดุทำมาจากสิ่งใด กลุ่มที่อธิบายประโยชน์ของวัสดุ และกลุ่มที่ยกตัวอย่าง รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหมายของวัสดุ

มโนมติกางวิทยาศาสตร์	มโนมติกของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
วัสดุ คือ สิ่งของที่ได้จากธรรมชาติ หรือมนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น ซึ่งอาจ นำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น พลาสติก รีบบิ้นลวด เปลือกหอย ก้อนหิน เศษ ไม้ เศษเหล็ก	กลุ่มที่ 1* : ระบุว่าวัสดุทำมาจากสิ่งใด	2	10.53
	กลุ่มที่ 2* : อธิบายประโยชน์ของวัสดุ	4	21.05
	กลุ่มที่ 3 : ยกตัวอย่าง	13	68.42
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนมติกางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 6 แสดงผลการสำรวจมโนมติกของนักเรียนเกี่ยวกับความหมายของวัสดุ พบว่า นักเรียนร้อยละ 31.58 (กลุ่มที่ 1 และ 2) มีมโนมติกสอดคล้องกับมโนมติกางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายได้ว่า วัสดุทำมาจากสิ่งใด และอธิบายประโยชน์ของวัสดุ ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 68.42 (กลุ่มที่ 3) มีมโนมติกไม่สอดคล้องกับมโนมติกางวิทยาศาสตร์ โดยยกตัวอย่างสิ่งที่รู้จักและไม่สามารถอธิบายความหมายของวัสดุได้

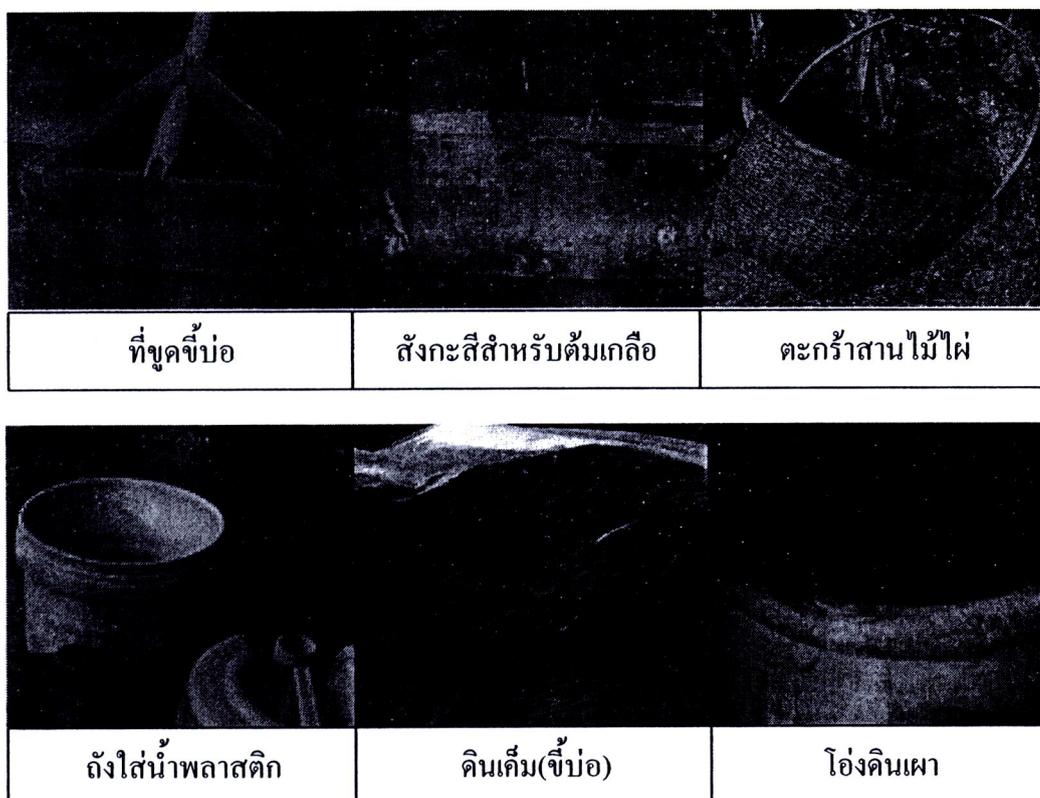
สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบโดยอธิบายว่าวัสดุทำมาจากสิ่งใด จำนวน 2 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 ตัวอย่างของนักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N12 ตอบว่า “วัสดุคือสิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่น ปากกา สมุด เตารีด” หรือ N14 ตอบว่า “วัสดุ คือ สิ่งที่ทำมาจากธรรมชาติและสิ่งที่ผลิตขึ้นมาเอง” ซึ่งเห็นได้ว่านักเรียนสามารถอธิบายความหมายของวัสดุได้สอดคล้องกับมโนมติกางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าวัสดุเป็นสิ่งที่ได้มาจากธรรมชาติหรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น แต่นักเรียนยกตัวอย่างวัตถุแทนการยกตัวอย่างวัสดุ แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจว่าวัสดุกับวัตถุแตกต่างกันอย่างไร

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ตอบโดยอธิบายเกี่ยวกับประโยชน์ของวัสดุ มี 4 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 ตัวอย่างของนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N13 ตอบว่า “วัสดุคือเครื่องใช้ต่างๆ ที่ทำขึ้นเพื่อความสะดวกสบาย เช่น กระเบื้อง สังกะสี เสาปูน” หรือ N19 ตอบว่า “วัสดุ คือ สิ่งที่ใช้ประดิษฐ์สิ่งของต่างๆ เช่น พลาสติก กระดาษ” ซึ่งเห็นได้ว่านักเรียนสามารถอธิบายความหมายของวัสดุได้สอดคล้องกับมโนมติกางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของวัสดุ แต่ขาดการอธิบายว่าวัสดุเป็นสิ่งที่มาจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ไม่สามารถอธิบายความหมายของวัสดุได้ แต่ยกตัวอย่างสิ่ง ที่รู้จัก มีนักเรียนจำนวน 13 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 68.42 ตัวอย่างของนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N1 ตอบว่า “เหล็ก ประตู หน้าต่าง” หรือ N18 ตอบว่า “ก้อน หน้าต่าง เหล็ก เพราะว่าของทุกชิ้นนี้ เป็นวัสดุ” จากคำตอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนยกตัวอย่างวัตถุแทนการยกตัวอย่างวัสดุ ซึ่งแสดง ให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจว่าวัสดุกับวัตถุแตกต่างกันอย่างไร และไม่สามารถอธิบายความหมาย ของวัสดุได้

### 1.2 การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับความหมายของวัสดุ

จากผลการวิเคราะห์หัตถ์โนมติก่อนเรียนเกี่ยวกับความหมายของวัสดุแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนมากไม่สามารถบอกได้ว่าวัสดุคืออะไร วัสดุทำมาจากอะไร วัสดุมีประโยชน์หรือไม่ อย่างไร ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดการเรียนรู้เกี่ยวกับความหมายของวัสดุ โดยขอให้นักเรียนพิจารณาภาพ อุปกรณ์การต้มเกลือสินเธาว์ว่าเหตุใดจึงใช้อุปกรณ์เหล่านี้ ได้แก่



ภาพที่ 1 ภาพแสดงอุปกรณ์การต้มเกลือสินเธาว์

โดยผู้วิจัยใช้คำถาม

ผู้วิจัย : สิ่งของเหล่านี้ทำมาจากอะไรบ้าง

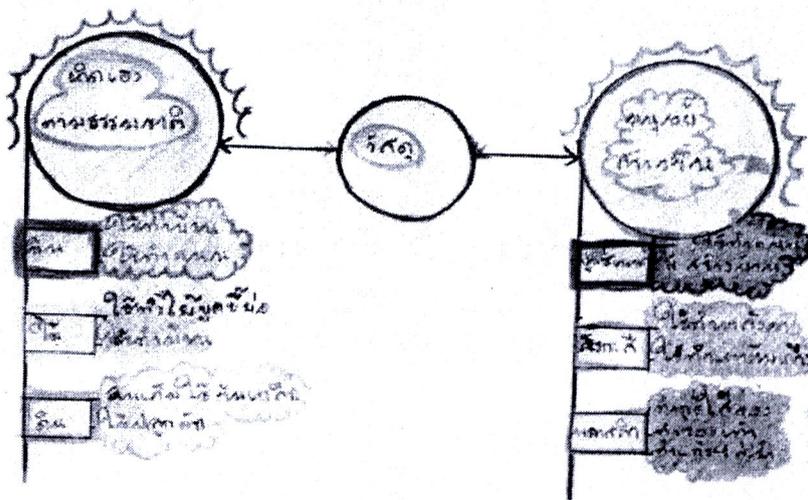
N1 : ที่ชุดชื้อบ่อทำมาจากไม้

N9 : ถังน้ำทำมาจากพลาสติก

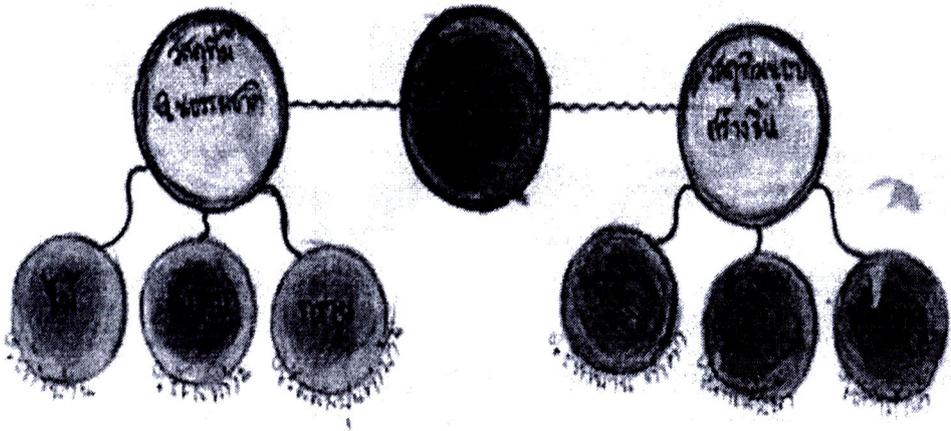
N5 : แผ่นสังกะสีทำมาจากสังกะสี

N11 : ตะกร้าทำมาจากไม้ไผ่

จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนพิจารณาสิ่งของที่อยู่ในห้องเรียนว่าทำมาจากวัสดุชนิดใด วัสดุนั้นเป็นวัสดุที่ได้จากธรรมชาติหรือได้จากมนุษย์สร้างขึ้น วัสดุนั้นสามารถนำไปใช้ทำอะไรได้อะไรได้บ้าง ซึ่งนักเรียนสามารถบอกได้ว่าสิ่งที่นักเรียนรู้จักทำมาจากวัสดุชนิดใด เช่น “โต๊ะเรียนทำมาจากเหล็กและพลาสติก พื้นห้องทำมาจากปูนซีเมนต์ ทราย และหิน” และนักเรียนสามารถบอกได้ว่าสิ่งใดที่ทำมาจากธรรมชาติ สิ่งใดที่มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น เช่น “สิ่งที่มาจากธรรมชาติ ได้แก่ ไม้ ทราย หิน สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ พลาสติก สังกะสี ผ้า” เมื่อนักเรียนสามารถยกตัวอย่างสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นได้ และสามารถบอกได้ว่าแต่ละอย่างที่ยกตัวอย่างมานั้น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของวัสดุ โดยการตอบคำถาม “ตามความเข้าใจของนักเรียน วัสดุคืออะไร” ซึ่งนักเรียนได้ช่วยกันสรุปได้ว่า “วัสดุ คือ สิ่งที่เราเอามาใช้เพื่อทำเครื่องใช้ เช่น เหล็กและไม้เอามาทำที่ชุดชื้อบ่อ” หรือ “วัสดุ คือ สิ่งที่มีเกิดขึ้นเอง เช่น ไม้ ฟางข้าว แกลบ และสิ่งที่คนทำขึ้น เช่น พลาสติก สังกะสี เราสามารถนำมาทำเป็นของใช้ได้” จากนั้นนักเรียนเขียนแผนผังความคิดเพื่อสรุปเกี่ยวกับความหมายของวัสดุตามความเข้าใจของนักเรียน ตัวอย่างผลงานของนักเรียน ดังภาพ



ภาพที่ 2 ภาพแสดงแผนผังความคิดเกี่ยวกับความหมายของวัสดุของนักเรียนกลุ่มที่ 1



ภาพที่ 3 ภาพแสดงแผนผังความคิดเกี่ยวกับความหมายของวัตถุของนักเรียนกลุ่มที่ 2

จากการเขียนแผนผังมโนคติแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมโนคติเกี่ยวกับวัตถุสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์และสามารถยกตัวอย่างวัตถุได้ถูกต้อง และผู้วิจัยได้แนะนำนักเรียนว่า “นักวิทยาศาสตร์เรียก สิ่งของที่ได้จากธรรมชาติ หรือมนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น ซึ่งอาจนำมาใช้ประโยชน์ ได้ว่าวัตถุ”

### 1.3 มโนคติหลังเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับความหมายของวัตถุ

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับความหมายของวัตถุในการตอบคำถามว่า “ วัตถุ คืออะไร และให้ยกตัวอย่างวัตถุที่นักเรียนรู้จัก ” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ตอบ โดยการระบุว่าวัตถุทำมาจากสิ่งใด กลุ่มที่ตอบโดยอธิบายเกี่ยวกับประโยชน์ของวัตถุ และกลุ่มที่ตอบ โดยการยกตัวอย่าง รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหมายของวัสดุ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
วัสดุ คือ สิ่งของที่ได้จากธรรมชาติ หรือมนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น ซึ่งอาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น พลาสติก รีบบิ้นลวด เปลือกหอย ก้อนหิน เศษไม้ เศษเหล็ก	กลุ่มที่ 1* : ระบุว่าวัสดุทำมาจากสิ่งใด	3	15.79
	กลุ่มที่ 2* : อธิบายประโยชน์ของวัสดุ	4	21.05
	กลุ่มที่ 3* : ยกตัวอย่างวัสดุ	12	63.16
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\* สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 7 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับความหมายของวัสดุ พบว่า นักเรียนร้อยละ 100.00 (กลุ่มที่ 1, 2 และ 3) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายได้ว่า วัสดุทำมาจากสิ่งใด อธิบายประโยชน์ของวัสดุ และสามารถยกตัวอย่างวัสดุได้ถูกต้อง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบโดยระบุว่าวัสดุทำมาจากสิ่งใด มีจำนวนนักเรียน 3 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 ตัวอย่างกลุ่มของนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N13 ตอบว่า “วัสดุคือสิ่งต่างๆ ที่คนสร้างขึ้นและธรรมชาติสร้างขึ้น เช่น เหล็กใช้ทำค้อนดอกตะปู พลาสติกทำถุงใส่ของ โลหะ ใบไม้” N14 ตอบว่า “วัสดุ คือ สิ่งที่ทำมาจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้นเอง เช่น ปิ๊ปทำมาจากสังกะสี ไม้พายทำมาจากไม้ ถังน้ำทำมาจากพลาสติก” เห็นได้ว่านักเรียนอธิบายความหมายของวัสดุได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ว่าวัสดุเป็นสิ่งที่มาจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น และนำมาใช้ประโยชน์ได้ และสามารถยกตัวอย่างของวัสดุได้ถูกต้อง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ตอบโดยอธิบายเกี่ยวกับประโยชน์ของวัสดุ มีนักเรียนที่ตอบคำถามอยู่ในกลุ่มนี้ 4 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 ตัวอย่างกลุ่มของนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N8 ตอบว่า “ไม้ เราเอาไปทำบ้าน ทำพื้น ดินเราเอาไปทำเตา เหล็กเอาไปทำค้อน ทำบ้าน ทำตะปู” N19 ตอบว่า “วัสดุคือของใช้ที่พวกเราใช้กัน เช่น สังกะสี เราใช้ทำบ้านได้” ซึ่งเห็นได้ว่านักเรียนสามารถอธิบายความหมายของวัสดุได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของวัสดุ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ตอบโดยการยกตัวอย่าง 12 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.16 ตัวอย่างของนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N15 ตอบว่า “วัสดุทำมาจากสิ่งที่เป็นของแข็ง เช่น

สังกะสี เหล็ก ทองแดง” N17 ตอบว่า “ไม้ที่เราตัดมาเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม” ซึ่งสามารถยกตัวอย่างวัสดุได้ถูกต้อง N1 ตอบว่า “อิฐ สังกะสี ปูน” ซึ่งสิ่งที่ N1 ยกตัวอย่างที่เป็นได้ทั้งวัสดุและวัตถุ ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมดังนี้

ผู้วิจัย : ตามความเข้าใจของนักเรียน วัสดุคืออะไร

N1 : สิ่งที่เราเอาไปทำของใช้ต่างๆ ได้

ผู้วิจัย : ลองยกตัวอย่างวัสดุที่นักเรียนรู้จักมา 3 ตัวอย่างได้ไหม

N1 : อิฐ สังกะสี ปูน

ผู้วิจัย : แล้วทำไมถึงคิดว่า อิฐ สังกะสี ปูน เป็นวัสดุ

N1 : ก็อิฐเราเอาไปสร้างบ้านได้ สังกะสีเอาไว้ทำเป็นหม้อต้มเกลือก็ได้ มุง

หลังคาก็ได้ ปูนก็ใช้ทำเสาบ้านได้

จากการสัมภาษณ์แสดงให้เห็นว่า N1 มีมโนคติเกี่ยวกับความหมายของวัสดุได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่าวัสดุสามารถนำไปใช้ทำประโยชน์ได้โดยอาศัยกิจกรรมที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือสินเธาว์

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและมโนติหลังเรียน เรื่อง ความหมายของวัสดุ

มโนติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1* : ระบุว่าวัสดุทำมาจากสิ่งใด (ร้อยละ 10.53)	วัสดุ คือ สิ่งที่ทำมาจากธรรมชาติและสิ่งที ผลิตขึ้นมาจากเหล็ก ประตู่ หน้าต่าง	กลุ่มที่ 1* : ระบุว่าวัสดุทำมาจากสิ่งใด (ร้อยละ 15.79 )	อิฐ สังกะสี ปูน	*สอดคล้องกับ มโนคติทาง วิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2* : อธิบายประโยชน์ของวัสดุ (ร้อยละ 21.05)	วัสดุคือเครื่องใช้ต่างๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อความ สะดวกสบาย เช่น กระเบื้อง สังกะสี เสา ปูน	กลุ่มที่ 2* : อธิบายประโยชน์ของวัสดุ (ร้อยละ 21.05 )	วัสดุ คือ สิ่งที่ทำมาจาก ธรรมชาติและมนุษย์ สร้างขึ้นเอง เช่น ปื้บทำ มาจากสังกะสี ไม้พายทำ มาจากไม้ ถังน้ำทำมาจาก พลาสติก	*สอดคล้องกับ มโนคติทาง วิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 3 : ยกตัวอย่าง (ร้อยละ 68.42)	เหล็ก ประตู่ หน้าต่าง	กลุ่มที่ 3* : ยกตัวอย่างวัสดุ (ร้อยละ 63.16)	ไม้เราเอาไปทำบ้าน ทำ ฟืน ดินเราเอาไปทำเตา เหล็กเอาไปทำค้อน ทำ บ้าน ทำตะปู	*สอดคล้องกับ มโนคติทาง วิทยาศาสตร์

จากการสำรวจมโนคติหลังเรียนพบว่านักเรียนมีมโนคติเกี่ยวกับความหมายวัสดุ สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เห็นได้จากการตอบคำถาม เช่น ในกลุ่มของนักเรียนที่ตอบคำถามโดยการยกตัวอย่างนักเรียนสามารถยกตัวอย่างวัสดุได้ถูกต้องมากขึ้น และจะเป็นการยกตัวอย่างเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์สำหรับต้มเกลือสินเธาว์ สำหรับกลุ่มที่ตอบโดยระบุว่าวัสดุทำมาจากสิ่งใด นักเรียนตอบคำถามได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์และได้ยกตัวอย่างวัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์สำหรับต้มเกลือสินเธาว์เช่นเดียวกัน สำหรับกลุ่มที่ตอบโดยอธิบายเกี่ยวกับประโยชน์ของวัสดุ นักเรียนตอบคำถามได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของวัสดุและนักเรียนสามารถยกตัวอย่างวัสดุได้ถูกต้อง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแหล่งเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องมือและวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือสินเธาว์ว่าเครื่องใช้แต่ละอย่างทำมาจากวัสดุชนิดใด วัสดุชนิดใดที่ทำมาจากธรรมชาติ วัสดุชนิดใดที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น

## 2. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติของวัสดุ

### 2.1 มโนติก่อนเรียนเกี่ยวกับสมบัติของวัสดุ

#### 2.1.1 มโนติก่อนเรียนเกี่ยวกับสมบัติด้านความแข็งของวัสดุ

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติด้านความแข็งของวัสดุในการตอบคำถามว่า “เพราะเหตุใดจึงใช้เหล็กเจาะรางเกลือ และถ้าไม่ใช้เหล็กใช้อย่างอื่นได้หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับความแข็งของวัสดุ และกลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับการนำความร้อนของวัสดุ รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 9 แสดงมโนคติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติด้านความแข็งของวัสดุ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
เพราะเหล็กมีความแข็งมากกว่าไม้ ทำให้สามารถเจาะไม้สำหรับทำรางเกลือได้ ถ้าไม่ใช้เหล็กเราสามารถเจาะไม้เนื้อแข็งกว่าไม้ที่ทำรางเกลือมาเจาะรางเกลือได้ หรือ ใช้หินที่มีความแข็งและแหลมคมในการเจาะรางเกลือได้	กลุ่มที่ 1*: ความแข็งของวัสดุ	16	84.21
	กลุ่มที่ 2 : การนำความร้อนของวัสดุ	3	15.79
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 9 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติด้านความแข็งของวัสดุ พบว่า นักเรียนร้อยละ 84.21 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายได้ว่า เหล็กใช้เจาะรางเกลือได้เพราะเหล็กมีความแข็งกว่าไม้ ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 15.79 (กลุ่มที่ 2) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายว่าเหล็กนำความร้อนได้ดี ซึ่งเป็นการอธิบายถึงสมบัติการนำความร้อนของวัสดุ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบเกี่ยวกับความแข็งของวัสดุ มีนักเรียนจำนวน 16 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 84.21 ตัวอย่างของนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N2 ตอบว่า “เพราะเหล็กไม่พังง่าย” ซึ่งผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมถึงความหมายของคำว่า “ไม่พังง่าย หมายถึง เหล็กแข็งทนทาน ใช้งานได้นาน” N6 ตอบว่า “เพราะเหล็กเป็นของแข็งเพื่อให้มันเจาะไม้ได้ง่ายขึ้น” เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับความแข็งของวัสดุ N11 ตอบว่า “เพราะเหล็กเป็นของแข็งจึงเจาะรางเกลือที่เป็นไม้ได้ ใช้อย่างอื่นเช่น หิน หรือ ไม้ที่แข็งแรง หรือเหล็กที่แข็งแรง กว่ารางเกลือจะเจาะรางเกลือได้” N14 ตอบว่า “เพราะเหล็กเป็นของแข็งและแหลม ใช้อย่างอื่นได้เพราะอาจจะมีของที่แทนเหล็กได้” N9 ตอบว่า “เพราะเหล็กเป็นที่เจาะรางเกลือ ถ้าไม่ใช้เหล็กใช้อะลูมิเนียมก็ได้เพราะแข็งเหมือนกัน” จากคำตอบของ N11, N14 และ N9 ได้ให้เหตุผลว่าที่เหล็กเจาะรางเกลือได้เพราะเหล็กมีความแข็งและแหลม จึงใช้เจาะรางเกลือได้และสามารถตอบได้ว่ามีของอย่างอื่นที่ใช่แทนเหล็กได้ ส่วน N10 ตอบว่า “ใช้เหล็กเจาะเพราะเหล็กมันแข็งแรง ใช้อย่างอื่นไม่ได้เพราะถ้าใช้ไม้มันก็จะไหม้” จาก

คำตอบของ N10 ได้ให้เหตุผลว่าที่เหล็กเจาะรางเกลื่อได้เพราะเหล็กมีความแข็ง แต่จะใช้อย่างอื่นมาเจาะรางเกลื่อแทนเหล็กไม่ได้ ส่วน N16 ตอบว่า “เหล็กแข็งใช้อย่างอื่นแทนไม่ได้เพราะเกลื่อจะไม่เค็ม” หรือ N19 ตอบว่า “ใช้เหล็กเจาะรางเกลื่อเพราะเหล็กแข็งกว่าไม้เจาะไม้ได้ ใช้อย่างอื่นแทนไม่ได้เพราะจะทำให้เกลื่อไม่เค็มและไม่จับเป็นก้อน” จากคำตอบของ N16 และ N19 แม้จะให้เหตุผลว่าที่เหล็กเจาะรางเกลื่อได้เพราะเหล็กมีความแข็ง แต่การอธิบายว่าใช้อย่างอื่นแทนไม่ได้จะทำให้เกลื่อไม่เค็ม ไม่จับกันเป็นก้อนนั้นเป็นคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกัน จากการตอบคำถามของนักเรียนในกลุ่มนี้แสดงให้เห็นว่าคำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติด้านความแข็งของวัสดุ “เหล็กต้องมีความแข็งมากกว่าไม้ เหล็กจึงจะเจาะรางเกลื่อที่เป็นไม้ได้” แต่นักเรียนส่วนมากไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ว่าสามารถหาวัสดุอื่นที่มีความแข็งมากกว่าไม้เพื่อมาเจาะไม้แทนเหล็กได้

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ตอบเกี่ยวกับการนำความร้อนของวัสดุ มีนักเรียนจำนวน 3 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N1 ตอบว่า “เพราะเหล็กเป็นตัวนำความร้อน” N4 ตอบว่า “เพราะเหล็กเป็นตัวนำความร้อน เพราะเหล็กทำให้เกลื่อสุก” N12 ตอบว่า “เหล็กนำความร้อนได้ดี ใช้อย่างอื่นไม่ได้เพราะเห็นแต่ชาวบ้านเขาใช้เหล็กกัน” จากการตอบคำถาม เห็นได้ว่า นักเรียนในกลุ่มนี้ให้เหตุผลว่าที่ใช้เหล็กเจาะรางเกลื่อเพราะเหล็กเป็นตัวนำความร้อน ซึ่งคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับสมบัติด้านความแข็งของวัสดุ “เหล็กต้องมีความแข็งมากกว่าไม้ เหล็กจึงจะเจาะรางเกลื่อที่เป็นไม้ได้”

### 2.1.2 มโนติก่อนเรียน เกี่ยวกับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุ

สำหรับมโนติก่อนเรียนเกี่ยวกับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุ ในการตอบคำถามว่า “เพราะเหตุใดจึงใช้ป๊อปเป็นภาชนะในการต้มเกลื่อ และถ้าไม่ใช้ป๊อปใช้อย่างอื่นได้หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับการนำความร้อนของวัสดุ กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับความแข็งของวัสดุ และกลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับประโยชน์ของป๊อป รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 10 แสดงมโนคติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
เพราะปี๊บสามารถหาได้ง่าย ทำมาจากวัสดุที่นำความร้อนได้ดี ทำให้ต้มเกลือได้เร็วขึ้น ถ้าไม่ใช้ปี๊บในการต้มเกลือสามารถใช้หม้อใบใหญ่ซึ่งทำมาจากอลูมิเนียมมาใช้เป็นภาชนะในการต้มเกลือได้	กลุ่มที่ 1*: การนำความร้อนของวัสดุ	12	63.16
	กลุ่มที่ 2 : ความแข็งของวัสดุ	4	21.05
	กลุ่มที่ 3 : ประโยชน์ของปี๊บ	3	15.79
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 10 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติการนำความร้อนของวัสดุ พบว่า นักเรียนร้อยละ 63.16 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายได้ว่า ใช้ปี๊บเป็นภาชนะในการต้มเกลือเพราะปี๊บสามารถนำความร้อนได้ดี ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 36.84 (กลุ่มที่ 2 และ 3) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายปี๊บเป็นของแข็ง ไม่ค่อยง่าย ซึ่งเป็นการอธิบายถึงความแข็งของวัสดุ หรืออธิบายว่าปี๊บเป็นภาชนะสำหรับดวง ซึ่งเป็นการอธิบายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของปี๊บ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบเกี่ยวกับการนำความร้อนของวัสดุ มีนักเรียนจำนวน 12 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.16 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N10 ตอบว่า “ถ้าไม่ใช้ปี๊บเกลืออาจจะไม่ร้อนและไม่แห้งเร็วก็ได้” N11 ตอบว่า “พอนำปี๊บไปใส่น้ำเกลือมันจะร้อนทำให้เกลือเดือด ถ้าใส่ออย่างอื่นมันอาจจะไหม้ได้ แต่ปี๊บไม่ไหม้ ใสไฟได้” N19 ตอบว่า “เพราะทำให้เกลือร้อนเร็วขึ้น ไม่มีอย่างอื่นใช้แทนได้เพราะเกลือจะไม่ร้อน” N12 ตอบว่า “ได้เพราะเคยเห็นเขาเอาอย่างอื่นมาใช้ในการต้มเกลือเหมือนกัน เช่น กะละมัง หม้อใหญ่ เพราะมันทำให้น้ำเกลือแห้งได้เหมือนกัน” จากการตอบคำถามนักเรียนในกลุ่มนี้ให้เหตุผลว่าการใช้ปี๊บเป็นภาชนะในการต้มเกลือเพราะปี๊บสามารถนำความร้อน โดยที่ N12 ได้อธิบายเพิ่มเติมว่ามีอย่างอื่นแทนปี๊บได้เพราะเคยเห็นเขาใช้กัน แต่ N19 และ N11 ได้อธิบายเพิ่มเติมว่าใส่ออย่างอื่นแทนปี๊บไม่ได้ จะเห็นได้ว่าคำตอบของนักเรียนกลุ่มนี้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุที่ใช้ปี๊บเป็นภาชนะในการต้มเกลือ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ตอบเกี่ยวกับความแข็งของวัสดุ มีนักเรียนจำนวน 4 คน จาก 19 คน นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N4 ตอบว่า “เพราะป๊อบเป็นของแข็งจึงใช้ในการตัดเกลือ เพราะเป็นวัสดุที่ตัดเกลือ” N6 ตอบว่า “ป๊อบเป็นลักษณะในการตัดที่แข็งแรง มันแข็งแรง ทนทาน ไม่พุ่ง่าย” N7 ตอบว่า “ได้เราก็เอาไม้มาตัดเกลือก็ได้ เพราะไม้ก็แข็งเหมือนป๊อบ” N1 ตอบว่า “ไม่ได้ เพราะป๊อบเป็นของแข็งจึงใช้ตัดเกลือได้” จากคำตอบนักเรียนในกลุ่มนี้ ได้ให้เหตุผลว่าที่ใช้ป๊อบเป็นลักษณะในการตัดเกลือเพราะป๊อบเป็นของแข็ง ไม่พุ่ง่าย และเป็นวัสดุที่ใช้ตัดเกลืออยู่แล้ว โดยที่ N1 ได้อธิบายเพิ่มเติมว่าใช้อย่างอื่นแทนป๊อบไม่ได้ แต่ N7 ได้อธิบายเพิ่มเติมว่าสามารถใช้ไม้มาตัดเกลือแทนป๊อบเพราะเป็นของแข็งเหมือนกัน คำตอบของนักเรียนกลุ่มนี้ถูกต้องที่บอกว่าป๊อบเป็นของแข็ง เพราะป๊อบเป็นลักษณะที่บรรจุน้ำเกลือ แต่ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุที่ใช้ป๊อบเป็นลักษณะในการตัดเกลือ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ตอบเกี่ยวกับประโยชน์ของป๊อบ มีนักเรียนจำนวน 3 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N2 ตอบว่า “เพราะป๊อบเป็นเครื่องดอง” N16 ตอบว่า “ป๊อบใช้ใส่เกลือ” N19 ตอบว่า “ได้เพราะมันมีอย่างอื่นอยู่เช่น ใช้ ถัง อื่นๆ ก็ได้ดังอื่นๆ ก็ใส่เกลือได้เหมือนกัน” จากการตอบคำถามนักเรียนในกลุ่มนี้ให้เหตุผลว่าการใช้ป๊อบเป็นลักษณะสำหรับใส่เกลือซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุที่ใช้ป๊อบเป็นลักษณะในการตัดเกลือ

## 2.2 การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติของวัสดุ

จากมโนติก่อนเรียนของนักเรียนเห็นได้ว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าเครื่องใช้ต่างๆ ทำมาจากวัสดุต่างชนิดกันเพราะจุดประสงค์ในการใช้งานของเครื่องใช้แต่ละชนิดแตกต่างกัน แต่ไม่สามารถอธิบายถึงสมบัติของวัสดุ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนทดสอบสมบัติของวัสดุ ได้แก่ การสำรวจความแข็งของวัสดุ โดยการใช้เหรียญคว่ำวัสดุที่ต้องการสำรวจแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของวัสดุเมื่อใช้เหรียญคว่ำเกิดรอยหรือไม่เกิดรอย การสำรวจการนำความร้อนของวัสดุด้วยชุดการนำความร้อน โดยสังเกตการหลอมเหลวของเทียนที่ปลายแท่งวัสดุ หลังจากทำการสำรวจสมบัติบางประการของวัสดุแล้ว ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการใช้งานของเครื่องใช้ในกระบวนการตัดเกลือสินเธาว์

ผู้วิจัย : ในการตัดเกลือสินเธาว์มีการนำสมบัติของวัสดุด้านความแข็งมาใช้ประโยชน์หรือไม่อย่างไร

N19 : มี เช่นการตัดไม้มาทำรางเกลือ ต้องเลือกวัสดุที่แข็งกว่าไม้มาตัดถึงจะตัดไม้ได้ เช่น เลื่อยที่แข็งแรงๆ

N9 : ที่จุดขี้นบ่อก็ต้องแข็งกว่าดินที่จะขุด ถึงจะขุดดินได้ง่าย

ผู้วิจัย : ในการต้มเกลือสินเธาว์มีการนำสมบัติของวัสดุด้านการนำความร้อนมาใช้ประโยชน์หรือไม่อย่างไร

N17 : มีการใช้สังกะสีทำเป็นที่สำหรับต้มเกลือ

ผู้วิจัย : ทำไมถึงใช้สังกะสี ใช้ยี่ห้ออื่นแทนได้ไหม เช่น หม้อที่ใช้ทำกับข้าว

N17 : ใช้หม้อก็ได้ค่ะ แต่ต้องใบใหญ่ๆ เพราะเวลาต้มเกลือต้องต้มทีละเยอะๆ

N19 : ถ้าเราเอาสังกะสีมาคิดเป็นลิเทียมมันจะได้ขนาดใหญ่ เวลาต้มจะง่ายเพราะเราใช้พื้นต้ม

ผู้วิจัย : ใช้หม้อดินใหญ่ๆ ต้มแทนได้ไหม

N9 : ไม่เคยเห็นเขาใช้หม้อดินต้ม มีแต่ใช้สังกะสี แต่ถ้าใช้สังกะสีต้มมันจะยกง่ายไม่ต้องกัว แดก และมันก็ร้อนเร็ว ทำให้น้ำเกลือแห้งไว

ผู้วิจัย : นักเรียนคนอื่นๆ ช่วยบอกสมบัติของภาชนะที่ใช้ต้มเกลือได้ไหมว่ามีสมบัติที่สำคัญอย่างไร

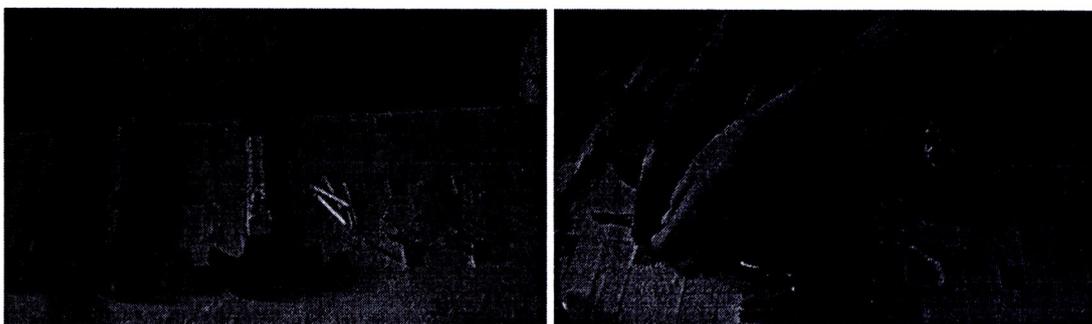
N3 : ต้องนำความร้อนได้ดี

N16 : ต้องทนทาน ไม่พังง่าย

N18 : ต้องมีขนาดใหญ่ จะได้ต้มเกลือได้ที่ละมากๆ

จากบทสนทนาแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่าในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์เกี่ยวข้องกับสมบัติของวัสดุทั้งในด้านความแข็งแรงของวัสดุและการนำความร้อนของวัสดุ และนักเรียนยังคำนึงถึงสมบัติอื่นๆ ของวัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์ในการต้มเกลือ เช่น ความทนทาน ปริมาตร เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานของแต่ละอุปกรณ์ นอกจากนี้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนเกี่ยวกับสมบัติของวัสดุต่างๆ ไปใช้กับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์เพื่อให้ นักเรียนได้เลือกใช้วัสดุให้ถูกต้อง พร้อมกับอธิบายเหตุผลประกอบการตัดสินใจ

**สถานการณ์ที่ 1** สมมตินักเรียนเป็นช่างก่อสร้าง นักเรียนจะเลือกใช้ตะปูและค้อนแบบใดในการใช้งานกับพื้นผิวที่กำหนดให้ คือ พื้นผิวไม้อ่อน พื้นผิวไม้แข็ง และพื้นผิวซีเมนต์



ภาพที่ 4 ภาพแสดงการเลือกตะปูให้เหมาะกับค้อนแต่ละแบบ

ผู้วิจัย : นักเรียนมีหลักในการเลือกใช้ตะปูอย่างไรให้เหมาะกับพื้นผิวแต่ละประเภท

N1 : ค้อนกับตะปูต้องใช้ด้วยกันได้ ถ้าตะปูเล็กก็ต้องใช้ค้อนเล็กๆ ถ้าตะปูใหญ่ก็ใช้ค้อนใหญ่

N6 : ถ้าใช้ตอกไม้อ่อนๆ ตะปูก็ไม่ต้องใหญ่มาก เล็กๆ แหลม ก็ใช้ได้ ถ้าใช้กับไม้แข็ง ตะปูก็ต้องแข็งแรง ยาวๆ อย่างพวกตะปูสาม ตะปูสี่ก็ใช้ตอกได้ ถ้าตอกกับพื้นปูน ตะปูจะไม่ค่อยยาว แต่จะหนาๆ บางทีก็ต้องใช้สว่านช่วยเจาะปูนด้วย

ผู้วิจัย : การที่ N1 และ N6 เลือกค้อน และตะปูเพื่อใช้งานในแต่ละประเภท เพื่อนๆ คิดว่าเกี่ยวข้องกับสมบัติของวัสดุอย่างไร

N10 : ด้านความแข็งของวัสดุค่ะ ต้องเลือกตะปูที่แข็งกว่าพื้นที่จะตอกค่ะ มันถึงจะตอกเข้า

N14 : การเลือกค้อนก็ต้องอาศัยความแข็งเหมือนกันค่ะ ค้อนก็ต้องแข็ง และหนักพอดีที่จะทำให้ตอกตะปูได้

จากการทำกิจกรรมนี้นักเรียนได้เลือกค้อนและตะปูในการใช้งานเพื่อให้เหมาะสมกับพื้นผิวต่างชนิดกันได้ถูกต้องพร้อมกับบอกเหตุผลให้การเลือกได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติความแข็งของวัสดุ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับสมบัติด้านความแข็งของวัสดุในการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้

**สถานการณ์ที่ 2** การเลือกใช้ทัพพีสำหรับตักอาหาร โดยผู้วิจัยเตรียมทัพพีที่ทำมาจากวัสดุที่ต่างกัน คือ ไม้ สแตนเลส พลาสติก และสแตนเลสที่มีด้ามทัพพีเป็นพลาสติก เพื่อให้ นักเรียนได้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับประเภทของอาหาร

ผู้วิจัย : นักเรียนจะเลือกใช้ทัพพีอันไหนในการคนหรือตักอาหารในหม้อต้มอาหารที่กำลังร้อน เพราะเหตุใด

N4 : ใช้ทัพพีไม้ จะได้ไม่ร้อนมือเวลาตักอาหาร

N8 : ใช้ทัพพีเหล็กที่มีด้ามก็จะไม่ร้อนเหมือนกันครับ

ผู้วิจัย : แล้วทัพพีอันไหนที่ไม่เหมาะกับการใช้ตักอาหารที่กำลังร้อนๆ

N4 : ทัพพีพลาสติก เพราะพลาสติกจะละลาย

N8 : ทัพพีเหล็ก มันจะร้อน ทำให้ไหม้มือ

ผู้วิจัย : นักเรียนจะเลือกใช้ทัพพีอันไหนในการคนหรือตักน้ำแข็ง เพราะเหตุใด

N4 : ใช้พลาสติก เพราะน้ำแข็งมันเย็น พลาสติกไม่ละลายก็ใช้ได้

N12 : ใช้ไม้ก็ได้เพราะมือจะได้ไม่เย็นมาก

N16 : ใช้ได้ทุกอัน เพราะน้ำแข็งมันเย็น ไม่อันตรายเหมือนของร้อน

จากการทำกิจกรรมนี้นักเรียนได้เลือกทัพพีในการใช้งานเพื่อให้เหมาะสมกับชนิดของอาหารได้ถูกต้องพร้อมกับบอกเหตุผลให้การเลือกได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุ และนักเรียนยังเลือกใช้วัสดุโดยการคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้วัสดุ เห็นได้จากการที่ไม่เลือกทัพพีที่ทำจากพลาสติกมาใช้ในอาหารที่กำลังร้อนเพราะความร้อนจะทำให้พลาสติกปนเปื้อนในอาหารได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับสมบัติของวัสดุในการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้

จากการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการสำรวจสมบัติของวัสดุ ผู้วิจัยและนักเรียนได้ร่วมกันสรุปหลักสำคัญในการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมและปลอดภัยดังบทสนทนาต่อไปนี้

ผู้วิจัย : เพราะเหตุใดเครื่องใช้ต่างๆ จึงทำมาจากวัสดุที่ไม่เหมือนกัน

N5 : เพราะเครื่องใช้ ใช้งานไม่เหมือนกัน เครื่องใช้บางอย่างเหมาะกับงานอีกอย่างหนึ่ง เครื่องใช้บางอย่างเหมาะกับงานอีกอย่างหนึ่ง

N7 : เพราะเครื่องใช้แต่ละชนิดไม่เหมือนกันบางชนิดใช้หุงต้ม บางชนิดใช้ทำงานบ้าน ต้องเลือกวัสดุให้สามารถใช้งานได้ตามที่ต้องการ

N19 : เพราะเครื่องใช้ต่างๆ ทำมาจากวัสดุต่างกัน ทำให้เครื่องใช้มีความแปลกไม่เหมือนกัน

ผู้วิจัย : นักเรียนลองช่วยกันสรุปได้ใหม่ว่า ก่อนที่จะเลือกวัสดุ ใช้งานนักเรียนต้องคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง

N4 : ต้องรู้ก่อนว่าเราจะนำวัสดุไปใช้ทำงานอะไร เราจะได้เลือกวัสดุได้ถูกต้อง

N12 : ดูว่าวัสดุมีสมบัติอย่างไร เหมาะกับการใช้งานแบบไหน

N10 : *คิดว่าวัสดุที่ใช้เป็นอันตรายหรือไม่เหมาะกับการใช้งานใหม่*

จากบทสนทนาจะเห็นว่า การที่นักเรียนจะเลือกวัสดุมาใช้งานนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งานเป็นหลักโดยต้องเลือกวัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งาน และต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งานวัสดุแต่ละประเภท ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเลือกใช้วัสดุ

### 2.3 มโนคติหลังเรียนเกี่ยวกับสมบัติของวัสดุ

#### 2.3.1 มโนคติหลังเรียนเกี่ยวกับสมบัติด้านความแข็งของวัสดุ

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุ ในการตอบคำถามว่า “เพราะเหตุใดจึงใช้ปีปเป็นภาชนะในการต้มเกลือ และถ้าไม่ใช่ปีปใช้อย่างอื่นได้หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งพบว่ามีเพียง 1 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับความแข็งของวัสดุ รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 11 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติด้านความแข็งของวัสดุ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
เพราะเหล็กมีความแข็งมากกว่าไม้ ทำให้สามารถเจาะไม้สำหรับทำรางเกลือได้ ถ้าไม่ใช่เหล็กเราสามารถใช้ไม้เนื้อแข็งกว่าไม้ที่ทำรางเกลือมาเจาะรางเกลือได้ หรือ ใช้หินที่มีความแข็ง และแหลมคมในการเจาะรางเกลือได้	กลุ่มที่ 1*: ความแข็งของวัสดุ	19	100.00
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 11 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติด้านความแข็งของวัสดุ พบว่า นักเรียนร้อยละ 100.00 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายได้ว่า เหล็กใช้เจาะรางเกลือได้เพราะเหล็กมีความแข็งกว่าไม้

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบเกี่ยวกับความแข็งของวัสดุ มีนักเรียนที่ตอบคำถามนี้ทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ตัวอย่างของนักเรียน เช่น N1 ตอบว่า “เพราะเหล็กแข็งกว่าจึงใช้เหล็กเจาะไม้ได้ ถ้าไม่มีเหล็กอาจจะใช้อย่างอื่นเจาะได้เหมือนกันเช่น หินเพราะหินแข็งกว่าไม้จึงสามารถเจาะไม้ได้” N4 ตอบว่า “เพราะเหล็กแข็งกว่าไม้ ถ้าไม่ใช้เหล็กใช้ก้อนหินที่แข็งและแหลม เพราะหินแข็งจึงนำมาแทนเหล็กได้” N12 ตอบว่า “เหล็กแข็งกว่าไม้จึงเจาะรางเกลือได้ ถ้าไม่มีเหล็กใช้สิ่งที่แข็งแรง เหมือนเหล็กก็จะเจาะรางเกลือได้ เช่น หิน ขวาน” N9 ตอบว่า “เหล็กแข็งกว่าไม้จึงเจาะรางไม้ได้ ใช้อย่างอื่นจะไม่ดีเท่าเหล็กเพราะอย่างอื่นไม่แข็งเท่าเหล็ก ถ้าใช้ไม้แทนเหล็กมันก็จะไม่ทนทาน” N13 ตอบว่า “เหล็กมีความหนาแน่นมากกว่ารางเกลือและเหล็กแข็งกว่าใช้อย่างอื่นแทนเหล็กได้เพราะวัสดุที่แข็งกว่ารางเกลือก็อาจมีอยู่ ”

ตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่องสมบัติด้านความแข็งของวัสดุ

มโนมติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนมติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1*: ความแข็งของวัสดุ (ร้อยละ 84.21 )	ใช้เหล็กเจาะเพราะเหล็กมันแข็งแรง ใช้อย่างอื่นไม่ได้เพราะถ้าใช้ไม้มันก็จะไหม้	กลุ่มที่ 1*: ความแข็งของวัสดุ (ร้อยละ 100.00 )	เหล็กแข็งกว่าไม้จึงเจาะรางเกลือได้ ถ้าไม่มีเหล็กใช้สิ่งที่แข็งแรง เหมือนเหล็กก็จะเจาะรางเกลือได้ เช่น หิน ขวาน	*สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : การนำความร้อนของวัสดุ (ร้อยละ 15.79 )	เพราะเหล็กเป็นตัวนำความร้อนเพราะเหล็กทำให้เกลือสุก	-	-	-

จากการตอบคำถามของนักเรียนแสดงให้เห็นว่าในการสำรวจหลังเรียนนักเรียนมีการตอบคำถามที่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เห็นได้จากการที่นักเรียนทั้ง 19 คน มีมโนมติที่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติด้านความแข็งของวัสดุที่ว่าเหล็กต้องมีความแข็งมากกว่าไม้ เหล็กจึงจะเจาะรางเกลือที่เป็นไม้ได้ และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ว่าสามารถหาวัสดุอื่นที่มีความแข็งมากกว่าไม้เพื่อมาเจาะไม้แทนเหล็กได้

### 2.3.2 มโนคติหลังเรียนเกี่ยวกับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุ

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุ ในการตอบคำถามว่า “เพราะเหตุใดจึงใช้ปืบเป็นภาชนะในการต้มเกลือ และถ้าไม่ใช่ปืบใช้อย่างอื่นได้หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบของนักเรียน ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับการนำความร้อนของวัสดุ และกลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับความแข็งของวัสดุ รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 13 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
เพราะปืบสามารถหาได้ง่ายทำมาจากวัสดุที่นำความร้อนได้ดี ทำให้ต้มเกลือได้เร็วขึ้นถ้าไม่ใช่ปืบในการต้มเกลือสามารถใช้หม้อใบใหญ่ซึ่งทำมาจากอลูมิเนียมมาใช้เป็นภาชนะในการต้มเกลือได้	กลุ่มที่ 1*: การนำความร้อนของวัสดุ	18	94.74
	กลุ่มที่ 2 : ความแข็งของวัสดุ	1	5.26
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 12 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติการนำความร้อนของวัสดุ พบว่า นักเรียนร้อยละ 78.95 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายได้ว่า ใช้ปืบเป็นภาชนะในการต้มเกลือเพราะปืบสามารถนำความร้อนได้ดี ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 21.05 (กลุ่มที่ 2 และ 3) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายปืบมีความของแข็ง ซึ่งเป็นการอธิบายถึงความแข็งของวัสดุ หรือ อธิบายว่าปืบเป็นภาชนะสำหรับดวง ซึ่งเป็นการอธิบายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของปืบ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบเกี่ยวกับการนำความร้อนของวัสดุ มีนักเรียนจำนวน 18 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 94.74 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N1 ตอบว่า “ได้ เช่น

หม้อดินเผา เพราะหม้อดินเผาอาจจะทนความร้อนได้ดีและอาจจะนำความร้อนได้ดีเช่นกันกับปี๊บสังกะสี” N2 ตอบว่า “เพราะว่าถ้าใช้ปี๊บจะทนกว่าและปี๊บจะทนอยู่ได้นานกว่าวัสดุอื่น ปี๊บไม่พังง่าย มีความทนทาน ทนไฟ ทำให้ต้มเกลือได้ดี ร้อนเร็ว” N11 ตอบว่า “ได้ ถ้าเราเอาสังกะสีมาเป็นหม้อต้มเกลือแทนปี๊บได้ เพราะสังกะสีก็เป็นวัตถุที่นำความร้อนเหมือนกัน เราไม่ใช้ปี๊บก็ได้” จากการตอบคำถามนักเรียนในกลุ่มนี้ให้เหตุผลว่าการใช้ปี๊บเป็นภาชนะในการต้มเกลือเพราะปี๊บสามารถนำความร้อนได้ และนักเรียนได้อธิบายเพิ่มเติมว่าใช้อย่างอื่นแทนปี๊บได้ เช่น สังกะสี ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุที่ใช้ปี๊บเป็นภาชนะในการต้มเกลือ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ตอบเกี่ยวกับความแข็งของวัสดุ มีจำนวน 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N18 ตอบว่า “เพราะปี๊บมีความแข็ง” เป็นการให้เหตุผลว่าที่ใช้ปี๊บเป็นภาชนะในการต้มเกลือเพราะปี๊บเป็นของแข็ง ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุที่ใช้ปี๊บเป็นภาชนะในการต้มเกลือ

ตารางที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและมโนติหลังเรียน เรื่องสมบัติด้านการนำความร้อนวัสดุ

มโนติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1*: การนำ ความร้อนของวัสดุ (ร้อยละ 63.16)	ใช้ปี๊บเพราะทำให้เกลือร้อนเร็วขึ้น ไม่มีอย่างอื่นใช้แทนได้เพราะเกลือจะไม่ร้อน	กลุ่มที่ 1*: การนำ ความร้อนของ วัสดุ (ร้อยละ94.74)	ใช้ปี๊บเพราะนำความร้อนได้ดี ถ้าเราเอาสังกะสีมาเป็นหม้อต้มเกลือแทนปี๊บได้เหมือนกัน เพราะสังกะสีก็เป็นวัตถุที่นำความร้อนเหมือนกัน เราไม่ใช้ปี๊บก็ได้	*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : ความแข็งของ วัสดุ (ร้อยละ21.05)	ปี๊บเป็นของแข็งจึงใช้ในการต้มเกลือ เพราะเป็นวัสดุที่ต้มเกลือ	กลุ่มที่ 2 : ความ แข็งของวัสดุ (ร้อยละ5.26)	เพราะปี๊บมีความแข็ง	
กลุ่มที่ 3 : ประโยชน์ของปี๊บ (ร้อยละ15.79)	เพราะปี๊บเป็นเครื่องตวง			



จากการเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนแสดงให้เห็นว่าในการสำรวจหลังเรียน นักเรียนมีการตอบคำถามที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เห็นได้จากการที่นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุที่ใช้ป้อนเป็นภาชนะในการต้มเกลือ และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้โดยสามารถยกตัวอย่างวัสดุอื่นที่มีความสามารถในการนำความร้อนได้ดีเพื่อใช้เป็นภาชนะในการต้มเกลือ

### 3. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของวัสดุ

#### 3.1 มโนติก่อนเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับประโยชน์ของวัสดุ

สำหรับมโนติก่อนเรียนของนักเรียนในเรื่องประโยชน์ของวัสดุ ผู้วิจัยได้ใช้คำถามว่า “ในการผลิตเกลือสินเธาว์ มีวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือ อะไรบ้างที่นักเรียนรู้จัก พร้อมบอกประโยชน์ของวัสดุนั้น” ผู้วิจัยขอแนะนำเสนอการวิเคราะห์มโนติก่อนเรียนของนักเรียน ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ยกตัวอย่างวัสดุพร้อมบอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือ กลุ่มที่ยกตัวอย่างสิ่งที่ใช้ในการต้มเกลือ และกลุ่มที่ยกตัวอย่างสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือ รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 15 แสดงมโนติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ประโยชน์ของวัสดุ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนติก่อนเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่ใช้ทำรางไว้สำหรับต้มเกลือ</li> <li>- ป้อน ใช้ทำภาชนะสำหรับต้มเกลือ</li> <li>- โองดินเผา ใช้ใส่น้ำเกลือก่อนนำไปต้ม ฯลฯ</li> </ul>	กลุ่มที่ 1*: ยกตัวอย่างวัสดุพร้อมบอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือ	16	84.21
	กลุ่มที่ 2 : ยกตัวอย่างสิ่งที่ใช้ในการต้มเกลือ	1	5.26
	กลุ่มที่ 3 : ยกตัวอย่างสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือ	2	10.53
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 15 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับประโยชน์ของวัสดุ พบว่า นักเรียนร้อยละ 84.21 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยยกตัวอย่างวัสดุพร้อมบอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือได้ ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 15.79 (กลุ่มที่ 2 และ 3) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยยกตัวอย่างสิ่งที่ใช้ในการต้มเกลือแต่ไม่อธิบายเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือและยกตัวอย่างสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบคำถามโดยการยกตัวอย่างสิ่งที่ใช้ในการต้มเกลือพร้อมบอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือ มีนักเรียนจำนวน 14 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 73.68 ตัวอย่างนักเรียนที่ตอบในกลุ่มนี้ เช่น N3 ตอบว่า “พื้นสำหรับก่อไฟในการต้มเกลือเพราะเห็นเขาใช้เวลาต้มเกลือต้องก่อไฟ” N10 ตอบว่า “บีบใหญ่ใช้ในการต้มน้ำเกลือให้แห้งเพื่อให้เป็นเกลือและไม่ใช้ในการคนเกลือ” N2 ตอบว่า “ดินเค็ม หม้อที่ทำจากสังกะสี” และผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ N2 เพิ่มเติมดังนี้

ผู้วิจัย : ในการผลิตเกลือสินเธาว์ มีวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือ อะไรบ้างที่นักเรียนรู้จัก

N2 : ดินเค็ม หม้อที่ทำจากสังกะสี

ผู้วิจัย : สิ่งที่นักเรียนยกตัวอย่างใช้ทำอะไรในการต้มเกลือ

N2 : ดินเค็มเอามาต้มเพื่อให้เป็นเกลือ หม้อใช้ต้มน้ำให้แห้งจนกลายเป็นเกลือ

นอกจากนี้มีนักเรียนที่ตอบคำถามโดยการบอกประโยชน์ของเกลือ คือ N6 ที่ตอบว่า “เกลือใช้กินเป็นอาหาร ใช้ปรุงอาหารให้มีรสชาติ” ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมดังนี้

ผู้วิจัย : ในการผลิตเกลือสินเธาว์ มีวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือ อะไรบ้างที่นักเรียนรู้จัก

N6 : เกลือมันเค็ม นำมาปรุงอาหารได้

ผู้วิจัย : สิ่งที่ยกตัวอย่างใช้ทำอะไรในการต้มเกลือ

N6 : นำดินที่มีเกลือมาต้มให้เป็นเกลือ

ผู้วิจัย : ดินที่มีเกลือได้มาจากไหน

N6 : เอามาจากทุ่งนาที่มันแห้งๆ แล้วจะมีเกลือเค็มขึ้นมาบนดิน เราก็ก็นำไปขุดเอา

ผู้วิจัย : แล้วเคยไปขุดดินเกลือไหม

N6 : เคยไปเล่นกับเพื่อนแล้วก็ช่วยกันขุดดินเอามาให้ขายของเพื่อนต้มเกลือ แต่ที่บ้านผมไม่มีคนต้มครับ

จากการตอบคำถามและการสัมภาษณ์ของนักเรียนกลุ่มนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนหนึ่งสามารถยกตัวอย่างสิ่งที่ใช้ในการต้มเกลือและบอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือได้เพราะเคยเห็นการต้มเกลือมาก่อน และมีนักเรียนอีกส่วนหนึ่งที่ยกตัวอย่างสิ่งที่ใช้ในการต้มเกลือและบอก

เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการทำเกลือเช่นกัน แต่เป็นคำตอบที่ได้จากการคาดคะเนเพราะไม่เคยเห็นการต้มเกลือ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ตอบคำถามโดยการยกตัวอย่างสิ่งที่ใช้ในการต้มเกลือ มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้เพียง 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ คือ N14 ตอบว่า “บีบ ใช้ในการต้มเกลือ” และผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมดังนี้

ผู้วิจัย : ในการผลิตเกลือสินเธาว์มีวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือ อะไรบ้างที่นักเรียนรู้จัก

N14 : บีบ

ผู้วิจัย : บีบใช้ทำอะไรในการต้มเกลือ

N14 : ไม่รู้ว่าบีบใช้อย่างไร เพื่อนบอกว่าบีบใช้ได้หนูก็เลยตอบค่ะ

ผู้วิจัย : เคยเห็นชาวบ้านเขาต้มเกลือบ้างไหม

N14 : ไม่เคยเห็นค่ะ เพราะที่หมู่บ้านของหนูเขาไม่มีการต้มเกลือ

จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมแสดงให้เห็นว่า N14 ไม่มีความรู้เกี่ยวกับการต้มเกลือ เนื่องจากไม่เคยเห็นการต้มเกลือมาก่อน

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ตอบคำถามโดยการยกตัวอย่างสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือ มีนักเรียนตอบคำถามในกลุ่มนี้ 3 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ เช่น N4 ตอบว่า “เตาไฟใช้หุงข้าว ฟืนมีประโยชน์ก่อกไฟได้” N9 ตอบว่า “ต้นไม้แดงเอาไว้ทำฟืน” และผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมดังนี้

ผู้วิจัย : ในการผลิตเกลือสินเธาว์ นักเรียนคิดว่าควรมีวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือ อะไรบ้างที่นักเรียน รู้จัก

N4 : เตาไฟใช้หุงข้าว ฟืนก่อกไฟได้

N9 : ต้นไม้แดงเอาไว้ทำฟืน

ผู้วิจัย : สิ่งที่นักเรียนยกตัวอย่างใช้ทำอะไรในการต้มเกลือ

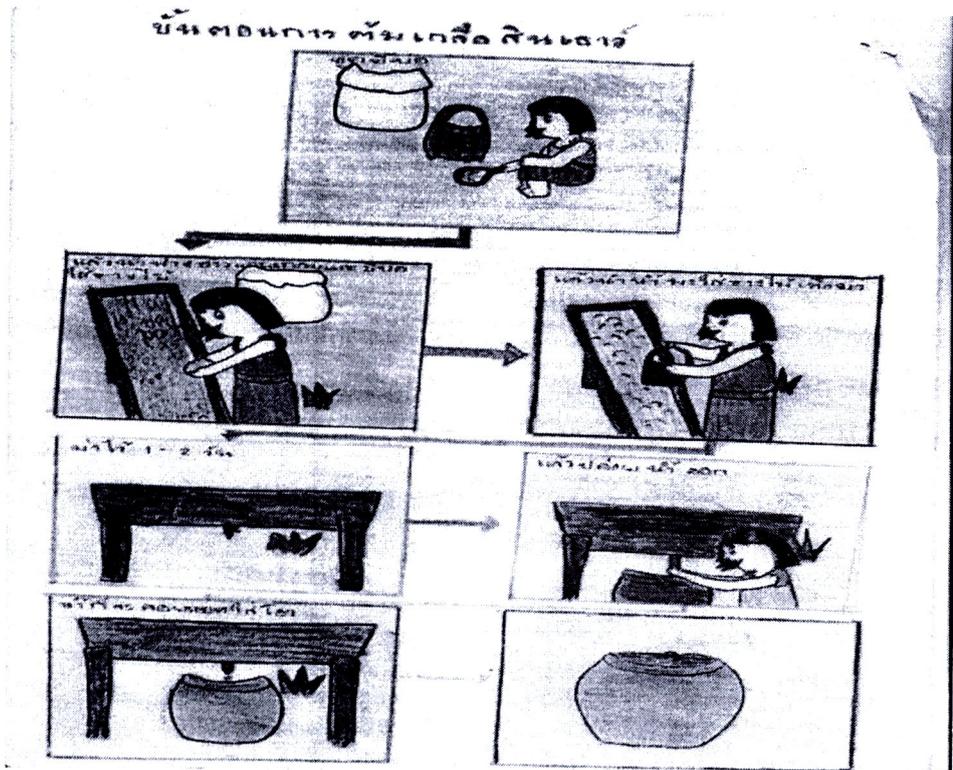
N4 : ไม่เคยต้มเกลือ ไม่รู้ว่าใช้อะไรบ้าง แต่น่าจะมีการก่อกไฟเพราะต้องใช้ในการต้มเกลือ

N9 : ไม้แดงสำหรับทำฟืนต้มน้ำใช้ในการทำอาหาร เผาถ่าน

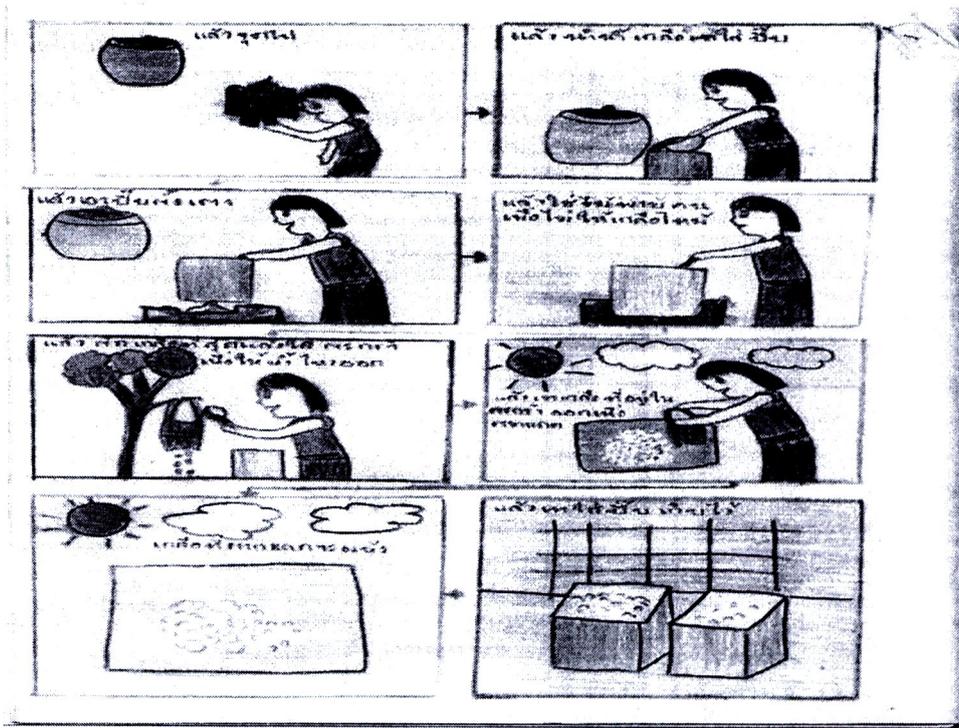
จากการตอบคำถามและการสัมภาษณ์ของนักเรียนกลุ่มนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่รู้จักวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือสินเธาว์เนื่องจากไม่เคยต้มเกลือสินเธาว์ แต่สามารถยกตัวอย่างและบอกประโยชน์ของวัสดุที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้

### 3.2 การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของวัสดุ

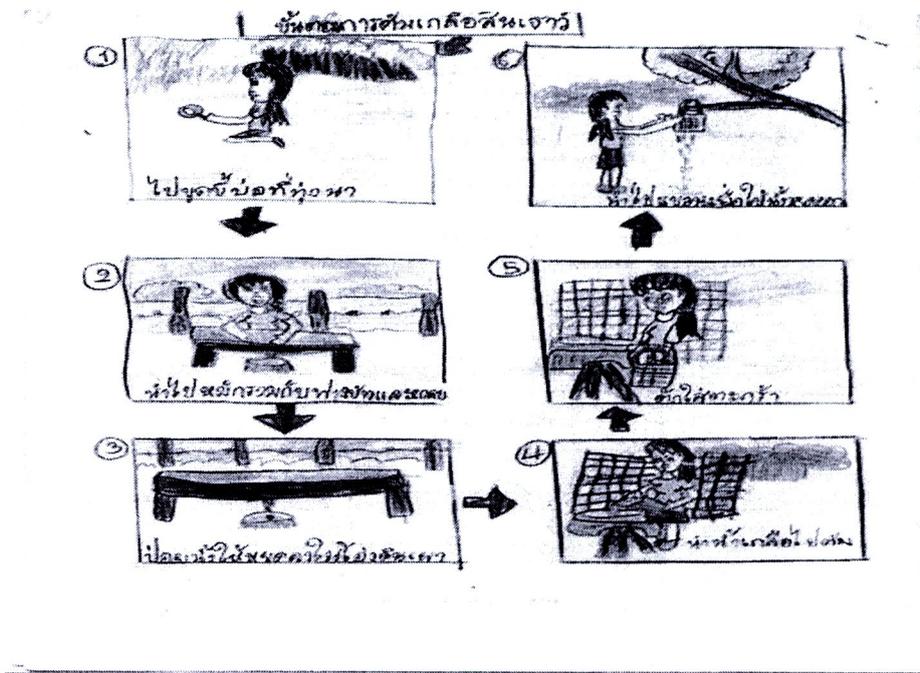
จากผลการวิเคราะห์ห้มนมติก่อนเรียนแสดงให้เห็นว่า นักเรียนบางส่วนไม่สามารถยกตัวอย่างวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือและไม่สามารถบอกประโยชน์ของวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดการเรียนรู้โดยนักเรียนทำการสำรวจอุปกรณ์การต้มเกลือสินเธาว์และทำการสำรวจถามชาวบ้านที่ทำการต้มเกลือสินเธาว์ และอภิปรายร่วมกันว่าอุปกรณ์ใช้ในขั้นตอนใดในการต้มเกลือสินเธาว์



ภาพที่ 5 แผนผังแสดงขั้นตอนการใช้อุปกรณ์ในการต้มเกลือสินเธาว์ของ ค.ญ.สุภาวี ศรีทอง



ภาพที่ 6 แผนผังแสดงขั้นตอนการใช้อุปกรณ์ในการต้มเกลือสินเธาว์ของ ค.ญ.รุ่งนภา พิลา



ภาพที่ 7 แผนผังแสดงขั้นตอนการใช้อุปกรณ์ในการต้มเกลือสินเธาว์ของ ค.ญ.วัฒนา ช่างศรี

จากผลงานของนักเรียนที่บันทึกการที่ได้ไปสำรวจและสัมภาษณ์ชาวบ้านที่ต้มเกลือ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจลำดับขั้นตอนของการต้มเกลือสินเธาว์และมีความเข้าใจ เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ในการต้มเกลือสินเธาว์ที่ทำมาจากวัสดุต่างๆ ต่อจากนั้นนักเรียนได้ทำใบ บันทึกกิจกรรมการใช้อุปกรณ์ในการต้มเกลือสินเธาว์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถบอก ประโยชน์ของอุปกรณ์การต้มเกลือสินเธาว์ได้

ชื่อ..... เลขที่.....

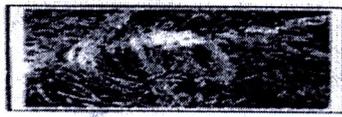
ใบบันทึกกิจกรรม ที่ 1

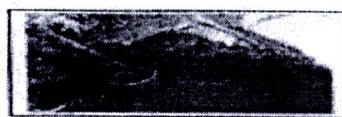
เรื่อง วัสดุที่ใช้ในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์



ตอนที่ 1

- 

ทำไมจึงใช้กระบวนการทำเกลือสินเธาว์อย่างนี้  
ใช้คนขุดดิน เพื่อเอาดินออกมาให้  
สะอาดขึ้น
- 

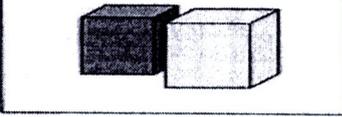
ทำไมจึงใช้กระบวนการทำเกลือสินเธาว์  
แบบนี้ คนขุดดินขึ้นมาแล้ว
- 

ทำไมจึงใช้กระบวนการทำเกลือสินเธาว์  
แบบนี้ คนขุดดินขึ้นมาแล้ว
- 

ทำไมจึงใช้กระบวนการทำเกลือสินเธาว์  
แบบนี้ คนขุดดินขึ้นมาแล้ว
- 

ทำไมจึงใช้กระบวนการทำเกลือสินเธาว์  
แบบนี้ คนขุดดินขึ้นมาแล้ว
- 

ทำไมจึงใช้กระบวนการทำเกลือสินเธาว์  
แบบนี้ คนขุดดินขึ้นมาแล้ว
- 

ทำไมจึงใช้กระบวนการทำเกลือสินเธาว์  
แบบนี้ คนขุดดินขึ้นมาแล้ว
- 

ทำไมจึงใช้กระบวนการทำเกลือสินเธาว์  
แบบนี้ คนขุดดินขึ้นมาแล้ว

ภาพที่ 8 ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องวัสดุที่ใช้ในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์ ของ ด.ญ.สุภาวีย์ ศรีทอง

ชื่อ ด.ญ. วิภาดา ปุยะสันติ ชั้น ป.6 เลขที่ 19

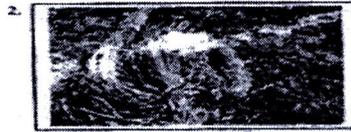


ใบบันทึกกิจกรรม ที่ 1  
เรื่อง วัสดุที่ใช้ในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์

ตอนที่ 1



วัสดุที่ใช้ในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์  
ใช้วัสดุที่มีชื่อ วัสดุคือ ขี้เถ้า  
ใส่ลงในน้ำต้ม นานๆ ไปได้



ช่างช่วยกรรมกรคนใช้ในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์  
ใช้กรรมกรคนนำจากดินแล้ว  
ทำขึ้น



น้ำใช้ในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์  
เพื่อใช้ต้ม  
เกลือสินเธาว์แล้ว  
เพื่อใช้ต้มเกลือสินเธาว์  
เกลือสินเธาว์ตามใจชอบ



วัสดุที่ใช้ในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์  
ใช้กรรมกรคนนำจากดินแล้ว  
ทำขึ้น  
แล้วใช้ต้มเกลือสินเธาว์  
แล้วใช้ต้มเกลือสินเธาว์ตามใจชอบ

ภาพที่ 9 ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องวัสดุที่ใช้ในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์ของ ด.ญ.วิภาดา ปุยะสันติ

จากการตอบคำถามของนักเรียนในใบบันทึกกิจกรรม นักเรียนสามารถอธิบายการใช้ งานวัสดุและอุปกรณ์ในการต้มเกลือต่างๆ ได้ เช่น “ฟางข้าวมีไว้สำหรับรองรังไม้ ก่อนที่จะใส่ ขี้เถ้าเพื่อกรองน้ำขี้เถ้าให้สะอาด น้ำใช้ผสมขี้เถ้าเพื่อให้เกลือในขี้เถ้าละลายออกมากลายเป็นน้ำเค็ม สำหรับต้ม” ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้วัสดุอุปกรณ์ในการต้มเกลือสินเธาว์ในขั้นตอนต่างๆ จากนั้นนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายถึงสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทำเกลือสินเธาว์โดยนักเรียนจับสลากวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือสินเธาว์ และแสดงบทบาทสมมติเพื่อให้นักเรียนได้อธิบายสมบัติของวัสดุและสาเหตุที่วัสดุในการต้มเกลือสินเธาว์ ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงบทบาทสมมติได้ บางคนก็ทำท่าทางเป็นอุปกรณ์ต่างๆ บางคนก็ใช้การบอกสมบัติของ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ตนเองจับสลากได้ เพื่อให้เพื่อนๆ ในห้องทายกันว่าตัวเองเป็นอะไร และเพื่อนในห้องก็สามารถตอบคำถาม ได้เป็นอย่างดี เป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดความสนุกสนานมาก



ภาพที่ 10 นักเรียนแสดงเหตุการณ์สมมติเป็นอุปกรณ์ในการต้มเกลือสินเธาว์

- ผู้วิจัย : บอกได้ไหมว่าเพื่อนๆ แสดงเป็นอุปกรณ์ใดในการต้มเกลือสินเธาว์  
 นักเรียน : เป็นรางไม้  
 ผู้วิจัย : แล้วรางไม้ มีสมบัติเป็นอย่างไร  
 นักเรียน : เป็นไม้แข็ง ของแข็ง  
 นักเรียน : ต้องไม่มียาง  
 นักเรียน : เป็นไม้ที่ตายแล้ว  
 ผู้วิจัย : รางไม้ใช้ทำอะไรในการต้มเกลือ  
 นักเรียน : ใช้แช่เกลือ  
 นักเรียน : ใช้หมักน้ำจืด

จากนั้นนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับเหตุผลที่ใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์ เช่น

- ผู้วิจัย : เพราะเหตุใดจึงใช้ป้าในการต้มเกลือสินเธาว์  
 N10 : เพราะทนความร้อนได้ดี  
 ผู้วิจัย : เพราะเหตุใดจึงใช้ฟางข้าวในการต้มเกลือสินเธาว์  
 N13 : กรองดินไม่ให้ดินตกไปใส่น้ำเกลือ

### 3.3 มโนคติหลังเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับประโยชน์ของวัสดุ

สำหรับมโนคติของนักเรียนในเรื่องประโยชน์ของวัสดุ ผู้วิจัยได้ใช้คำถามว่า “ในการผลิตเกลือสินเธาว์ มีวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือ อะไรบ้างที่นักเรียนรู้จัก พร้อมบอกประโยชน์ของวัสดุ นั้น” ผู้วิจัยขอแนะนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียน ตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ พบว่า

คำตอบของนักเรียนมีเพียง 1 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ตอบโดยการยกตัวอย่างสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือ และบอกประโยชน์ รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 16 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ประโยชน์ของวัสดุ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม้ ใช้ทำรางไว้สำหรับต้มเกลือ</li> <li>- ปิ๊บ ใช้ทำภาชนะสำหรับต้มเกลือ</li> <li>- โอ่งดินเผา ใช้ใส่น้ำเกลือก่อนนำไปต้ม ฯลฯ</li> </ul>	กลุ่มที่ 1*: ยกตัวอย่างวัสดุพร้อมบอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือ	19	100.00
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 16 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับประโยชน์ของวัสดุ พบว่า นักเรียนร้อยละ 100.00 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยยกตัวอย่างวัสดุพร้อมบอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือได้

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบคำถามโดยการยกตัวอย่างสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือและบอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือ มีทั้งหมดจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 ตัวอย่างของนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ เช่น N4 ตอบว่า “ไม้พายไว้คนเกลือเวลาที่เกลือจะไหม้ เหล็กใช้ช้อนช้อน ราง ไม้ใช้ในการใส่ช้อนใส่เกลือและฟางข้าว” N9 ตอบว่า “รางไม้สำหรับใส่ฟางข้าวและแกลบ ตะกร้าไว้ใส่เกลือเมื่อต้มเสร็จแล้วก็ห้อยไว้ให้เกลือแห้ง” N13 ตอบว่า “รางเกลือใช้ใส่แกลบ ฟางข้าว ช้อน และน้ำ ตามลำดับ แกลบและฟางข้าวใช้กรอง ปิ๊บต้มเกลือ โอ่งดินเผาใช้ใส่น้ำเกลือที่กรองแล้ว”

ตารางที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและมโนติหลังเรียน เรื่องประโยชน์ของวัสดุ

มโนติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1*: ยกตัวอย่างวัสดุ พร้อมบอก เหตุผลที่เกี่ยวข้อง กับการต้มเกลือ (ร้อยละ84.21)	ปี๊บใหญ่ใช้ใน การต้มน้ำเกลือ ให้แห้งเพื่อให้ เป็นเกลือและไม้ ใช้ในการคน เกลือ	กลุ่มที่ 1*: ยกตัวอย่างวัสดุ พร้อมบอก เหตุผลที่เกี่ยวข้อง กับการต้มเกลือ (ร้อยละ100.00)	ไม้พายไว้คนเกลือ เวลาที่เกลือจะไหม้ เหล็กใช้ช้อนช้อน ราง ไม่ใช้ในการใส่ช้อน ใส่เกลือและฟางข้าว	*สอดคล้องกับ มโนติทาง วิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : ยกตัวอย่างสิ่ง ใช้ในการต้ม เกลือ (ร้อยละ5.26)	ปี๊บ ใช้ในการต้ม เกลือรู้แต่ไม่รู้ ปี๊บทำอะไรใน การต้มเกลือ	-	-	-
กลุ่มที่ 3 : ยกตัวอย่างสิ่ง ไม่เกี่ยวข้อง กับการต้มเกลือ (ร้อยละ10.53)	เตาไฟใช้หุงข้าว พื้นมีประโยชน์ ก่อไฟได้	-	-	-

จากผลการวิเคราะห์มโนติก่อนเรียนจะเห็นว่ามโนติก่อนเรียนส่วนหนึ่งที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับการต้มเกลือเนื่องจากไม่เคยเห็นการต้มเกลือมาก่อน และมีนักเรียนบางส่วนที่สามารถยกตัวอย่างสิ่งที่ใช้ในการต้มเกลือและบอกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการต้มเกลือได้จากการพบเห็นและเคยทำการต้มเกลือ สำหรับการวิเคราะห์มโนติหลังเรียน นักเรียนทุกคนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับวัสดุในการต้มเกลือและบอกประโยชน์ของวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือได้สอดคล้องกับมโนติทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าแหล่งเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวัสดุและประโยชน์ของวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือสินเธาว์ ยกตัวอย่าง เช่น ในการสำรวจมโนติก่อนเรียนของ N14 พบว่าไม่มีความรู้เกี่ยวกับการต้มเกลือเนื่องจากไม่เคยเห็นการต้มเกลือมาก่อน แต่ในการสำรวจหลังเรียน N14 ตอบว่า “ปี๊บใช้ในการต้มเกลือ ถังน้ำใช้ในการต้มน้ำ ไม้พายใช้ในการคนเกลือ โองใช้ในการตักเก็บน้ำเกลือ” ซึ่งสอดคล้องกับมโนติทางวิทยาศาสตร์ และในการสำรวจมโนติก่อน

เรียนและการสัมภาษณ์ของ N4 พบว่าไม่รู้จักวัสดุที่ใช้ในการคัมเกลือสินเธาว์เนื่องจากไม่เคยคัมเกลือสินเธาว์ แต่สามารถยกตัวอย่างและบอกประโยชน์ของวัสดุที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้ แต่ในการสำรวจมโนคติหลังเรียน N4 ตอบว่า “ไม่พวยไว้คนเกลือเวลาที่เกลือจะไหม้ เหล็กใช้ชุคซีบ่อ รางไม้ใช้ในการใส่ซีบ่อใส่เกลือและฟางข้าว” ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

#### 4. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ เกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง

##### 4.1 มโนติก่อนเรียนเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง

เกี่ยวกับมโนติของนักเรียนเรื่องสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง โดยการตอบคำถามว่า “ตามความเข้าใจของนักเรียนสารที่มีสถานะเป็นของแข็งมีสมบัติอย่างไร ยกตัวอย่างของแข็งที่นักเรียนรู้จัก พร้อมบอกเหตุผล” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ตอบโดยอธิบายเกี่ยวกับรูปร่างของของแข็ง กลุ่มที่ตอบโดยบรรยายถึงความแข็ง กลุ่มที่ตอบโดยอธิบายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของของแข็ง และกลุ่มที่ตอบโดยการยกตัวอย่างของแข็ง รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 18 แสดงมโนติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
ของแข็ง มีรูปร่างและปริมาตรคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ มีมวล สัมผัสได้ และต้องการที่อยู่	กลุ่มที่ 1*: รูปร่างของของแข็ง	6	31.57
	กลุ่มที่ 2 : บรรยายถึงความแข็ง	10	52.61
	กลุ่มที่ 3 : การใช้ประโยชน์ของของแข็ง	1	5.26
	กลุ่มที่ 4 : ยกตัวอย่างของแข็ง	2	10.53
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 18 แสดงผลการสำรวจมโนติของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง พบว่านักเรียนร้อยละ 31.57 (กลุ่มที่ 1) มีมโนติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายถึงรูปร่างของของแข็ง ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 68.43 (กลุ่มที่ 2, 3

และ 4) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยบรรยายถึงความแข็ง กล่าวถึงการใช้ประโยชน์ และยกตัวอย่างของแข็ง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบเกี่ยวกับรูปร่างของของแข็ง มีนักเรียนตอบคำถามในกลุ่มนี้ 6 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 31.57 ตัวอย่างของนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N5 ตอบว่า “มีสมบัติของมันคือของแข็งที่ไม่อ่อนและเป็นของแข็งที่ใช้ได้และถ้าเราเอาเหล็กต่อกันให้เป็นรูปอื่นได้” N19 ตอบว่า “มีสมบัติเป็นของแข็งอีกชนิดหนึ่งซึ่งจะทำให้เกาะตัวกันเป็นก้อน เช่น เหล็ก เป็นของแข็งชนิดหนึ่ง” และ N12 ตอบว่า “จะคงตัวในรูปร่างเดิม ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงและต้องการที่อยู่ เช่น หิน เพราะน้ำหนักคงที่ รูปร่างไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่ใส่” ซึ่งเห็นได้ว่านักเรียนสามารถอธิบายความหมายของของแข็งได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าของแข็งมีรูปร่างคงที่ การเรียงตัวของอนุภาคจะอยู่กันอย่างหนาแน่น ทำให้คงรูปร่างอยู่ได้โดยไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ และสามารถยกตัวอย่างของแข็งได้ถูกต้อง แต่นักเรียนยังขาดการอธิบายถึงมวลและปริมาตรของของแข็ง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ตอบโดยการบรรยายถึงความแข็ง มีนักเรียนตอบคำถามในกลุ่มนี้ 10 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 52.61 ตัวอย่างของนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N1 ตอบว่า “แข็งทนไม่แตกง่าย เช่น หิน เหล็กแข็ง” N8 ตอบว่า “มันจะแข็ง ทนไม่แตก เช่น ไม้ โต๊ะ เก้าอี้ เพราะมันแข็ง” N11 ตอบว่า “หินสามารถเป็นของแข็งได้เพราะว่าสมบัติของหินมีความแข็งตัว เหล็ก เพราะว่าเป็นเหล็กเป็นของแข็งและมีความแข็งมาก” จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมโนคติเกี่ยวกับสารที่อยู่ในสถานะของแข็งว่าต้องมีความแข็ง ไม่แตกง่าย จับต้องได้ เป็นการอธิบายถึงสมบัติด้านความแข็งของวัสดุ ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับนิยามของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนกลุ่มนี้สามารถยกตัวอย่างของแข็งได้ถูกต้อง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ตอบโดยอธิบายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของของแข็ง มีนักเรียนตอบคำถามในกลุ่มนี้ 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N4 ตอบว่า “เหล็ก ลวด เหล็กใช้ทำรั้ว ลวดใช้ล้อมรอบบ้าน ใช้ทำรั้ว ทำตาข่าย” เห็นได้ว่านักเรียนไม่ได้อธิบายความหมายของของแข็ง แต่ยกตัวอย่างของของแข็งและกล่าวถึงการ ใช้ประโยชน์ของของแข็งได้

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 4 ที่ตอบโดยการยกตัวอย่างของแข็ง มีนักเรียนตอบคำถามในกลุ่มนี้ 2 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N9 ตอบว่า “อะไรก็ได้ที่เป็นพวกเหล็กและพวกต่างๆ เช่น เหล็ก ถั่ว ลูกอม ถั่วขาว ถั่วดำ” และ N18 ตอบว่า “มีสมบัติอย่างเช่น หิน เหล็ก สังกะสี แยกกัน ชั้นวางหนังสือ” เห็นได้ว่านักเรียนไม่ได้อธิบายความหมายของของแข็ง แต่สามารถยกตัวอย่างของได้ถูกต้อง



ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง อุปการภไต้งแกกถือสิทธินหาร

ข้อ 2 ที่นกลกถือ 3 รารไม 4 ฟางบั้ง

อุปการภไต้งแกกถือสิทธินหาร
ไร้จางว ทอไม ทอไม ไร้ไม ไร้จางว รารไม กอไม กอไม รารไม เสา เสา โถ้งคินเภา ปั้ง ฟางบั้ง เภา
เห็นไร้จางว
ไร้จางว ทอไม ทอไม ไร้ไม ไร้จางว รารไม เสา

ภาพที่ 13 แสดงผลการจำแนกสารของนักเรียนกลุ่มที่ 2

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง อุปการภไต้งแกกถือสิทธินหาร

อุปการภไต้งแกกถือสิทธินหาร	เห็นไร้จางว
กอไม ทอไม ปั้ง กอไม ทอไม รารไม โถ้งคินเภา เภา เสา เสา	แกกข ฟางบั้ง เสา ไร้จางว กอไม กอไม ทอไม ทอไม

ภาพที่ 14 แสดงผลการจำแนกสารของนักเรียนกลุ่มที่ 3

จากตัวอย่างผลงานของนักเรียน พบว่ามีการใช้เกณฑ์ในการจำแนกที่หลากหลาย เช่น ใช้เกณฑ์จำแนกสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น สิ่งที่มีในธรรมชาติ สิ่งที่เป็นของแข็ง และสิ่งที่มีไม้เป็นส่วนประกอบ แสดงให้เห็นว่ามีนักเรียนส่วนหนึ่งสามารถบอกได้ว่าสิ่งใดเป็นของแข็ง ซึ่งผู้วิจัยได้สนทนากับนักเรียนกลุ่มนี้ ดังนี้

ผู้วิจัย : สิ่งที่นักเรียนบอกว่าเป็นของแข็งมีสมบัติอย่างไร

N13 : มันแข็ง

N16 : มันไม่อ่อน

N11 : มันแข็งแรง

N12 : ใช้ทำสิ่งของที่แข็งแรง

ซึ่งจะเห็นว่านักเรียนให้ความหมายของของแข็งเกี่ยวกับสมบัติด้านความแข็งเพียงอย่างเดียว ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดการเรียนรู้เพื่อที่จะให้นักเรียนได้เข้าใจถึงสมบัติด้านรูปร่าง มวล ปริมาตร ของของแข็ง โดยแบ่งเป็นกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับรูปร่าง มวล และปริมาตรของของแข็งที่ละกิจกรรม กิจกรรมแรกเป็นการศึกษาสมบัติด้านรูปร่างของของแข็ง โดยนักเรียนพิจารณาก้อนหินและแท่งไม้ว่ามีรูปร่างอย่างไร เมื่อนำก้อนหินและแท่งไม้ไปวางตามที่ตั้งต่างๆ เมื่อนำก้อนหินและแท่งไม้ใส่ภาชนะหลายๆ แบบ เพื่อให้นักเรียนสังเกตว่ารูปร่างของก้อนหินและแท่งไม้มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ซึ่งนักเรียนตอบได้ว่า “ก้อนหินและแท่งไม้มีรูปร่างเหมือนเดิมไม่ว่าจะเอาไปวางที่ไหน หรือใส่ในภาชนะใดก็จะมีรูปร่างเหมือนเดิม” จากการทำกิจกรรมผู้วิจัยแนะนำข้อสรุปเกี่ยวกับรูปร่างของหินและแท่งไม้ว่า “หินและไม้จะมีรูปร่างไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่ใส่”

ในการศึกษาเรื่องมวลของของแข็ง ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนชั่งก้อนหินและแท่งไม้เพื่อเปรียบเทียบมวลโดยการคาดคะเน และตอบคำถามผู้วิจัยดังบทสนทนาต่อไปนี้



ภาพที่ 15 นักเรียนพิจารณาก้อนหินและแท่งไม้

ผู้วิจัย : ก้อนหินและไม้สิ่งใดหนักกว่ากัน

N12 : ก้อนหิน

ผู้วิจัย : มีวิธีหามวลของก้อนหินและแท่งไม้ได้อย่างไร

N19 : ใช้ตาชั่ง

N5 : การชั่งดู

จากนั้นนักเรียนทำกิจกรรมโดยการชั่งมวลของก้อนหินและแท่งไม้ ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปสมบัติเกี่ยวกับมวลของของแข็ง

ผู้วิจัย : จากกิจกรรมนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

N7 : จากกิจกรรม สรุปว่า หินและไม้จะมีมวล

N4 : หินและไม้มีมวล มวลหาได้จากการชั่ง

จากการทำกิจกรรมผู้วิจัยแนะนำข้อสรุปเกี่ยวกับมวลของหินและแท่งไม้ว่า “หินและไม้มีมวล ซึ่งหาได้จากเครื่องชั่งมวล” กิจกรรมต่อไปเป็นการศึกษาสมบัติด้านปริมาตรของของแข็ง โดยนักเรียนร่วมกันค้นหาวิธีที่ใช้ในการหาปริมาตรของแท่งไม้และปริมาตรของก้อนหิน

ผู้วิจัย : ปริมาตรคืออะไร

N1 : ปริมาตรคือเนื้อไม้ที่รวมกันทั้งหมด ปริมาตรคือเนื้อของก้อนหินที่รวมกัน

N10 : ถ้ามีสิ่งของอยู่ก้อนหนึ่ง ปริมาตรก็คือสิ่งของเล็กๆที่รวมกันเป็นก้อนใหญ่

ผู้วิจัย : หาปริมาตรของวัตถุได้อย่างไร

N13 : เคยหาแต่ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

N3 : เราก็วัดความยาว ความกว้าง และความสูงของแท่งไม้ พอได้แล้วเราก็เอามาคูณกัน ก็จะได้ออกมาเป็นปริมาตรของไม้

ผู้วิจัย : หาปริมาตรของแท่งไม้ซึ่งเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้โดยการคำนวณ แล้วปริมาตรของก้อนหินได้อย่างไร

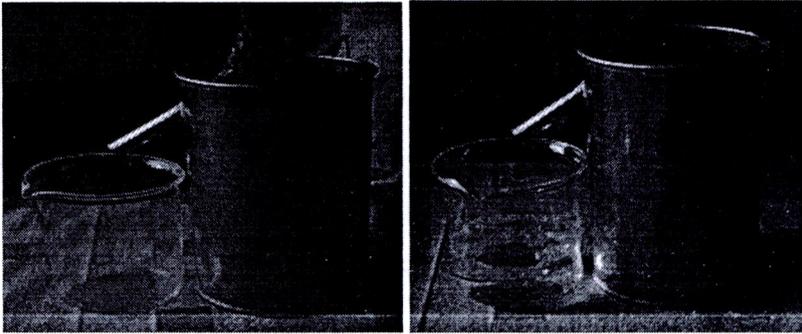
N7 : ก้อนหินไม่ใช่ทรงอะไรเลย จะกลมก็ไม่กลม จะสามเหลี่ยมก็ไม่ใช่ หาปริมาตรไม่ได้

N6 : เราจะเอาไปชั่งได้ไหม

N10 : ไม่ได้ ถ้าชั่งเราก็หามวลของมันนะสิ

จากบทสนทนาแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถหาปริมาตรแท่งไม้โดยการคำนวณเนื่องจากแท่งไม้เป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก แต่นักเรียนไม่สามารถใช้วิธีการคำนวณเพื่อหาปริมาตรของก้อนหินได้เนื่องจากก้อนหินไม่ใช่ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและไม่ใช่วัสดุทรงสามมิติที่สามารถหาปริมาตรได้ด้วยสูตรคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงแนะนำนักเรียนว่าสามารถหาปริมาตรของก้อนหิน

ได้โดยอาศัยสมบัติการแทนที่น้ำซึ่งปริมาตรของก้อนหินที่จมน้ำจะเท่ากับปริมาตรของน้ำที่ไหลออกจากถ้วยยูริกา โดยให้นักเรียนศึกษาการหาปริมาตรของก้อนหินโดยการแทนที่น้ำจากใบกิจกรรม



ภาพที่ 16 ภาพแสดงการหาปริมาตรของก้อนหินโดยการแทนที่น้ำ

หลังจากการทำกิจกรรม ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปสมบัติด้านปริมาตรของของแข็ง

ผู้วิจัย : ปริมาตรของก้อนหินและแท่งไม้จะคงที่หรือไม่ถ้าหากไปหาปริมาตรที่อื่น

N6 : คงที่ เพราะก้อนหิน ไปอยู่ที่ไหนก็คูณปริมาตรได้ออกมาเท่าเดิม และก้อนหินถ้าเอาไปแทนที่น้ำที่ไหนก็น่าจะได้ปริมาตรเท่าเดิม

N9 : ปริมาตรคงที่เพื่อเราลองทำดูตั้งสามครั้งมันก็เกือบเท่าเดิม

ผู้วิจัย : จากกิจกรรมนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

N13 : จากกิจกรรม สรุปว่า ก้อนหินและแท่งไม้สามารถหาปริมาตรได้

N17 : ก้อนหินและแท่งไม้ มีปริมาตรคงที่

N15 : ถ้าสิ่งของเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากหาปริมาตรได้โดยการคำนวณ ถ้ารูปร่างคล้ายก้อนหินหาปริมาตรได้โดยการแทนที่น้ำ

N18 : หน่วยปริมาตรเป็นลูกบาศก์

ผู้วิจัยแนะนำข้อสรุปเกี่ยวกับปริมาตรของก้อนหินและแท่งไม้ว่า “ก้อนหินและแท่งไม้ไม่มีปริมาตรคงที่ สามารถหาปริมาตรได้สองวิธี ถ้าวัตถุเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากหาปริมาตรโดยการคำนวณ ถ้ารูปร่างไม่เป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก สามารถหาปริมาตรได้โดยการแทนที่น้ำ”

เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมครบทั้งสามกิจกรรมแล้ว ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปสมบัติดังกล่าวเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่สมบัติของของแข็ง โดยใช้ผู้วิจัยใช้คำถาม “จากการทำกิจกรรมก้อนหินและแท่งไม้มีสมบัติใดเหมือนกันบ้าง” ซึ่งนักเรียนสามารถสรุปได้ว่าสมบัติที่เหมือนกันคือ

รูปร่างไม่เปลี่ยนแปลงตามภาษาชนที่ใส่เหมือนกัน มีมวลคงที่ มีปริมาตรคงที่ และผู้วิจัยได้แนะนำนักเรียนว่า นักวิทยาศาสตร์เรียกสารที่มีสมบัติเหมือนกัน และแต่งไม้ นั่นคือ มีมวล มีปริมาตรคงที่ รูปร่างไม่เปลี่ยนแปลงตามภาษาที่บรรจุ ว่า “ของแข็ง” จากนั้นนักเรียนยกตัวอย่างของแข็งในชีวิตประจำวันและของแข็งที่ใช้ในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์ ซึ่งนักเรียนสามารถยกตัวอย่างของแข็งได้ถูกต้อง

#### 4.3 มโนคติหลังเรียนเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง

เกี่ยวกับมโนคติของนักเรียนเรื่องสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็งโดยการตอบคำถามว่า “ตามความเข้าใจของนักเรียนสารที่มีสถานะเป็นของแข็งมีสมบัติอย่างไร ยกตัวอย่างของแข็งที่นักเรียนรู้จัก พร้อมบอกเหตุผล” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียน ตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 5 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ตอบโดยอธิบายเกี่ยวกับรูปร่าง ปริมาตร และมวลของของแข็ง กลุ่มที่ตอบ โดยบรรยายถึงความแข็ง กลุ่มที่ตอบ โดยอธิบายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของของแข็ง กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับการนำความร้อน และกลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับการแทนที่น้ำ รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 19 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
ของแข็ง มีรูปร่างและปริมาตรคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาษาที่บรรจุ มีมวลสัมผัสได้ และต้องการที่อยู่	กลุ่มที่ 1*: รูปร่าง ปริมาตร และมวลของของแข็ง	9	47.3
	กลุ่มที่ 2 : บรรยายถึงความแข็ง	7	36.84
	กลุ่มที่ 3 : การใช้ประโยชน์ของของแข็ง	1	5.26
	กลุ่มที่ 4 : การนำความร้อน	1	5.26
	กลุ่มที่ 5 : การแทนที่น้ำ	1	5.26
รวม		19	100.00

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 19 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง พบว่านักเรียนร้อยละ 47.38 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายถึงรูปร่าง ปริมาตร และมวลของของแข็ง ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 68.43 (กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยบรรยายถึงความแข็ง การใช้ประโยชน์ การยกตัวอย่างของแข็ง และการแทนที่น้ำ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบเกี่ยวกับรูปร่าง ปริมาตร และมวลของของแข็ง มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 9 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.35 ตัวอย่างของนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N1 ตอบว่า “เหล็กเพราะเหล็กรูปร่างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่ใส่” N13 ตอบว่า “รูปร่างคงที่ ปริมาตรคงที่มีมวล เช่น แท่งไม้ เพราะปริมาตรคงที่รูปร่างไม่เปลี่ยนไปตามภาชนะที่ใส่และมีมวล” และ N14 ตอบว่า “ก้อนหิน เป็นของแข็งเพราะมีปริมาตรคงที่รูปร่างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่ใส่ มีปริมาตรคงที่” เห็นได้ว่านักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแข็งได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าของแข็งมีรูปร่างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ มีมวลและปริมาตรคงที่ และสามารถยกตัวอย่างของแข็งได้ถูกต้อง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ตอบโดยการบรรยายถึงความแข็ง พบว่า มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 7 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 36.84 ตัวอย่างของนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N5 ตอบว่า “มีสมบัติที่แข็งตัวไม่ขยับไม่เคลื่อนที่ไปได้ถ้าเราเอาน้ำแข็งมาวางไว้ข้างนอก น้ำแข็งจะละลายถ้าเราเอามาใส่น้ำและไปแช่ตู้เย็นจะกลายเป็นน้ำแข็งเหมือนเดิม เหล็กก็เป็นของแข็งสามารถนำไปทำของใช้และสิ่งต่างๆ ได้ เหล็กเป็นของแข็งที่ไม่มีใครหักได้ เหล็กเป็นเหล็กที่ทนทาน ” N19 ตอบว่า “มีสมบัติแข็งจะใช้อะไรก็ได้ที่มาจากของแข็งจะไม่มีรอย เช่น โองดินเผา มันจะแข็ง และน่าอะไรก็ได้ชุดที่โองดินเผาแล้วมันจะไม่มียรอย” N2 ตอบว่า “ของแข็งบางอย่างเปลี่ยนแปลงรูปร่าง เช่น น้ำแข็งมันแข็งตั้งไว้นานๆ จะกลายเป็นน้ำ น้ำตาล เกลือ ผงชูรส ก็เป็นของแข็ง เพราะว่าเป็นของแข็งที่แข็ง” จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมโนคติเกี่ยวกับสารที่อยู่ในสถานะของแข็งว่าต้องมีความแข็งตัว อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้แต่ก็สามารถทำให้เป็นของแข็งได้เหมือนเดิม และสามารถยกตัวอย่างของแข็งได้ เป็นการอธิบายถึงสมบัติด้านความแข็งของวัสดุ ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับนิยามของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ตอบโดยอธิบายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของของแข็ง มีนักเรียนตอบคำถามในกลุ่มนี้ 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N18 ตอบว่า “มีสมบัติเป็นของแข็ง เช่น เหล็กใช้ก่อสร้างบ้าน สังกะสีใช้หมุงหลังคา” เห็นได้ว่านักเรียนไม่ได้อธิบายความหมายของของแข็ง แต่ยกตัวอย่างของของแข็งและกล่าวถึงการใช้ประโยชน์ของของแข็งได้

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 4 ที่ตอบเกี่ยวกับการนำความร้อน มีนักเรียนตอบคำถามในกลุ่มนี้ 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N7 ตอบว่า “มีสมบัติว่าของแข็งรับความร้อนได้ดี เช่น หม้อเป็นของที่แข็งแล้วก็นำความร้อนได้” ซึ่งนักเรียนไม่ได้อธิบายความหมายของของแข็ง แต่ยกตัวอย่างของแข็งได้โดยอธิบายถึงการนำความร้อนของของแข็ง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 5 ที่ตอบเกี่ยวกับการแทนที่น้ำ มีนักเรียนตอบคำถามในกลุ่มนี้ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N9 ตอบว่า “พอเราเอาของแข็งจมลงในน้ำ น้ำจะไหลไปใส่ภาชนะอื่น เช่น ก้อนหิน เป็นของแข็งที่เราจุ่มน้ำแล้วน้ำไหลไปใส่ขวดอื่น รูปร่างมันเหมือนเดิม” เห็นได้ว่านักเรียนไม่เพียงแต่อธิบายว่าของแข็งรูปร่างไม่เปลี่ยนแปลงเท่านั้น นักเรียนยังได้อธิบายว่าของแข็งเกิดการแทนที่น้ำซึ่งเป็นมโนคติเกี่ยวกับความหนาแน่นของวัตถุ โดยไม่ได้กล่าวถึงสมบัติเกี่ยวกับมวลและปริมาตรของของแข็ง

ตารางที่ 20 แสดงการเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและมโนติหลังเรียน เรื่องสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง

มโนติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1* : รูปร่างของ ของแข็ง (ร้อยละ 31.57)	จะคงตัวในรูปร่างเดิม ไม่เกิดการ เปลี่ยนแปลงและ ต้องการที่อยู่	กลุ่มที่ 1* : รูปร่าง ปริมาตร และมวล ของ ของแข็ง (ร้อยละ 47.38)	รูปร่างคงที่ ปริมาตร คงที่ มีมวล เช่น แท่ง ไม้ เพราะปริมาณ คงที่รูปร่างไม่ เปลี่ยนไปตาม ภาชนะที่ใส่และมี มวล	*สอดคล้องกับ มโนคติทาง วิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : บรรยายถึงความ แข็ง (ร้อยละ 52.61)	แข็ง ทนไม่แตกง่าย เช่น หิน เหล็กแข็ง	กลุ่มที่ 2 : บรรยายถึงความ แข็ง (ร้อยละ 36.84)	มีสมบัติที่แข็งตัวไม่ ขยับไม่เคยอ่อนที่ เหล็กเป็นของแข็งที่ ไม่มีใครหักได้	-
กลุ่มที่ 3 : การใช้ประโยชน์ ของของแข็ง (ร้อยละ 5.26)	เหล็ก ลวด เหล็กใช้ทำ รั้ว ลวดใช้ล้อมรอบ บ้าน ใช้ทำรั้ว ทำตา ข่าย	กลุ่มที่ 3 : การใช้ประโยชน์ ของของแข็ง (ร้อยละ 5.26)	มีสมบัติเป็นของแข็ง เช่น เหล็กใช้ก่อสร้าง บ้าน สังกะสีใช้มุง หลังคา	-

**ตารางที่ 20** แสดงการเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและมโนติหลังเรียน เรื่องสมบัติของสารที่อยู่  
ในสถานะของแข็ง (ต่อ)

มโนติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 4 : ยกตัวอย่าง ของแข็ง (ร้อยละ 10.53)	มีสมบัติอย่างเช่น หิน เหล็ก สังกะสี แยกกัน ชั้นวางหนังสือ	กลุ่มที่ 4 : การนำความร้อน (ร้อยละ 5.26)	ของแข็งรับความ ร้อนได้ดี เช่น หม้อ เป็นของที่แข็งแล้วก็ นำความร้อนได้	-
-	-	กลุ่มที่ 5 : การแทนที่น้ำ (ร้อยละ 5.26)	พอเราเอาของแข็งจม ลงในน้ำ น้ำจะไหล ไปใส่ภาชนะอื่น	-

จากการตอบคำถามของนักเรียนแสดงให้เห็นว่าในการสำรวจหลังเรียน นักเรียนมีการตอบคำถามที่สอดคล้องกับมโนติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นจากก่อนเรียน เห็นได้จากการที่นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของของแข็งได้สอดคล้องกับมโนติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าของแข็งมีรูปร่างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ มีมวลและปริมาตรคงที่ และสามารถยกตัวอย่างของแข็งได้ถูกต้อง แม้ว่าจะมีนักเรียนบางส่วนอธิบายความหมายของของแข็งได้ไม่สอดคล้องกับมโนติทางวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนทุกคนก็สามารถยกตัวอย่างของแข็งได้ถูกต้อง

## 5. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว

### 5.1 มโนติก่อนเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว

สำหรับมโนติของนักเรียนเรื่องสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลวในการตอบคำถามว่า “ตามความเข้าใจของนักเรียนสารที่มีสถานะเป็นของเหลวมีสมบัติอย่างไร และให้ยกตัวอย่างของเหลวที่นักเรียนรู้จัก พร้อมบอกเหตุผล” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่กล่าวถึงรูปร่างของของเหลว กลุ่มที่บรรยายลักษณะของของเหลว กลุ่มที่กล่าวถึงการไหลของของเหลว กลุ่มที่ตอบโดยการยกตัวอย่างของเหลว รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 21 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว

มโนมติกทางวิทยาศาสตร์	มโนมติกของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
ของเหลว มีปริมาตรคงที่ แต่รูปร่างจะเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ มีมวล สัมผัสได้ และต้องการที่อยู่	กลุ่มที่ 1*: รูปร่างของของเหลว	3	15.79
	กลุ่มที่ 2 : บรรยายลักษณะของของเหลว	11	57.89
	กลุ่มที่ 3 : การใช้ประโยชน์ของของเหลว	2	10.53
	กลุ่มที่ 4 : ยกตัวอย่างของเหลว	3	15.79
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100</b>

\*สอดคล้องกับมโนมติกทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 21 แสดงผลการสำรวจมโนมติกของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว พบว่านักเรียนร้อยละ 15.79 (กลุ่มที่ 1) มีมโนมติกสอดคล้องกับมโนมติกทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายว่าของเหลวมีรูปร่างไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 84.21 (กลุ่มที่ 2, 3 และ 4) มีมโนมติกไม่สอดคล้องกับมโนมติกทางวิทยาศาสตร์ โดยบรรยายลักษณะของของเหลว การใช้ประโยชน์ และยกตัวอย่างของของเหลว

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่กล่าวถึงรูปร่างของของเหลว มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 3 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N12 ตอบว่า “รูปร่างไม่คงที่ เปลี่ยนไปตามภาชนะที่ใส่ เช่น น้ำรูปร่างไม่คงที่เปลี่ยนไปตามภาชนะที่ใส่น้ำมะพร้าวก็เปลี่ยนตามภาชนะที่ใส่อีกเหมือนกัน” N13 ตอบว่า “รูปร่างเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ น้ำหนักคงที่ เช่น น้ำ เพราะนำน้ำไปใส่ตามภาชนะต่างๆ น้ำก็มีรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่ใส่น้ำ แต่ก็ยังมีน้ำหนักคงที่” N14 ตอบว่า “มีการเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่ใส่น้ำ เพราะมีการเปลี่ยนรูปร่างตามภาชนะที่ใส่น้ำ” จากคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้ง 3 คนอธิบายได้ว่าของเหลวมีรูปร่างไม่คงที่โดยรูปร่างของของเหลวจะเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ แต่นักเรียนยังขาดการอธิบายถึงมวลและปริมาตรของของเหลว โดยมีเพียง N13 ที่กล่าวถึงน้ำหนักของของเหลวว่ามีน้ำหนักคงที่ถึงแม้ว่าของเหลวจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่บรรยายลักษณะของของเหลว มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 11 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N3 ตอบว่า “มันไม่แข็ง มันเปื่อย มันจับไม่อยู่ เหมือนกับน้ำ” N5 ตอบว่า “น้ำเป็นของเหลวที่ไม่แข็งตัวและจะต่อกันไม่ได้เพราะของเหลวมันไม่แข็งก็ต่อไม่ได้” N10 ตอบว่า “ของเหลวเป็นสิ่งที่เคลื่อนที่ได้และจะไม่เป็นก้อน น้ำคั้นเป็นสมบัติของเหลวเพราะเคลื่อนที่ได้และไม่เป็นก้อน” N18 ตอบว่า “น้ำเพราะว่ามันเคลื่อนที่ได้ มันไม่เป็นก้อน” N7 ตอบว่า “น้ำตาลเป็นของที่เหลวเพราะว่าถ้าเรากินน้ำตาลเข้าไปน้ำตาลก็จะละลาย” ซึ่งผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ N7 เพิ่มเติมว่า

ผู้วิจัย : จากคำตอบของนักเรียนแสดงว่าน้ำตาลเป็นของเหลวใช่ไหม

N7 : ไม่ใช่ครับ น้ำตาลมันเป็นก้อน แต่น้ำตาลเป็นของเหลวตอนที่มันละลาย

ผู้วิจัย : ทำไมถึงเรียกน้ำตาลตอนที่มันละลายว่าเป็นของเหลว

N7 : เพราะมันไม่แข็งเหมือนเดิม

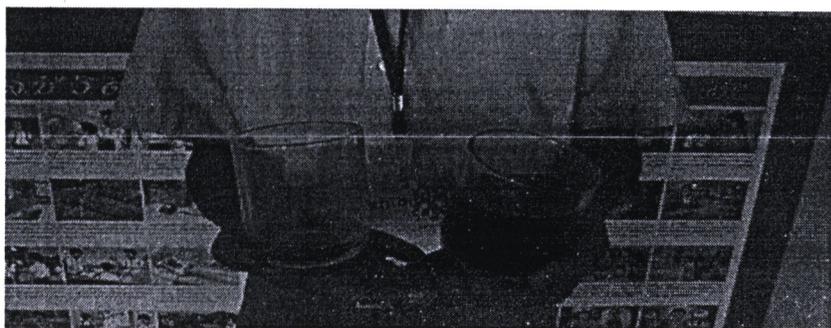
จากการสัมภาษณ์เพิ่มของ N7 ยังเป็นการบรรยายลักษณะของของเหลวว่าไม่แข็งตัว แสดงให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มนี้มีมโนคติเกี่ยวกับสารที่อยู่ในสถานะของเหลวว่าไม่แข็งตัว ไม่จับกันเป็นก้อน เคลื่อนที่ได้ เป็นการเลือกใช้คำที่คุ้นเคยมาบรรยายลักษณะของของเหลว ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว แต่นักเรียนกลุ่มนี้สามารถยกตัวอย่างสารที่อยู่ในสถานะของเหลวได้ถูกต้อง โดยมีเพียง N15 ที่ตอบว่า “ของเหลวมีสมบัติอย่างที่ไม่มีการจะจับได้ เช่น อากาศ เพราะอากาศจะจับไม่ได้” ซึ่งยกตัวอย่างของเหลวได้ไม่ถูกต้อง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่กล่าวถึงการใช้ประโยชน์ของของเหลว มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 2 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N4 ตอบว่า “น้ำเพราะใช้น้ำทำอาหารได้ ใช้น้ำแข็งได้” N6 ตอบว่า “น้ำ น้ำเป็นของเหลวชนิดหนึ่งที่คนดื่มกินและใช้อาบน้ำ” ซึ่งเห็นได้ว่านักเรียนยกตัวอย่างของของเหลวได้ถูกต้องและกล่าวถึงการใช้ประโยชน์ของของเหลวแต่ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 4 ที่ตอบโดยการยกตัวอย่างของเหลว มีนักเรียนตอบคำถามในกลุ่มนี้ 6 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N1 และ N16 ตอบว่า “น้ำเป็นของเหลว” N9 ตอบว่า “น้ำ น้ำอัดลม น้ำเสีย” จากคำตอบของนักเรียนเห็นได้ว่านักเรียนยกตัวอย่างของของเหลวได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้อธิบายความหมายและสมบัติของของเหลวของเหลว

## 5.2 ผลการเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว

จากผลการวิเคราะห์แบบสำรวจก่อนเรียนแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนมากไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปร่าง มวล และปริมาตรของสารที่อยู่ในสถานะของแข็งได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดการเรียนรู้โดยการสำรวจสมบัติเกี่ยวกับมวลของของเหลว รูปร่างของของเหลว ปริมาตรของของเหลว ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนศึกษามวลของของเหลวโดยให้นักเรียนถือน้ำแก้วเปล่าและแก้วใส่น้ำสี ดังภาพ



ภาพที่ 17 ภาพแสดงการเปรียบเทียบมวลระหว่างแก้วที่ใส่น้ำสีกับแก้วที่ไม่ใส่น้ำสี

นักเรียนเปรียบเทียบกันว่าจะระหว่างแก้วสองใบนี้ใบใดมีมวลมากกว่า นักเรียนทุกคนตอบว่าแก้วที่มีน้ำสี ถามต่อว่าน้ำสีมีมวลหรือไม่ ตอบว่ามี เพราะเมื่อใส่น้ำสีลงไปทำให้แก้วใบที่ใส่น้ำสีหนักกว่าแก้วเปล่า

ผู้วิจัย : น้ำมีมวลหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

นักเรียน : น้ำมีมวล ทราบได้จากแก้วที่มีน้ำจะหนักกว่าแก้วที่ไม่มีน้ำ

ผู้วิจัย : จะหามวลของน้ำได้โดยวิธีใด

นักเรียน : การชั่ง

ผู้วิจัย : จะหามวลของน้ำโดยชั่งกับเครื่องชั่งโดยตรงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

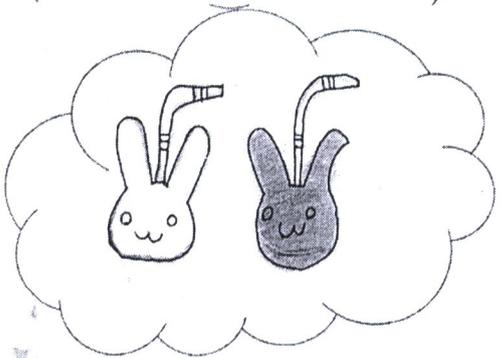
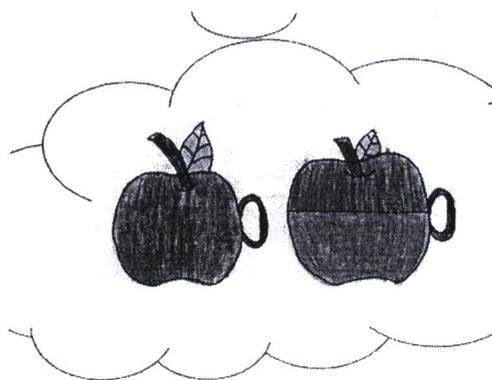
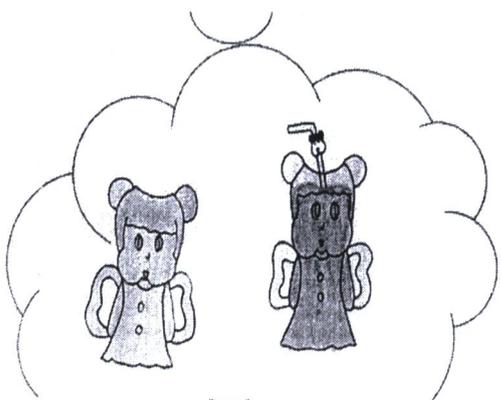
นักเรียน : ไม่ได้ เพราะน้ำมันจะหก

จากกิจกรรมนี้สรุปได้ว่าของเหลวมีมวล จากนั้นนักเรียนแบ่งกลุ่มทำกิจกรรม โดยแต่ละกลุ่มมีสมาชิก 3-4 คน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการชั่งมวลของน้ำ โดยใช้อุปกรณ์ที่ผู้วิจัยมีให้ ได้แก่ เครื่องชั่ง แก้วน้ำ ไม้บรรทัด สายวัด ดินน้ำมัน ซึ่งอุปกรณ์ที่นักเรียนเลือกใช้คือเครื่องชั่ง และแก้วน้ำ ผู้วิจัยได้ถามเหตุผลว่าที่เลือกเครื่องชั่งมาเพราะเหตุใด นักเรียนตอบว่าเนื่องจากนักเรียนเคยใช้เครื่องชั่งสำหรับชั่งหามวลในกิจกรรมเรียนรู้เรื่องสมบัติของของแข็งแล้ว

ส่วนแก้วน้ำที่เลือกเพราะใช้สำหรับใส่น้ำมาซึ่งบนเครื่องชั่ง ไม่มีนักเรียนกลุ่มใดเลือก ไม่บรรทัดสายวัด คินน้ำมัน โดยนักเรียนให้เหตุผลว่า “ไม่เกี่ยว ไม่รู้จะเอามาทำไม ไม่มีประโยชน์ ใช้ไม่ได้” จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการหามวลของน้ำหน้าชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนได้นำเสนอว่า “เอาน้ำใส่แก้วแล้วก็ชั่งบนเครื่องชั่ง” ซึ่งมีนักเรียนบางคนแย้งว่า “มวลที่ได้ไม่ใช่มวลของน้ำเพียงอย่างเดียว แต่ยังเป็นมวลของแก้วน้ำด้วย” นักเรียนจึงได้ช่วยกันคิดหาวิธีชั่งมวลของน้ำ ซึ่งใช้เวลาค่อนข้างนาน ผู้วิจัยจึงเสนอแนะว่าในการหามวลของน้ำในแก้ว นักเรียนต้องทำการชั่งมวลสองครั้ง คือ ชั่งมวลของแก้วน้ำ และชั่งมวลของแก้วน้ำที่ใส่น้ำ แล้วนักเรียนช่วยกันคิดว่าเมื่อชั่งมวลได้ทั้งสองครั้งแล้วจะหามวลของน้ำได้อย่างไร ซึ่งนักเรียนสามารถบอกได้ว่า “ต้องเอามวลของแก้วน้ำที่ใส่น้ำ ลบออกด้วยมวลของแก้วน้ำ ก็จะได้มวลของน้ำ” จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปขั้นตอนการชั่งมวลของน้ำ ได้ดังนี้

- 1) ชั่งมวลของแก้วน้ำ
- 2) ชั่งมวลของน้ำและมวลของแก้วน้ำ
- 3) มวลของน้ำ = มวลของน้ำและมวลของแก้วน้ำ - มวลของแก้วน้ำ

หลังการทำกิจกรรม นักเรียนสามารถสรุปผลได้ว่า “ของเหลวมีมวล” สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับรูปร่างและปริมาตรของของเหลว จัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์สมมติให้นักเรียนเป็นเจ้าของร้านขายน้ำหวาน ให้นักเรียนออกแบบที่ใส่น้ำหวานเพื่อให้ดึงดูดใจลูกค้า ซึ่งนักเรียนได้ออกแบบที่ใส่น้ำหวานได้หลากหลายรูปแบบ ขณะที่ทำกิจกรรมนักเรียนมีความตั้งใจและมีความกระตือรือร้นที่จะนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน



ภาพที่ 18 แสดงผลงานของนักเรียนที่ได้ออกแบบที่ใส่น้ำหวาน

หลังจากนักเรียนนำเสนอผลงาน นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเพื่อสรุปเกี่ยวกับรูปร่าง และปริมาตรของของเหลว ดังนี้

ผู้วิจัย : เพราะเหตุใดนักเรียนจึงออกแบบที่ใส่น้ำหวานได้หลากหลายรูปแบบ

N18 : เพราะน้ำหวานเป็นของเหลว

N12 : เพราะน้ำหวานเป็นของเหลวเลยเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ

N14 : เพราะน้ำหวานเป็นของเหลวจะเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่ใส่

ผู้วิจัย : เมื่อใส่น้ำหวานลงในที่ใส่น้ำหวาน น้ำหวานจะมีรูปร่างเป็นอย่างไร

N18 : เป็นรูปร่างของแก้วที่ใส ถ้าแก้วน้ำเป็นไก่อก็จะออกมาเป็นรูปไก่อ

N15 : เหมือนภาชนะที่ใส

ผู้วิจัย : นักเรียนสามารถเปลี่ยนภาชนะที่ใส่น้ำหวานได้หรือไม่ เมื่อเปลี่ยนภาชนะใหม่แล้วรูปร่างของน้ำหวานเป็นอย่างไร

N17 : เหมือนภาชนะที่ใส

N12 : เปลี่ยนแล้วก็เหมือนภาชนะที่ใส

N13 : เปลี่ยนได้ จะเหมือนภาชนะที่ใส

นักเรียนสรุปเกี่ยวกับรูปร่างของน้ำหวาน นักเรียนร่วมกันสรุปว่า “รูปร่างของน้ำหวานจะเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ” และผู้วิจัยได้ซักถามนักเรียนเกี่ยวกับปริมาตรของน้ำหวานเพื่อหาข้อสรุป ดังนี้

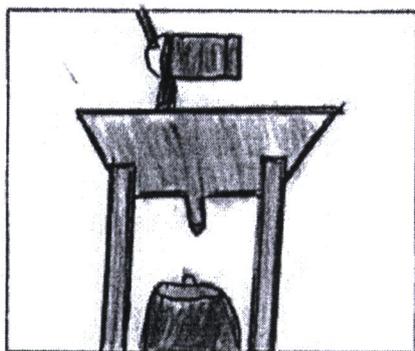
ผู้วิจัย : เมื่อนักเรียนเทน้ำหวานลงในที่ใส่น้ำหวานอันใหม่ ปริมาตรของน้ำหวานจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (ผู้วิจัยต้องอธิบายให้นักเรียนฟังว่าปริมาตรของน้ำหวานก็คือ น้ำหวานทั้งหมดที่ใส่ลงในภาชนะนั่นเอง )

N19 : ไม่เท่าเดิม น้ำหวานจะน้อยลงเพราะน้ำหวานยังเหลืออยู่ในแก้วเดิม

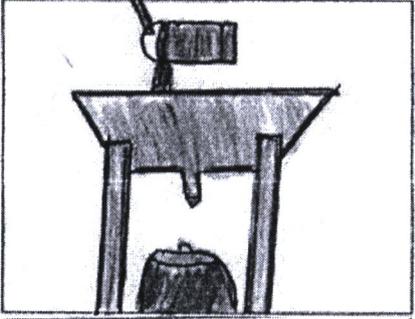
N10 : ไม่เท่าเดิมเพราะน้ำมันติดที่ภาชนะ

N13 : ไม่เท่าเดิม เพราะน้ำติดค้างในแก้ว

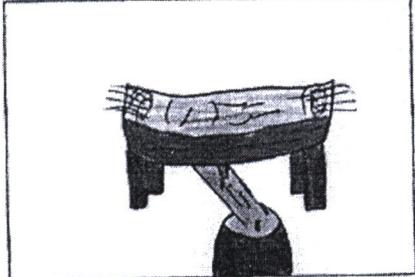
ผู้วิจัยแนะนำนักเรียนว่าในความเป็นจริงแล้วปริมาตรของของเหลวจะเท่าเดิม การที่ปริมาตรของของเหลวลดลงเล็กน้อยเพราะของเหลวติดค้างอยู่ในถุงน้ำหวาน ถ้าเอามารวมกันทั้งหมดก็จะมีปริมาตรเท่าเดิม นักเรียนร่วมกันสรุปอีกครั้งว่า “น้ำหวานจะมีปริมาตรเท่าเดิม” และผู้วิจัยได้แนะนำอีกว่า “นักวิทยาศาสตร์เรียกสารที่มีสมบัติเหมือนน้ำหวานว่า ของเหลว ” และให้นักเรียนร่วมกันสรุปสมบัติของของเหลวเกี่ยวกับมวล รูปร่าง และปริมาตรของของเหลว จะได้ว่า “ของเหลวมีมวลคงที่ รูปร่างเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ และมีปริมาตรคงที่” และผู้วิจัยได้อธิบายเพิ่มเติมว่านอกจากของเหลวจะมีสมบัติที่กล่าวมาแล้ว ของเหลวยังมีสมบัติอื่นๆ เช่น การที่ของเหลวเป็นของไหล ของเหลวไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำเสมอ ในขั้นตอนสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์เกี่ยวข้องกับสมบัติของของเหลวอย่างไรพร้อมทั้งวาดภาพประกอบในใบบันทึกกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 1 และให้ตัวแทนนำเสนอในชั้นเรียน



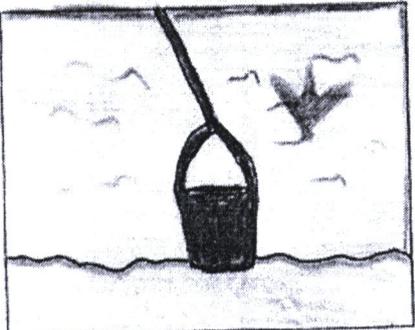
แม่จ๋าเขาว่าควรใช้ราวไม้แขวน  
ซักผ้าให้ดีกว่ามีตะแกรงเหล็ก  
น้ำสะอาด



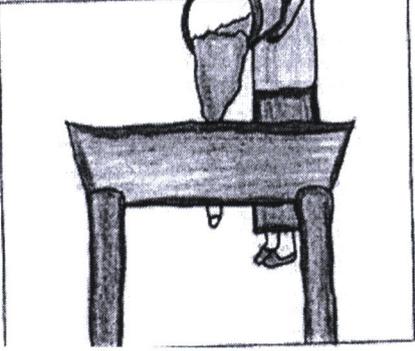
แม่จ๋าเขาว่าควรใช้ราวไม้แขวน  
ซักผ้าให้ดีกว่ามีตะแกรงเหล็ก  
น้ำสะอาด



จ้ะที่ได้ละขนาดของผ้าจะพอดี  
และไปหาซื้อไม้ที่ร้อไว้  
และไปซื้อผ้าให้ด้วย



ขอเหตุผลอะไรก็ได้มันแปลว่า...  
ตามตามชนะที่ใจ



ขอเหตุผลอะไรก็ได้มันแปลว่า...  
ไปซักผ้า

ภาพที่ 19 แสดงขั้นตอนกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์ที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของเหลว

จากผลงานของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถบอกได้ว่ามีการใช้ของเหลวในการทำเกลือสินเธาว์เพื่ออะไร เช่น ใช้น้ำเป็นตัวละลายเกลือในดิน ใช้หลักการว่าน้ำจะไหลจากที่สูงไปสู่ที่ต่ำเสมอจากการทำรางเกลืออยู่สูงและมีท่อน้ำต่อลงมาใส่โถงที่อยู่ข้างล่าง ในการตักน้ำใส่ ถังนักเรียนสามารถบอกสมบัติเกี่ยวกับรูปร่างของเหลวได้ว่ารูปร่างของของเหลวจะเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของของเหลวและสามารถเชื่อมโยงสมบัติของของเหลวเพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่นักเรียนเคยพบเห็นหรือเคยปฏิบัติในชีวิตประจำวันได้

### 5.3 มโนคติหลังเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว

สำหรับมโนคติของนักเรียนเรื่องสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลวในการตอบคำถามว่า “ตามความเข้าใจของนักเรียนสารที่มีสถานะเป็นของเหลวมีสมบัติอย่างไร และให้ยกตัวอย่างของเหลวที่นักเรียนรู้จัก พร้อมบอกเหตุผล” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียน ตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับรูปร่าง มวล และปริมาตรของของเหลว กลุ่มที่บรรยายลักษณะของของเหลว กลุ่มที่กล่าวถึงการ ใช้ประโยชน์ของของเหลว กลุ่มที่ยกตัวอย่างของเหลว รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 22 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
ของเหลว มีปริมาตรคงที่ แต่รูปร่างจะเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ มีมวล สัมผัสได้ และต้องการที่อยู่	กลุ่มที่ 1*: รูปร่าง มวล และปริมาตรของของเหลว	12	63.16
	กลุ่มที่ 2 : บรรยายลักษณะของของเหลว	3	15.79
	กลุ่มที่ 3 : การใช้ประโยชน์ของของเหลว	3	15.79
	กลุ่มที่ 4 : ยกตัวอย่างของเหลว	1	5.26
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 22 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่  
ในสถานะของเหลว พบว่านักเรียนร้อยละ 63.16 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทาง  
วิทยาศาสตร์โดยอธิบายว่าของเหลวมีรูปร่างไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ มีมวลและ  
มีปริมาตรคงที่ ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 36.84 (กลุ่มที่ 2, 3 และ 4) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับ  
มโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยบรรยายลักษณะของของเหลว การใช้ประโยชน์ ยกตัวอย่างของเหลว  
และกล่าวถึงการเปลี่ยนสถานะของน้ำ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่กล่าวถึงรูปร่าง มวล และปริมาตรของของเหลว มีนักเรียน  
ที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 11 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N9  
ตอบว่า “น้ำเปลี่ยนไปตามภาชนะที่ใส่ เช่น ถุงพลาสติก น้ำก็ใส่ถุงพลาสติกได้เพราะว่ามันเป็น  
ของเหลว” N10 ตอบว่า “รูปร่างไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่ใส่ เช่นน้ำเพราะรูปร่างไม่คงที่  
และจะไหลจากข้างบนลงมาข้างล่าง” N13 ตอบว่า “น้ำเป็นของเหลว เพราะปริมาตรคงที่ รูปร่าง  
เปลี่ยนไปตามภาชนะที่ใส่และมีมวล” N14 ตอบว่า “ปริมาตรคงที่ รูปร่างไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงตาม  
ภาชนะที่ใส่ มีปริมาณคงที่” จากคำตอบของนักเรียนหลังเรียนมีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้มาก  
ขึ้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนมากอธิบายความหมายของของเหลวโดยกล่าวว่าของเหลวมีรูปร่าง  
ไม่คงที่โดยรูปร่างของของเหลวจะเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ และมีบางส่วนที่สามารถอธิบาย  
ว่าของเหลวมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงตามภาชนะ มีมวล และปริมาตรของของเหลวจะคงที่ ซึ่งถือว่า  
สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่บรรยายลักษณะของของเหลว มีนักเรียนที่ตอบคำถามใน  
กลุ่มนี้ 3 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N5 ตอบว่า “น้ำเป็นของเหลวที่  
ไม่แข็งตัวได้ไม่เหมือนของแข็งที่แข็งตัวได้ น้ำจะแข็งตัวไม่ได้เลยเพราะน้ำมีสมบัติเป็นของเหลว”  
N19 ตอบว่า “มีสมบัติเป็นน้ำที่เหลวมากถ้าทุกคนเทน้ำลงไปและน้ำจะไม่จับกันเป็นก้อน เลย  
เรียกว่าของเหลว” N6 ตอบว่า “น้ำเป็นของเหลว เราเอาของแข็งไปจมน้ำแล้วของเหลวก็ไหลออก”  
เป็นการเลือกใช้คำที่คุ้นเคยมาบรรยายลักษณะของของเหลว ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทาง  
วิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่กล่าวถึงการใช้ประโยชน์ของของเหลว มีนักเรียนที่ตอบ  
คำถามในกลุ่มนี้ 3 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N2 ตอบว่า “น้ำ  
เอาไว้ดื่ม นมเอาไว้ดื่มและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ” N4 ตอบว่า “น้ำ เพราะน้ำใช้ทำอะไรได้หลาย  
อย่างหรือจะเป็นต้มน้ำ” N8 ตอบว่า “น้ำที่เราใช้ดื่มกิน ใช้อาบน้ำ ใช้ล้างจาน” ซึ่งเห็นได้ว่านักเรียน  
ไม่ได้อธิบายความหมายของของเหลว แต่ยกตัวอย่างของของเหลวและกล่าวถึงการใช้น้ำ  
ของของเหลวได้

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 4 ที่ตอบโดยการยกตัวอย่างของเหลว มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N3 ตอบว่า “น้ำ น้ำปลา น้ำส้ม” จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นเห็นว่านักเรียนไม่ได้อธิบายความหมายของของเหลว แต่สามารถยกตัวอย่างของของเหลวได้ถูกต้อง

ตารางที่ 23 แสดงการเปรียบเทียบมโนคติก่อนเรียนและมโนคติหลังเรียน เรื่องสมบัติของสารที่อยู่  
ในสถานะของเหลว

มโนคติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนคติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1*: รูปร่างมวล และปริมาตรของของเหลว (ร้อยละ 15.79)	มีการเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่ใส่ เช่น น้ำ เพราะมีการเปลี่ยนรูปร่างตามภาชนะที่ใส่	กลุ่มที่ 1*: รูปร่างมวล และปริมาตรของของเหลว (ร้อยละ 63.16)	น้ำเป็นของเหลว เพราะปริมาตรคงที่ รูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่ใส่และมีมวล	*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : บรรยายลักษณะของของเหลว (ร้อยละ 57.89)	มันไม่แข็ง มันเปียก มันจับไม่อยู่ เหมือนกับน้ำ	กลุ่มที่ 2 : บรรยายลักษณะของของเหลว (ร้อยละ 15.79)	มีสมบัติเป็นน้ำที่เหลวมากถ้าทุกคนเทน้ำลงไป และน้ำจะไม่จับกันเป็นก้อน เลยเรียกว่าของเหลว	-
กลุ่มที่ 3 : การใช้ประโยชน์ของของเหลว (ร้อยละ 10.53)	น้ำ น้ำเป็นของเหลวชนิดหนึ่งที่คนดื่มกินและใช้อาบน้ำ	กลุ่มที่ 3 : การใช้ประโยชน์ของของเหลว (ร้อยละ 15.79)	น้ำเอาไว้ดื่ม นมเอาไว้ดื่มและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ	-
กลุ่มที่ 4 : ยกตัวอย่างของเหลว (ร้อยละ 15.79)	น้ำ น้ำอัดลม น้ำเสีย	กลุ่มที่ 4 : ยกตัวอย่างของเหลว (ร้อยละ 5.26)	น้ำ น้ำปลา น้ำส้ม	-

จากการสำรวจหลังเรียนจะเห็นว่านักเรียนทุกคนสามารถยกตัวอย่างของเหลวได้ถูกต้อง และมีนักเรียนที่สามารถอธิบายความหมายและสมบัติของของเหลวได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าของเหลวมีรูปร่างไม่คงที่โดยรูปร่างของของเหลวจะเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุได้มากกว่าการสำรวจก่อนเรียน และมีนักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่สามารถอธิบายสมบัติของของเหลวได้ทั้งด้านรูปร่าง มวล ปริมาตร แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนมากยังขาดการอธิบายสมบัติเกี่ยวกับมวล และปริมาตรของเหลว ซึ่งน่าจะเกิดจากการทำกิจกรรมเพื่อศึกษารูปร่างของของเหลวเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้ปฏิบัติจริง (โดยออกแบบที่ใส่น้ำหวานด้วยตนเองและนำเสนอหน้าชั้นเรียน) มากกว่าการทำกิจกรรมเรื่องมวลและปริมาตรของของเหลว

## 6. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส

### 6.1 มโนมติก่อนเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส

สำหรับมโนคติของนักเรียนเรื่องสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊สโดยการตอบคำถามว่า “ตามความเข้าใจของนักเรียนสารที่มีสถานะเป็นแก๊สมีสมบัติอย่างไร และให้ยกตัวอย่างแก๊สที่นักเรียนรู้จัก พร้อมบอกเหตุผล ” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนมติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่กล่าวถึงรูปร่างของแก๊ส กลุ่มที่ระบุประโยชน์ของแก๊ส กลุ่มที่ตอบ โดยการยกตัวอย่างแก๊ส และกลุ่มที่ระบุที่มาของแก๊ส รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 24 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
แก๊ส มีรูปร่างและปริมาตรไม่คงที่ จะกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุเสมอ ดังนั้น ปริมาตรของแก๊สจึงเท่ากับปริมาตรของภาชนะที่บรรจุ สัมผัสได้ มีมวล และต้องการที่อยู่	กลุ่มที่ 1*: รูปร่างของแก๊ส	6	31.58
	กลุ่มที่ 2 : ระบุประโยชน์ของแก๊ส	5	26.32
	กลุ่มที่ 3 : ยกตัวอย่างแก๊ส	7	36.84
	กลุ่มที่ 4 : ระบุที่มาของแก๊ส	1	5.26
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 24 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส พบว่านักเรียนร้อยละ 31.58 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายว่าแก๊สมีรูปร่างไม่คงที่ โดยรูปร่างของแก๊สจะฟุ้งกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุ ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 68.42 (กลุ่มที่ 2, 3 และ 4) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยระบุที่มาของแก๊ส ที่ระบุประโยชน์ของแก๊ส และยกตัวอย่างแก๊ส

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่กล่าวถึงรูปร่างของแก๊ส มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 6 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 31.58 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N10 ตอบว่า “จะไม่เป็นตัวและอยู่ในทั่วโลกและจะไม่สามารถมองเห็นและอยู่รอบๆ ตัวเรา เช่น ลมเป็นแก๊สเพื่อใช้ในการหายใจ” N12 ตอบว่า “เป็นสิ่งที่มืออยู่ทุกที่และกระจายอย่างรวดเร็ว เช่น แก๊สคาร์บอนเป็นแก๊สเสียแก๊สออกซิเจนเป็นแก๊สดี” N19 ตอบว่า “แก๊สมีสมบัติฟุ้งกระจาย ออกจากที่ของมันเอง เช่น ลูกโป่งมีแก๊สอยู่ในลูกโป่ง” จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแก๊สว่าแก๊สจะฟุ้งกระจาย มีอยู่ทุกที่ และไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าแก๊สมีรูปร่างไม่คงที่ โดยรูปร่างของแก๊สจะฟุ้งกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุ แต่นักเรียนยังขาดการอธิบายถึงมวลและปริมาตรของแก๊ส

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ระบุประโยชน์ของแก๊ส มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 5 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 36.84 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N4 ตอบว่า “มีสมบัติในการหายใจได้สะดวกสบาย” N3 ตอบว่า “อากาศที่เราใช้หายใจ” N5 ตอบว่า “แก๊สจะไม่เห็นตัวเพราะแก๊สจะทำให้แก๊สเข้าไปในเตาแก๊สและทำให้ติดไฟได้” ซึ่งเห็นได้ว่านักเรียนไม่ได้อธิบายความหมายของของแก๊ส แต่ยกตัวอย่างของแก๊สและกล่าวถึงการใช้ประโยชน์แก๊สเกี่ยวกับการหายใจและแก๊สที่ใช้ในการหุงต้ม และ N5 ยังได้กล่าวอีกว่าแก๊สไม่เห็นตัวซึ่งก็เป็นการให้เหตุผลที่ถูกต้องแต่ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับนิยามของแก๊สที่เกี่ยวกับรูปร่าง ปริมาตรและมวลของแก๊ส

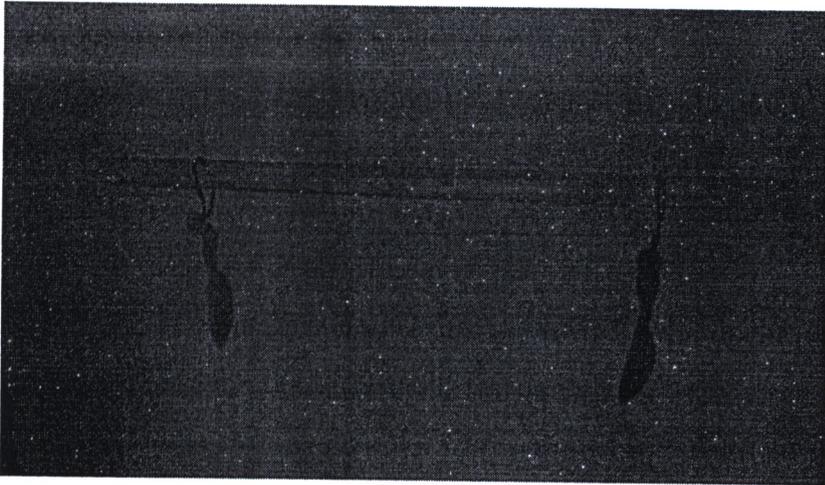
สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ ตอบโดยการยกตัวอย่างแก๊ส มีนักเรียนจำนวน 7 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 36.84 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N2 ตอบว่า “แก๊สเป็นอากาศและเป็นแก๊สออกซิเจนและเป็นแก๊สในโตรเจน” N16 ตอบว่า “คาร์บอนไดออกไซด์” N18 ตอบว่า “เขาสูบลูกโป่งมันก็จะจะมีแก๊สไปในลูกโป่งลูกโป่งก็จะอ้วน” N9 ตอบว่า “บีกโคล่า มีสารอัดลมเข้าไปเป็นแก๊ส” จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่ได้อธิบายความหมายแก๊ส แต่สามารถยกตัวอย่างแก๊สได้ถูกต้อง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 4 ที่ระบุที่มาของแก๊ส มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N7 ตอบว่า “แก๊สมีสมบัติ คือ แก๊สคือสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ประดิษฐ์ขึ้นมา” ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหมายของแก๊ส

## 6.2 การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับ สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส

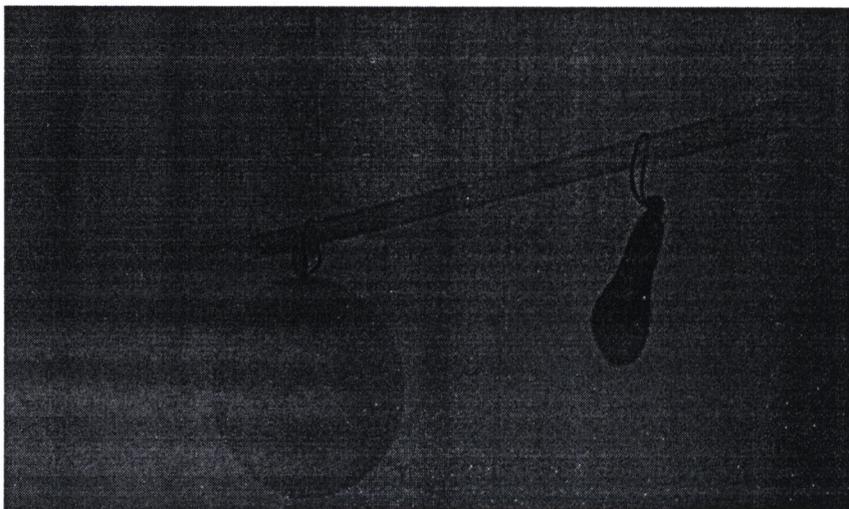
จากผลการวิเคราะห์แบบสำรวจก่อนเรียนแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนมากไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปร่าง และปริมาตรของสารที่อยู่ในสถานะแก๊สได้ และมีนักเรียนบางคนที่ไม่สามารถยกตัวอย่างสารที่อยู่ในสถานะแก๊สได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดการเรียนรู้โดยศึกษาเกี่ยวกับมวล ปริมาตร และรูปร่าง ของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส

สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับมวลของแก๊ส จัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมผูกเชือกบริเวณกึ่งกลางของไม้ เพื่อให้ไม้อยู่ในลักษณะคานสมดุล จากนั้นผูกลูกโป่งที่ยังไม่เป่าลมที่มีขนาดเท่ากันไว้ทั้งสองข้างของคานและจัดคานให้สมดุลเช่นเดิม โดยนักเรียนทำเครื่องหมายไว้ที่คานว่าเคยผูกลูกโป่งไว้ที่ตำแหน่งใด



ภาพที่ 20 ลูกโป่งผูกคานอยู่ในลักษณะสมดุล

- ผู้วิจัย : เมื่อผูกลูกโป่งที่ยังไม่เป่าลมไว้ทั้งสองข้างของคาน คานอยู่ในลักษณะใด  
 นักเรียน : ไม้เอียง มันเท่ากันพอดี



ภาพที่ 21 ลูกโป่งที่ถูกเป่าลมเข้าไปด้านหนึ่ง

เป่าลมลูกโป่งข้างหนึ่งแล้วเอามาแขวนไว้ที่เดิม เพื่อให้นักเรียนสังเกตว่าคานเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ผู้วิจัยร่วมสนทนากับนักเรียนโดยใช้คำถาม

ผู้วิจัย : เมื่อเป่าลูกโป่งอีกข้างหนึ่งของคาน จะเกิดผลอย่างไร

นักเรียน : คานเอียง

นักเรียน : ลูกโป่งที่มีลมเป่าอยู่ข้างล่าง

ผู้วิจัย : ทำไมคานไม่ถึงเอียง

นักเรียน : ข้างที่เป่าลูกโป่งหนักกว่าอีกข้างหนึ่ง

นักเรียน : ข้างหนึ่งมีลม ข้างหนึ่งไม่มีลม

ผู้วิจัย : ถ้าเราเป่าลูกโป่งให้ใหญ่ขึ้นจะเป็นอย่างไร เพราะอะไร

นักเรียน : ไม้จะเอียงมากขึ้น

นักเรียน : ลมเพิ่มขึ้น

ผู้วิจัย : ลมมาจากไหนมาจาก

นักเรียน : อากาศที่เราเป่าใส่ลูกโป่ง

ผู้วิจัย : ลูกโป่งลูกใดมีมวลมากกว่ากัน

นักเรียน : ลูกโป่งที่เป่าลม

ผู้วิจัย : เพราะเหตุใดลูกโป่งที่เป่าลมจึงมีมวลมากขึ้นกว่าเดิม

นักเรียน : มีลมเพิ่ม แต่อีกลูกไม่มี

ผู้วิจัย : นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร

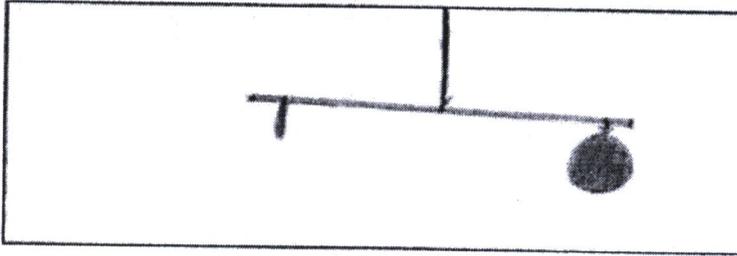
N1 : อากาศมีมวล แก๊สมีมวล แต่น้อยมาก

N10 : อากาศมีมวล

N15 : แก๊สมีมวล

หลังการตอบคำถาม นักเรียนได้บันทึกผลการทดลองในใบบันทึกกิจกรรม ดังตัวอย่าง

2. เมื่อเป่าลูกโป่งอีกข้างหนึ่งของคานไม้ จะเกิดผลอย่างไร จงวาดภาพประกอบ

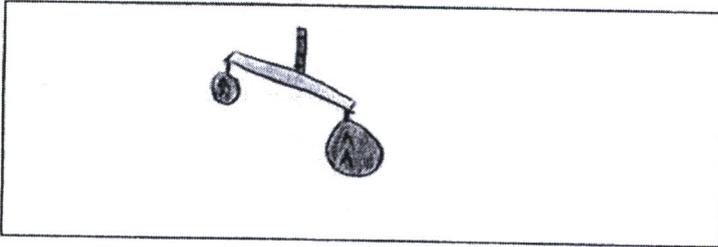


3. สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

อากาศมีมวล

ภาพที่ 22 ใบกิจกรรมของ ค.ญ.วิภารัตน์ ชัยชนะ จากการทำกิจกรรมเรื่องแก๊สมีมวล

2. เมื่อเป่าลูกโป่งอีกข้างหนึ่งของคานไม้ จะเกิดผลอย่างไร จงวาดภาพประกอบ



3. สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

แก๊สมีมวล

ภาพที่ 23 ใบกิจกรรมของ ค.ญ.วิภาดา ปุยะสันติ จากการทำกิจกรรมเรื่องแก๊สมีมวล

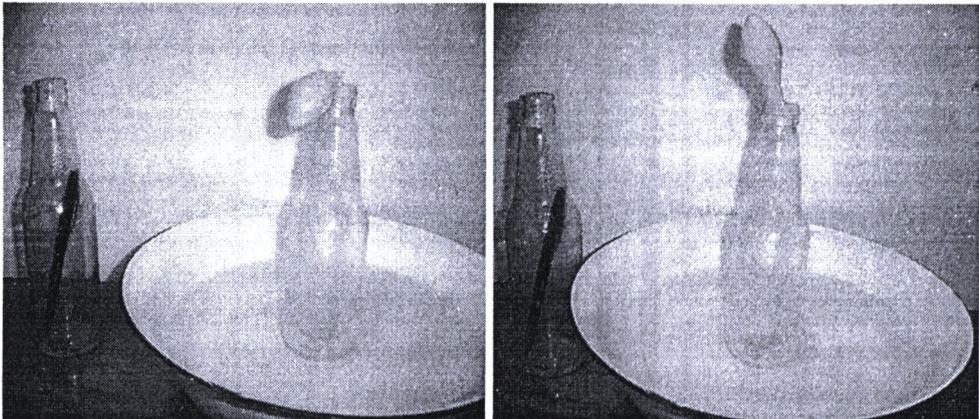
จากการสนทนาและจากใบบันทึกกิจกรรมแสดงให้เห็นว่าหลังการทำกิจกรรม นักเรียนสามารถสรุปผลได้ว่า “แก๊สมีมวล”

ในศึกษาเรื่องอากาศเป็นของไหลและเปลี่ยนรูปร่างตามภาชนะที่บรรจุ จัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนพิจารณาขวดสองใบ ใส่ดินสอลงในขวดใบหนึ่ง ส่วนอีกใบหนึ่งไม่ได้ใส่สิ่งของลงไป



ภาพที่ 24 ขวดเปล่ากับขวดใส่ดินสอ

จากนั้นนักเรียนพิจารณาว่าขวดใบใดเป็นขวดเปล่า ซึ่งนักเรียนทุกคนตอบว่า “ขวดที่ไม่มีดินสอ” ซึ่งผู้วิจัยได้ถามเหตุผลว่าทำไมถึงคิดว่าขวดที่นักเรียนเลือกเป็นขวดเปล่า นักเรียนทุกคนตอบเป็นเสียงเดียวกันว่า “ไม่มีอะไรอยู่ข้างในขวด” ผู้วิจัยชักชวนให้นักเรียนมาทดสอบว่าในขวดใบนั้นไม่มีอะไรอยู่เลยจริงหรือไม่โดยนำลูกโป่งไปปิดปากขวดเปล่า นำขวดเปล่าไปตั้งในอ่างใส่น้ำร้อนที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของลูกโป่ง



ภาพที่ 25 ขวดใส่ลูกโป่ง และขวดใส่ลูกโป่งที่พองแล้ว

ผู้วิจัย : ลูกโป่งเปลี่ยนแปลงอย่างไร

N2 : ลูกโป่งมีลมเข้าไป

N14 : ลูกโป่งพองขึ้น

- ผู้วิจัย : เพราะเหตุใดลูกโป่งจึงมีการเปลี่ยนแปลง
- N2 : เพราะอากาศในขวดไปอยู่ในลูกโป่ง
- N14 : เพราะอากาศลอยเข้าไปอยู่ในลูกโป่ง
- ผู้วิจัย : ภายในขวดเปล่านั้นเป็นที่ว่างใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด
- N2 : ไม่ใช่เพราะมีอากาศอยู่ในขวด
- N14 : ไม่ใช่ที่ว่าง เพราะมีอากาศอยู่
- ผู้วิจัย : อากาศที่อยู่ในขวดอากาศจะมีรูปร่างอย่างไร
- N2, N14 : รูปร่างเหมือนขวด
- ผู้วิจัย : อากาศที่อยู่ในลูกโป่ง อากาศมีรูปร่างอย่างไร
- N2, N14 : รูปร่างเหมือนลูกโป่ง
- ผู้วิจัย : อากาศเคลื่อนที่ได้หรือไม่ สังเกตได้จากสิ่งใด
- N2 : ได้ สังเกตได้จากลูกโป่งค่อยๆ พอง
- N14 : ได้ สังเกตได้จากลูกโป่งที่มันแฟบแล้วมันก็พองออก

นักเรียนสามารถตอบได้ว่ามีอากาศเคลื่อนที่จากขวดเข้าไปในลูกโป่ง แต่อธิบายไม่ได้ว่าเพราะเหตุใดอากาศจึงเคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในลูกโป่งได้ ผู้วิจัยจึงอธิบายเพิ่มเติมว่าเมื่ออากาศได้รับความร้อนจะขยายตัวและลอยตัวสูงขึ้น ทำให้อากาศที่อยู่ในขวดเคลื่อนที่ไปอยู่ในลูกโป่งได้

- ผู้วิจัย : สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร
- N2 : รูปร่างของแก๊สเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่ใส่
- N14 : อากาศมีอยู่ทุกที่

หลังการทำกิจกรรม นักเรียนได้บันทึกผลการทดลองในใบบันทึกกิจกรรม ดังตัวอย่าง

1. เมื่อนำตุ๊กโป่งที่ยังไม่เป่าลมไปเปิดปากขวดเป่า ตู๊กโป่งมีลักษณะเป็นอย่างไร จงวาดภาพประกอบ



2. เมื่อนำขวดโป่งในอ่างน้ำ ตู๊กโป่งมีลักษณะเป็นอย่างไร จงวาดภาพประกอบ



3. เพราะเหตุใดตุ๊กโป่งจึงมีการเปลี่ยนแปลง  
...เพราะอากาศในขวดจะไหลเข้าไปในตุ๊กโป่ง

4. ภายในขวดเป่านั้นเป็นที่ว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด  
...ไม่ใช่ที่ว่าง เพราะมีอากาศอยู่

5. เวลาที่อากาศอยู่ในขวดอากาศจะมีรูปร่างอย่างไร ...รูปร่างของอากาศ  
เวลาที่อากาศอยู่ในตุ๊กโป่ง อากาศมีรูปร่างอย่างไร ...รูปร่างของอากาศในตุ๊กโป่ง

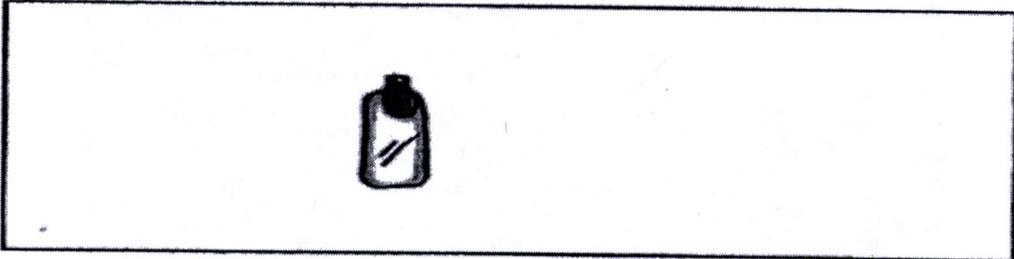
6. อากาศเคลื่อนที่ได้หรือไม่ สังเกตได้จากสิ่งใด  
...ได้ สังเกตได้จากตุ๊กโป่งลอยขึ้น

ภาพที่ 26 ใบกิจกรรมเรื่องรูปร่างของแก๊ส ของ ด.ญ.กาญจน์ สุนารักษ์



**ตอนที่ 4**

1. เมื่อนำลูกโป่งที่ยังไม่เป่าลมไปปิดปากขวดเปล่า ลูกโป่งมีลักษณะเป็นอย่างไร จงวาดภาพประกอบ



2. เมื่อนำขวดไปวางในอ่างน้ำ ลูกโป่งมีลักษณะเป็นอย่างไร จงวาดภาพประกอบ



3. เพราะเหตุใดลูกโป่งจึงมีการเปลี่ยนแปลง เพราะอากาศอยู่ในขวดเคลื่อนที่ไปอยู่ในลูกโป่ง

4. ภายในขวดเปล่าเป็นที่ยาวไซ้หรือไม่ เพราะเหตุใด ใช่ใช้ไซ้แล้ว เพราะมีอากาศอยู่ในขวด

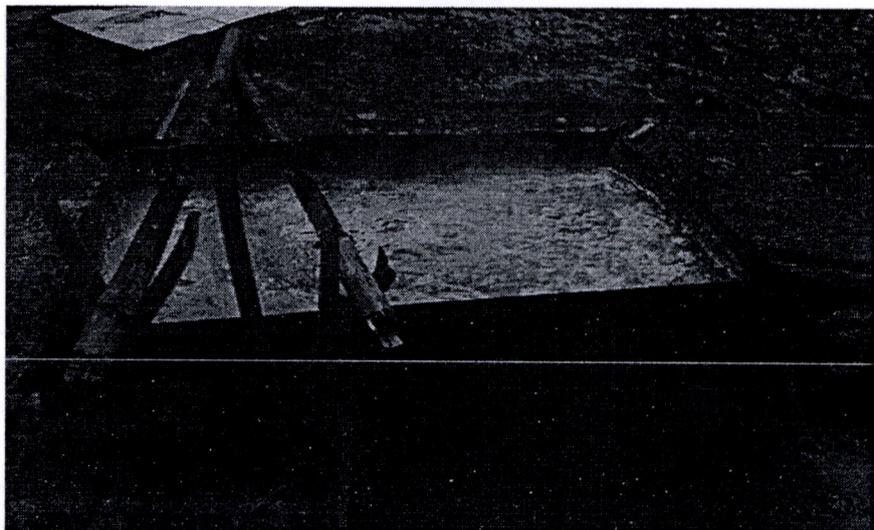
5. เวลาที่อากาศอยู่ในขวดอากาศจะมีรูปร่างอย่างไร รูปร่างเหมือนขวด เวลาที่อากาศอยู่ในลูกโป่ง อากาศมีรูปร่างอย่างไร รูปร่างเหมือนลูกโป่ง

6. อากาศเคลื่อนที่ได้หรือไม่ สังเกตได้จากสิ่งใด ได้ ลูกโป่งลอยขึ้น ขวดจมน้ำ

ภาพที่ 27 ใบกิจกรรมเรื่องรูปร่างของแก๊ส ของ ค.ญ. รุ่งนภา พิลา

ผู้วิจัยและนักเรียนได้สนทนาเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปร่างของแก๊สเมื่ออยู่ในภาชนะอื่นๆ เช่น ลูกโป่ง ลูกบอล ห่วงยาง ซึ่งนักเรียนสามารถตอบได้ว่า แก๊สจะมีรูปร่างตามภาชนะที่ใส่ หลังการทำกิจกรรม นักเรียนและผู้วิจัยร่วมกันสรุปได้ว่า “รูปร่างของแก๊สไม่คงที่โดยเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่ใส่” เมื่อทำกิจกรรมครบทุกกิจกรรมแล้วนักเรียนและผู้วิจัยได้ร่วมกันสรุปสมบัติของสารในสถานะแก๊สได้ว่า “แก๊สมีมวลแต่น้อยมาก รูปร่างของแก๊สไม่คงที่โดยเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่ใส่ แก๊สมีปริมาตรและปริมาตรของแก๊สจะพุ่งกระจายจนเต็มภาชนะที่บรรจุเสมอ แก๊สมี

อยู่ทุกที่และเคลื่อนที่ได้” และผู้วิจัยได้แนะนำเพิ่มเติมว่า นักวิทยาศาสตร์อธิบายการเคลื่อนที่ของอากาศว่า อากาศเป็นของไหล จากนั้นนักเรียนพิจารณาภาพการต้มเกลือสินเธาว์



ภาพที่ 28 การต้มเกลือสินเธาว์

และร่วมกันตอบคำถามว่าในการต้มเกลือสินเธาว์เกี่ยวข้องกับอากาศหรือไม่เพราะเหตุใด นักเรียนตอบเป็นเสียงเดียวกันว่า “เกี่ยวข้อง เพราะในการต้มเกลือสินเธาว์มีไอน้ำ และมีควัน ควันเป็นแก๊ส ไอน้ำเป็นแก๊ส ” จากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยร่วมกันพิจารณาว่าในการต้มเกลือสินเธาว์ทำให้เกิดควันและฝุ่นละอองรบกวนเพื่อนบ้าน ถ้านักเรียนเป็นคนต้มเกลือสินเธาว์ จะแก้ปัญหานี้อย่างไร



## ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2

### เรื่อง เกล็ดสินเธาว์กับสมบัติของแก๊ส

ตอนที่ 2 นักเรียนพิจารณาภาพ ภาพการดัมเกล็ดสินเธาว์ ในภาพกิจกรรมที่ 2 และอธิบายในหัวข้อต่อไปนี้

• ในการดัมเกล็ดสินเธาว์เกี่ยวข้องกับอากาศหรือไม่เพราะเหตุใด  
 เก็บไว้ที่..... เพราะ.....

• นักเรียนจะแก้ปัญหาเรื่องที่เกิดขึ้นอย่างไร  
 เราต้องเอา.....

ภาพที่ 30 ใบกิจกรรมเรื่อง เกล็ดสินเธาว์กับสมบัติของแก๊ส ของ ด.ญ. รุ่งนภา พิลา

จากใบบันทึกกิจกรรมของนักเรียน นักเรียนสามารถตอบได้ว่า “ไม่ควรดัมเกล็ดใกล้กับชุมชน ควรดัมเกล็ดในพื้นที่โล่ง อากาศถ่ายเทสะดวก เวลาดัมเกล็ดควรมีผ้าปิดจมูก เพื่อป้องกันการสูดดมควัน และป้องกันฝุ่นละอองในการดัมเกล็ด”

### 6.3 มโนคติหลังเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส

สำหรับมโนคติของนักเรียนเรื่องสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส โดยการตอบคำถามว่า “ตามความเข้าใจของนักเรียนสารที่มีสถานะเป็นแก๊สมีสมบัติอย่างไร และให้ยกตัวอย่างแก๊สที่นักเรียนรู้จัก พร้อมบอกเหตุผล” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียน ตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่กล่าวว่าแก๊สมีรูปร่างและปริมาตรไม่คงที่ มีมวลน้อย กลุ่มที่ระบุประโยชน์ของแก๊ส และกลุ่มที่ตอบโดยการยกตัวอย่างแก๊ส รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 25 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
แก๊ส มีรูปร่างและปริมาตรไม่คงที่จะกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุเสมอ ดังนั้นปริมาตรของแก๊สจึงเท่ากับปริมาตรของภาชนะที่บรรจุ สัมผัสได้ มีมวล และต้องการที่อยู่	กลุ่มที่ 1*: แก๊สมีรูปร่างและปริมาตรไม่คงที่ มีมวลน้อย	11	57.90
	กลุ่มที่ 2 : ระบุประโยชน์ของแก๊ส	1	5.26
	กลุ่มที่ 3 : ยกตัวอย่างแก๊ส	7	36.84
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 25 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส พบว่านักเรียนร้อยละ 57.90 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายว่าแก๊สจะฟุ้งกระจายจนเต็มภาชนะที่ใส่ ทำให้แก๊สมีรูปร่างเหมือนภาชนะที่ใส่และมีมวลน้อยมาก ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 42.10 (กลุ่มที่ 2, 3) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยระบุประโยชน์ของแก๊ส และยกตัวอย่างแก๊ส

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่กล่าวว่าแก๊สมีรูปร่างและปริมาตรไม่คงที่ มีมวลน้อย มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 11 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 57.90 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N12 ตอบว่า “อากาศเพราะปริมาตรไม่คงที่ขึ้นอยู่กับภาชนะใหญ่หรือเล็ก รูปร่างไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับภาชนะที่ใส่ มีมวลแต่น้อยมาก” N14 ตอบว่า “มีปริมาตรไม่คงที่ ฟุ้งกระจายตามภาชนะที่ใส่ มีปริมาตรไม่คงที่” N17 ตอบว่า “มีรูปร่างไม่คงที่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่ใส่ และเบามาก” N13 ตอบว่า “เป็นสิ่งที่มืออยู่ทุกที่และกระจายอย่างรวดเร็วจนเต็มภาชนะที่ใส่ รูปร่างก็เหมือนภาชนะที่ใส่ เวลาเอาไปชั่งมันมีมวลน้อย” จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแก๊สว่าแก๊สจะฟุ้งกระจายจนเต็มภาชนะที่ใส่ ทำให้แก๊สมีรูปร่างเหมือนภาชนะที่ใส่ และมีมวลน้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าแก๊สมีรูปร่าง และปริมาตรไม่คงที่ โดยรูปร่างของแก๊สจะฟุ้งกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุ มีมวลน้อย

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ระบุประโยชน์ของแก๊ส มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N4 ตอบว่า “แก๊สช่วยให้คนหายใจได้สะดวก” เห็นได้ว่านักเรียนไม่ได้อธิบายความหมายของของแก๊ส แต่ยกตัวอย่างของแก๊สและกล่าวถึงการใช้ประโยชน์แก๊สเกี่ยวกับการหายใจ ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับนิยามของแก๊สที่เกี่ยวข้องกับรูปร่าง ปริมาตรและมวลของแก๊ส

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ตอบโดยการยกตัวอย่างแก๊ส มีนักเรียนจำนวน 7 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 36.84 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N2 ตอบว่า “เมื่อน้ำถูกความร้อนก็จะกลายเป็นไอน้ำแล้วเรียกไอน้ำว่าแก๊ส” N5 ตอบว่า “แก๊สมีสมบัติเหมือนอากาศที่มนุษย์มองไม่เห็น เช่น แก๊สเข้าไปในลูกโป่งจะทำให้ลูกโป่งพองขึ้นได้เพราะว่าแก๊สเข้าไปอยู่ในลูกโป่งนี้” N18 ตอบว่า “ไอน้ำ ลม อากาศ ทุกอย่างที่ยกมาเป็นแก๊สทั้งหมด” การ N11 ตอบว่า “ระเหิดเพราะพิมเสนเอาไปต้มกลายเป็นไอขึ้นกลายเป็นแก๊ส” จากคำตอบของนักเรียน นักเรียนสามารถยกตัวอย่างแก๊สได้ถูกต้อง และมีการอธิบายถึงการเปลี่ยนสถานะของสารที่ทำให้เกิดแก๊สขึ้นได้ แต่ไม่ได้อธิบายถึงสมบัติเกี่ยวกับรูปร่าง มวลและปริมาตรของมาตรของแก๊ส

ตารางที่ 26 แสดงการเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและมโนติหลังเรียน เรื่องสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส

มโนติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1*: รูปร่างของแก๊ส (ร้อยละ31.58)	แก๊สมีสมบัติพุ่งกระจาย ออกจากที่ของมันเอง เช่น ลูกโป่งมีแก๊สอยู่ในลูกโป่ง	กลุ่มที่ 1*: แก๊สมีรูปร่างแลปริมาณไม่คงที่ มีมวลน้อย (ร้อยละ 57.90)	อากาศเป็นแก๊ส เพราะมีปริมาตรไม่คงที่ขึ้นอยู่กับภาชนะใหญ่หรือเล็ก รูปร่างไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับภาชนะที่ใส่ มีมวลแต่น้อยมาก	*สอดคล้องกับมโนติทางวิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : ระบุประโยชน์ของแก๊ส (ร้อยละ26.32)	แก๊สจะไม่เห็นตัว แก๊สเข้าไปในเตาแก๊สและทำให้ติดไฟได้	กลุ่มที่ 2 : ระบุประโยชน์ของแก๊ส (ร้อยละ 5.26)	แก๊สช่วยให้คนหายใจได้สะดวก	-
กลุ่มที่ 3 : ยกตัวอย่างแก๊ส (ร้อยละ36.84)	แก๊สเป็นอากาศและเป็นแก๊สออกซิเจนและเป็นแก๊สในโตรเจน	กลุ่มที่ 3 : ยกตัวอย่างแก๊ส (ร้อยละ 36.84)	ไอน้ำ ลม อากาศทุกอย่างที่ยกมาเป็นแก๊สทั้งหมด	-
กลุ่มที่ 4 : ระบุที่มาของแก๊ส (ร้อยละ 5.26)	แก๊สคือสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ประดิษฐ์ขึ้นมา	-	-	-

จากตารางเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและมโนติหลังเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมโนติที่สอดคล้องกับมโนติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติของแก๊สมากขึ้น โดยที่นักเรียนสามารถยกตัวอย่างของสารที่อยู่ในสถานะแก๊สได้ถูกต้องและอธิบายสมบัติของแก๊สได้สอดคล้องกับมโนติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายว่าแก๊สจะพุ่งกระจายจนเต็มภาชนะที่ใส่ ทำให้แก๊สมีรูปร่างเหมือนภาชนะที่ใส่ และมีมวลน้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับมโนติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าแก๊สมีรูปร่าง และปริมาตรไม่คงที่ โดยรูปร่างของแก๊สจะพุ่งกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุ มีมวลน้อย

## 7. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสาร

### 7.1 การหลอมเหลวและการแข็งตัวของของเหลว

#### 7.1.1 มโนมติก่อนเรียนเกี่ยวกับการหลอมเหลวและการแข็งตัวของของเหลว

##### 1) มโนมติก่อนเรียนเกี่ยวกับการหลอมเหลว

สำหรับมโนมติก่อนเรียนเกี่ยวกับการหลอมเหลวในการตอบคำถามว่า “เมื่อเทียนไขได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าอย่างไร” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนมติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร กลุ่มที่บรรยายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น กลุ่มที่ตอบไม่สื่อความหมาย รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 27 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การหลอมเหลว

มโนมติกางวิทยาศาสตร์	มโนมติก่อนเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
เทียนไขซึ่งอยู่ในสถานะของแข็งจะเปลี่ยนแปลงเป็นเทียนเหลวเพราะได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น เรียกการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว ว่า การหลอมเหลว	กลุ่มที่ 1*: ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร	11	57.89
	กลุ่มที่ 2 : บรรยายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	6	31.58
	กลุ่มที่ 3 : ไม่สื่อความหมาย	2	10.53
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนมติกางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 27 แสดงผลการสำรวจมโนมติก่อนเรียนเกี่ยวกับการหลอมเหลว พบว่านักเรียนร้อยละ 57.89 (กลุ่มที่ 1) มีมโนมติกสอดคล้องกับมโนมติกางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายว่าการหลอมเหลวเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารจากสารที่อยู่ในสถานะของแข็งเป็นสารที่อยู่ในสถานะของเหลวเมื่อได้รับความร้อน ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 42.11 (กลุ่มที่ 2 และ 3) มีมโนมติกไม่สอดคล้องกับมโนมติกางวิทยาศาสตร์ โดยบรรยายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและตอบคำถามไม่สื่อความหมาย

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบเกี่ยวกับผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 11 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89 ตัวอย่างของนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N1 ตอบว่า “เทียนไขจะละลายเพราะเทียนไขถูกความร้อน” N5 ตอบว่า “เทียนไขได้รับความร้อนและเทียนไขก็ละลายและจะเกิดความร้อนอย่างรวดเร็ว” N14 ตอบว่า “ละลายเพราะถูกความร้อน การละลายความร้อน” N13 ตอบว่า “จะเป็นน้ำ เพราะในตัวเทียนมีสารระเหยที่ถูกความร้อนแล้วจะเป็นน้ำแล้วจะแข็งตัว เรียกว่าการระเหย” จากคำตอบของนักเรียนกลุ่มนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนให้เหตุผลว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นเพราะเทียนได้รับความร้อน และมีนักเรียนส่วนมากที่กล่าวว่า “เทียนละลาย” ซึ่งผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่าคำว่าละลายของนักเรียนในกลุ่มนี้หมายถึง “เทียนที่แข็งเปลี่ยนเป็นน้ำ” จะเห็นว่านักเรียนใช้คำที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวันเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลง ซึ่งถือว่านักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่องการหลอมเหลวที่กล่าวว่า การหลอมเหลวเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารจากสารที่อยู่ในสถานะของแข็งเป็นสารที่อยู่ในสถานะของเหลวเมื่อได้รับความร้อน แม้ว่านักเรียนจะใช้คำศัพท์ในการอธิบายไม่ถูกต้อง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่บรรยายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น มีนักเรียนจำนวน 6 คน จากทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 31.58 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N6 ตอบว่า “เทียนไขมันจะร้อน” N16 ตอบว่า “มันจะเกิดความร้อนขึ้นมาและมันจะเกิดไฟขึ้นมา” N17 ตอบว่า “การเป็นของแข็งก็เปลี่ยนแปลงเป็นของเหลว” N2 ตอบว่า “เทียนไขจะละลาย” จากคำตอบของนักเรียนเห็นได้ว่านักเรียนบรรยายลักษณะของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแต่ไม่ได้กล่าวถึงสาเหตุการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าเพราะเหตุใด

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ตอบคำถามไม่สื่อความหมาย มีนักเรียนจำนวน 2 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N7 ตอบว่า “การระเหยของเทียนไข” ส่วน N15 ตอบว่า “เทียนไขจะทำให้เกิดความร้อนขึ้น เรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าเทียนไข” ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น แสดงให้เห็นว่าคำตอบของนักเรียนกลุ่มนี้ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องการหลอมเหลว

## 2) มโนคติก่อนเรียนเกี่ยวกับการแข็งตัวของของเหลว

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการแข็งตัวของของเหลวในการตอบคำถามว่า “เมื่อนำเทียนไขที่ได้จากข้อ 18 ไปใส่ภาชนะ แล้วทิ้งไว้สักครู่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าอย่างไร” ผู้วิจัยขอแนะนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับการแข็งตัวของของเหลวโดยอ้างถึงความร้อน

กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับการแข่งตัวของของเหลวโดยไม่ได้อ้างถึงความร้อน และกลุ่มที่ตอบไม่สื่อความหมาย รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

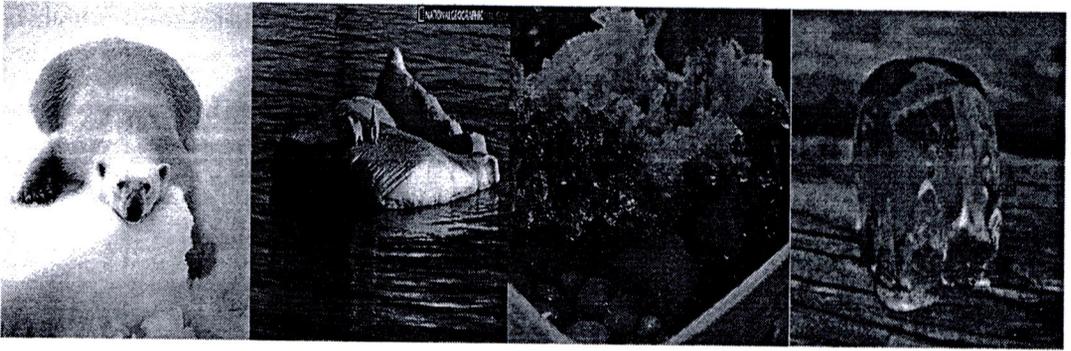
ตารางที่ 28 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแข่งตัวของของเหลว

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
เทียนไขจะแข่งตัวเพราะมีการคายความร้อน เรียก การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง ว่า การแข่งตัวของของเหลว	กลุ่มที่ 1*: การแข่งตัวของของเหลวโดยอ้างถึงความร้อน	4	21.06
	กลุ่มที่ 2 : การแข่งตัวของของเหลวโดยไม่ได้อ้างถึงความร้อน	4	21.06
	กลุ่มที่ 3 : ไม่สื่อความหมาย	11	57.88
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

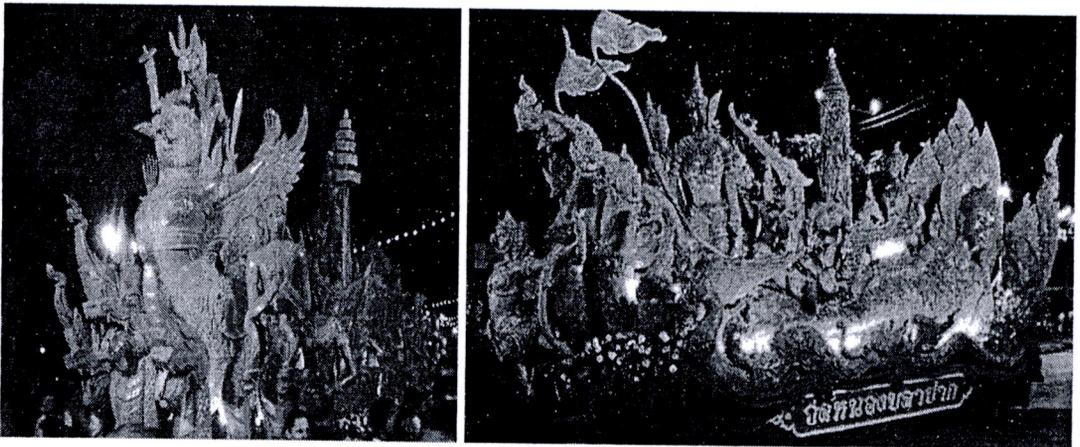
จากตารางที่ 28 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการแข่งตัวของของเหลว พบว่านักเรียนร้อยละ 21.06 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยกล่าวถึงการแข่งตัวของของเหลวโดยอ้างถึงความร้อน ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 78.94 (กลุ่มที่ 2 และ 3) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยกล่าวถึงการแข่งตัวของของเหลวโดยไม่ได้อ้างถึงความร้อนและตอบคำถามไม่สื่อความหมาย

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบเกี่ยวกับการแข่งตัวของของเหลวโดยอ้างถึงความร้อน มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 4 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 21.06 นักเรียนในกลุ่มนี้ได้แก่ N1 ตอบว่า “เทียนไขก็จะแข่งต่อ เพราะถ้าทิ้งไว้ที่ที่ไม่มีความร้อนเทียนไขก็จะจับตัวกัน” N11 ตอบว่า “ถ้านำเทียนไขไปทิ้งไว้ภาชนะก็เกิดแข็งตัวทันทีที่ไม่ถูกความร้อน” N12 ตอบว่า “มันแข็งตัวเพราะมันไม่ได้โดนความร้อนแต่มันโดนอากาศมันก็เลยแข็ง เรียกว่าการแข่งตัว” N13 ตอบว่า “เทียนก็จะระเหยเป็นน้ำนิดหน่อยเพราะเทียนไม่ได้ถูกความร้อนแล้ว ทำให้ระเหยและแข็งตัว เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงของเทียน” จากการตอบคำถามจะเห็นว่านักเรียนได้อธิบายการเปลี่ยนแปลงของเทียนไขว่าจะเกิดการแข็งตัวเพราะเทียนไขไม่ได้รับความร้อน ซึ่งเป็นการอธิบาย



ภาพที่ 31 แสดงน้ำแข็งในสถานการณ์ต่างๆ

จากการพิจารณาภาพน้ำแข็งนักเรียนทุกคนตอบว่า “น้ำแข็งเปลี่ยนแปลงได้ เพราะเคียวมันก็จะละลายเป็นน้ำ”



ภาพที่ 32 ภาพแสดงเทียนในสถานะของแข็ง

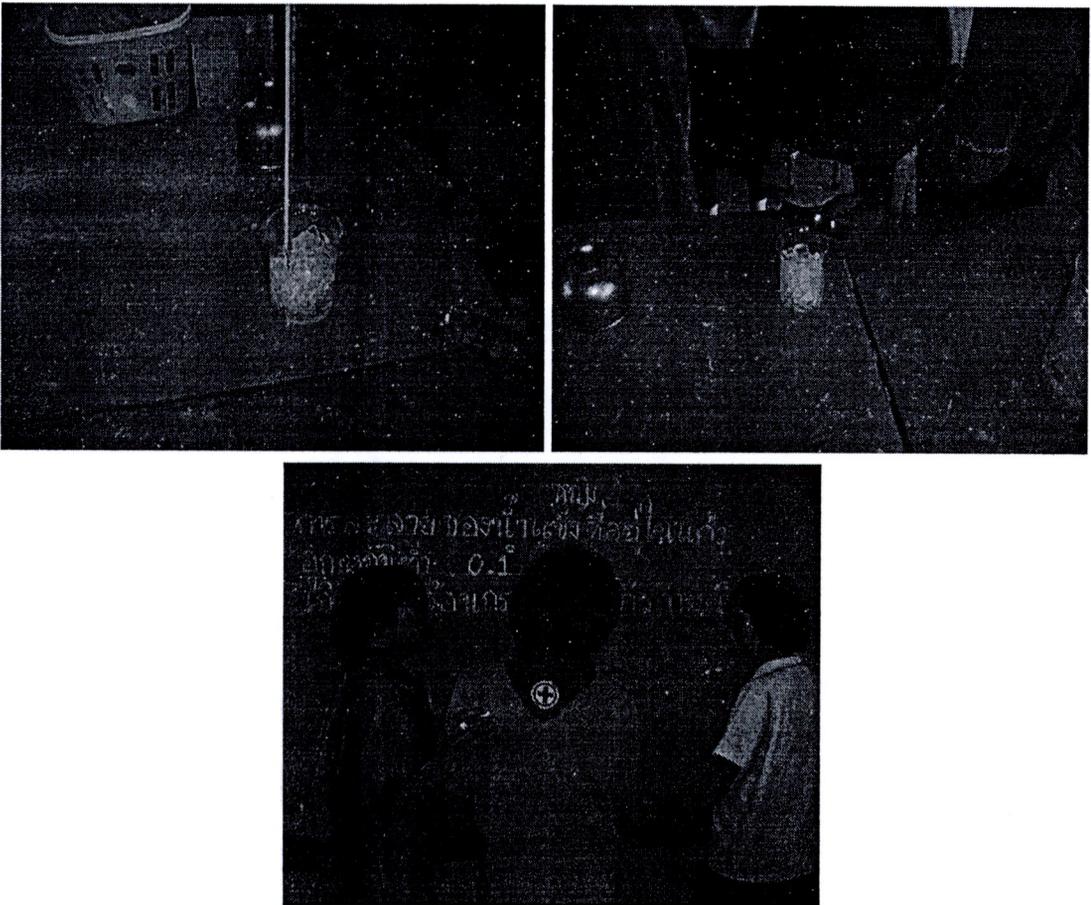
จากนั้นนักเรียนพิจารณาภาพเทียนพรรษาพร้อมทั้งบรรยายภาพว่าสิ่งที่เห็นในภาพคืออะไร ซึ่งนักเรียนตอบว่า “ภาพที่เห็นคือ เทียนพรรษา การแกะสลักเทียน” สำหรับคำถามที่ถามว่า “สิ่งที่เห็นในภาพสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่” นักเรียนมีคำตอบที่ขัดแย้งกัน ซึ่งนักเรียนส่วนหนึ่งบอกว่า “มันไม่เปลี่ยนแปลงเพราะเคยไปดูเขาตั้งไว้ตั้งหลายวันก็ไม่เป็นไร” นักเรียนอีกส่วนหนึ่งบอกว่า “มันเปลี่ยนแปลงเพราะมันเป็นเทียน พอร้อนก็ละลาย” จากนั้นผู้วิจัยนำสนทนาเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็งและเทียนไข โดยใช้คำถามดังนี้

ผู้วิจัย : ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็งและเทียนมีการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน อย่างไร

N1 : ละลายได้ทั้งคู่

N10 : น้ำแข็งละลายได้ เทียนละลายไม่ได้

ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบเพื่อหาข้อสรุปจากการทำกิจกรรมเรื่อง การเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็งและเทียนไข กิจกรรมแรกเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็ง โดยให้นักเรียนเลือกใช้อุปกรณ์ที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ แวนชยาย เครื่องชั่ง บีกเกอร์ แท่งแก้วคนสาร ตะเกียงแอลกอฮอล์ ที่กั้นลม เพื่อให้นักเรียนเลือกใช้ในการสังเกตน้ำแข็งในแก้วน้ำให้ได้มากที่สุด ซึ่งนักเรียนได้เลือกเทอร์โมมิเตอร์ แวนชยาย แท่งแก้วคนสาร แล้วเขียนสิ่งที่สังเกต ได้บนกระดาน



ภาพที่ 33 นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็ง โดยใช้อุปกรณ์ที่เตรียมไว้และบันทึกผลบนกระดาน

หลังการทำกิจกรรมนักเรียนร่วมกันสนทนาในประเด็นต่างๆ และบันทึกผลการทำกิจกรรม ดังต่อไปนี้

ผู้วิจัย : วัดอุณหภูมิของน้ำแข็งได้เท่าใด

N11 : 0.1 องศา

ผู้วิจัย : ในระหว่างที่น้ำแข็งกำลังเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ วัดอุณหภูมิของน้ำได้เท่าใด

N10 : 0.1 องศา

ผู้วิจัย : เมื่อน้ำแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว มีสมบัติใดบ้างที่เปลี่ยนแปลง และมีสมบัติใดบ้างไม่เปลี่ยนแปลง

N2 : น้ำมีรสเหมือนเดิม

N1 : ตอนเป็นน้ำแข็งมันจะเต็มแก้ว แต่พอเป็นน้ำแล้วมันจะน้อยลง

N9 : ยังใสเหมือนเดิม

N3 : อันหนึ่งมันแข็งอันหนึ่งมันเหลว

จากนั้นนักเรียนช่วยกันคิดวิธีการที่สามารถทำให้น้ำแข็งหลอมเหลวได้โดยใช้เวลาให้น้อยที่สุด ซึ่งผู้วิจัยออกแบบการทดลองดังภาพ



ภาพที่ 34 นักเรียนใช้พัดพ่นน้ำแข็งเพื่อทำให้น้ำแข็งหลอมเหลว



ภาพที่ 35 นักเรียนนำน้ำแข็งไปเป่าด้วยพัดลมเพื่อทำให้น้ำแข็งหลอมเหลว

หลังจากการทดลองทำให้น้ำแข็งหลอมเหลว ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม กลุ่มที่ทำการคนน้ำแข็งด้วยช้อน ดังนี้

ผู้วิจัย : นักเรียนสามารถทำให้น้ำแข็งกลายเป็นน้ำเร็วขึ้นได้หรือไม่  
อย่างไร

N7 : เราก็คคนน้ำแข็ง

ผู้วิจัย : การที่คนน้ำแข็งทำให้น้ำแข็งละลายเร็วขึ้นเพราะอะไร

N11 : น้ำแข็งมันหมุนเร็วๆ มันก็ละลายเร็ว

ผู้วิจัย : ถ้าอยากให้น้ำแข็งละลายเร็วขึ้นกว่านี้ มีวิธีการอื่นอีกไหม

N9 : เอาไปต้มกับไฟแรงๆ มันจะละลายเร็ว

ผู้วิจัย : เพราะอะไรเวลานำน้ำแข็งไปต้มจึงละลายเร็ว

N11 : น้ำแข็งมันร้อน

N13 : ยิ่งร้อนก็ยิ่งละลายเร็ว

ผู้วิจัย : เราสามารถทำน้ำให้เป็นน้ำแข็งได้อย่างไร

N7 : เอาเข้าช่องฟรีซ

และผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกลุ่มที่นำน้ำแข็งไปเป่าด้วยพัดลม ด้วยคำถามเดียวกันกับกลุ่มที่ผ่านมา ดังนี้

ผู้วิจัย : นักเรียนสามารถทำให้น้ำแข็งกลายเป็นน้ำเร็วขึ้นได้หรือไม่  
อย่างไร

N2 : เอาไปเป่าพัดลม

ผู้วิจัย : ทำไมเมื่อนำน้ำแข็งไปเป่าด้วยพัดลมทำให้น้ำแข็งละลายเร็วขึ้น



ภาพที่ 35 นักเรียนนำน้ำแข็งไปเป่าด้วยพัดลมเพื่อทำให้น้ำแข็งหลอมเหลว

หลังจากการทดลองทำให้น้ำแข็งหลอมเหลว ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม กลุ่มที่ทำการคนน้ำแข็งด้วยช้อน ดังนี้

ผู้วิจัย : นักเรียนสามารถทำให้น้ำแข็งกลายเป็นน้ำเร็วขึ้นได้หรือไม่  
อย่างไร

N7 : เราก็คคนน้ำแข็ง

ผู้วิจัย : การที่คนน้ำแข็งทำให้น้ำแข็งละลายเร็วขึ้นเพราะอะไร

N11 : น้ำแข็งมันหมุนเร็วๆ มันก็ละลายเร็ว

ผู้วิจัย : ถ้าอยากให้น้ำแข็งละลายเร็วขึ้นกว่านี้ มีวิธีการอื่นอีกไหม

N9 : เอาไปต้มนับกับไฟแรงๆ มันจะละลายเร็ว

ผู้วิจัย : เพราะอะไรเวลานำน้ำแข็งไปต้มนับจึงละลายเร็ว

N11 : น้ำแข็งมันร้อน

N13 : ยิ่งร้อนก็ยิ่งละลายเร็ว

ผู้วิจัย : เราสามารถทำน้ำให้เป็นน้ำแข็งได้อย่างไร

N7 : เอาเข้าช่องฟรีซ

และผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมกลุ่มที่นำน้ำแข็งไปเป่าด้วยพัดลม ด้วยคำถามเดียวกันกับกลุ่มที่ผ่านมา ดังนี้

ผู้วิจัย : นักเรียนสามารถทำให้น้ำแข็งกลายเป็นน้ำเร็วขึ้นได้หรือไม่  
อย่างไร

N2 : เอาไปเป่าพัดลม

ผู้วิจัย : ทำไมเมื่อเอาน้ำแข็งไปเป่าด้วยพัดลมทำให้น้ำแข็งละลายเร็วขึ้น

- N1 : พอมันเย็นเป่า มันก็ระเหยเร็ว แล้วก็ละลายเร็ว  
 ผู้วิจัย : ถ้าอยากให้น้ำแข็งละลายเร็วขึ้นกว่านี้ มีวิธีการอื่นอีกไหม
- N5 : เอาไปคน แต่เขาทำแล้วเลยไม่ทำครับ
- N 2 : ต้มเลยครับ ละลายเร็วกว่า  
 ผู้วิจัย : เพราะอะไรเวลาเอาไปต้มน้ำแข็งจึงละลายเร็ว
- N2 : มันร้อน
- N3 : พอมันร้อนเร็วๆ มันก็ละลาย  
 ผู้วิจัย : เราสามารถทำน้ำให้เป็นน้ำแข็งได้อย่างไร
- N3 : เอาเข้าตู้เย็น ทำให้มันเย็นๆ
- N 2 : เอาไปทำเหมือนเราทำน้ำแข็ง

จากการสนทนาจะเห็นว่านักเรียนสามารถบอกได้ว่าน้ำแข็งหลอมเหลว เพราะว่าน้ำแข็งได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น และวิธีที่ทำให้น้ำกลายเป็นน้ำแข็งก็ต้องทำให้น้ำเย็น โดยการนำเข้าสู่ช่องแช่แข็ง ซึ่งผู้วิจัยแนะนำว่าการที่นำน้ำแข็งเข้าสู่ช่องแช่แข็งเป็นการลดความร้อนของน้ำ

1. นักเรียนพิจารณาก้อนน้ำแข็งที่วางไว้ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

- น้ำแข็งที่นักเรียนเห็นสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ อย่างไร

เปลี่ยน ไม่คงที่

ถ้ามีน้ำแข็ง และอุณหภูมิของน้ำแข็งสูงขึ้น น้ำแข็งจะละลาย

- การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากสาเหตุใด

เพราะอุณหภูมิสูงขึ้น น้ำแข็งจึงละลาย

- นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงในภาพนี้ว่าอย่างไร

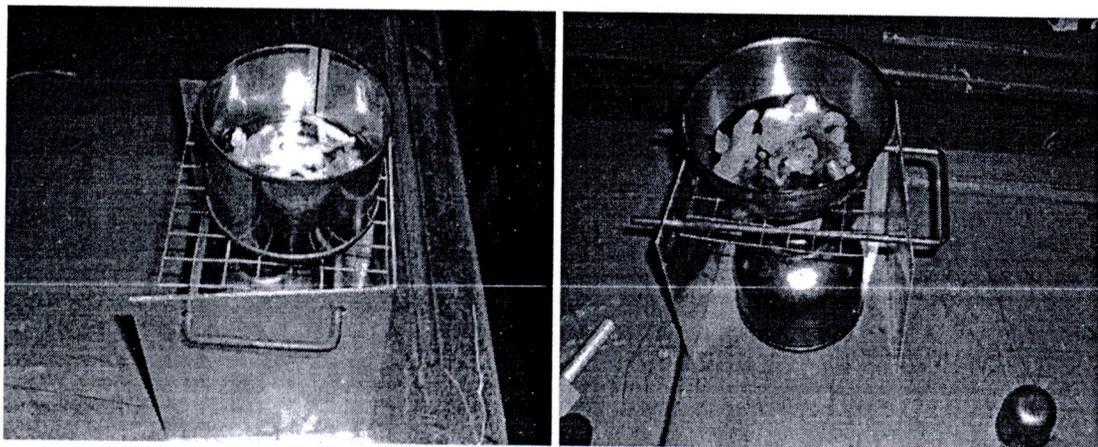
การเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็งเป็นน้ำ

ภาพที่ 36 แสดงการบันทึกกิจกรรมของนักเรียน

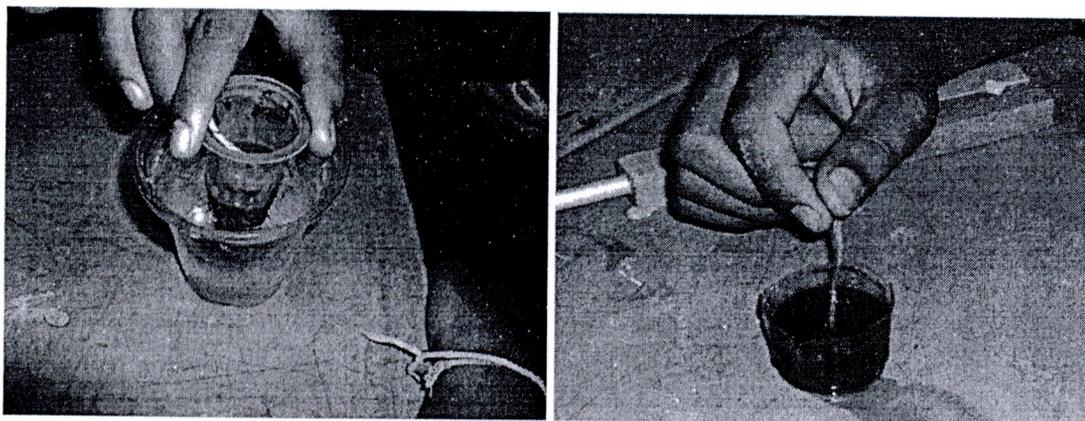
จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนทำการสรุปว่าในการเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็งมีการเปลี่ยนแปลง 2 ขั้นตอนด้วยกัน คือ การเปลี่ยนแปลงจากน้ำแข็งซึ่งเป็นของแข็ง กลายเป็นน้ำซึ่งเป็นของเหลว โดยเพิ่มความร้อน และการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง เมื่อนำน้ำเข้าสู่ตู้เย็นหรือลดความร้อน

กิจกรรมที่สองเป็นกิจกรรมการเปลี่ยนสถานะของเทียนไข โดยนักเรียนพิจารณาว่าเมื่อเราได้เศษเทียนเราสามารถทำเป็นเทียนอันใหม่สำหรับใช้งานได้หรือไม่ นักเรียน

ส่วนใหญ่ตอบว่าสามารถทำได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้นักเรียนลงมือทำเทียนตามขั้นตอนที่นักเรียน ออกแบบเอง โดยนักเรียนบางกลุ่มนำเทียนไปต้มนเป็นชั้นใหญ่ๆ แต่นักเรียนบางกลุ่มทำการแบ่ง เทียนเป็นชั้นเล็กๆ ก่อนแล้วค่อยต้ม ซึ่งจะพบว่ากลุ่มที่หั่นเทียนให้เป็นก้อนเล็กๆ เทียนจะ หลอมเหลวได้เร็วกว่ากลุ่มที่ต้มนเป็นชั้นใหญ่ๆ



ภาพที่ 37 แสดงการหลอมเหลวของเทียน



ภาพที่ 38 การทำให้เทียนแข็งตัวโดยใช้วิธีการต่างๆ

จากนั้นนักเรียนนำเทียนที่หลอมเหลวมาใส่พิมพ์ที่เตรียมไว้ รอจนเทียนไข แข็งตัว ซึ่งในการทำให้เทียนแข็งตัวนักเรียนก็มีวิธีการที่หลากหลาย เช่น วางเทียนใส่พิมพ์ไว้แล้วรอ ให้แข็งตัวเอง นำเทียนที่เทใส่พิมพ์แล้วไปแช่น้ำแข็ง ซึ่งทำให้เทียนแข็งตัวเร็วกว่า หรือการนำเทียน นำไปเป่าด้วยพัดลม หลังจากทำกิจกรรมนักเรียนได้ร่วมกันอภิบาลแล้วร่วมกันอภิปรายหลังการทำ กิจกรรมดังนี้

ผู้วิจัย : ในการทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลงของเทียนอย่างไรบ้าง

นักเรียน : เทียนละลาย พอตั้งทิ้งไว้ก็จะแข็ง

ผู้วิจัย : ทำอย่างไรให้เทียนแข็งตัว

นักเรียน : เอาเทียนออกมาจากไฟ เทไว้ให้เย็น

นักเรียน : เอาไปแช่น้ำแข็ง

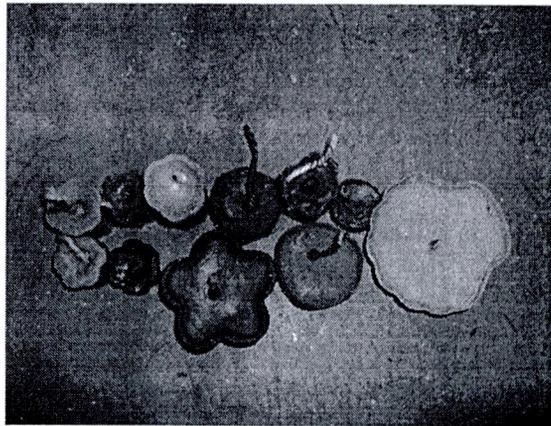
นักเรียน : เอาไปเป่าพัดลม

ผู้วิจัย : ทำไมถึงต้องเอาเทียนไปแช่น้ำแข็ง และเป่าพัดลม

นักเรียน : ทำให้เทียนแข็งเร็วๆ ถ้าวางเฉยๆ มันช้า

นักเรียน : ชี้เกี่ยจับ ไล่เทียน มันจะได้หายร้อน

จากการสนทนาผู้วิจัยได้แนะนำว่าการที่นักเรียนทำเช่นนี้เป็นการลดอุณหภูมิของเทียนเพื่อให้เทียนแข็งตัวเร็วขึ้น



ภาพที่ 39 การแข็งตัวของเทียน

จากการทดลองและการสนทนาแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงจากเทียนไขซึ่งเป็นของแข็งให้กลายเป็นเทียนหลอมซึ่งเป็นของเหลวโดยการนำเทียนไปต้มน้ โดยมีการทำเทียนไขให้เป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อจะทำให้เทียนหลอมเหลวได้เร็วขึ้น และในการทำให้เทียนที่หลอมเหลวให้แข็งตัว นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ใช้วิธีการต่างๆ เช่น การเป่าพัดลม การนำเทียนแช่ในน้ำเย็น ซึ่งนักเรียนได้อธิบายว่าการใช้วิธีการดังกล่าวจะทำให้เทียนที่หลอมเหลวแข็งตัวเร็วขึ้นเพราะเทียนได้รับความเย็น ทำให้ความร้อนหายไป หลังการสนทนา ผู้วิจัยได้เสนอแนะว่านักวิทยาศาสตร์เรียกการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นของเหลวว่า การหลอมเหลว และเรียก

การเปลี่ยนแปลงสถานะจากของเหลวไปเป็นของแข็งว่า การแข็งตัวของของเหลว และนักเรียนช่วยกันสรุปได้ว่า

- ปัจจัยที่ทำให้ของแข็งกลายเป็นของเหลว คือ การเพิ่มความร้อน
- การเพิ่มอุณหภูมิ
- ปัจจัยที่ทำให้ของเหลวกลายเป็นของแข็ง คือ การลดความร้อน การลดอุณหภูมิ

ผู้วิจัยและนักเรียนสนทนาเกี่ยวกับการแข็งตัวของของเหลวหรือการหลอมเหลวที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และนักเรียนทำใบบันทึกกิจกรรมเกี่ยวกับการหลอมเหลวและการแข็งตัวของของเหลว ดังภาพ

- นักเรียนสามารถทำให้น้ำแข็งหลอมเหลวเร็วขึ้นได้หรือไม่ อย่างไร  
ได้ โดยลดอุณหภูมิ ความร้อน
- เราสามารถทำให้น้ำแข็งแข็งได้อย่างไร  
โดย สามารถลดความร้อนโดยการ แช่ น้ำแข็ง
- นักเรียนเคยพบเหตุการณ์ที่ของแข็งค่อยๆ กลายเป็นของเหลวในชีวิตประจำวันเหตุการณ์ใดบ้าง และสามารถทำของเหลวที่กล่าวมาให้เป็นของแข็งได้หรือไม่ อย่างไร  
ได้แก่ น้ำแข็ง แอมแทมโมเนียไปตากแดด  
ไอศกรีม ช็อคโกแลต  
เทียนปลิว คิงไวท์ เมิน น้ำแข็ง ไอศกรีม ช็อคโกแลต ทำให้แข็งโดย  
น้ำแข็ง ของแช่ น้ำแข็ง
- ปัจจัยใดที่ทำให้ของแข็งกลายเป็นของเหลวได้  
ความร้อน

ภาพที่ 40 การบันทึกกิจกรรมของนักเรียน

### 7.1.3 มโนมติหลังเรียนเกี่ยวกับการหลอมเหลวและการแข็งตัวของของเหลว

#### 1) มโนมติหลังเรียนเกี่ยวกับการหลอมเหลว

สำหรับมโนมติของนักเรียนเกี่ยวกับการหลอมเหลวในการตอบคำถามว่า “เมื่อเทียนไขได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าอย่างไร” ผู้วิจัยขอนำเสนอตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งกลุ่มจากคำตอบของนักเรียนได้เป็น 1 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับการหลอมเหลวโดยอ้างถึงความร้อน รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 29 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การหลอมเหลว

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
เทียนไขซึ่งอยู่ในสถานะของแข็งจะเปลี่ยนแปลงเป็นเทียนเหลวเพราะได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น เรียกการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว ว่า การหลอมเหลว	กลุ่มที่ 1*: การหลอมเหลวโดยอ้างถึงความร้อน	19	100.00
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 29 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการหลอมเหลว พบว่านักเรียนร้อยละ 100.00 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายว่าการหลอมเหลวเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารจากสารที่อยู่ในสถานะของแข็งเป็นสารที่อยู่ในสถานะของเหลวเมื่อได้รับความร้อน

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่อธิบายเกี่ยวกับการหลอมเหลวโดยอ้างถึงความร้อน มีนักเรียนจำนวน 17 คน จากทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 89.43 เช่น N14 ตอบว่า “เทียนไขจะหลอมเหลวเพราะเมื่อเทียนไขได้รับความร้อนจะหลอมเหลวเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าการหลอมเหลว” N2 ตอบว่า “จะเกิดการหลอมเหลวเพราะว่าเทียนไขได้รับความร้อนเรียกการเปลี่ยนแปลงว่าการหลอมเหลว” N13 ตอบว่า “เทียนไขจะหลอมเหลวเพราะความร้อนมากเรียกว่าการหลอมเหลว” จะเห็นว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าการหลอมเหลวเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารจากสารที่อยู่ในสถานะของแข็งเป็นสารที่อยู่ในสถานะของเหลว และบอกเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงได้ว่าเพราะได้รับความร้อน และมีนักเรียนใช้คำที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวันอธิบายการเปลี่ยนสถานะของเทียนไข เช่น N1 ตอบว่า “เทียนไขค่อยๆ ละลายไปเพราะเทียนไขได้รับความร้อน ของแข็งจะกลายเป็นของเหลว” N5 ตอบว่า “เทียนไขจะละลายเพราะเทียนไขเค็ด ความร้อนทำให้เทียนไขจะละลายได้ง่าย เพราะมนุษย์เอาเทียนไขไปใส่ไฟเทียนก็จะละลายได้” N19 ตอบว่า “เมื่อเทียนไขได้รับความร้อนเทียนไขจะละลายเป็นน้ำ เพราะเทียนไขเป็นของแข็งซึ่งเมื่อโดนความร้อนจะทำให้ละลายเมื่อโดนความเย็นจะทำให้แข็งตัว เรียกว่าการหลอมเหลว” นอกจากนี้ยังมี N17 ที่ตอบว่า “เทียนไขที่ถูก

ความร้อนจะละลายเป็นน้ำสี่เหลี่ยมเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าการควบแน่น” ซึ่งเป็นการใช้คำตามความคุ้นเคยในชีวิตประจำวันอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้ถูกต้องแต่เรียกชื่อการเปลี่ยนแปลงไม่ถูก นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีก 2 คน คือ N 7 ตอบว่า “เมื่อเทียนได้รับความร้อนมันก็จะแข็งตัวได้ เรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าการแข็งตัว” N6 ตอบว่า “มีแสงแดดร้อนแรง” ซึ่งผู้วิจัยได้ไปสัมภาษณ์เพิ่มเติมทั้ง 2 คน ดังนี้

ผู้วิจัย : เมื่อเทียนไขได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

N6 : เทียนมันจะร้อน และมันก็จะละลาย

N7 : เทียนมันจะค่อยเปื่อยออก จนเป็นน้ำสี่เหลี่ยม

ผู้วิจัย : เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

N6 : เพราะมันร้อนแรง

N7 : มันร้อนกว่าเก่า

ผู้วิจัย : นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าอย่างไร

N6 : เทียนละลาย

N7 : ของแข็งกลายเป็นของเหลว

จากการสัมภาษณ์นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าการหลอมเหลวเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารจากสารที่อยู่ในสถานะของแข็งเป็นสารที่อยู่ในสถานะของเหลว และระบุเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงได้ว่าเพราะได้รับความร้อน แต่เรียกชื่อการเปลี่ยนแปลงไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 30 แสดงการเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและมโนติหลังเรียน เรื่อง การหลอมเหลว

มโนติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1*: ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร (ร้อยละ 57.89)	เทียนไขได้รับความร้อนและเทียนไขก็ละลายและจะเกิดความร้อนอย่างรวดเร็ว	กลุ่มที่ 1*: การหลอมเหลวโดยอ้างถึงความร้อน (ร้อยละ 100.00)	เมื่อเทียนไขได้รับความร้อนจะหลอมเหลวเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าการหลอมเหลว	*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : บรรยายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (ร้อยละ 31.58)	มันจะเกิดความร้อนขึ้นมาและมันจะเกิดไฟขึ้นมา	-	-	-
กลุ่มที่ 3 : ไม่สื่อความหมาย (ร้อยละ 10.53)	การระเหยของเทียนไข	-	-	-

จากมโนติหลังเรียนของนักเรียนจะเห็นว่านักเรียนส่วนมากสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ว่าเทียนไขจะเปลี่ยนแปลงสถานะเป็นของเหลวเมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น และเรียกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่า “การหลอมเหลว” แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนเรียกชื่อการเปลี่ยนแปลงไม่ถูกต้องโดยเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า “การละลาย การควบแน่น การเปลี่ยนแปลงจากของแข็งเป็นของเหลว” แต่นักเรียนก็สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่องการหลอมเหลวที่กล่าวว่าการหลอมเหลวเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารจากสารที่อยู่ในสถานะของแข็งเป็นสารที่อยู่ในสถานะของเหลว

2) มโนติหลังเรียนเกี่ยวกับการแข็งตัวของของเหลว

สำหรับมโนติของนักเรียนเกี่ยวกับการแข็งตัวของของเหลวในการตอบคำถามว่า “เมื่อนำเทียนไขที่ได้จากข้อ 18 ไปใส่ภาชนะ แล้วทิ้งไว้สักครู่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าอย่างไร” ผู้วิจัยขอเสนอการวิเคราะห์มโนติหลังเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งกลุ่มจากคำตอบของนักเรียนได้เป็น 2 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่อธิบายการแข็งตัวของของเหลวโดยอ้างถึงความร้อน กลุ่มที่ตอบไม่สื่อความหมาย รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 31 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแข็งตัวของของเหลว

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
เทียนไขจะแข็งตัวเพราะมีการคายความร้อน เรียก การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง ว่า การแข็งตัวของของเหลว	กลุ่มที่ 1*: การแข็งตัวของของเหลวโดยอ้างถึงความร้อน	15	78.94
	กลุ่มที่ 2 : ไม่สื่อความหมาย	4	21.06
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\* สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 31 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการแข็งตัวของของเหลว พบว่านักเรียนร้อยละ 78.94 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยกล่าวถึงการแข็งตัวของของเหลวโดยอ้างถึงความร้อน ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 21.06 (กลุ่มที่ 2) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยตอบคำถามไม่สื่อความหมาย

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่อธิบายการแข็งตัวของของเหลวโดยอ้างถึงความร้อน มีนักเรียนจำนวน 15 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 78.94 เช่น N19 ตอบว่า “เมื่อนำเทียนไขไปใส่ภาชนะแล้วทิ้งไว้สักครู่รอให้เย็นจะทำให้เทียนไขแข็งตัว” N15 ตอบว่า “เทียนไขจะกลายเป็นของแข็งเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าของเหลวกลายเป็นแข็ง” N2 ตอบว่า “จะเกิดการแข็งตัวเพราะว่าเมื่อไม่ได้รับความร้อนก็จะแข็งตัวเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าการแข็งตัว” N10 ตอบว่า “เทียนไขก็เป็นแบบภาชนะที่ใส่และจะแข็งตัว เรียกการแข็งตัว” จากการตอบคำถามของนักเรียนจะเห็นว่านักเรียนส่วนมากสามารถเรียกชื่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องว่าการแข็งตัว และสามารถบอกได้ว่าเมื่อความร้อนลดลงหรือเทียนไม่ได้รับความร้อนเพิ่มจะทำให้เทียนที่หลอมเหลวอยู่เปลี่ยนแปลงเป็นเทียนแข็งได้ ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของของเหลว

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ตอบคำถามไม่สื่อความหมาย มีจำนวนนักเรียน 4 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 21.06 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N6 ตอบว่า “มีความร้อนเปลี่ยนแปลงในภาชนะ” N7 ตอบว่า “เทียนไขก็จะระเหยเพราะเทียนไขไม่ได้รับอากาศจึงเรียกการเปลี่ยนแปลง

นี้ว่าการระเหย” N16 ตอบว่า “จะระเหยแล้วก็จะป็นน้ำเทียนไขออกมา” N18 ตอบว่า “จะเกิดการระเหยขึ้นเพราะมันถูกความร้อนมันก็จะเหย” จากการตอบคำถามของนักเรียนจะเห็นว่า นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการแข็งตัวของของเหลว อีกทั้งยังเรียกชื่อการเปลี่ยนแปลงของเทียนไขไม่ถูกต้อง ซึ่งอาจเป็นเพราะคำถามที่ใช้ถามนักเรียนสื่อความหมายไม่ชัดเจน ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจคำถาม

ตารางที่ 32 แสดงการเปรียบเทียบมโนคติก่อนเรียนและมโนคติหลังเรียน เรื่อง การแข็งตัวของของเหลว

มโนคติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนคติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1*: การแข็งตัวของ ของเหลวโดยอ้าง ถึงความร้อน (ร้อยละ 21.06)	เทียนไขก็จะแข็ง ต่อ เพราะถ้าทิ้ง ไว้ที่ที่ไม่มี ความร้อนเทียน ไขก็จะ จับตัวกัน	กลุ่มที่ 1*: การแข็งตัวของ ของเหลวโดยอ้าง ถึงความร้อน (ร้อยละ 78.94)	จะเกิดการแข็งตัว เพราะว่าเมื่อไม่ได้ รับความร้อนก็จะ แข็งตัวเรียกการ เปลี่ยนแปลงนี้ว่า การแข็งตัว	*สอดคล้องกับ มโนคติทาง วิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2: การแข็งตัวของ ของเหลวโดยไม่ อ้างถึงความร้อน (ร้อยละ 21.06)	มันก็เป็นก้อน เทียนไข เพราะ ว่า มันเกิดการ เปลี่ยนแปลงของ เทียนไข	-	-	-
กลุ่มที่ 3 : ไม่สื่อความหมาย (ร้อยละ 57.88)	เทียนไขจะสว่าง เหมือนกับไฟ	กลุ่มที่ 2 : ไม่สื่อความหมาย (ร้อยละ 21.06)	จะระเหยแล้วก็จะ เป็นน้ำเทียนไข	-

จากมโนคติหลังเรียนของนักเรียนจะเห็นว่านักเรียนส่วนมากสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ว่าการแข็งตัว และสามารถบอกได้ว่าเมื่อความร้อนลดลงหรือเทียนไขไม่ได้รับความร้อนเพิ่มจะทำให้เทียนที่หลอมเหลวอยู่เปลี่ยนแปลงเป็นเทียนแข็งได้ ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของของเหลว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสาร

## 7.2 การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการระเหย

### 7.2.1 มโนมติก่อนเรียนเกี่ยวกับการระเหย

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการหลอมเหลวในการตอบคำถามว่า “จากภาพการต้มเกลือสินเธาว์ มีการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าอย่างไร” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนมติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 6 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ตอบว่ามีไอน้ำเกิดขึ้นเพราะได้รับความร้อน กลุ่มที่ตอบว่ามีไอน้ำเกิดขึ้น กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับการแข็งตัวของของเหลว กลุ่มที่อธิบายการต้มเกลือสินเธาว์ กลุ่มที่อธิบายว่าเกลือจะดูดน้ำ และกลุ่มที่ตอบไม่สื่อความหมาย รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 33 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การระเหย

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำจากของเหลวกลายเป็นไอน้ำเพราะมีการเพิ่มความร้อน เรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า การระเหย	กลุ่มที่ 1*: มีไอน้ำเกิดขึ้นเพราะได้รับความร้อน	2	10.53
	กลุ่มที่ 2 : มีไอน้ำเกิดขึ้น	4	21.05
	กลุ่มที่ 3 : การแข็งตัวของของเหลว	5	26.32
	กลุ่มที่ 4 : อธิบายการต้มเกลือสินเธาว์	4	21.05
	กลุ่มที่ 5 : เกลือจะดูดน้ำ	1	5.26
	กลุ่มที่ 6 : ไม่สื่อความหมาย	3	15.79
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 33 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการระเหย พบว่านักเรียนร้อยละ 10.53 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายมีไอน้ำเกิดขึ้นเพราะได้รับความร้อน ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 89.47 (กลุ่มที่ 2, 3, 4, 5 และ 6) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายว่า มีไอน้ำเกิดขึ้น การแข็งตัวของของเหลว อธิบายการต้มเกลือสินเธาว์ เกลือจะดูดน้ำ และตอบคำถาม ไม่สื่อความหมาย

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบว่ามีไอน้ำเกิดขึ้นเพราะได้รับความร้อน มีนักเรียนจำนวน 2 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N10 ตอบว่า “น้ำจะแห้งเพราะโดนความร้อนจึงกลายเป็นไอ” N14 ตอบว่า “น้ำกลายเป็นไอ เพราะน้ำถูกความร้อนเลยระเหยกลายเป็นไอ” จากการตอบคำถามของนักเรียนกลุ่มนี้เห็นได้ว่านักเรียนได้อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าเมื่อทำการต้มน้ำเกลือจะทำให้ น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นไอน้ำซึ่งมีสถานะเป็นแก๊สเพราะได้รับความร้อน ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหยโดยมีเพียง N14 ที่เรียกการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นแก๊สว่าการระเหย

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ตอบว่ามีไอน้ำเกิดขึ้น มีนักเรียน จำนวน 4 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N3, N4 และ N7 ตอบว่า “การเกิดไอน้ำ” และ N9 ตอบว่า “น้ำเกลือจะเกิดฟอง เกิดไอ” จากการตอบคำถามของนักเรียนกลุ่มนี้เห็นได้ว่านักเรียนได้อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าเมื่อทำการต้มน้ำเกลือจะทำให้ น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นไอน้ำซึ่งมีสถานะเป็นแก๊ส แต่ยังขาดการอธิบายถึงความร้อนซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ตอบเกี่ยวกับการแข็งตัวของของเหลว พบว่า มีนักเรียนจำนวน 5 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 26.32 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N1 ตอบว่า “จากของเหลวกลายเป็นของแข็ง” N2 ตอบว่า “พอต้มน้ำเกลือสินเธาว์เสร็จเรียบร้อยแล้วจะเปลี่ยนแปลงสถานะเป็นก้อน” N11 ตอบว่า “เพราะน้ำจะกลายเป็นเกลือ เพราะเกลือจะกวนน้ำไว้ให้กลายเป็นเกลือ ถ้าเกลือเป็นน้ำอยู่เราก็จะรอจนกว่าเกลือจะแข็ง” N12 ตอบว่า “มีเกลือเกิดขึ้นมาจากคือน้ำ เพราะมันได้ต้ม เรียกว่าการแข็งตัว” N13 ตอบว่า “เปลี่ยนจากของเหลวเป็นของแข็งเพราะน้ำเกลือที่ได้มาต้มนานๆ ก็กลายเป็นก้อนและแข็ง เรียกว่า ของเหลวกลายเป็นของแข็ง” จากคำตอบของนักเรียน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความเข้าใจว่าเมื่อต้มน้ำเกลือสินเธาว์จะทำให้ น้ำเกลือที่มีสถานะของเหลวกลายเป็นเกลือที่มีสถานะเป็นของแข็ง ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เพราะน้ำเกลือที่เป็นของเหลวจะไม่สามารถกลายเป็นเกลือซึ่งเป็นของแข็งได้แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงของไอน้ำที่ระเหยจากน้ำเกลือจะทำให้เหลือแต่เกลือซึ่งเป็นของแข็ง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 4 ที่อธิบายเกี่ยวกับการต้มน้ำเกลือสินเธาว์ มีนักเรียนจำนวน 4 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ เช่น N16 ตอบว่า “เอาน้ำบ่อเทลงไปในสังกะสีที่เราทำไว้” N18 ตอบว่า “น้ำพอเทใส่หม้อก็ทำให้เกลือเป็นน้ำ” N19 ตอบว่า “ทำให้เกลือสินเธาว์มีน้ำหยดลงมาจากครุที่เจาะไว้ เพราะจะทำให้เกลือสินเธาว์มีรสเค็มขึ้น เรียกการเปลี่ยนแปลงของเกลือสินเธาว์” จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนได้อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการต้มน้ำเกลือสินเธาว์โดยการกล่าวถึงการใช้น้ำในขั้นตอนการต้มน้ำเกลือโดยไม่ได้

กล่าวถึงการเปลี่ยนสถานะของน้ำในการต้มเกลือสินเธาว์ นอกจากนี้ยังมี N17 ที่ตอบว่า “ทำให้ละลายออกมาเป็นเกลือ น้ำต้องไม่มีแต่มีก็ได้แต่ไม่มาก” ซึ่งเป็นการอธิบายถึงการต้มเกลือในขั้นสุดท้ายที่จะได้เกลือที่แห้งและเกลือไม่ควรจะชื้นมาก

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 5 ที่ตอบคำถามว่าเกลือจะดูคน้ำ มีนักเรียน จำนวน 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N15 ตอบว่า “น้ำของเกลือจะดำ เพราะว่าเกลือจะดูตัว เรียกรการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าการต้มเกลือ” จากคำตอบของ N15 ได้อธิบายว่าที่น้ำในหม้อต้มเกลือหายไปเป็นเพราะเกลือที่อยู่ในหม้อดูคน้ำไว้ ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหย

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 6 ที่ตอบคำถามไม่สื่อความหมาย มีนักเรียนจำนวน 3 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N6 ตอบว่า “เพื่อให้มีรสชาติมากขึ้น” N8 ตอบว่า “เกลือมันเค็ม” N5 ตอบว่า “เพราะว่าสินเธาว์เอาไปต้มเกลือสินเธาว์จะเป็นการต้มเกลืออย่างดี เพราะว่าสินเธาว์จะต้มเกลือได้ดีกว่า เพราะมันเค็มกว่า” จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นว่านักเรียนได้อธิบายเกี่ยวกับรสชาติของเกลือ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับ การเปลี่ยนสถานะของน้ำในการต้มเกลือ ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการระเหย

### 7.2.2 การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการระเหย

จากผลการวิเคราะห์แบบสำรวจก่อนเรียนแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่ อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ไม่สอดคล้องกับมโนคติของการระเหยเนื่องจากไม่ได้กล่าวถึงความร้อนซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ แต่เป็นการอธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงสถานะจากน้ำกลายเป็นเกลือ หรือเป็นการกล่าวถึงขั้นตอนในการต้มเกลือ อีกทั้งนักเรียนส่วนมากเรียกชื่อ การเปลี่ยนสถานะของสารไม่ถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้สามารถสังเกต ถึงการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เรียกชื่ออย่างไรด้วยการทดลอง โดยเริ่มบทเรียน โดยผู้วิจัยนำเสนอนิทาน เรื่อง “น้ำหายไปไหน” ในใบความรู้ที่ 1 ดังนี้

### นิทาน เรื่อง น้ำหายไปไหน

ช่วงนี้มีฝนตกติดต่อกันหลายวัน ทำให้เกิดน้ำท่วมขังทั่วทุกหนแห่ง สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต่างก็ได้รับชุ่มชื้นจากสายฝนไม่ต่างจากเจ้าหุ่ยแม่ลูกคู่หนึ่ง ทั้งคู่รู้สึกมีความสุขมากที่มีน้ำท่วมขังไว้ให้มันได้แช่น้ำเล่นเย็นใจ ชาวนาพาเจ้าหุ่ยแม่ลูกไปเลี้ยงที่ทุ่งนา และปล่อยให้มันแช่น้ำเล่นทุกวันๆ เจ้าหุ่ยแม่ลูกมีความสุขมาก หลังจากที่ฝนหยุดตกเป็นเวลาหลายวัน แสงแดดร้อนระอุแผดเผาไปทุกหย่อมหญ้า แต่เจ้าหุ่ยแม่ลูกต่างก็มีความสุขสนุกสนานไม่เสื่อมคลาย เพราะแม้ว่าฝนจะหยุดตกไปหลายวัน แสงแดดร้อนจัดจ้าแก่ไหน มันก็ยังมีย่าน้ำให้แช่เย็น ได้กินคิมขึ้นใจ แต่พอมาวันหนึ่ง บ่อน้ำที่เคยแช่เล่นทุกวันได้เหือดแห้งไป เจ้าหุ่ยตัวน้อยรู้สึกตกใจเป็นอย่างมากว่าน้ำหายไปไหน หายไปได้อย่างไร ชาวนาที่ไม่ได้รู้สึกเดือดเนื้อร้อนใจ พามันไปกินหญ้าทุกๆ วัน แม่ของมันเองก็กินหญ้าอย่างสบายใจ มีแต่เจ้าหุ่ยน้อยที่คอยถามแม่ว่า “แม่จ๋า แม่จ๋า น้ำหายไปไหน ทำไมอยู่ดีๆ น้ำถึงหายไปล่ะจ๊ะ แม่จ๋า” “หรือว่าจะมีใครมาขโมยน้ำไป” “หรือว่าลูกกินน้ำหมด” มีคำถามมากมายเกิดขึ้นในใจของเจ้าหุ่ยน้อย เด็กๆ ช่วยอธิบายให้เจ้าหุ่ยน้อยเข้าใจที่ได้ไหม ว่าแท้ที่จริงแล้ว น้ำหายไปไหน ?

จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าน้ำหายไปไหน ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ผู้วิจัย : จากนิทานที่เพิ่งอ่านไป น้ำหายไปไหนคะ

N7 : น้ำมันแห้ง

N9 : น้ำมันซึมลงดิน

N2 : ฝนไม่ตกอีกมันก็จะค่อยๆ แห้ง แต่ถ้าฝนตกอีกก็จะมีน้ำอีก

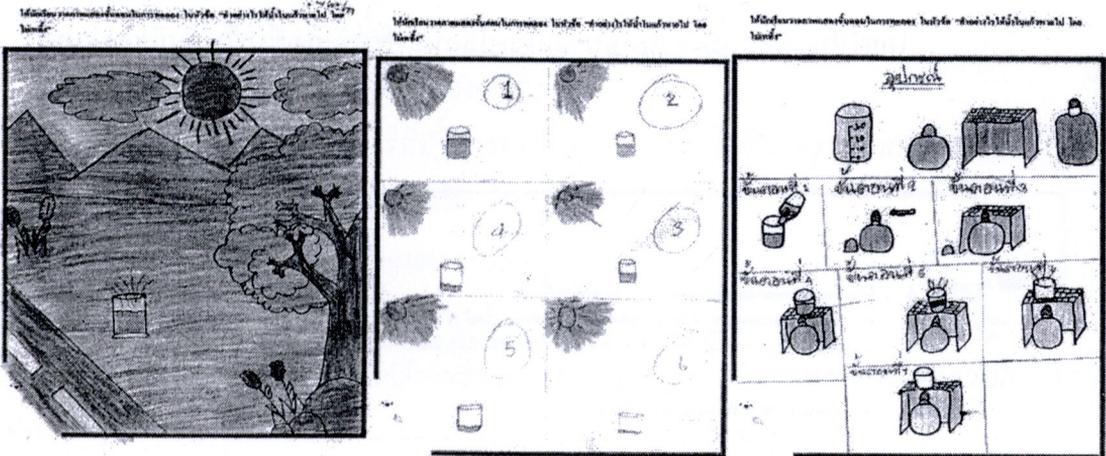
ผู้วิจัย : การที่น้ำหายไปเกิดจากสาเหตุใด

N 9 : น้ำซึมลงดิน

N 7 : แดดร้อน น้ำก็เลยแห้ง

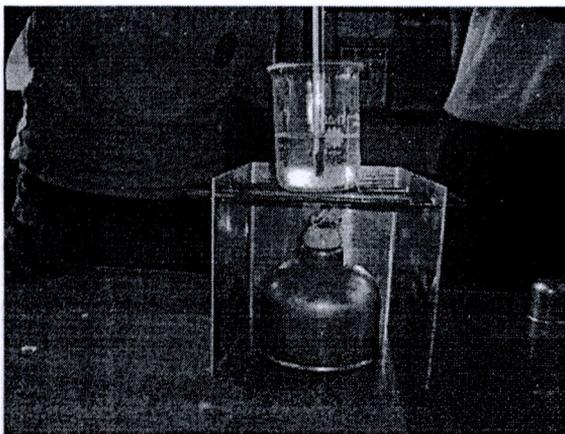
N2 : ฝนไม่ตกอีก น้ำก็เลยค่อยๆ แห้ง เพราะแดดมันร้อน

จากการตอบคำถามพบว่านักเรียนมีความเข้าใจว่าที่น้ำแห้งไปเพราะน้ำซึมลงดิน หรือเพราะแดดร้อน ซึ่งเป็นการให้เหตุผลที่ถูกต้อง จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองในกิจกรรม “ทำอะไรให้น้ำในแก้วหายไป โดยไม่เททิ้ง” ซึ่งนักเรียนได้ใช้เวลาอภิปรายร่วมกันโดยใช้เวลาค่อนข้างนาน ซึ่งนักเรียนได้มีการอภิปรายในกลุ่มว่า “เราก็ยกแล้วไปเทหน้าออกเอาไปตากแดด” แต่ผู้วิจัยกำชับว่ามีเงื่อนไขห้ามเทน้ำทิ้ง ทำให้นักเรียนบางกลุ่มก็บอกว่าทำไม่ได้ และได้มีการอภิปรายกลุ่มกันต่อจนนักเรียนสามารถออกแบบการทดลองได้ดังภาพ



ภาพที่ 41 แสดงการออกแบบวิธีการ “ทำให้น้ำหายไปโดยไม่เททิ้ง”

จากผลการออกแบบวิธีการทำให้น้ำหายไปโดยไม่เททิ้งของนักเรียน สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่นำแก้วที่ใส่น้ำไปตากแดด และกลุ่มที่นำน้ำไปต้ม จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าการออกแบบการทดลองของแบบใดจะทำให้ให้น้ำในแก้วหายไปได้รวดเร็วที่สุด เพราะเหตุใด ซึ่งนักเรียนทุกคนตอบว่ากลุ่มที่นำเสนอวิธีการต้มน้ำจะทำให้ให้น้ำในแก้วหายไปได้เร็วที่สุด เพราะมีการให้ความร้อนแก่น้ำทำให้น้ำเดือดจนหมด และผู้วิจัยได้นำอภิปรายเพิ่มเติมว่าในการในการต้มน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำอย่างไร ซึ่งนักเรียนส่วนมากตอบว่า “น้ำจะเดือด จะมีควันลอยขึ้น จะมีไอน้ำ” จากนั้นให้นักเรียนเลือกอุปกรณ์จากที่ผู้วิจัยเตรียมไว้เพื่อใช้สำหรับต้มน้ำ ซึ่งนักเรียนได้เลือกอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ บีกเกอร์ แท่งแก้วคนสารเทอร์โมมิเตอร์ เครื่องชั่งมวล ถ้วยยูริกา หลอดทดลอง และทำการต้มน้ำเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของน้ำขณะต้ม



ภาพที่ 42 การทดลองเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ

ดังนี้

โดยให้แต่ละกลุ่มเขียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ในใบกิจกรรมที่ 1

10

จงการทดลองนักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- ระหว่างการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงของสารอย่างไร  
 ...จากน้ำกลายเป็นไอน้ำ และไอน้ำควบแน่นเป็นน้ำ
- สถานะที่น้ำมีน้ำหายไปคืออะไร  
 ...สถานะของแข็ง
- จุดอุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร  
 ...เปลี่ยนแปลงโดยจุดเดือดของน้ำเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ
- ให้เขียนแผนผังแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำที่เกิดขึ้นในการทดลอง

- นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงสถานะนั้นว่าอย่างไร  
 ...การระเหย

\*\*\*\*\*

ภาพที่ 43 ใบกิจกรรมการระเหยของ เด็กหญิงสุภาวี ศรีทอง และ เด็กหญิงรุ่งนภา พิลา

จากใบกิจกรรมของนักเรียนจะเห็นว่านักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการทดลองได้ว่า ระหว่างการทดลองมีการเปลี่ยนสถานะของสารจากของเหลวกลายเป็นแก๊สเนื่องจากของเหลวได้รับความร้อน และนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเรียกการเปลี่ยนแปลงได้ถูกต้องว่าการระเหย จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการทดลองอีกครั้งหนึ่ง เพื่อเป็นการอธิบายและสรุปผลการทดลอง

ผู้วิจัย : ในการทดลองแต่ละกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำในการทดลองหรือไม่ อย่างไร

N9 : มีไอน้ำ

N7 : น้ำเป็นฟองใหญ่ขึ้น ใหญ่ขึ้น

- N2 : น้ำเดือด  
 N4 : เกิดควันลอยขึ้น  
 ผู้วิจัย : การที่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงสถานะเป็นเพราะสาเหตุใด  
 N1 : น้ำโดนไฟ  
 N15 : น้ำถูกความร้อน  
 N13 : อุณหภูมิสูงขึ้น  
 ผู้วิจัย : นักเรียนเรียกกระบวนการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สว่า

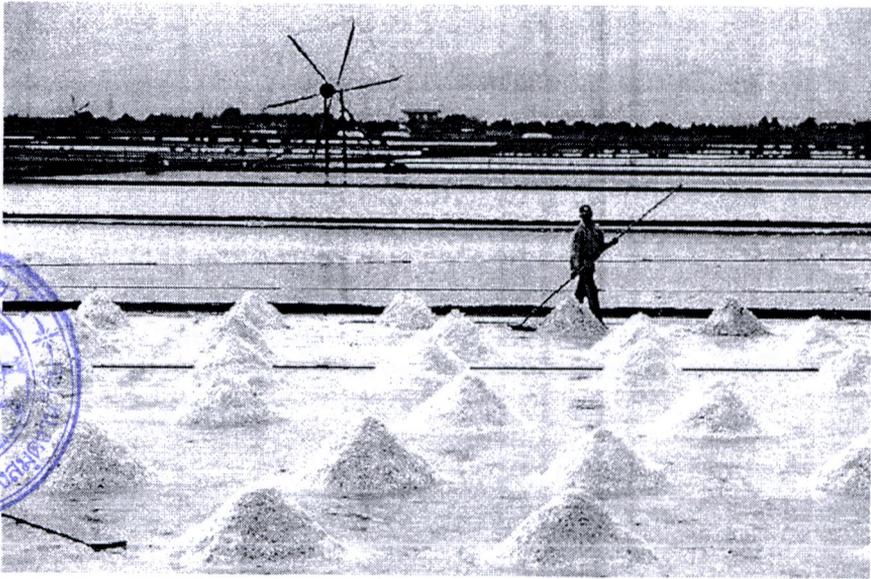
อย่างไร

- N14 : การเกิดไอน้ำ  
 N15 : การเดือด  
 N11 : น้ำกลายเป็นไอ

ผู้วิจัยเสนอแนะว่านักวิทยาศาสตร์เรียกการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส โดยเกิดขึ้น เฉพาะตรงผิวหน้าของของเหลว ว่า การระเหย แต่ถ้าสารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็น แก๊ส โดยเกิดจากทุกส่วนของของเหลว เรียกว่า การเดือด และนักเรียนร่วมกันตอบคำถาม

- ผู้วิจัย : การเดือดกับการระเหย มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร  
 N17 : ทำให้เกิดไอเหมือนกัน  
 N4 : การเดือดเกิดทุกส่วนของของเหลว  
 N2 : การระเหยตรงผิวหน้าของเหลว  
 N12 : การระเหยไม่ต้องใส่ไฟ

ในขั้นตอนสุดท้ายของการเรียนเป็นการทบทวนการเปลี่ยนสถานะของสารในรูปแบบต่างๆ ที่เรียนผ่านมาแล้ว นักเรียนเล่นเกม “ภาพปริศนา” โดยนักเรียนดูภาพเหตุการณ์บนกระดาน (ภาพเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันและการต้มเกลือสินเธาว์) และแข่งขันกันตอบว่าเป็นเหตุการณ์ใดเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสถานะอย่างไร



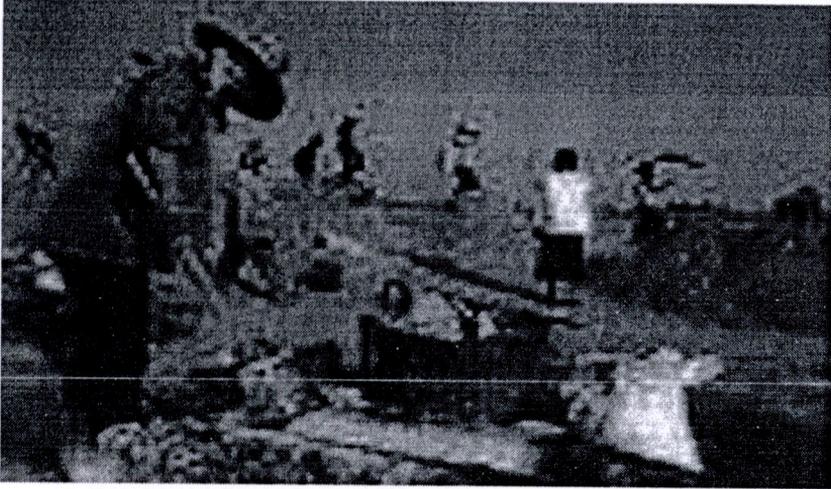
ภาพที่ 44 การทำนาเกลือ

จากการพิจารณาภาพที่ 44 นักเรียนตอบว่า “เป็นการทำนาเกลือ การแห้งของน้ำทะเลแล้วกลายเป็นเกล็ดเกลือ การแห้งของน้ำเกลือเพราะความร้อน มีการเปลี่ยนสถานะของน้ำเป็นไอน้ำจนเหลือแต่เกลือ”



ภาพที่ 45 น้ำพุร้อน

จากการพิจารณาภาพที่ 45 นักเรียนตอบว่า “การเกิดน้ำพุร้อน การร้อน การเกิดไอน้ำ การเกิดความร้อนขึ้นมาจากดิน น้ำเดือด มีการเปลี่ยนสถานะของน้ำเป็นไอน้ำ”



ภาพที่ 46 การขุดดินเกลือในนาข้าว

จากการพิจารณาภาพที่ 46 นักเรียนตอบว่า “การต้มเกลือ เกิดการจับตัวเป็นก้อน การต้มเกลือทำให้เกิดเม็ดเกลือและน้ำที่ต้มก็จะระเหยไป การแห้งของเกลือ การแห้งของน้ำเกลือที่ถูกต้ม มีการเปลี่ยนสถานะของน้ำเป็นไอน้ำ”



ภาพที่ 47 การต้มเกลือสินเธาว์

จากการพิจารณาภาพที่ 47 นักเรียนตอบว่า “เกิดการมีเกลือในตะกร้า การต้มเกลือแบบใช้น้ำที่เค็มมาต้ม การต้มเกลือใส่โอ่ง น้ำกลายเป็นไอน้ำ น้ำเดือด มีการเปลี่ยนสถานะของน้ำเป็นไอน้ำแล้วจะเหลือเกลือจนเกลือเป็นเม็ด” จากการตอบคำถามของนักเรียนจะเห็นว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้และอธิบายเหตุการณ์ในแต่ละภาพด้วยเหตุผลที่หลากหลาย และสามารถตอบคำถามได้ว่าภาพทุกภาพเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารจากของเหลวกลายเป็นไอน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องการระเหย

### 7.2.3 มโนคติหลังเรียนเกี่ยวกับการระเหย

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการหลอมเหลวในการตอบคำถามว่า “จากภาพการต้มเกลือสินเธาว์ มีการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าอย่างไร” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับการระเหยโดยอ้างถึงความร้อน กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับการแข็งตัวของของเหลว กลุ่มที่ตอบคำถามไม่สื่อความหมาย รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 34 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การระเหย

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำจากของเหลวกลายเป็นไอน้ำเพราะมีการเพิ่มความร้อน เรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า การระเหย	กลุ่มที่ 1*: การระเหยโดยอ้างถึงความร้อน	14	73.68
	กลุ่มที่ 2 : การแข็งตัวของของเหลว	2	10.53
	กลุ่มที่ 3 : ไม่สื่อความหมาย	3	15.79
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 34 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการระเหย พบว่านักเรียนร้อยละ 73.68 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายเกิดการระเหยโดยอ้างถึงความร้อน ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 26.32 (กลุ่มที่ 2 และ 3) มีมโนคติ ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายเกี่ยวกับการแข็งตัวของของเหลว และตอบคำถามไม่สื่อความหมาย

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่อธิบายเกี่ยวกับการระเหยโดยอ้างถึงความร้อน มีนักเรียนจำนวน 14 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 73.68 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N11 ตอบว่า “การระเหยเพราะน้ำในหม้อต้มเดือดถูกต้มจนร้อนแล้วกลายเป็นไอน้ำ เรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าการ ระเหย” N9 ตอบว่า “พอต้มเกลือไปเรื่อยๆ น้ำจะเดือด เป็นไอไปหมด แล้วเหลือแต่เกลืออยู่ในหม้อ” N10 ตอบว่า “เปลี่ยนจากของเหลวไปเป็นแก๊สเพราะการที่ของเหลวถูกความร้อนระเหยกลายเป็นไอเรียกว่าการระเหยแห้ง” N14 ตอบว่า “เพราะว่าน้ำจะระเหยกลายเป็นไอเหลือแต่เกลือ เพราะว่าเมื่อน้ำได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าการระเหย” จากการตอบคำถามของนักเรียนกลุ่มนี้เห็นได้ว่านักเรียนได้อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าเมื่อทำการต้มน้ำเกลือจะทำให้ น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นไอน้ำซึ่งมีสถานะเป็นแก๊ส ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหยและการ ในตอบคำถามหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเรียกชื่อการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นแก๊สได้ถูกต้องว่า การระเหย

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่อธิบายเกี่ยวกับการแข็งตัวของของเหลว มีนักเรียนจำนวน 2 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N1 ตอบว่า “น้ำเกลือจะต้องกลายเป็นเกลือ เรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าการเปลี่ยนแปลงจากของเหลวเป็นของแข็ง” N6 ตอบว่า “ของเหลวเป็นของแข็งจากน้ำเกลือกลายเป็นเกลือ” จากคำตอบของนักเรียน นักเรียนได้อธิบายการเปลี่ยนสถานะที่เกิดขึ้นว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงจากน้ำเกลือกลายเป็นเกลือซึ่งเป็นของแข็ง ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เพราะน้ำเกลือซึ่งเป็นของเหลวจะไม่สามารถกลายเป็นเกลือซึ่งเป็นของแข็งได้แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงของไอน้ำที่ระเหยจากน้ำเกลือจะทำให้เหลือแต่เกลือซึ่งเป็นของแข็ง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ตอบคำถามไม่สื่อความหมาย มีนักเรียน จำนวน 3 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N4 ตอบว่า “น้ำจะขึ้นเพราะน้ำซึมเข้าไปอยู่ในเนื้อไม้ เรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าการซึมของน้ำ” N5 ตอบว่า “เมื่อเรานำเกลือไปต้มจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะเพราะว่าในการต้มเกลือจะทำให้เกลือเปลี่ยนแปลงตามภาชนะ” N7 ตอบว่า “ถ้าเราเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ และที่รางไม้ก็จะไม่ได้ น้ำเกลือ เรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าการเปลี่ยนสถานะ” จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นว่าไม่ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนสถานะของสารในขณะที่ต้มเกลือสินเธาว์ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการระเหย

ตารางที่ 35 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง การระเหย

มโนมติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนมติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1*: มีไอน้ำเกิดขึ้น เพราะได้รับความ ร้อน (ร้อยละ 10.53)	น้ำจะแห้งเพราะ โดนความร้อนจึง กลายเป็นไอ	กลุ่มที่ 1*: การระเหยโดยอ้าง ถึงความร้อน (ร้อยละ 73.68)	การระเหยเพราะน้ำ ในหม้อต้มเกลือถูก ต้มจนร้อนแล้ว กลายเป็นไอน้ำ เรียก การเปลี่ยนแปลงนี้ว่า การระเหย	*สอดคล้องกับ มโนมติทาง วิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2: มีไอน้ำเกิดขึ้น (ร้อยละ 21.05)	น้ำเกลือจะเกิด ฟอง เกิด ไอ	-	-	-
กลุ่มที่ 3: การแข็งตัวของ ของเหลว (ร้อยละ 26.32)	จากของเหลว กลายเป็นของแข็ง	กลุ่มที่ 2: การแข็งตัวของ ของเหลว (ร้อยละ 10.53)	น้ำเกลือจะต้อง กลายเป็นเกลือ เรียกว่าการเปลี่ยน จากของเหลวเป็น ของแข็ง	-
กลุ่มที่ 4: อธิบายการต้ม เกลือสินเธาว์ (ร้อยละ 21.05)	น้ำพอเทใส่หม้อก็ ทำให้เกลือเป็นน้ำ	-	-	-
กลุ่มที่ 5: เกลือจะควบน้ำ (ร้อยละ 5.26)	น้ำของเกลือจะคำ เพราะว่าเกลือจะ ดูดไว้ เรียกการ เปลี่ยนแปลงนี้ว่า การต้มเกลือ	-	-	-
กลุ่มที่ 6: ไม่สื่อความหมาย (ร้อยละ 15.79)	เกลือมันเค็ม	กลุ่มที่ 3: สื่อความหมาย (ร้อยละ 15.79)	น้ำจะขึ้นเพราะ น้ำซึมเข้าไปอยู่ใน เนื้อไม้ เรียกการ เปลี่ยนแปลงนี้ว่าการ ซึมของน้ำ	-

จากการตอบคำถามหลังเรียนพบว่านักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่า เมื่อทำการต้มน้ำเกลือจะทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นไอน้ำซึ่งมีสถานะเป็นแก๊ส ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหยและนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเรียกชื่อการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นแก๊สได้ถูกต้องว่า การระเหย เพิ่มขึ้นจากการตอบคำถามก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่าแหล่งเรียนรู้ในชุมชนมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารเรื่องการระเหยที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและในกระบวนการต้มน้ำเกลือสินเธาว์

### 7.3 การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการควบแน่น

#### 7.3.1 มโนติก่อนเรียนเกี่ยวกับการควบแน่น

สำหรับมโนติก่อนเรียนเกี่ยวกับการควบแน่นในการตอบคำถามว่า “นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นเมื่อปิดฝาภาชนะต้มน้ำเกลือ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าอย่างไร” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 5 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะจากไอน้ำเป็นของเหลว กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับความร้อน กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับการระเหย กลุ่มที่ตอบเกี่ยวกับการเกิดเกลือ และกลุ่มที่ตอบว่าไม่สื่อความหมาย รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 36 แสดงมโนติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การควบแน่น

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนติก่อนเรียนของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
จะเกิดหยดน้ำที่ฝาภาชนะเนื่องจากไอน้ำกระทบอุณหภูมิที่ต่ำกว่าของฝาภาชนะทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะเป็นหยดน้ำ เรียกการเปลี่ยนสถานะของสารจากแก๊สเป็นของเหลวเมื่อลดอุณหภูมิ ว่าการควบแน่น	กลุ่มที่ 1*: การเปลี่ยนสถานะจากไอน้ำเป็นของเหลว	8	42.82
	กลุ่มที่ 2 : อธิบายเกี่ยวกับความร้อน	5	26.32
	กลุ่มที่ 3 : การระเหย	2	10.53
	กลุ่มที่ 4 : การเกิดเกลือ	2	10.53
	กลุ่มที่ 5 : ไม่สื่อความหมาย	2	10.53
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 36 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการควบแน่น พบว่านักเรียนร้อยละ 42.82 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายถึงการเปลี่ยนสถานะจากไอน้ำเป็นของเหลวแต่ขาดการอธิบายว่าไอน้ำไปกระทบกับอุณหภูมิที่เย็นกว่าซึ่งถือว่าไม่ครบถ้วนตามมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 57.91 (กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายว่าเกี่ยวกับความร้อน การระเหย การเกิดเกลือ และตอบคำถามไม่สื่อความหมาย

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบเกี่ยวกับการการเปลี่ยนสถานะกลายจากไอน้ำเป็นของเหลว มีนักเรียนจำนวน 8 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 42.11 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N1 ตอบว่า “เมื่อต้มเกลือ ใช้นานๆ ก็จะไม่มีเกลือ เรียกว่า ของเหลว ของแข็ง เพราะถ้าปิดฝาหม้อจะเป็น น้ำเหมือนเดิม” N10 ตอบว่า “จะเกิดไอน้ำที่เกาะอยู่ภาชนะที่ปิดเพราะปิดจะไม่ไอบิดไว้จะได้ ไอน้ำขึ้นฟ้า เรียกว่าการต้มเกลือ” N12 ตอบว่า “มันก็จะป็นน้ำอย่างเดิมเพราะมันไม่ได้โดนอากาศ” N17 ตอบว่า “อันที่ปิดหม้อต้มเกลือ บนฝาที่ปิดจะมีน้ำอยู่บนฝา ไอน้ำมันจะไม่ลอยและเกลือก็จะ เป็นเม็ดๆ” จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความเข้าใจว่าเมื่อปิดฝาภาชนะแล้ว ทำให้ไอน้ำระเหยออกไปไม่ได้ จะเกิดเป็นหยดน้ำเกาะอยู่ที่ฝาภาชนะ และตกลงมาเป็นน้ำใส่หม้อต้มเกลือทำให้น้ำเกลือแห้งช้า จากการตอบคำถามของนักเรียนกลุ่มนี้ยังขาดการอธิบายว่าไอน้ำไปกระทบกับอุณหภูมิที่เย็นกว่าซึ่งถือว่าไม่ครบถ้วนตามมโนคติทางวิทยาศาสตร์อีกทั้งนักเรียนเรียกชื่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นยังไม่ถูกต้อง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ตอบเกี่ยวกับความร้อน มีนักเรียนจำนวน 5 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 26.32 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N9 ตอบว่า “อากาศไม่เข้า มันจะอบ ความร้อนจะเข้าไป” N11 ตอบว่า “เมื่อปิดฝาภาชนะต้มเกลือจะไหม้ไปหมดพอดีที่ต้มเกลืออยู่แล้ว ก็จะมีร้อนจนกลายเป็นเกลือ” N13 ตอบว่า “เกลือจะได้รับความร้อนมากขึ้น เกลือกก็แข็งตัวเร็วขึ้น” และยังมีนักเรียนที่อธิบายว่าการปิดฝาภาชนะจะทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้น แต่จะทำให้เกลือไม่เดือดหรือเกลือจะไหม้ ซึ่งได้แก่ N7 ที่ตอบว่า “เมื่อปิดภาชนะก็เกิดความร้อนขึ้นได้เพราะควันออกจากภาชนะไม่ได้ ทำให้เกลือไม่เดือด เราควรปล่อยไอบอกไปเรียกว่าการเปลี่ยนแปลงของวัสดุเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ดีมาก” และ N6 ตอบว่า “เกลือจะไหม้ มันร้อนขึ้นง่าย” จากการตอบคำถามของนักเรียนกลุ่มนี้เห็นได้ว่านักเรียนได้อธิบายว่าการที่ปิดฝาภาชนะจะทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้น แต่ไม่ได้อธิบายถึงการเปลี่ยนสถานะ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่อธิบายเกี่ยวกับการระเหย มีนักเรียนจำนวน 2 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N2 ตอบว่า “เกลือจะระเหย เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพการต้มเกลือสินเธาว์” N2 ตอบว่า “เกิดไอน้ำ” จากคำตอบของนักเรียนกลุ่มนี้จะ

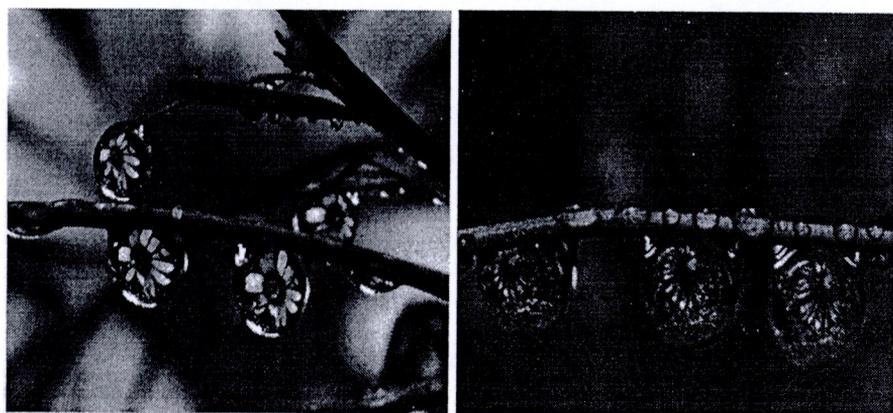
เห็นว่าไม่ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นเมื่อปิดฝาภาชนะที่ใช้ต้มเกลือ ส่วนคำตอบที่บอก  
ว่าเกลือจะระเหยนั้นไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เพราะการระเหยเป็นการเปลี่ยนแปลง  
สถานะของสารจากของเหลวไปเป็นแก๊ส

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 4 ที่อธิบายเกี่ยวกับการต้มเกลือ มีนักเรียนจำนวน 2 คน  
จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N16 ตอบว่า “เกลือจะเกิดเป็นสีดำ เพราะทำ  
ให้มันเดือด เราก็ไม่ต้องปิดฝา” N18 ตอบว่า “มันจะเกิดเป็นเกลือขึ้นในภาชนะนั้น ถ้าไม่ปิดฝามัน  
เกลือจะกระเด็นออก เรียกว่าการต้มเกลือ” จะเห็นว่านักเรียนอธิบายเกี่ยวกับการต้มเกลือโดยไม่ได้  
อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารเมื่อปิดฝาภาชนะที่ใช้ต้มเกลือแต่จะอธิบายว่าการปิดฝาดี  
หรือไม่คืออย่างไร ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องการควบแน่น

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 5 ที่ตอบคำถามว่าไม่สื่อความหมาย มีนักเรียนจำนวน  
2 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N3 ตอบว่า “ไม่มีอะไรเกิดขึ้น  
ไม่เปลี่ยน” N8 ตอบว่า “ฝามันก็เหมือนเดิม” ซึ่งไม่ได้อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของสาร แต่จะ  
อธิบายถึงภาชนะที่ใช้ต้มเกลือว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

### 7.3.2 การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการควบแน่น

จากผลการวิเคราะห์ก่อนเรียนพบว่า มีนักเรียนเพียงบางส่วนเท่านั้นที่อธิบาย  
เกี่ยวกับการควบแน่น โดยอธิบายว่าเมื่อทำการปิดฝามันไอน้ำจะลอยออกจากหม้อไม่ได้ ทำให้เกิด  
เป็นหยดน้ำ แต่นักเรียนยังขาดการอ้างอิงถึงไอน้ำไปกระทบกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่าทำให้เกิดเป็นหยดน้ำ  
อีกทั้งเรียกชื่อการเปลี่ยนแปลงไม่ถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มต้นจากนำภาพ  
เหตุการณ์ที่เกิดในธรรมชาติมาให้นักเรียนพิจารณา เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์ที่มี  
การเปลี่ยนแปลงสถานะของสารไปสู่การควบแน่นของสารในสถานการณ์อื่นๆ ได้ โดยเริ่มกิจกรรม  
เพื่อสร้างความสนใจให้กับนักเรียนโดยการนำเสนอรูปภาพเกี่ยวกับการเกิดหยดน้ำดังภาพ



ภาพที่ 48 แสดงรูปภาพเกี่ยวกับการเกิดหยดน้ำ

และสนทนากับนักเรียนโดยใช้คำถาม

ผู้วิจัย : นักเรียนเรียกสิ่งที่เห็นในภาพว่าอย่างไร

N13 : การเกิดหมอก

N11 : เกิดหยดน้ำ

N9 : น้ำค้าง

ผู้วิจัย : ส่วนมากนักเรียนจะพบเหตุการณ์ในภาพ ในเวลาใด

N2 : ตอนเช้า

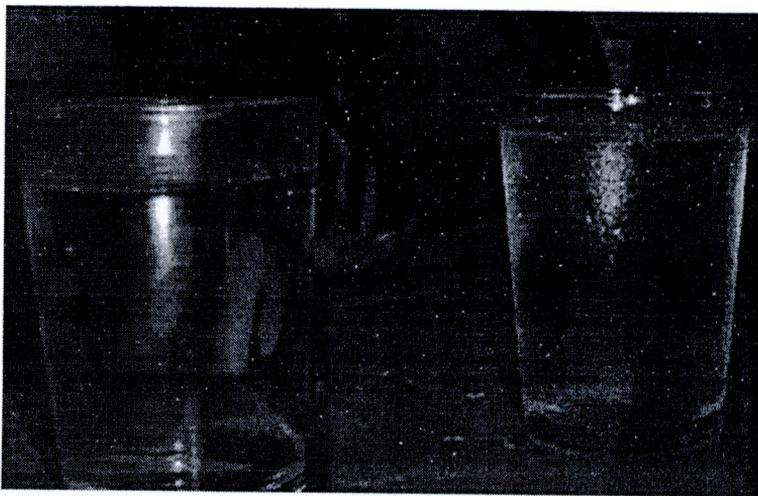
N10 : ฝนตกใหม่ๆ ก็มีน้ำเกาะตามกิ่งไม้

ผู้วิจัย : ถ้าไม่มีฝนตก สามารถเกิดเหตุการณ์เหมือนในภาพได้ไหม

นักเรียน : ได้ จะเกิดตอนเช้า เกิดหมอก

ในขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1 : สังเกตแก้วน้ำเย็น และแก้วน้ำที่ไม่เย็น



ภาพที่ 49 แสดงการสังเกตรหว่างแก้วที่ใส่น้ำเย็นและแก้วที่ใส่น้ำไม่เย็น

ซึ่งนักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและบันทึกผลลงในใบบันทึก

กิจกรรม



N9 : มาจากไอน้ำ

ผู้วิจัย : ถ้าน้ำมาจากในแก้ว แสดงว่าแก้วน้ำรั่วใช่ไหม

N5 : ไม่รู้

N4 : ถ้ามันรั่ว มันจะใส่น้ำไม่ได้

ผู้วิจัย : แล้วเพราะเหตุใดจึงมีน้ำมาเกาะขอบแก้วน้ำเย็น ส่วนแก้วน้ำไม่เย็น

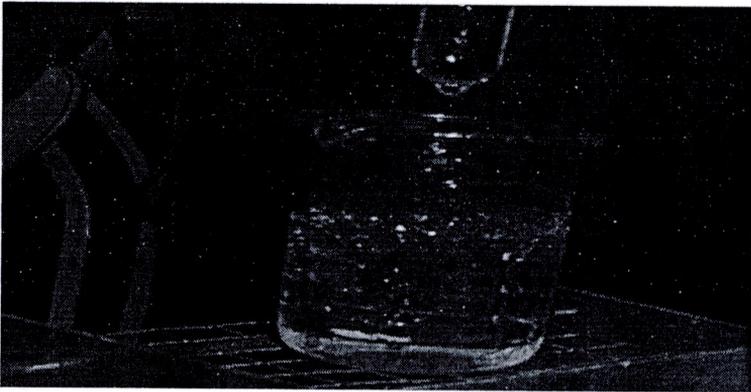
ไม่มีน้ำเกาะ

N1 : แก้วหนึ่งเย็น แก้วหนึ่งไม่เย็น

N9 : มันอธิบายไม่ถูก

เมื่อผู้วิจัยถามว่า เพราะเหตุใดจึงมีน้ำเกาะขอบแก้วใส่น้ำเย็น แต่แก้วใส่น้ำธรรมดาไม่มีน้ำเกาะ ซึ่งนักเรียนตอบคำถามนี้ไม่ได้ อาจเป็นเพราะการทดลองยังไม่เห็นภาพชัดเจนว่ามีไอน้ำมากระทบของแก้วที่เย็น ทำให้ไอน้ำควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ ทำให้นักเรียนตอบคำถาม “ว่าไม่รู้จะอธิบายอย่างไร ไม่ทราบ ” ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอสถานการณ์ที่ 2 เพื่อให้นักเรียนได้พิจารณา

สถานการณ์ที่ 2 : ทดลองต้มน้ำให้เดือด แล้วนำหลอดทดลองที่ใส่น้ำเย็นไปวางไว้เหนือไอน้ำ



ภาพที่ 51 การนำหลอดทดลองที่ใส่น้ำเย็นไปวางไว้เหนือไอน้ำ

นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและบันทึกผลการสังเกตในใบบันทึกกิจกรรม



- N12 : เห็นไอน้ำที่ขอบบีกเกอร์  
 N 8 : ฟองน้ำมันกระเด็นขึ้น  
 ผู้วิจัย : มีการเปลี่ยนแปลงของสารหรือไม่ อย่างไร  
 N12 : ไอน้ำอยู่ข้างแก้วเป็นหยดน้ำที่หลอดทดลอง  
 N10 : มีไอน้ำที่เดือดจากแก้วไปเกาะที่หลอดน้ำเย็น กลายเป็นหยดน้ำ  
 N1 : มี ไอน้ำในแก้วที่เดือดลอยขึ้นสู่หลอดทดลองที่มีน้ำเย็นอยู่เลย

กลายเป็นหยดน้ำ

- ผู้วิจัย : ไอน้ำจากที่ไหนคะ  
 N10 : ไอน้ำมาจากน้ำเดือด ทำให้มีไอลอยขึ้นไปเกาะหลอดทดลอง แล้ว

กลายเป็นหยดน้ำ

- ผู้วิจัย : มีการเปลี่ยนสถานะของสารอย่างไร  
 N1 : มีการเปลี่ยนจากไอน้ำเป็นหยดน้ำ  
 N10 : มีการเปลี่ยนแปลงจากน้ำเป็นไอน้ำด้วย  
 N13 : มีการเปลี่ยนสถานะจากไอน้ำเปลี่ยนเป็นแก๊ส  
 ผู้วิจัย : มีการเปลี่ยนสถานะของสารจากน้ำเป็นไอน้ำตอนไหนคะ  
 N13 : ตอนที่เราดม น้ำจะกลายเป็นไอ

จากการตอบคำถามและการสนทนาจะเห็นว่า นักเรียนอธิบายได้ว่าเมื่อน้ำได้รับความร้อนจะกลายเป็นไอ ลอยไปกระทบกับหลอดทดลองที่ใส่น้ำเย็น จะทำให้ไอน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นหยดน้ำที่ ก้นหลอดทดลอง

สถานการณ์ที่ 3 : ต้มน้ำเดือด ปิดฝาภาชนะ



ภาพที่ 53 การทดลองปิดฝาภาชนะในขณะที่ต้มน้ำ



กลายเป็นไอน้ำ ไอน้ำลอยออกไปได้เล็กน้อยเพราะมีฝาปิดอยู่ จึงกลายเป็นหยดน้ำอยู่ใต้ฝา ตกลงมา  
ทำให้น้ำแห้งยาก แต่มันก็จะไหม้ได้เหมือนกัน ถ้าน้ำร้อนมากๆ จะดันฝามือจนทำให้ฝามือเปิด  
ปิดได้ ไอก็จะลอยออกได้เหมือนกัน” นักเรียนและผู้วิจัยร่วมกันสนทนากการเปลี่ยนแปลงสถานะ  
ของสารในสถานการณ์ที่ 3

ผู้วิจัย : สิ่งที่นักเรียนสังเกตได้มีอะไรบ้าง

N12 : มีหยดน้ำเกาะอยู่ใต้ฝามือ

N11 : มีไอน้ำที่ฝามือ

N17 : มีน้ำเดือด มีไอน้ำจากน้ำเดือดลอยขึ้น ไอน้ำออกไม่ได้

N5 : ออกได้แต่ออกได้น้อย ทำให้อไอน้ำติดอยู่ฝามือ

N14 : เวลาเราเปิดฝามือขึ้นจะมีหยดน้ำไหลลงมา หนูจำได้เวลาอุ่นข้าว

น้ำมันไหลลงถูกมือหนูเป็นประจำเลยคะ

N2 : น้ำเดือดเพราะน้ำมันร้อน อุณหภูมิสูง ถ้าน้ำไม่ร้อนมันก็ไม่เดือด

ผู้วิจัย : มีการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารหรือไม่อย่างไร

N12 : มี บางครั้ง ก็มีหยดน้ำเพราะไอน้ำออกไม่ได้ ก็กลายเป็นหยดน้ำที่

ฝาปิด

N14 : มีคะ มีหยดน้ำอยู่ใต้ฝา

N 17 : มีน้ำเย็นที่ถูกไฟ จะทำให้เกิดความร้อนจะมีไอน้ำ นานๆ ไปน้ำจะ

เดือดอย่างรวดเร็ว มีควันมันเกี่ยวข้องกับอากาศ

N1 : มี ไอน้ำกลายเป็นหยดน้ำ

จากการสังเกตสถานการณ์ที่ 3 นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อน้ำได้รับความ  
ร้อนจะกลายเป็นไอ ไอไปกระทบกับฝาปิดจะทำให้กลายเป็นหยดน้ำที่ฝาปิดและหยดลงมาที่  
ภาชนะเหมือนเดิม จากนั้นผู้วิจัยนำสนทนาถึงสถานการณ์ทั้ง 3 สถานการณ์ ดังนี้

ผู้วิจัย : จากการพิจารณาสถานการณ์ทั้ง 3 สถานการณ์ มีการเปลี่ยนแปลง  
เหมือนกันหรือไม่

N 1 : มีการเปลี่ยนแปลงโดยน้ำเป็นหยดน้ำเหมือนกัน

N15 : อันที่สองกับสาม เหมือนกัน มีการต้มและน้ำเดือดเหมือนกัน

N2 : มีหยดน้ำเกิดขึ้นเหมือนกัน

N12 : เหตุการณ์ที่หนึ่งไม่เหมือนเพื่อนเพราะไม่ได้ใส่ไฟ

ผู้วิจัย : หยดน้ำมาจากการเปลี่ยนแปลงของสารอย่างไร

N1 : มาจากน้ำที่เป็นไอ แล้วค่อยกลายเป็นหยดน้ำ

N2 : ปล่อยให้ไปเจอภาชนะที่เย็นๆ แล้วจะเป็นหยดน้ำ

N12 : ให้นำพอลไปชนกับอะไรก็เป็นหยดน้ำ

จากการสนทนา นักเรียนส่วนใหญ่ตอบได้ว่าทั้ง 3 สถานการณ์มีการเกิดหยดน้ำ โดยให้นำจะเปลี่ยนแปลงเป็นหยดน้ำเมื่อไปชนกับภาชนะที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ผู้วิจัยแนะนำว่า “นักวิทยาศาสตร์เรียกการเปลี่ยนสถานะจากแก๊ส เป็นของเหลว ว่าการควบแน่น” จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าในธรรมชาติมีการเกิดเหตุการณ์ควบแน่นเกิดขึ้นหรือไม่ นักเรียนตอบไม่ได้ในตอนแรก ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมว่ามีเหตุการณ์ใดที่ทำให้เกิดหยดน้ำบ้างหรือไม่ นักเรียนจึงสามารถตอบคำถามได้ ดังบทสนทนา

ผู้วิจัย : มีการเกิดหยดน้ำในธรรมชาติบ้างไหมคะ

N14 : มี ใบไม้ตอนเช้าจะมีหยดน้ำ

N12 : น้ำอยู่บนใบไม้แล้วลมมาจิกกิน

ผู้วิจัย : การที่มีหยดน้ำอยู่บนใบไม้ในตอนเช้าเรียกว่าอะไรคะ

N14 : การเกิดหยดน้ำ

N12 : น้ำค้างคะ

ผู้วิจัย : นอกจากจะมีน้ำค้างในตอนเช้าแล้ว มีการเกิดหยดน้ำอย่างอื่นอีก

ไหมคะ

N7 : เกิดหมอกตอนเช้า เกิดได้อีกตอนเย็น หน้าหนาวเกิดหยดน้ำบน

สังกะสีตอนเช้า มันจะได้ยินเสียงป๊อปปี้ๆ แล้วหยดลงบนดิน

N8 : เหมือนน้ำฝน

ผู้วิจัย : การเกิดฝนต้องประกอบด้วยปัจจัยใดบ้าง

N2 : ลม เมฆ

N6 : ดวงอาทิตย์ ให้นำ ความเย็น

N7 : ฟ้าผ่า ฟ้าร้อง เมฆครีมี

ผู้วิจัย : มีการเปลี่ยนสถานะของสารอย่างไร

N2 : น้ำระเหยเป็นไอน้ำ ให้นำ เยอะๆ กลายเป็นก้อนเมฆ ก้อนเมฆ

กลายเป็นฝน

ผู้วิจัย : ก้อนเมฆกลายเป็นฝน มีการเปลี่ยนสถานะของสารที่เรียกว่า

อย่างไรคะ

N2 : ก้อนเมฆเป็นไอน้ำมารวมกัน

N4 : มันจะเปลี่ยนจากไอน้ำเป็นฝน ฝนเป็นของเหลว

N2 : เปลี่ยนจากไอน้ำเป็นของเหลว

N13 : เรียกว่าการควบแน่นค่ะ คุณผู้วิจัยเพิ่งบอกเมื่อกี้

ผู้วิจัย : มนุษย์สามารถทำให้เกิดฝนได้ไหมคะ

N13 : ได้ ยามเมฆเกาะกันจนแน่นจนอ้วน แล้วมันก็อุณหภูมิต่ำ พอลมพัด

ทำให้เกิดฝน

N4 : กลือไปทำให้ก้อนเมฆเย็นตัว แล้วเมฆก็หนักขึ้น อ้วนขึ้น ฝนก็จะ

ตก

N13 : เครื่องบินเขาปล่อยสารอะไรสักอย่างทำให้ฝนตก หนูเห็นอยู่ เขา

ปล่อยสารยาวๆ ลอยไปทั่วท้องฟ้า

ผู้วิจัย : เหตุการณ์ที่เล่ามาเรียกว่าอะไร

N13 : เรียกว่า ฝนเทียม

N4 : ฝนหลวง

N7 : บั้งไฟม้ง ขอฝนจุด 2 บั้ง ไม่น่าจะพอ

N12 : ควันจากขี้หม้อ(ดินปืน) ขี้เกลือ มากๆ จากบั้งไฟ

N3 : เมฆ ยิ่งบั้งไฟใหญ่มันก็จะยิ่งตกมากขึ้น เพราะควันมันเยอะ

จากบทสนทนา จะเห็นว่านักเรียนสามารถยกตัวอย่างการควบแน่นของสารจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ และสามารถอธิบายเกี่ยวกับการทำฝนเทียม และการจุดบั้งไฟเพื่อทำให้เกิดฝน โดยการทำให้เกิดเมฆหรือควันจำนวนมากบนท้องฟ้ารวมกัน และจากการทำไบบันท์กิจกรรมจะเห็นว่านักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนสถานะของสารในการทำให้เกิดฝนได้ถูกต้อง โดยอธิบายว่า น้ำได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอน้ำ ไอน้ำรวมกันเป็นก้อนเมฆ ก้อนเมฆลอยไปกระทบกับอุณหภูมิต่ำกว่าจะควบแน่นเป็นฝน

2 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้พิจารณาเกี่ยวกับการเกิดฝนหรือไม่ อย่างไร

- การเกิดฝนต้องประกอบด้วยปัจจัยใดบ้าง

1. ความชื้นในอากาศ 2. อุณหภูมิสูง 3. ลมพัด 4. ความชื้น

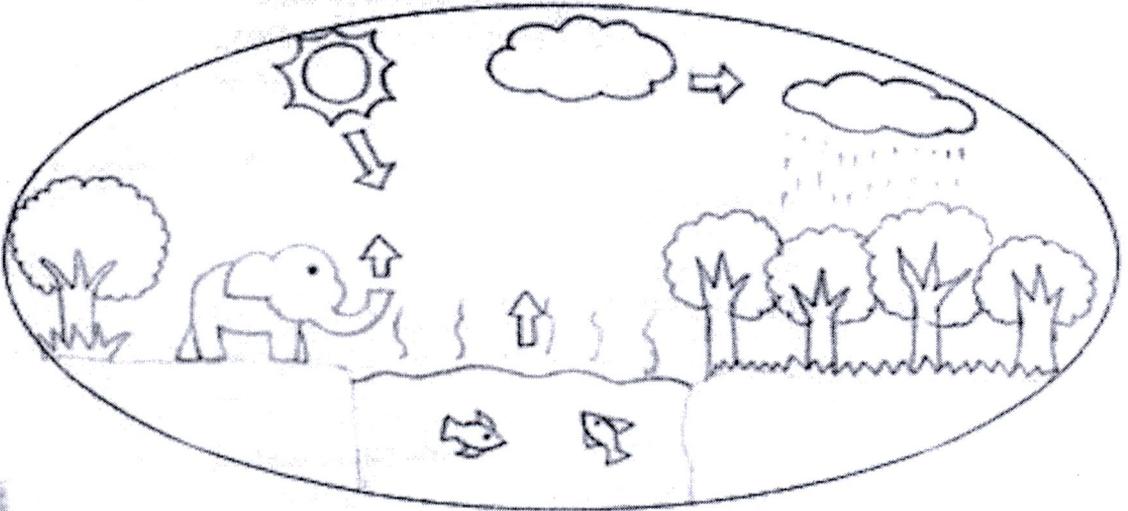
- มีกระบวนการเปลี่ยนสถานะของสารอย่างไร

สำหรับไอน้ำกลายเป็นละอองน้ำ และเมื่ออุณหภูมิลดลงไอน้ำ

กลายเป็นหยดน้ำ และเมื่ออุณหภูมิลดลงอีก หยดน้ำจะรวมตัวกันจนกลายเป็นเม็ดน้ำที่ตกลงมาเป็นฝน

- บางทีสามารถทำให้เกิดฝนตกได้หรือไม่ อย่างไร

- วาดภาพขั้นตอนของการเกิดฝนในกรอบวงรีที่กำหนดให้



ภาพที่ 55 ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องการควบแน่น ของเด็กหญิงวิภารัตน์ ชัยชนะ

2. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้พิจารณาเกี่ยวกับการเกิดฝนหรือไม่ อย่างไร

- การเกิดฝนต้องประกอบด้วยปัจจัยใดบ้าง

มีแหล่งและ ความชื้น ความชื้นในอากาศต้องมีเพียงพอ

- นิยามเปลี่ยนสถานะของสารอย่างไร

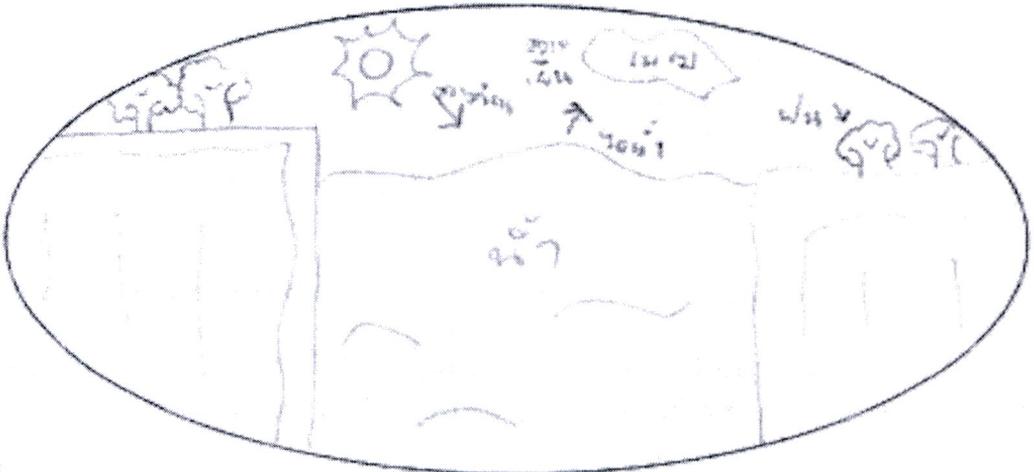
ตัวได้อิ่มตัวจะเปลี่ยนสถานะ จากเหลวเป็นไอน้ำ

ไอน้ำจะกลั่นเป็นเม็ดฝนและตกลงสู่พื้นโลกหรือไปกระทบกับความเย็น - แล้วตกลงมาเป็นน้ำ

- มนุษย์สามารถทำให้เกิดฝนได้หรือไม่ อย่างไร

ได้

- วาดภาพขั้นตอนของการเกิดฝนในกรอบรูปวงรีที่กำหนดให้



ภาพที่ 56 ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องการควบแน่น ของเด็กหญิงกาญจน์ สุนารักษ์

7.3.3 มโนคติหลังเรียนเกี่ยวกับการควบแน่น

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการควบแน่นในการตอบคำถามว่า “นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นเมื่อปิดฝาภาชนะต้มน้ำเดือด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าอย่างไร” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียน ตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะจากไอน้ำเป็นของเหลว กลุ่มที่ตอบว่าเกลือจะไหม้ กลุ่มที่อธิบายเกี่ยวกับการระเหย รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 37 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การควบแน่น

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
จะเกิดหยดน้ำที่ฝาภาชนะ เนื่องจากไอน้ำ กระทบอุณหภูมิต่ำกว่าของฝาภาชนะ ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะเป็นหยดน้ำ เรียกการเปลี่ยนสถานะของสารจากแก๊ส เป็นของเหลวเมื่อลดอุณหภูมิ ว่าการ ควบแน่น	กลุ่มที่ 1*: การเปลี่ยนสถานะจาก ไอน้ำเป็นของเหลว	17	89.48
	กลุ่มที่ 2 : การระเหย	1	5.26
	กลุ่มที่ 3 : เกลือจะไหม้	1	5.26
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 37 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการควบแน่น พบว่า นักเรียน ร้อยละ 89.48 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายถึงการเปลี่ยนสถานะจากไอน้ำเป็นของเหลวแต่ขาดการอธิบายว่าไอน้ำไปกระทบกับอุณหภูมิต่ำกว่าซึ่งถือว่าไม่ครบถ้วนตามมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 10.52 (กลุ่มที่ 2 และ 3) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายว่า เกี่ยวกับการระเหย และอธิบายว่าเกลือจะไหม้

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะจากไอน้ำเป็นของเหลว มีนักเรียนจำนวน 17 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 89.43 นักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N2 ตอบว่า “จะเกิดเป็นแก๊สลอยขึ้นไปบนอากาศไม่ได้ ไม่ควรปิดฝามือเพื่อให้แก๊สลอยขึ้นไปบนอากาศเรียกว่าการระเหยแห้ง” จากคำตอบของ N2 จะเห็นว่าได้กล่าวถึงการควบแน่นแต่เรียกชื่อการเปลี่ยนสถานะไม่ถูกต้อง N6 ตอบว่า “ไอน้ำไปไหนไม่ได้ ก็ไปชนกับฝามือ แล้วจะเกิดหยดน้ำอยู่ใต้ฝามือ เกลือเลยไหม้แห้ง” N11 ตอบว่า “จะเกิดมีน้ำติดอยู่บนภาชนะที่ปิดมือนั่นไว้ เพราะน้ำในมือนั้นจะกลายเป็นไอน้ำแต่กระทบกับฝามือนั้นกลายเป็นหยดน้ำเรียกว่าการระเหยเพราะน้ำกลายเป็นไอน้ำเรียกการระเหย” N15 ตอบว่า “ตอนที่เรปิดฝาจะไม่ไอน้ำแต่ไอน้ำจะไปอยู่ใต้ฝา เป็นการเปลี่ยนจากแก๊สกลายเป็นของเหลว” จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนกว่าการตอบคำถามก่อนเรียนและสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่องการควบแน่นที่กล่าวไว้ว่าสารในสถานะแก๊สเมื่อกระทบกับอุณหภูมิต่ำกว่าจะควบแน่นกลายเป็น

ของเหลว แต่นักเรียนยังคงเรียกชื่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นยังไม่ถูกต้อง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่อธิบายเกี่ยวกับการระเหย มีเพียง 1 คนที่ตอบคำถามนี้ คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N2 ตอบว่า “จะเกิดเป็นแก๊สลอยขึ้นไปบนอากาศไม่ได้ ไม่ควรปิดฝาหม้อเพื่อให้แก๊สลอยขึ้นไปบนอากาศ เรียกว่าการระเหยแห้ง” จากคำตอบของ N2 จะเห็นว่านักเรียนบอกได้ว่าจะมีแก๊สลอยขึ้นไปบนอากาศและไม่ควรปิดฝาหม้อเพื่อให้แก๊สระเหยออกไปได้ซึ่งเป็นการอธิบายสถานะของสารได้ในขณะที่ต้มเกลือและเรียกการแยกสารดังกล่าวได้ ถูกต้องว่าเป็นการระเหยแห้ง แต่ไม่ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงสถานะของแก๊สที่เกิดขึ้นเมื่อปิดฝาภาชนะที่ใช้ต้มเกลือ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ตอบว่าเกลือจะไหม้ มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้เพียง 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N16 ตอบว่า “มันก็จะไหม้ถ้าเราไม่หาไม้มาคนเกลือ เป็นการระเหิด” จากการตอบคำถามนักเรียนมีความเข้าใจว่าเมื่อทำการปิดฝาภาชนะขณะที่ต้มเกลืออยู่จะทำให้เกลือไหม้เพราะไม่ได้คนเกลือ ซึ่งเป็นการอธิบายการทำเกลือที่ถูกต้องแต่ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสารเมื่อปิดฝาภาชนะต้มเกลือ อีกทั้งนักเรียนยังเรียกชื่อการเปลี่ยนแปลงได้ไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 38 แสดงการเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและมโนติหลังเรียน เรื่อง การควบแน่น

มโนติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1*: การเปลี่ยน สถานะจากไอน้ำ เป็นของเหลว (ร้อยละ42.82)	อันที่ปิดหม้อต้ม เกลือ บนฝาทที่ปิด จะมีน้ำอยู่บนฝา ไอน้ำมันจะไม่ ลอยและเกลือก็ จะเป็นเม็ดขาก	กลุ่มที่ 1*: การ เปลี่ยนสถานะ จากไอน้ำเป็น ของเหลว(ร้อยละ 89.48)	ตอนที่เรเปิดฝาจจะ ไม่มีไอน้ำแต่ไอน้ำ จะไปอยู่ได้ฝา เป็น การเปลี่ยนจาก แก๊สกลายเป็น ของเหลว	*สอดคล้องกับ มโนคติทาง วิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : อธิบายเกี่ยวกับ ความร้อน (ร้อยละ26.32)	เมื่อปิดฝาภาชนะ ต้มเกลือจะไหม้ ไปหมดพอดีที่ต้ม เกลืออยู่แล้วก็จะ ร้อนจนกลายเป็น เกลือ	-	-	-

ตารางที่ 38 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง การควบแน่น (ต่อ)

มโนมติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนมติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 3 : การระเหย (ร้อยละ 10.53)	เกลือบจะระเหย เรียกว่าการ เปลี่ยนแปลง สภาพการต้ม เกลือบสินเซาวั	กลุ่มที่ 2 : การระเหย (ร้อยละ 5.26)	จะเกิดเป็นแก๊ส ลอยขึ้นไปบน อากาศไม่ได้ไม่ ควรปิดฝาหม้อ เพื่อให้แก๊สลอย ขึ้นไปบนอากาศ เรียกว่าการ ระเหยแห้ง	-
กลุ่มที่ 4 : การเกิดเกลือบ (ร้อยละ 10.53)	มันจะเกิดเป็น เกลือบขึ้นใน ภาชนะนั้น ถ้าไม่ ปิดฝาหม้อ เกลือบ จะเด็นออก เรียกว่าการต้ม เกลือบ	-	-	-
กลุ่มที่ 5: เกลือบจะคูดน้ำ (ร้อยละ 10.53)	น้ำของเกลือบจะค้ำ เพราะว่าเกลือบจะ คูดไว้เรียกการ เปลี่ยนแปลงนี้ว่า การต้มเกลือบ	-	-	-
กลุ่มที่ 6 : ไม่สื่อความหมาย (ร้อยละ 10.53)	ไม่มีอะไรเกิดขึ้น ไม่เปลี่ยน	กลุ่มที่ 3: ไม่สื่อความหมาย (ร้อยละ 5.26)	มันก็จะไหม้ถ้า เราไม่หาไม้มา คนเกลือบเป็นการ ระเหิด	-

จากการตอบคำถามหลังเรียนจะเห็นว่านักเรียนสามารถตอบคำถามโดยการอธิบายการเปลี่ยนสถานะของสารได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากกว่าก่อนเรียน แต่ก็ยังเรียกการเปลี่ยนสถานะไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนส่วนมากจะอธิบายได้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงจากน้ำกลายเป็นไอน้ำ เมื่อไปกระทบกับฝาหม้อจะทำให้เกิดหยดน้ำขึ้น ซึ่งอาจเป็นเพราะคำว่า การควบแน่นเป็นคำใหม่ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย

#### 7.4 การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการระเหิด

##### 7.4.1 มโนติก่อนเรียนเกี่ยวกับการระเหิด

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการระเหิดในการตอบคำถามว่า “เมื่อนักเรียนวางสารดับกลิ่นไว้ในตู้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ปริมาณของสารจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น เรียกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าอย่างไร” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 7 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ตอบว่าปริมาณสารจะลดลงเพราะสารเกิดการระเหิด กลุ่มที่ตอบว่าปริมาณสารจะลดลงเพราะถูกใช้ไป กลุ่มที่ตอบว่าปริมาณสารจะเพิ่มขึ้น กลุ่มที่ตอบว่าสารจะร้อน กลุ่มที่ตอบว่าสารจะดับกลิ่น กลุ่มที่ตอบว่าสารจะเป็นก้อนแข็ง และกลุ่มที่ตอบว่าสารจะเน่า รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 39 แสดงมโนติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การระเหิด

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
ปริมาณของสารดับกลิ่นจะลดลงเนื่องจากสารดับกลิ่นจะเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นแก๊ส เพราะมีการเพิ่มความร้อนเรียกการเปลี่ยนสถานะของสารจากของแข็งกลายเป็นไอ ว่าการระเหิด	กลุ่มที่ 1*: ปริมาณสารจะลดลงเพราะสารเกิดการระเหิด	1	5.26
	กลุ่มที่ 2 : ปริมาณสารจะลดลงเพราะถูก ใช้ไป	5	26.33
	กลุ่มที่ 3 : ปริมาณสารจะเพิ่มขึ้น	1	5.26
	กลุ่มที่ 4 : สารจะร้อน	4	21.05
	กลุ่มที่ 5 : สารจะดับกลิ่น	3	15.79
	กลุ่มที่ 6 : สารจะเป็นก้อนแข็ง	4	21.05
	กลุ่มที่ 7 : สารจะเน่า	1	5.26
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 38 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการระเหิด พบว่านักเรียนร้อยละ 5.26 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายปริมาณของสารดับกลิ่นลดลง ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 94.74 (กลุ่มที่ 2, 3, 4, 5, 6 และ 7) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายว่าปริมาณสารจะลดลงเพราะถูกใช้ไป ปริมาณสารจะเพิ่มขึ้น สารจะร้อน สารจะดับกลิ่น สารจะเป็นก้อนแข็ง และสารจะเน่า

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบคำถามว่าปริมาณสารจะลดลงเพราะสารเกิดการระเหิดมีนักเรียนเพียง 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N13 ที่ตอบว่า “สารจะน้อยลง เพราะสารดับกลิ่นระเหิดได้ง่ายจึงระเหิดไปหมด เรียกว่า การระเหิด เช่น การบูร ลูกเหม็น ” ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่สมบูรณ์เนื่องจากนักเรียนไม่ได้กล่าวถึงอุณหภูมิซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ตอบว่าปริมาณสารจะลดลง มีนักเรียนจำนวน 5 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 26.33 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N12 ตอบว่า “ลดลง เพราะสารนั้นมันใช้ไปแล้ว เรียกว่าการหลอมละลาย เช่น เทียนไขและน้ำแข็ง ” N14 ตอบว่า “ลดลงเพราะสารดับกลิ่นจะระเหย เรียกว่าการระเหย เช่น สนุ่ ” N15 ตอบว่า “จะระเหยไปเลยเพราะว่าสารจะทำให้หอมได้ มันจะมีน้อยลงเรียกว่า การระเหย เช่น ควัน น้ำหอม กลิ่นอับ การเปลี่ยนแปลงนี้ว่า การระเหย ” N17 ตอบว่า “สารจะลดลงกว่าเดิมและในตู้จะมีกลิ่นหอมติดทนนาน เรียกว่าการเปลี่ยนของให้เป็นของเหลวหรือสนุ่ก็จะเป็นของเหลวเมื่อถูกน้ำและก็เอามือถู เช่น สารส้ม ” N18 ตอบว่า “มันก็จะหมด เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงการดับกลิ่น เช่น สารส้ม มันจะเล็กลงๆ ” จากการตอบคำถามของนักเรียนจะเห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจว่าเมื่อวางสารดับกลิ่นไว้ในตู้สารดับกลิ่นจะมีปริมาณลดลงเนื่องจาก สาร ได้ถูกใช้ไป และนักเรียนแต่ละคนเรียกชื่อการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน เช่น สารหายไปเพราะสารหลอมละลาย หรือระเหยไป และได้ยกตัวอย่างสาร เช่น สนุ่ สารส้ม ซึ่งเป็นการตอบคำถามที่ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหิด

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ตอบคำถามว่าปริมาณสารจะเพิ่มขึ้น มีนักเรียนเพียง 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N4 ตอบว่า “จะเพิ่มขึ้นเพราะสารไอออกจากสารดับกลิ่น เรียกว่า การระเหย เช่น แอร์ ” จากคำตอบของ N4 ที่ได้อธิบายว่าสารจะเพิ่มขึ้นเพราะมีไอออกมาจากสารดับกลิ่น เป็นคำตอบที่ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหิด

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 4 ที่ตอบเกี่ยวกับว่าสารจะร้อน มีนักเรียนจำนวน 4 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 ที่ตอบเกี่ยวกับว่าสารจะร้อน นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N6 ตอบว่า “เพราะว่าสารมันร้อน เช่น เทียนไข น้ำมัน ” N16 ตอบว่า “มันจะติดไฟ ทำให้ร้อน เรียกการ

เปลี่ยนแปลงสารดับกลิ่นเหม็น” N3 ตอบว่า “เอามันไปไว้ในตู้ มันก็จะร้อน” N8 ตอบว่า “มันจะร้อน เพราะไม่มีลมพัด” จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า N6 และ N16 เห็นว่าสารดับกลิ่นจะร้อนเนื่องจากสามารถติดไฟได้ เช่น เทียน น้ำมัน แต่ N3 และ N8 เห็นว่าสารจะร้อนเนื่องจากอากาศในตู้ไม่ถ่ายเท ทำให้สารมันร้อน ซึ่งคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องการระเหิดของสาร

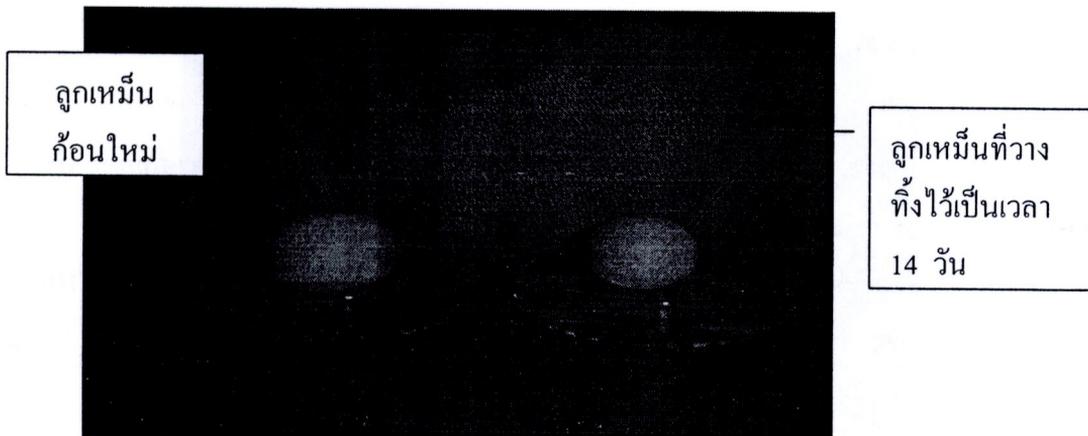
สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 5 ที่ตอบว่าสารจะดับกลิ่น มีนักเรียนจำนวน 3 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้ได้แก่ N2 ตอบว่า “สารจะมีกลิ่นฉุนเล็กน้อยและอาจไม่มีกลิ่นก็ได้ มันจะเปลี่ยนแปลงไปตามสถานะ เช่น กลืน น้ำแข็ง เทียนไข” N9 ตอบว่า “จะดับกลิ่น เช่น น้ำยาล้างห้องน้ำ” N1 ตอบว่า “มีน้ำเกาะอยู่ตามเครื่องดับกลิ่น ทำให้มีกลิ่น” จากการตอบคำถามของนักเรียนได้อธิบายว่าสารดับกลิ่นทำให้เกิดกลิ่น และมีน้ำเกาะอยู่กับสารดับกลิ่น ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องการระเหิด

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 6 ที่อธิบายว่าสารจะเป็นก้อนแข็ง มีนักเรียนจำนวน 4 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 นักเรียนในกลุ่มนี้ได้แก่ N7 ตอบว่า “จะเกิดเป็นของแข็ง การเปลี่ยนแปลงของไอน้ำ การเปลี่ยนแปลงของก้อนดับกลิ่น” N10 ตอบว่า “จะเป็นก้อนเพราะนานไปมันก็จะจับกันเป็นก้อน เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงของสาร ก้นบู” N11 ตอบว่า “มันก็จะแข็งขึ้น เพราะมันโดนอากาศทำให้มันแข็ง” จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจว่าเมื่อวางสารดับกลิ่นไว้ จะทำให้สารดับกลิ่นเป็นก้อนแข็ง โดยที่ไม่ได้กล่าวถึงปริมาณของสารดับกลิ่น ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่สอดคล้องกับการเปลี่ยนสถานะของสารดับกลิ่น

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 7 ที่ตอบว่าสารจะเน่า มีนักเรียนเพียง 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N19 ตอบว่า “เน่าเสียและเน่าตลอดเพราะนำสารดับกลิ่นไปไว้ในตู้มานานจนมันเน่าเรียกว่าการเปลี่ยนแปลงของสารดับกลิ่น” ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่คล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหิด

#### 7.4.2 การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการระเหิด

จากผลการวิเคราะห์แบบสำรวจก่อนเรียนแสดงให้เห็นว่า นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารดับกลิ่นไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหิดและยกตัวอย่างสารที่มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับสารดับกลิ่นไม่ถูกต้อง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงจัดการเรียนรู้ในเรื่องการระเหิดของสาร โดยการ นำลูกเหม็นมาให้ให้นักเรียนพิจารณาซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เคยเห็นลูกเหม็นมาก่อน และทดลองวางลูกเหม็นไว้ในตู้เป็นเวลา 14 วัน เพื่อให้ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อครบกำหนด 14 วัน นักเรียนร่วมกันสังเกตและอภิปรายว่าปริมาณของลูกเหม็นเป็นอย่างไร ซึ่งนักเรียนตอบว่า ลูกเหม็นมีขนาดเล็กลง



ภาพที่ 57 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างลูกเหมีนที่วางทิ้งไว้ในตู้เป็นเวลา 14 วัน กับลูกเหมีนก้อนใหม่

จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสนทนาถึงการเปลี่ยนแปลงจากการทดลอง

ผู้วิจัย : ขนาดของลูกเหมีนเป็นอย่างไรคะ

N3 : ลดลง

N6 : มันก้อนเล็กลง

ผู้วิจัย : เพราะเหตุใดลูกเหมีนถึงมีขนาดเล็กลงล่ะคะ

N8 : มันลอยไปในอากาศ

N11 : กลิ่นมันออกหมด มันเลยเล็กลง

N2 : มันระเหย

ผู้วิจัย : เพราะเหตุใดถึงเรียกว่าการระเหยล่ะคะ

N2 : เพราะสารเปลี่ยนกลายเป็นไอ

ผู้วิจัย : การระเหยเป็นการเปลี่ยนสถานะของสารจากสถานะใดไปสู่

สถานะใดคะ

N9 : ของเหลวกลายเป็นไอล่ะ

N2 : แสดงว่าลูกเหมีนมันกลายเป็นน้ำแล้วค่อยระเหย

N12 : ขอลองจับดูได้ไหมคะว่ามีน้ำไหม

N2 : ไม่มีน้ำครับ มันแห้ง

N12 : มันแห้งค่ะ แต่มันดูเหมือนมีน้ำแต่ไม่มี

ผู้วิจัย : แสดงว่าลูกเหมีนมีการระเหยเป็นไอน้ำไหมคะ

N12 : ไม่มีค่ะ

N2 : ไม่มี เพราะมันแห้ง

ผู้วิจัย : แล้วลูกเหม็นเปลี่ยนแปลงอย่างไรคะ  
 N2 : เป็นไอเลย จากเป็นก้อนเป็นไอเลย  
 N12 : จากเป็นก้อนใหญ่ มันกลายเป็นกลิ่นลอยไปในอากาศเลยคะ ทำให้  
 มันเล็กลง

ผู้วิจัย : แสดงว่าลูกเหม็นมีการเปลี่ยนจากของแข็งไปเป็นแก๊สเลยใช่ไหมคะ

N5 : ใช่ครับ

ผู้วิจัย : แล้วเรียกการเปลี่ยนแปลงว่าอย่างไรคะ

N5 : การระเหย

N2 : ระเหยไม่ได้เพราะมันไม่ใช่ของเหลว

N12 : การกลายเป็นไอ

N2 : การเปลี่ยนแปลงจากของแข็งกลายเป็นไอครับ

ผู้วิจัย แนะนำว่านักวิทยาศาสตร์เรียกการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นแก๊สว่า  
 การระเหิด

ผู้วิจัย : เพราะเหตุใดจึงวางลูกเหม็นไว้ในตู้ได้ ทำไมถึงไม่วางอย่างอื่น เช่น  
 น้ำหอม ในตู้หรือสารดับกลิ่นที่เป็นของเหลวในตู้ล่ะคะ

N11 : ก็ตู้เป็นไม้ ถ้าเอาน้ำเข้าไปมันจะพอง

N13 : ถ้าเอาพวกที่เป็นน้ำเข้าไปไว้ เสื้อผ้าราวมันจะอับคะ

N2 : บางทีมันก็อาจจะขึ้นราครับ

N11 : ตู้เสื้อผ้ามันต้องแห้งคะ ทำให้เปียกไม่ได้ เพราะบางที่เราอาจจะทำ  
 นำหนักก็ได้

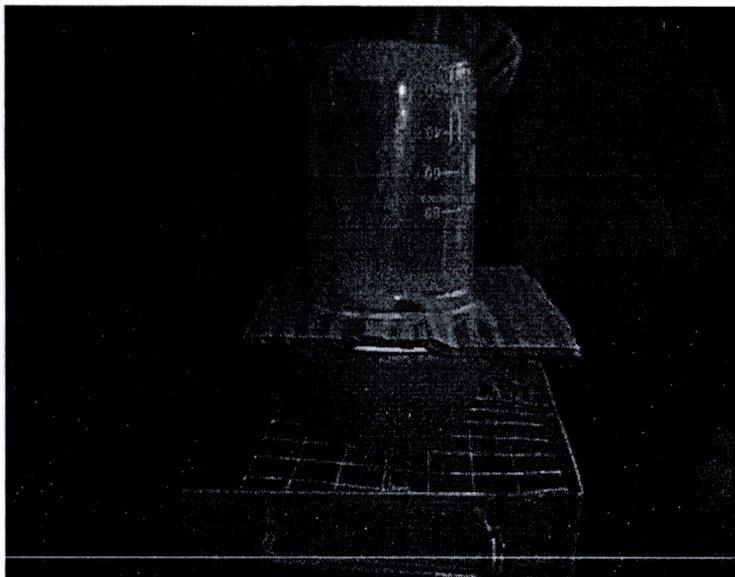
ผู้วิจัย : แสดงว่าถ้าวางของที่เป็นน้ำในตู้จะทำให้ตู้เปียก ขึ้น ตู้จะอับ และตู้  
 จะพอง อืม...นอกจากมีลูกเหม็นที่ระเหิดได้แล้ว มีสารชนิดที่ระเหิดได้อีก

N2 : คงจะมี

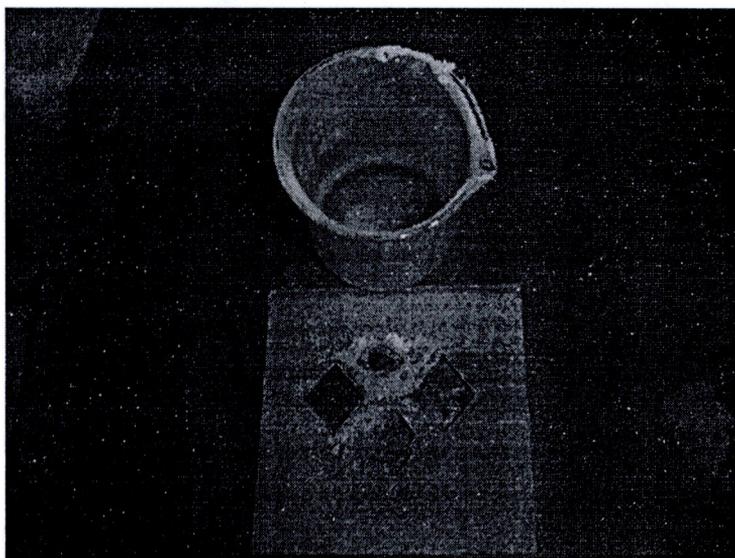
N6 : มีแต่ไม่รู้จัก

N8 : อันหอมๆ ที่เอาไว้ในตู้...แต่ไม่ใช่ลูกเหม็นแบบนี้

จากการสนทนาเกี่ยวกับการระเหิดแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจ  
 เกี่ยวกับการระเหิดว่ามีการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นแก๊ส และไม่ควรนำสารที่เป็น  
 ของเหลวไปไว้ในตู้เสื้อผ้าเพราะจะทำให้ตู้เปียกชื้นและขึ้นราได้ แต่เมื่อถามว่านักเรียนรู้จักสารที่  
 ระเหิดได้อีกหรือไม่ นักเรียนส่วนใหญ่ บอกว่าน่าจะมีสารอีก แต่บอกไม่ได้ว่าคืออะไร โดยมี N8 ที่  
 บอกว่า “มีสารดับกลิ่นที่หอมๆ ใช้ในตู้เสื้อผ้า แต่ไม่เหมือนลูกเหม็น” ผู้วิจัยจึงทำการทดลอง  
 กิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้รู้จักสารที่สามารถระเหิดเพิ่มเติม



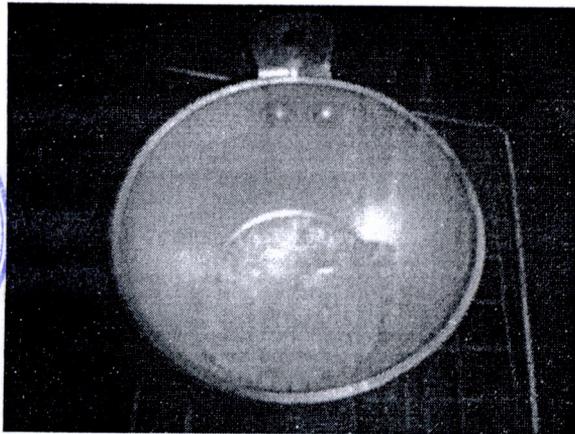
ภาพที่ 58 แสดงการระเหิดของการบูร



ภาพที่ 59 แสดงการบูรระเหิดมาเกาะกับภาชนะหลังจากการเผา

ซึ่งจากการทำกิจกรรมนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ว่า ก่อนที่จะจะเผาสารในถ้วยกระเบื้องมีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว มีกลิ่นหอม เป็นผงสีขาวเล็กๆ หลังจากเผา มีควันลอยขึ้น กลายเป็นสารสีขาวเกาะอยู่ในบีกเกอร์ ซึ่งสามารถทราบว่าสารที่เกาะอยู่ในบีกเกอร์เป็นสารชนิดใด โดยการดมกลิ่นดู ในชั้นขยายความรู้ ผู้วิจัยเล่าสถานการณ์สมมติให้นักเรียนฟังว่า “เด็กหญิงดีจะนำภาชนะไปใส่เกลือที่ต้มเสร็จแล้ว แต่บังเอิญไปหยิบขวดใส่การบูรแล้วใส่เกลือลงไป ถ้านักเรียนเป็น

เด็กหญิงดี นักเรียนสามารถแยกการบรูออกจากเกลือได้หรือไม่อย่างไร” ซึ่งนักเรียนเสนอมโนมติที่หลากหลายสำหรับการแยกสารผสมระหว่างเกลือและการบรู เช่น N5 ตอบว่า “เราก็จะคอยเอาออกไปทีละนิดทีละหน่อย และเราก็เอาเกลือไปไว้ต่างหาก เอาการบรูไว้ต่างหาก” N17 ตอบว่า “แยกโดยการฝัดจนกว่าเกลือจะแยกออกจากการบรูแล้วแยกออกจากกันแล้วเราก็ได้เกลือกับการบรู” N10 ตอบว่า “เอาไปตากแห้ง” N11 ตอบว่า “ปล่อยให้แห้ง การบรูก็จะระเหิด” N4 ตอบว่า “เราก็จะนำไปต้มการบรูก็จะระเหิดเหลือแต่เกลือ” ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยกับวิธีการของ N4 เพราะจะทำให้แยกสารออกจากกันได้ดีและรวดเร็วที่สุด จากนั้นนักเรียนจึงเลือกอุปกรณ์สำหรับการแยกสารผสมระหว่างเกลือและการบรูโดยใช้อุปกรณ์ที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ให้ ได้แก่ ตะแกรง กระดาษกรอง ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ ถ้วยดินเผา กระดาษ ปีกเกอร์



ภาพที่ 60 แสดงสารผสมระหว่างการบรูและเกลือ



ภาพที่ 61 แสดงการแยกสารผสมระหว่างเกลือและการบรูโดยอาศัยหลักการระเหิด



จากการไต่ถามที่การทำกิจกรรม แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถแยกสารโดยการนำสารผสมระหว่างเกลือกับการบูรไปเผาเพื่อให้การบูรระเหิดไปอยู่ในบีกเกอร์ ส่วนเกลือไม่ระเหิดก็จะอยู่ในถ้วยกระเบื้อง ซึ่งเป็นการแยกสารที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหิดของสาร

### 7.4.3 มโนคติหลังเรียนเกี่ยวกับการระเหิด

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการระเหิดในการตอบคำถามว่า “เมื่อนักเรียนวางสารดับกลิ่นไว้ในตู้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ปริมาณของสารจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น เรียกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าอย่างไร” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่อธิบายว่าปริมาณสารจะลดลงเพราะสารเกิดการระเหิด กลุ่มที่อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสาร กลุ่มที่ตอบโดยการยกตัวอย่างสาร รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 40 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การระเหิด

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
ปริมาณของสารดับกลิ่นจะลดลงเนื่องจากสารดับกลิ่นจะเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นแก๊ส เพราะมีการเพิ่มความร้อน เรียกการเปลี่ยนสถานะของสารจากของแข็งกลายเป็นไอ ว่าการระเหิด	กลุ่มที่ 1*: ปริมาณสารจะลดลงเพราะสารเกิดการระเหิด	11	58.90
	กลุ่มที่ 2 : อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสาร	7	36.84
	กลุ่มที่ 3 : ยกตัวอย่างสาร	1	5.26
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 40 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการระเหิด พบว่านักเรียนร้อยละ 58.90 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายว่าปริมาณสารจะลดลงเพราะสารเกิดการระเหิด ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 41.10 (กลุ่มที่ 2 และ 3) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสาร และยกตัวอย่างสาร

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่อธิบายว่าปริมาณสารจะลดลงเพราะสารเกิดการระเหิด มีนักเรียนจำนวน 11 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 58.90 นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N4 ตอบว่า “สารจะเดือดลง เพราะสารจะมีกลิ่นหอมเพราะเราทิ้งไว้หลายวัน เรียกว่าการระเหิด ยกตัวอย่าง มีการบูร ใช้ดับกลิ่นในตู้ทำให้ตู้มีความหอมทำให้แมลงสาปตาย” N10 ตอบว่า “จะเดือดลง เรียกว่าการระเหิด” N14 ตอบว่า “จะปริมาณลดลงเพราะสารดับกลิ่นจะระเหิดไปทั่วตู้ เพื่อให้ตู้มีกลิ่นหอม เรียกว่าการระเหิด” N19 ตอบว่า “ปริมาณของสารจะลดลงเพราะสารที่ถูกวางไว้กลายเป็นแก๊สจึงทำให้ปริมาณลดน้อยลง เรียกว่าของแข็งกลายเป็นแก๊ส” จากการตอบคำถามจะเห็นว่านักเรียนในกลุ่มนี้ได้อธิบายว่าเมื่อวางสารดับกลิ่นไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์จะทำให้สารมีปริมาณลดลงหรือขนาดเล็กลง และนักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มนี้ได้เรียกการเปลี่ยนแปลงของสารว่าการระเหิดซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหิดของสารแต่ยังไม่สมบูรณ์เนื่องจากนักเรียนไม่ได้กล่าวถึงความร้อนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ ส่วน N19 ซึ่งถูกจัดกลุ่มคำตอบให้อยู่ในกลุ่มนี้ได้อธิบายว่าปริมาณของสารจะลดลงเพราะสารจากของแข็งกลายเป็นแก๊สโดยไม่ได้เรียกการเปลี่ยนแปลงว่าการระเหิด แต่เป็นคำตอบที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหิดเช่นเดียวกัน

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสาร มีนักเรียนจำนวน 7 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 36.84 นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N9 ตอบว่า “สารมันจะระเหยออกไปทุกซอกทุกมุม สารจะออกฤทธิ์ไปทั่ว เช่น การบูร น้ำหอม” N5 ตอบว่า “เมื่อวางสารดับกลิ่นจะทำให้ตู้เสื้อผ้ามีกลิ่นหอม เมื่อวางไว้ประมาณ 1 สัปดาห์สารดับกลิ่นจะเหม็นได้ ถ้าวางสารดับกลิ่นไว้นานๆ จะทำให้มีกลิ่นเหม็นได้เราต้องไม่วางสารดับกลิ่นไว้นานๆ เราต้องเอาออกมาจากตู้เสื้อผ้า เช่น สารดับกลิ่น” N18 ตอบว่า “สารจะหอม เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงของแก๊ส เช่น การบูร เพราะถ้าเราเอาการบูรไปไว้ในตู้กับข้าวมันก็มีกลิ่นหอม” จากการตอบคำถามของนักเรียนได้อธิบายว่าเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยกล่าวว่าสารจะทำให้เกิดกลิ่น โดยมีการเปลี่ยนแปลงของแก๊สเกิดขึ้น โดยที่นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแตกต่างกันไป เช่น เรียกว่าการระเหย การเปลี่ยนแปลงของแก๊ส แต่นักเรียนยกตัวอย่างสารที่ระเหิดได้ถูกต้อง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ยกตัวอย่างสาร มีนักเรียนเพียง 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N6 ซึ่งตอบว่า “มีการเปลี่ยนแปลงแก๊ส เช่น มุลสัตว์” ซึ่งผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ N6 เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารดับกลิ่น ซึ่ง N6 ตอบได้ว่ามีอาการทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเหมือนกับลูกเหม็นที่เอาไว้ในตู้ และยกตัวอย่างสารที่ระเหิดได้ว่าเป็นมุลสัตว์ เพราะมุลสัตว์มีกลิ่นเหม็นเหมือนลูกเหม็น ซึ่งเป็นการอธิบายคำตอบที่ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหิดของสาร

ตารางที่ 41 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง การระเหิด

มโนมติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนมติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1*: ปริมาณสารจะ ลดลงเพราะ สารเกิดการระเหิด (ร้อยละ 5.26)	สารจะน้อยลง เพราะ สารดับกลิ่นระเหิดได้ ง่ายจึงระเหิดไปหมด เรียกว่า การระเหิด เช่น การบูร ลูกเหม็น	กลุ่มที่ 1*: ปริมาณสารจะ ลดลงเพราะสาร เกิดการระเหิด (ร้อยละ 58.90)	ปริมาณของสารจะลดลง เพราะสารที่ถูกวางไว้ กลายเป็นแก๊สจึงทำให้ ปริมาณลดน้อยลง เรียกว่าการระเหิด	*สอดคล้อง กับมโนมติ ทาง วิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : ปริมาณสารจะ ลดลงเพราะถูกใช้ ไป (ร้อยละ 26.33)	ลดลง เพราะสารนั้น มันใช้ไปแล้ว เรียกว่า การหลอมละลาย เช่น เทียนไขและ น้ำแข็ง	กลุ่มที่ 2 : อธิบายเกี่ยวกับการ เปลี่ยนแปลง ของสาร (ร้อยละ 36.84)	สารจะหอม เรียกว่าการ เปลี่ยนแปลงของแก๊ส เช่น การบูร	-
กลุ่มที่ 3 : ปริมาณสารจะ เพิ่มขึ้น (ร้อยละ 5.26)	จะเพิ่มขึ้นเพราะสาร ไอบอกจากสารดับ กลิ่น เรียกว่า การ ระเหย เช่น แอร์	กลุ่มที่ 3 : ยกตัวอย่างสาร (ร้อยละ 5.26)	มีการเปลี่ยนแปลงแก๊ส เช่น มูลสัตว์	-
กลุ่มที่ 4 : สารจะร้อน (ร้อยละ 21.05)	เอามัน ไปไว้ในตู้ มัน ก็จะร้อน	-	-	-
กลุ่มที่ 5 : สารจะดับกลิ่น (ร้อยละ 15.79)	สารจะมีกลิ่นจน เล็กน้อยและอาจไม่มี กลิ่นก็ได้ มันจะ เปลี่ยนแปลงไปตาม สถานะ เช่น กลีอน น้ำแข็ง เทียนไข	-	-	-
กลุ่มที่ 6 : สารจะ เป็นก้อนแข็ง (ร้อยละ 21.05)	มันก็จะ เป็นก้อนแข็ง ขึ้น เพราะมัน โคน อากาศทำให้มันแข็ง	-	-	-
กลุ่มที่ 7 : สารจะเน่า (ร้อยละ 5.26)	เน่าเสียและเน่าตลอด เพราะนำสารดับกลิ่น ไปไว้ในตู้ นานจนมัน เน่า	-	-	-

จากการเปรียบเทียบการตอบคำถามหลังเรียนกับการตอบคำถามก่อนเรียน จะเห็นว่าในการตอบคำถามหลังเรียนนักเรียนสามารถตอบคำถามได้สารสารดับกลั่นมีการเปลี่ยนแปลงจากของแข็งเป็นแก๊สซึ่งเรียกว่าการระเหิด เป็นสาเหตุให้สารดับกลั่นมีปริมาณลดลง และสามารถยกตัวอย่างสารที่สามารถระเหิดได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสารเกี่ยวกับการระเหิดเนื่องจากนักเรียนได้ทดลองและได้สัมผัสกับการเปลี่ยนแปลงของสารดับกลั่นและสารที่สามารถระเหิดได้อื่นๆ จากการทดลองในห้องเรียน

## 8. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการละลาย

### 8.1 มโนคติก่อนเรียนเกี่ยวกับการละลาย

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการละลายในการตอบคำถามว่า “ เมื่อนำเกลือผสมกับน้ำนักเรียนคิดว่าเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ” นักเรียนทุกคนตอบว่า “ เกลือจะละลายในน้ำ ” สำหรับการตอบคำถาม “ สารใดเป็นตัวทำละลาย สารใดเป็นตัวละลาย เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น ” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งกลุ่มจากคำตอบของนักเรียน ได้เป็น 2 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ระบุตัวทำละลายและตัวละลายและบรรยายลักษณะของสารละลาย และกลุ่มที่บรรยายลักษณะสาร รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 42 แสดงมโนคติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การละลาย

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
น้ำเป็นตัวละลาย เกลือเป็นตัวถูกละลาย เพราะถ้าตัวละลายและตัวทำละลายมีสถานะต่างกัน สารที่มีสถานะเดียวกันกับสารละลาย จัดเป็นตัวทำละลาย และสารที่มีสถานะต่างไปจากสารละลาย จัดเป็นตัวละลาย	กลุ่มที่ 1*: ระบุตัวทำละลายและตัวละลายและบรรยายลักษณะของสารละลาย	11	57.89
	กลุ่มที่ 2 : บรรยายลักษณะสารละลาย	8	42.11
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 42 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการละลาย พบว่านักเรียนร้อยละ 57.89 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายระบุตัวทำละลายและตัวละลายและบรรยายลักษณะของสารละลาย ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 42.11 (กลุ่มที่ 2) มีมโนคติไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยบรรยายลักษณะสารละลาย

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ระบุตัวทำละลายและตัวละลายและบรรยายลักษณะของสารละลาย มีนักเรียนจำนวน 11 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N14 ตอบว่า “น้ำจะละลายเกลือ น้ำจะละลาย เกลือจะถูกละลาย เกลือจะถูกน้ำละลายเหลือแต่น้ำ” N16 ตอบว่า “เพราะทำให้เกลือเป็นก้อนเกลือ น้ำไปถูกเกลือ เกลือกก็ละลาย” N15 ตอบว่า “เกลือผสมกับน้ำจะเค็มเหมือนกับเกลือ เกลือจะถูกละลายเพราะเรามองไม่เห็นมันแล้ว” N17 ตอบว่า “เกลือจะละลายน้ำที่ผสมกับเกลือก็จะเค็ม เกลือเป็นสารที่ถูกน้ำละลาย” N19 ตอบว่า “เกิดการเค็มเพราะน้ำเกลือมาผสมกับน้ำ น้ำละลายเกลือ” จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความเข้าใจว่าเมื่อนำเกลือผสมกับน้ำ น้ำเป็นตัวทำละลายและเกลือเป็นตัวละลาย ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จากการตอบคำถามของนักเรียนกลุ่มนี้จะเห็นว่านักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าเกลือละลายในน้ำทำให้น้ำมีรสเค็ม และเกลือจะถูกน้ำละลายจนมองไม่เห็น ซึ่งเป็นการอธิบายการละลายได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่า สารละลายจะมีสมบัติร่วมกันระหว่างตัวทำละลายและตัวละลาย และจะมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันไม่สามารถแยกได้ว่าสารใดเป็นสารใด

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่บรรยายลักษณะสารละลาย มีนักเรียนจำนวน 8 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 42.11 ตัวอย่างของนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N4 ตอบว่า “เกลือจะละลายเป็นสารเนื้อเดียวเพราะสารเนื้อเดียวมันระเหยง่าย” N13 ตอบว่า “เกลือจะละลายเพราะเกลือมีสารที่จะละลายในน้ำได้ สารที่เป็นกรดเป็นตัวละลาย สารที่ถูกละลายคือสารที่อ่อนแอกว่าสารที่เป็นกรด” N10 ตอบว่า “จะเค็มแล้วก็ไม่เป็นเม็ด” N18 ตอบว่า “ถ้านำไปผสมกับน้ำ มันจะเกิดเป็นน้ำเค็ม เพราะว่า เป็นสารระเหยแห้ง” จากการตอบคำถาม นักเรียนกลุ่มนี้ได้อธิบายเกี่ยวกับการละลายของสารว่าการที่สารละลายเพราะสารระเหยง่าย ตัวทำละลายคือสารเป็นกรด สารที่ถูกละลายคือสารที่อ่อนแอกว่ากรด ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

## 8.2 การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการละลาย

จากมโนติก่อนเรียนของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตอบได้ว่าเมื่อผสมเกลือกับน้ำเข้าด้วยกันจะทำให้เกลือละลายในน้ำได้ และระบุได้ว่าเกลือเป็นตัวละลาย น้ำเป็นตัวทำละลาย โดยให้เหตุผลที่หลากหลาย เช่น น้ำเป็นตัวละลายเนื่องจากน้ำเป็นของเหลว สารที่ถูก

ละลายได้เนื่องจากสารอ่อนแอ สารที่เป็นกรดจะละลายสารอื่นได้ ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการละลายของสาร ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เปรียบเทียบสารที่ละลายน้ำและสารที่ไม่ละลายน้ำเพื่อให้นักเรียนสามารถจำแนกสารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนพิจารณาสารที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ ได้แก่ ทรายเกลือ ซอด้ก สีสผสมอาหาร น้ำตาล น้ำมัน และทำนายว่าสารที่จะละลายน้ำ คือ น้ำตาล เกลือ สีสผสมอาหาร หรือซอด้ก จากนั้นนักเรียนตรวจสอบการละลายน้ำของสารต่างๆ โดยนำสารที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ผสมน้ำ



ภาพที่ 64 แสดงสารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ

ซึ่งนักเรียนพิจารณาได้ว่าสารที่ละลายน้ำ คือ สีสผสมอาหาร น้ำตาล และเกลือ โดยผู้วิจัยได้สนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการละลายของสารดังนี้

ผู้วิจัย : จากการทดลอง มีสารอะไรที่ละลายน้ำบ้างคะ

นักเรียน : สีสผสมอาหาร น้ำตาล เกลือ

ผู้วิจัย : แล้วทำไม สีสผสมอาหาร น้ำตาล เกลือ ถึงละลายน้ำล่ะคะ

N9 : สีมันละลายเร็วกว่าเพื่อน พอเราเทผงสีใส่น้ำ แป๊บเดียวสีมันก็จางไป เหลือแต่น้ำสีเขียว

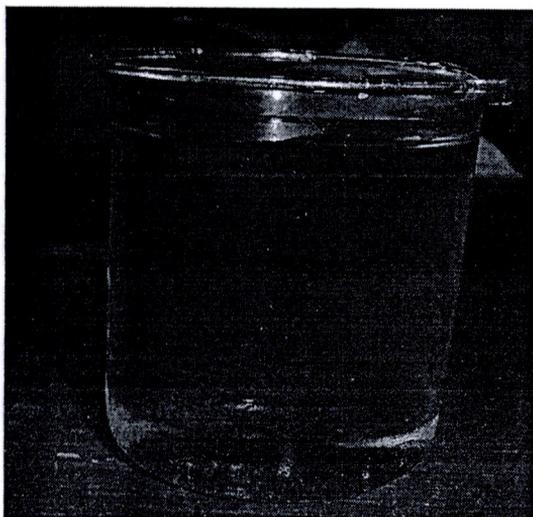
N11 : น้ำตาลละลายเพราะน้ำตาลเม้มันจะเล็กลง จนมองไม่เห็น เกลือก็เหมือนกัน แต่ว่าซอด้กที่แรก นึกว่ามันละลายแต่มันยังเป็นก้อนอยู่ ทรายไม่ละลายเพราะยังเห็นเป็นเม็ดอยู่

ผู้วิจัย : การที่สารจะละลายได้ต้องเป็นยังไงคะ

N4 : ผงหายไป เหมือนกับน้ำตาลที่เป็นเม็ดหายไป

- N2 : น้ำตาล กลายเป็นน้ำ
- N1 : ของแข็งกลายเป็นของเหลว เช่น น้ำตาลเกลือ สี แต่ก่อนมันเป็น  
ผง ถูกน้ำมันละลาย
- N 10 : ไม่เห็นสารเป็นก้อนๆ เหมือนเดิม มันรวมกันกับน้ำ เห็นแต่น้ำคะ
- N1 : สารมันหายไปมองไม่เห็นเลย หายไปอยู่ในน้ำ
- ผู้วิจัย : ทำไมเวลาผสมเกลือกับน้ำ จึงมองไม่เห็นอนุภาคของเกลือที่เป็น  
ของแข็ง
- N2 : เพราะเกลือมันเล็กลงจนเป็นส่วนหนึ่งของน้ำเลย
- ผู้วิจัย : สารที่ไม่ละลายน้ำล่ะคะ สังเกตอย่างไร
- N 9 : ทราซ โซลค์ ไม่ละลายเพราะ มันยังเห็นเป็นก้อนๆ อยู่
- N 2 : น้ำมันก็ไม่ละลาย เพราะมันแยกกันกับน้ำ
- N12 : น้ำมันมันเกาะกันเป็นวงกลมเล็กๆ ไม่รวมกับน้ำ
- ผู้วิจัย : นักเรียนสามารถทำให้สารแต่ละชนิดละลายน้ำเร็วขึ้นได้หรือไม่  
อย่างไร
- N4 : ได้ เอาจมกับน้ำร้อน
- N9 : คนให้น้ำมันละลายเร็วๆ

จากการตอบคำถามของนักเรียนจะเห็นว่า นักเรียนได้อธิบายเกี่ยวกับการละลายของสารว่า “สารที่เป็นผงหายไป เหมือนกับน้ำตาลที่เป็นเม็ดหายไป ของแข็งกลายเป็นของเหลว ไม่เห็นสารเป็นก้อนๆ เหมือนเดิม มันรวมกันกับน้ำ สารมันหายไปมองไม่เห็นเลย หายไปอยู่ในน้ำ” ซึ่งเป็นการอธิบายการละลายของสารจากการสังเกตของนักเรียน ผู้วิจัยจึงอธิบายเพิ่มเติมว่านักวิทยาศาสตร์ให้ความหมายว่า การละลาย คือ กระบวนการเกิดสารละลาย ซึ่งเกิดจากสารชนิดหนึ่งกระจายอยู่ในสารอีกชนิดหนึ่ง โดยผู้วิจัยยกตัวอย่างให้ชัดเจนโดยใช้ส่วนผสมอาหารเทรนิน้ำ เพื่อให้เด็กเรียนดูการกระจายตัวของสี ซึ่งนักเรียนอธิบายว่า “สี มันจะเป็นหางลงมา ส่วนที่เป็นหางมันจะค่อยๆ จางไปกับน้ำ สีน้ำเริ่มเปลี่ยน สีมันกระจายไปอยู่รอบแก้ว จนแยกไม่ได้ว่าอันไหนเป็นสีเขียว อันไหนเป็นน้ำ”



ภาพที่ 65 แสดงการกระจายตัวของสี

ผู้วิจัย : จากการทดลองนี้สามารถจำแนกสารได้กี่ประเภท

N2 : ได้ 4 ประเภทครับ มีน้ำตาล เกลือ สี น้ำชอล์ก

ผู้วิจัย : ถ้าอาศัยการละลายน้ำของสารจำแนกละคะ จำแนกสารได้กี่

ประเภท

N2 : ถ้าละลาย มันมี ละลาย กับไม่ละลาย

N4 : 2 ประเภท คือ สารที่ละลายน้ำ กับไม่ละลายน้ำ

ผู้วิจัย : นักเรียนบอกได้ไหมคะว่าสารละลายเป็นสารเนื้อเดียวหรือสาร

เนื้อผสม

นักเรียน : .....(ไม่ตอบ)

ผู้วิจัย : ลองสังเกตสิคะ ว่าเห็นสารในบีกเกอร์เป็นอย่างเดียวกันไหม

เหมือนกันทุกส่วนไหม

N11 : เหมือนกัน มองเห็นเป็นอย่างเดียวกันทุกส่วนคะ

N12 : เป็นสารเนื้อเดียว เพราะมองเห็นเป็นอย่างเดียวกันคะ

เมื่อนักเรียนสรุปเกี่ยวกับกับการละลายของสารได้แล้วให้บันทึกผลลงในใบ

กิจกรรม

1. สารชนิดใดบ้างที่ละลายน้ำได้

เกลือ คัสสมิลาหาร น้ำตาล

2. นักเรียนอธิบายความหมายของคำว่าละลายน้ำตามความเข้าใจของนักเรียนได้อย่างไร

การที่สิ่งหนึ่ง การละลายคือ การที่ของเหลวใดก็ใช้ละลายกับตัว  
ละลายทำให้ของที่ละลายนั้นหายไป แต่ถ้าสารที่ไม่ละลายจะตก  
และที่ตกอยู่ก็เห็นแก่ๆ สารที่ผสมกันแล้วรวมเข้าด้วยกันทุกส่วน  
ไม่สามารถแยกออกได้ว่าส่วนใดมีปริมาณอะไร และเมื่อนำสารนี้ไปทดสอบสมบัติต่างๆแล้ว  
ก็พบว่ามีสมบัติเหมือนกันทุกส่วน

3. นักเรียนสามารถทำให้สารแต่ละชนิดละลายน้ำเร็วขึ้นได้หรือไม่ อย่างไร

1 ต้ม 2 คน 3 เพื่อตั้งภาชนะให้ร้อน

4. อะไรบ้างที่มีอิทธิพลต่อการละลายของสาร

1 อุณหภูมิ 2 คน 3 ตัวทำละลาย

1. สารชนิดใดบ้างที่ละลายน้ำได้

น้ำตาล เกลือ คัสสมิลาหาร น้ำตาล

2. นักเรียนอธิบายความหมายของคำว่าละลายน้ำตามความเข้าใจของนักเรียนได้อย่างไร

การที่ของหนึ่ง การละลายคือ การที่ของเหลวใดก็ใช้ละลายกับตัว  
กันทำให้ของที่ละลายนั้นหายไป แต่ถ้าสารที่ไม่ละลายจะตก  
ไม่สามารถแยกออกได้ว่าส่วนใดมีปริมาณอะไร และเมื่อนำสารนี้ไปทดสอบ  
สมบัติต่างๆแล้ว ก็พบว่ามีสมบัติเหมือนกันทุกส่วน

3. นักเรียนสามารถทำให้สารแต่ละชนิดละลายน้ำเร็วขึ้นได้หรือไม่ อย่างไร

1 นำไปต้ม 2 คน 3 ต้องเพื่อตั้งภาชนะให้ร้อน

4. อะไรบ้างที่มีอิทธิพลต่อการละลายของสาร

1 อุณหภูมิ 2 การคน 3 ตัวทำละลาย

ภาพที่ 66 ไบบันทึกกิจกรรมเรื่องการละลายของ ด.ญ.ประกายแก้ว ช่างศรี และ ด.ช.วัชรนนท์  
สิงพลงาม

จากการสนทนาและจากไบบันทึกกิจกรรมจะเห็นว่านักเรียนสามารถบอกได้ว่า  
สารใดละลายน้ำจากการสังเกตว่าสารนั้นมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ และเมื่อผู้วิจัยให้นักเรียน  
จำแนกว่าสารใดคือสารเนื้อเดียว นักเรียนตอบว่า น้ำสี น้ำเกลือ น้ำตาล เป็นสารเนื้อเดียว ส่วนสาร  
เนื้อผสมคือ น้ำผสมทราย น้ำผสมน้ำมัน น้ำผสมขอลูก เพราะมองเห็นเป็นสองส่วนแยกกันชัดเจน

จากการตอบคำถามในใบบันทึกกิจกรรมนักเรียนนำเสนอเกี่ยวกับตัวทำละลาย และตัวละลาย โดยให้นักเรียนพิจารณาสารที่ละลายน้ำได้จากกิจกรรมที่แล้ว คือ สารละลายเกลือ สารละลายน้ำตาล และสารละลายน้ำสี

ผู้วิจัย : นักเรียนตอบได้ว่าไหมว่า สารใดเป็นตัวทำละลาย สารใดเป็นตัวละลาย

N 4 : ตัวทำละลาย กับตัวละลาย เป็นยังไงครับ

ผู้วิจัย : ตัวทำละลายคือ สารที่ทำให้สารอื่นละลาย ตัวละลาย คือสารที่ถูกทำให้ละลาย

N4 : น้ำเป็นตัวทำให้น้ำตาล เกลือ สี ละลาย ตัวที่มันละลายคือ น้ำตาล เกลือ สีส้มอาหาร

N1 : น้ำเป็นตัวทำละลาย น้ำตาล เกลือ สี ถูกละลาย

ผู้วิจัย : นักเรียนมีหลักในการระบุว่าสารใดเป็นตัวทำละลาย หรือตัวละลายอย่างไร

N7 : น้ำเป็นตัวทำละลายเพราะน้ำทำให้สารอื่นละลายได้ สารที่ถูกน้ำทำให้ละลายเรียกว่าเป็น ตัวละลาย

N11 : เพราะน้ำเป็นของเหลว เกลือเป็นของแข็ง

N13 : สารละลายเป็นน้ำ เพราะน้ำเยอะกว่าน้ำเลยเป็นตัวทำละลาย

ผู้วิจัย : นอกจากน้ำจะเป็นตัวทำละลายแล้ว ยังมีสารชนิดอื่นเป็นตัวทำละลายอีกหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

N 9 : มี น้ำร้อน เพราะน้ำร้อนมันทำให้สารละลายเร็วขึ้น

N10 : แอลกอฮอล์เพราะแอลกอฮอล์ละลายกาวได้

ผู้วิจัย : สารละลายเป็นสารเนื้อเดียวหรือสารเนื้อผสม เพราะเหตุใด

N4 : เนื้อเดียว เพราะมองเห็นเป็นน้ำเหมือนกันทุกหยดเลย

ในชั้นขยายความรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเรื่องการละลายของสารเรื่อง “น้ำทะเลเป็นสารละลายหรือไม่ หากเป็นสารละลายจงบอกชื่อตัวละลายและตัวทำละลายในน้ำทะเล” ซึ่งนักเรียนสามารถตอบได้ว่า น้ำทะเลเป็นสารละลายโดย น้ำเป็นตัวทำละลาย เกลือเป็นตัวละลาย เพราะน้ำทะเลเค็มเหมือนเกลือ และนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพิ่มเติมอีกว่าในท้องถิ่นของนักเรียน น้ำประปาที่ใช้ในท้องถิ่นมีรสเค็มเพราะเหตุใด

N19 : เพราะขุดมาจากใต้ดิน ใต้ดินมีแร่ธาตุ

N1 : มันเค็มมาจากเกลือ ในใต้ดินมีน้ำไปผสมกับเกลือและแร่ธาตุที่อยู่ในดิน ทำให้เป็นน้ำเกลือ

N10 : นาหนูที่ไหนเค็ม ข้าวมันตายเลย เหี่ยวเลย

จากการตอบคำถามของนักเรียนจะเห็นว่านักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าสารใดที่เป็นตัวทำละลายในน้ำทะเลและในน้ำประปา โดยสามารถอธิบายได้ว่าสารละลายเป็นสารอย่างอื่นได้อีกนอกเหนือจากน้ำ และสามารถตอบได้ว่าเกลือถูกน้ำละลายทำให้กลายเป็นน้ำเค็ม และมีนักเรียน (N10) ที่ได้กล่าวถึงนาข้าวที่เป็นดินเค็ม ทำให้ข้าวเหี่ยวตาย ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงถึงผลกระทบของการเกิดดินเค็มต่อการทำนาข้าว

### 8.3 มโนคติหลังเรียนเกี่ยวกับการละลาย

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการละลายในการตอบคำถามว่า “เมื่อนำเกลือผสมกับน้ำนักเรียนคิดว่าเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น” นักเรียนทุกคนตอบว่า “เกลือจะละลายในน้ำ” สำหรับการตอบคำถาม “สารใดเป็นตัวทำละลาย สารใดเป็นตัวละลาย เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ซึ่งแบ่งได้เป็น 1 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่ระบุตัวทำละลาย ตัวละลาย และบรรยายลักษณะสารละลายเอียงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 43 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การละลาย

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
น้ำเป็นตัวละลาย เกลือเป็นตัวถูกละลาย เพราะถ้าตัวละลายและตัวทำละลายมีสถานะต่างกัน สารที่มีสถานะเดียวกันกับสารละลาย จัดเป็นตัวทำละลาย และสารที่มีสถานะต่างไปจากสารละลาย จัดเป็นตัวละลาย	กลุ่มที่ 1*: ระบุตัวทำละลายและตัวละลายและบรรยายลักษณะของสารละลาย	19	100.00
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 43 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการละลาย พบว่านักเรียนร้อยละ 100.00 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบาย ระบุตัวทำละลายและตัวละลายและบรรยายลักษณะของสารละลาย

สำหรับนักเรียนที่ระบุตัวทำละลายและตัวละลายและบรรยายลักษณะของ สารละลาย มีนักเรียนจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 นักเรียนในกลุ่มนี้ได้แก่ N4 ตอบว่า “เกลือจะมองไม่เห็นเพราะเกลือละลายในน้ำ น้ำเป็นตัวละลาย เกลือเป็นตัวละลาย เพราะน้ำเป็นตัว ละลายจึงละลายเกลือได้” N5 ตอบว่า “เกลือจะละลายจนเข้ากับน้ำจนเป็นสารเนื้อเดียว เกลือถูก ละลาย น้ำเป็นตัวละลาย เพราะน้ำจะละลายเกลือจนหมด” N9 ตอบว่า “เกิดเป็นสารเนื้อเดียว น้ำ เป็นตัวละลาย เกลือเป็นตัวละลาย” ซึ่งคำตอบของ N4, N5, N9 สอดคล้องกับมโนคติทาง วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการละลายที่กล่าวว่าตัวละลายและตัวละลายจะรวมเป็นเนื้อเดียวกันจนไม่ สามารถแยกได้ว่าสารละลายประกอบด้วยสารใดบ้าง นอกจากนี้ยังมี N10 ตอบว่า “น้ำจะเค็ม เพราะ เกลือจะละลาย น้ำเป็นตัวละลาย เกลือจะเป็นตัวละลาย” N15 ตอบว่า “น้ำเกลือผสมกับน้ำจะ กลายเป็นน้ำเกลือ เพราะเกลือและน้ำมาผสมกันเกลือจะเป็นเม็ดเล็กลง แล้วน้ำเป็นน้ำเค็ม น้ำเป็นตัว ละลาย เกลือถูกละลาย” N18 ตอบว่า “เกลือจะเปียกน้ำก็จะมีรสชาติเค็ม จนเกลือหายไปหมด น้ำก็ เค็มมากขึ้น น้ำเป็นตัวละลายเกลือ เกลือจะถูกละลายจนหมด” N19 ตอบว่า “เกิดเป็นน้ำที่เค็ม เพราะน้ำกับเกลือมาผสมกันน้ำเป็นตัวละลาย เกลือเป็นตัวละลาย เพราะมองไม่เห็นเกลือ” จากการ ตอบคำถาม จะเห็นว่านอกจากนักเรียนจะระบุตัวทำละลายและตัวละลาย นักเรียนได้อธิบายว่าเกลือ ละลายในน้ำทำให้น้ำมีรสเค็ม และเกลือจะถูกน้ำละลายให้เล็กลงเรื่อยๆ จนมองไม่เห็น ซึ่งเป็นการ อธิบายการละลายได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่า สารละลายจะมีสมบัติร่วมกัน ระหว่างตัวทำละลายและตัวละลาย และจะมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันไม่สามารถแยกได้ว่าสารใดเป็น สารใด

ตารางที่ 44 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง การละลาย

มโนมติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนมติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1*: ระบุตัวทำละลาย และตัวละลายและ บรรยายลักษณะ ของสารละลาย (ร้อยละ 57.89 )	เกลือจะละลายน้ำ ที่ผสมกับเกลือก็ จะเค็ม เกลือเป็น สารที่ถูกละลาย	กลุ่มที่ 1*: ระบุตัวทำละลาย และตัวละลายและ บรรยายลักษณะ ของสารละลาย (ร้อยละ 100.00)	น้ำเกลือผสมกับน้ำจะ กลายเป็นน้ำเกลือ เพราะเกลือและน้ำมา ผสมกันเกลือจะเป็น เม็ดเล็กลง แล้วน้ำเป็น น้ำเค็ม น้ำเป็นตัว ละลาย เกลือถูกละลาย	*สอดคล้องกับ มโนมติทาง วิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : บรรยายลักษณะ สารละลาย (ร้อยละ 42.11)	เกลือจะละลาย เป็นสารเนื้อเดียว เพราะสารเนื้อ เดี่ยวนั้นระเหยง่าย	-	-	-

จากมโนมติหลังเรียนพบว่านักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการละลายมีจำนวนมากขึ้น โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าเกลือละลายในน้ำทำให้น้ำมีรสเค็ม และเกลือจะถูกน้ำละลายให้เล็กลงเรื่อยๆ จนมองไม่เห็น สารละลายจะมีสมบัติร่วมกันระหว่างตัวทำละลายและตัวละลาย และจะมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันไม่สามารถแยกได้ว่าสารใดเป็นสารใด และในการตอบคำถามหลังเรียนมีนักเรียนที่ได้อธิบายการละลายเปลี่ยนไปจากการอธิบายก่อนเรียน โดยในก่อนเรียนมีการอธิบายว่าสารอ่อนแอจึงถูกละลาย แต่ในการอธิบายหลังเรียนได้ตอบว่า น้ำละลายเกลือได้เพราะน้ำมีมากกว่าเกลือ ซึ่งเป็นการให้เหตุผลที่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์

## 9. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการแยกสาร

### 9.1 มโนมติก่อนเรียนเกี่ยวกับการแยกสาร

สำหรับมโนมติของนักเรียนเกี่ยวกับการแยกสารผู้วิจัยได้ใช้คำถาม 2 ข้อ คือ

คำถามที่ 1 : ให้นักเรียนจำแนกสารว่าสารใดเป็นสารเนื้อเดียว สารใดเป็นสารเนื้อผสม จากสาร จากสารที่กำหนดให้ ดังนี้

ข้าวสาร ข้าวเปลือกปนแกลบ พริกน้ำปลา น้ำตาล เกลือ  
น้ำปลา น้ำคลอง กววดและทราย น้ำเกลือ

**คำถามที่ 2 :** ให้นักเรียนเลือกวิธีการแยกสารที่เหมาะสมพร้อมบอกเหตุผล จากสารที่กำหนดให้ ดังนี้

ข้าวเปลือกปนแกลบ      พริกน้ำปลา      น้ำคลอง  
กววดและทราย          น้ำเกลือ

สำหรับคำถามที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับการจำแนกประเภทสารว่าเป็นสารเนื้อเดียวหรือสารเนื้อผสม ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์ห่ม โนมติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน ได้แก่ กลุ่มที่จำแนกสารไม่ถูกต้องเพียง 1 ชนิด กลุ่มที่จำแนกสารไม่ถูกต้องตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป และกลุ่มที่ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้ รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

**ตารางที่ 45** แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การจำแนกประเภทของสาร

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
<b>สารเนื้อเดียว</b> คือ สารที่ผสมกันแล้วรวมเข้าด้วยกันทุกส่วน ไม่สามารถบอกได้ว่าส่วนใดเป็นสารอะไร และเมื่อนำสารผสมนี้ไปทดสอบสมบัติต่างๆ จะแสดงสมบัติเหมือนกันทุกส่วน ได้แก่ ข้าวสาร น้ำตาล น้ำปลา เกลือ น้ำเกลือ	กลุ่มที่ 1 : จำแนกสารไม่ถูกต้องเพียง 1 ชนิด	6	31.58
	กลุ่มที่ 2 : จำแนกสารไม่ถูกต้องตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป	11	57.89
	กลุ่มที่ 3 : ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้	2	10.53
<b>สารเนื้อผสม</b> เป็นสารผสมที่เนื้อสารไม่ผสมกลมกลืนกันทุกส่วน ยังมองเห็นส่วนที่แตกต่างกันอยู่ ได้แก่ พริกน้ำปลา น้ำคลอง กววดทราย ข้าวเปลือกปนแกลบ			
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

จากตารางที่ 45 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของสาร พบว่านักเรียนร้อยละ 31.58 (กลุ่มที่ 1) จำแนกสารไม่ถูกต้องเพียง 1 ชนิด นักเรียนร้อยละ 57.89 (กลุ่มที่ 2) จำแนกสารไม่ถูกต้องตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป นักเรียนร้อยละ 10.53 (กลุ่มที่ 3) ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่แยกสารไม่ถูกต้องเพียง 1 ชนิด มีนักเรียนจำนวน 6 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 31.58 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N1, N14, N15, N17, N18 และ N19 ที่ตอบว่า “น้ำเกลือ ข้าวสาร น้ำตาล น้ำปลา น้ำคลอง เกลือ เป็นสารเนื้อเดียว กรวดและทราย ข้าวเปลือกปนแกลบ พริกเกลือ เป็นสารเนื้อผสม” จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นว่านักเรียนทุกคนในกลุ่มนี้สามารถตอบได้ถูกต้องว่าสารชนิดใดเป็นสารเนื้อผสม ส่วนสารที่เป็นสารเนื้อเดียวตอบว่า “ข้าวสาร น้ำตาล น้ำปลา เกลือ น้ำเกลือ น้ำคลอง” ซึ่งผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมว่า “เพราะเหตุใดน้ำคลองจึงเป็นสารเนื้อเดียว” ซึ่งนักเรียนในกลุ่มนี้ตอบว่า “เพราะมันเป็นน้ำ เพราะมันมีสีเหลืองๆ มันขุ่นไม่ค่อยมาก ดูไกลๆ เวลาอยู่ในหนองน้ำ ก็เหมือนกันหมด” แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้สามารถแยกสารที่เป็นสารเนื้อเดียวได้จากการสังเกตว่ามองเห็นเหมือนกันซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องของสารเนื้อเดียว แต่การจัดสารที่มีลักษณะขุ่นๆ หรือมีฝุ่นเล็กๆ ลอยอยู่ว่าเป็นสารเนื้อเดียวถือว่าไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่แยกสารไม่ถูกต้องตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มีนักเรียนจำนวน 11 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N2 ตอบว่า “ข้าวสาร น้ำเกลือ เกลือ เป็นสารเนื้อเดียว พริกเกลือ กรวดและทราย น้ำปลา น้ำคลอง ข้าวเปลือกปนแกลบ น้ำตาล เป็นสารเนื้อผสม” N4 ตอบว่า “เกลือ ข้าวสาร น้ำตาล เป็นสารเนื้อเดียว ข้าวเปลือกปนแกลบ พริกเกลือ น้ำเกลือ กรวดและทราย น้ำคลอง น้ำปลา เป็นสารเนื้อผสม” N11 ตอบว่า “ข้าวสาร เกลือ น้ำปลา น้ำคลอง เป็นสารเนื้อเดียว ข้าวเปลือกปนแกลบ พริกเกลือ น้ำตาล น้ำเกลือ กรวดและทราย เป็นสารเนื้อผสม” N13 ตอบว่า “ข้าวสาร เกลือ เป็นสารเนื้อเดียว ข้าวเปลือกปนแกลบ พริกเกลือ น้ำตาล น้ำคลอง กรวดและทราย น้ำเกลือ น้ำปลา” จากการตอบคำถามของนักเรียนกลุ่มนี้สารที่นักเรียนตอบว่าเป็นสารเนื้อเดียว คือ “ข้าวสารและเกลือ” สารที่นักเรียนตอบว่าเป็นสารเนื้อผสม คือ “ข้าวเปลือกปนแกลบ พริกเกลือ กรวดและทราย” ส่วนสารที่นักเรียนในกลุ่มนี้ตอบว่าเป็นสารเนื้อเดียวหรือสารเนื้อผสม คือ “น้ำปลา น้ำคลอง น้ำเกลือ” ซึ่งผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมในกลุ่มที่ตอบว่า “น้ำปลา น้ำคลอง น้ำเกลือ เป็นสารเนื้อผสม” ซึ่งได้แก่ N4, N6, N7, N8, N10 และ N13 ตอบว่า “น้ำปลา น้ำคลอง น้ำเกลือ เป็นสารเนื้อผสม เพราะ มันเป็นน้ำ มันผสมกับของหลายๆ อย่าง” แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้คำนึงถึงส่วนผสมของสารเพื่อใช้ในการแยกสารว่าเป็นสารเนื้อเดียวหรือสารเนื้อผสม ส่วนกลุ่มที่ตอบว่า “น้ำปลา น้ำคลอง น้ำเกลือ เป็น

สารเนื้อเดียว” ได้แก่ N2, N5, N11, N12 และ N16 ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมนักเรียนกลุ่มนี้ตอบว่า “น้ำปลา น้ำคอง น้ำเกลือ เป็นสารเนื้อเดียว เพราะ เป็นน้ำเหมือนกัน ไม่มีอย่างอื่นมาปน เราตักคูทีละน้อยๆ มันก็เหมือนกัน” แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้คุณลักษณะของเนื้อสารเป็นเกณฑ์ในการแยกว่าสารใดเป็นสารเนื้อเดียวหรือสารเนื้อผสม

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้ มีนักเรียนจำนวน 2 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 ที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้ นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N3 และ N9 ซึ่งไม่ตอบคำถามใดๆ ลงในแบบสำรวจ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมได้คำตอบว่า “ดูไม่เป็น ไม่รู้จะดูยังไง ก็เลยไม่ตอบ”

**คำถามที่ 2 :** ให้นักเรียนเลือกวิธีการแยกสารที่เหมาะสมพร้อมบอกเหตุผล

สำหรับคำถามที่ 2 เป็นการเลือกวิธีการแยกสาร ผู้วิจัยขอแนะนำเสนอการวิเคราะห์หมั่น โนมติก่อนเรียน โดยนำเสนอการแยกสาร 5 ประเด็น คือ การแยกพริกน้ำปลา การแยกข้าวสารผสมเกลือ การแยกกรวดและทราย การแยกน้ำเกลือ การแยกน้ำคอง

**การแยกสารผสมระหว่างพริกน้ำปลา**

สำหรับหมั่น โนมติก่อนเรียนเกี่ยวกับ “การแยกสารเนื้อผสมระหว่าง ของเหลวกับของแข็งที่มีขนาดใหญ่ มีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจน สารตัวอย่าง คือ พริกน้ำปลา” ผู้วิจัยขอแนะนำเสนอการวิเคราะห์หมั่น โนมติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งกลุ่มจากคำตอบของนักเรียนได้เป็น 4 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่แยกสารโดยการตักออก กลุ่มที่แยกสารโดยการเทน้ำปลาดออกจากพริก กลุ่มที่แยกสาร โดยการกรอง กลุ่มที่แยกสาร โดยการระเหยแห้ง กลุ่มที่แยกสาร โดยการฟัด รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 46 แสดงมโนคติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างพริกน้ำปลา

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
พริกน้ำปลา แยกโดยการตักออก เนื่องจากสารมีขนาดใหญ่ มีลักษณะ แตกต่างกันอย่างชัดเจน	กลุ่มที่ 1* : การตักออก	7	36.84
	กลุ่มที่ 2 : เทน้ำปลาออกจากพริก	2	10.53
	กลุ่มที่ 3 : การกรอง	3	15.79
	กลุ่มที่ 4 : การระเหยแห้ง	5	26.32
	กลุ่มที่ 5 : การฝัด	2	10.53
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่ตอบว่าแยกสารผสมระหว่างพริกน้ำปลาโดยการตักออก มีนักเรียนจำนวน 7 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 36.84 นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N12 ตอบว่า “เพราะพริกมันลอยอยู่เราก็ตักออก” N13 ตอบว่า “พริกเป็นผงลอยอยู่ น้ำปลาเป็นน้ำ น่าจะใช้การตักออก” N14 ตอบว่า “ใช้การตักออกเพราะเห็นพริกลอยอยู่” และ N17 และ N19 ตอบว่า “ตักออกทำได้ง่ายกว่า” จากคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้จะเห็นว่านักเรียนสามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมในการแยกพริกน้ำปลาโดยอธิบายว่า “พริกลอยอยู่ มองเห็นชัดเจน สามารถตักออกได้ง่าย” ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่แยกสารโดยการเทออกจากกัน มีจำนวน 2 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N1 และ N4 ซึ่ง ตอบว่า “ค่อยๆ เทน้ำปลาออกจากพริก เอาช้อนกันพริกไม่ให้ตกลง ก็จะแยกได้” ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการแยกพริกและน้ำปลา

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่ใช้วิธีการกรองในการแยกพริกน้ำปลา มีจำนวน 3 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N7 ตอบว่า “พริกมันใหญ่ น้ำปลาเป็นของเหลว กรองออกจากกัน ” N 11 และ N9 ตอบว่า “พริกมันลอยอยู่ น้ำปลาเป็นน้ำ ใช้กรองได้” จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นว่า N11 และ N9 เลือกใช้วิธีการกรองโดยให้เหตุผลว่าพริกมีขนาดใหญ่และลอยอยู่ น้ำปลาเป็นน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในการแยกสารเนื้อผสมระหว่างของเหลวกับของแข็งที่มีขนาดใหญ่ มีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจน

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 4 ที่ใช้วิธีการระเหยแห้งในการแยกพริกน้ำปลา มีจำนวน 5 คน

จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 26.32 นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N2, N3, N5, N10 และ N3 ตอบว่า “เพราะพริกน้ำปลาเป็นน้ำเราต้องให้มันแห้งก่อนเราจึงแยกได้” เป็นการให้เหตุผลที่ถูกต้อง สอดคล้องกับหลักการระเหยแห้ง โดยทำให้ของเหลวระเหยไปจนเหลือแต่ของแข็งที่ผสมอยู่ แต่ไม่เหมาะสมในเอกสารผสมระหว่างพริกน้ำปลา

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 5 ที่ใช้วิธีการแยกสารโดยการฟัด มีจำนวน 2 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N6 และ N16 ซึ่งตอบว่า “ใช้การฟัดเพราะจะทำให้เหลือแต่พริก” ซึ่งเป็นวิธีแยกสารที่ไม่เหมาะสมในการแยกพริกและน้ำปลา

#### การแยกข้าวผสมกับเกลบ

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับ “การแยกสารเนื้อผสมระหว่างของแข็งกับของแข็งที่มีขนาดใหญ่โดยมีมวลต่างกัน สารตัวอย่าง คือ ข้าวผสมกับเกลบ” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งกลุ่มจากคำตอบของนักเรียนได้เป็น 4 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่แยกสารโดยการฟัด กลุ่มที่แยกสารโดยการหยิบออก กลุ่มที่แยกสารโดยการกรอง กลุ่มที่แยกสารโดยการระเหยแห้ง รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 47 แสดงมโนคติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างข้าวผสมเกลบ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
ข้าวสารผสมเกลบ-แยกโดยการฟัดเนื่องจากข้าวสารมีน้ำหนักมากกว่าเกลบเมื่อทำการฟัดเกลบจะปลิวทิ้งไป	กลุ่มที่ 1* : การฟัด	7	36.84
	กลุ่มที่ 2 : การระเหยแห้ง	4	21.05
	กลุ่มที่ 3 : การหยิบออก	4	21.05
	กลุ่มที่ 4 : การกรอง	4	21.05
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่แยกสารโดยการฟัด มีนักเรียนจำนวน 7 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 36.84 นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N2 ตอบว่า “การฟัดทำให้เกลบออกจากข้าวสาร” N5 ตอบว่า “เพราะการฟัดเป็นการแยกข้าวผสมเกลบ เกลบจะปลิวออก” N13 ตอบว่า “ข้าวหนักกว่า



แกลบถ้าใช้การฝัดแกลบก็จะปลิวออก” N14 ตอบว่า “เพราะการฝัดจะทำให้แกลบหลุดออก เพราะแกลบจะเบากว่า” จากคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้จะเห็นว่านักเรียนเลือกการฝัดในการแยกสารผสมระหว่างข้าวกับแกลบเพราะว่าแกลบมีน้ำหนักเบากว่าข้าว ถ้าใช้การฝัดจะทำให้แกลบปลิวออกได้ ซึ่งเป็นการแยกสารที่เหมาะสมและนักเรียนให้เหตุผลได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในการแยกสารผสมระหว่างของแข็งที่มีมวลต่างกัน

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่แยกข้าวกับแกลบโดยการระเหยแห้ง มีจำนวน 4 คน จากทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 นักเรียนในกลุ่มนี้ได้แก่ N6 ตอบว่า “ข้าวกับแกลบเป็นของแห้ง เลยต้องระเหยแห้ง” N11 ตอบว่า “ข้าวสารผสมแกลบต้องระเหยแห้งเพราะมันแห้งแล้ว” N17 “ข้าวกับแกลบต้องระเหยแห้งเพราะทำการระเหยแห้งได้ดี” จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่าข้าวและแกลบเป็นสารที่แห้งเลยใช้การระเหยแห้งซึ่งเป็นการแยกสารผสมระหว่างข้าวกับแกลบที่ไม่เหมาะสม

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่แยกข้าวกับแกลบโดยการหีบออก มีจำนวน 4 คน จากทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 นักเรียนในกลุ่มนี้ได้แก่ N1, N4 และ N8 ตอบว่า “แกลบกับข้าวมีสีต่างกัน หีบออกได้ง่าย” ซึ่งเป็นการให้เหตุผลที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ในการแยกสารเนื้อผสมที่มีลักษณะแตกต่างกันชัดเจน แต่ไม่เหมาะสมที่จะใช้แยกสารในปริมาณมาก ส่วน N7 ตอบว่า “ข้าวสารผสมแกลบเป็นของที่หลวมจึงใช้การตักออก” จากคำตอบของ N7 แสดงให้เห็นว่า N7 มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าข้าวสารผสมกับแกลบเป็นของหลวม ทำให้เลือกใช้วิธีที่ไม่เหมาะสมในการแยกสารผสมระหว่างข้าวกับแกลบ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 4 ที่แยกข้าวกับแกลบโดยการกรอง มีจำนวน 4 คน จากทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 นักเรียนในกลุ่มนี้ได้แก่ N3 และ N10 ที่ตอบว่า “เรากรองเพราะมันเป็นเม็ด” ส่วน N15 และ N16 ตอบว่า “การแยกข้าวกับแกลบต้องใช้การกรอง” จากคำตอบของนักเรียนกลุ่มนี้จะเห็นว่าแยกสารผสมระหว่างข้าวกับแกลบไม่เหมาะสมและไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในการแยกสารผสมระหว่างของแข็งที่มีมวลต่างกัน

#### การแยกกรวดและทราย

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับ “การแยกสารเนื้อผสมระหว่างของแข็งกับของแข็งที่มีขนาดแตกต่างกัน สารตัวอย่าง คือ กรวดและทราย” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งกลุ่มจากคำตอบของนักเรียนได้เป็น 5 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่แยกสารโดยการร่อน กลุ่มที่แยกสารโดยการกรอง กลุ่มที่แยกสารโดยการตักออก กลุ่มที่แยกสารโดยการฝัด กลุ่มที่แยกสารโดยการระเหยแห้ง รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 48 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างกรวดและทราย

มโนมติทางวิทยาศาสตร์	มโนมติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
กรวดทราย-แยกโดยการร่อนเนื่องจากสารขนาดเล็กและแตกต่างกัน	กลุ่มที่ 1* : การร่อน	6	31.58
	กลุ่มที่ 2 : การกรอง	3	15.79
	กลุ่มที่ 3 : การตักออก	3	15.79
	กลุ่มที่ 4 : การฟัด	3	15.79
	กลุ่มที่ 5 : การระเหยแห้ง	4	21.05
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่แยกสารโดยการร่อน มีนักเรียนจำนวน 6 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 31.58 นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N2 และ N15 ตอบว่า “ร่อนเอาทรายไว้ ทำให้ก้อนใหญ่ไม่หล่นลงมา” N4 และ N8 ตอบว่า “เอามาใส่ตะแกรงร่อนแยกออก” N14 ตอบว่า “ร่อนเอาเพราะจะทำทรายที่เล็กหลุดลงมา” จากคำตอบของนักเรียนกลุ่มนี้แสดงให้เห็นว่าการร่อนจะแยกกรวดกับทรายออกจากกันได้โดยทรายจะลอดผ่านรูตาข่ายที่ใช้ร่อนได้ ส่วนกรวดซึ่งมีขนาดใหญ่จะไม่สามารถลอดผ่านตะแกรงได้ ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมในการแยกสารผสมระหว่างกรวดและทราย และนักเรียนอธิบายคำตอบได้สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการแยกสารเนื้อผสมระหว่างของแข็งกับของแข็งที่มีขนาดแตกต่างกัน

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่แยกกรวดและทรายโดยใช้การกรอง มีจำนวน 3 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N2 ตอบว่า “กรองเอากรวดและทรายเข้าขวด” N5 ตอบว่า “เป็นการเอามากรองกับกรวดและทราย” N19 ตอบว่า “เพราะนำกรวดและทรายมากรองเลยเรียกว่าการกรอง” จากคำตอบของนักเรียนกลุ่มนี้จะเห็นได้ว่านักเรียนไม่ได้อธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงใช้การกรองในการแยกสารผสมกรวดและทราย

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่แยกกรวดและทรายโดยใช้การตักออก มีจำนวน 3 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N6 ตอบว่า “ตักออกจากกัน” N10 และ N16 ตอบว่า “ตักออกเพราะมันเป็นก้อน” นักเรียนกลุ่มนี้เลือกการแยกกรวดและทรายออกจากกันเนื่องจากกรวดและทรายมีลักษณะเป็นก้อน ตักออกจากกันได้ ซึ่งเป็นวิธีแยกสารที่ไม่เหมาะสมกับ

### ลักษณะของเนื้อสาร

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 4 ที่แยกกรวดและทรายโดยใช้การฟัด มีจำนวน 3 คน จากทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 ได้แก่ N3, N9 และ N17 ซึ่งตอบว่า “การฟัดทำได้ง่ายกว่า” ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมในการแยกสารผสมกรวดและทราย

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 5 ที่แยกกรวดและทรายโดยใช้การระเหยแห้ง มีจำนวน 4 คน จากทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 ได้แก่ N1, N11 และ N7 ตอบว่า “กรวดและทรายเป็นของเหลวจึงเรียกว่าการระเหยแห้ง” แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้ง 3 คน มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า กรวดและทรายเป็นของเหลวทำให้แยกสารเนื้อผสมระหว่างกรวดกับทรายไม่เหมาะสม ส่วน N13 ตอบว่า “ทรายผสมกับกรวดเราอาจไม่เห็นทราย เราควรใช้การระเหยแห้ง” ซึ่งเป็นการแยกสารที่ไม่เหมาะสมและไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในการแยกสารเนื้อผสมระหว่างของแข็งกับของแข็งที่มีขนาดแตกต่างกัน

### การแยกเกลือออกจากน้ำเกลือ

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับ “การแยกสารละลายที่เกิดจากการผสมกันระหว่าง ของแข็งกับของเหลว สารตัวอย่าง คือ น้ำเกลือ” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งกลุ่มจากคำตอบของนักเรียนได้เป็น 4 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่แยกสารโดยการระเหยแห้ง กลุ่มที่แยกสารโดยการกรอง กลุ่มที่แยกสารโดยการตักออก กลุ่มที่แยกสารโดยการฟัด รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 49 แสดงมโนติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างเกลือกับน้ำเกลือ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
น้ำเกลือ-แยกโดยการระเหยแห้งเนื่องจากน้ำได้รับความร้อนน้ำจะระเหยกลายเป็นไอแยกออกจากเกลือ	กลุ่มที่ 1* : การระเหยแห้ง	9	47.37
	กลุ่มที่ 2 : การกรอง	6	31.58
	กลุ่มที่ 3 : การตักออก	2	10.53
	กลุ่มที่ 4 : การฟัด	2	10.53
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่แยกสารโดยการระเหยแห้ง มีนักเรียนจำนวน 9 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.37 นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N2 ตอบว่า “เพราะน้ำเกลือมันเป็นน้ำต้องใช้การระเหยแห้ง” N12 ตอบว่า “ใช้การระเหยแห้งเพื่อให้มันระเหยออกจากกัน” N9 ตอบว่า “ระเหยแห้งเพราะถูกแสงแดดน้ำจะระเหย” จากคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้อธิบายว่าการระเหยแห้งแยกเกลือออกจากน้ำเกลือเพราะน้ำจะระเหยไป ซึ่งเป็นการแยกสารได้เหมาะสมและสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการการแยกสารละลายที่เกิดจากการผสมกันระหว่าง ของแข็งกับของเหลว

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่แยกเกลือออกจากน้ำเกลือโดยใช้การกรอง มีนักเรียนจำนวน 6 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 31.58 ได้แก่ N1, N4, N6, N9, N15 และ N8 ซึ่งเป็นการเลือกวิธีแยกสารที่ไม่เหมาะสมและนักเรียนในกลุ่มนี้ไม่ได้อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้การกรองเพื่อแยกเกลือออกจากน้ำเกลือ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่แยกเกลือออกจากน้ำเกลือโดยใช้การตักออก มีนักเรียนจำนวน 2 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 ได้แก่ N5 และ N11 ตอบว่า “เลือกการตักออกเพราะว่าเป็นการตักน้ำออกจากเกลือ” ซึ่งเป็นการแยกสารที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากเกลือจะถูกน้ำละลายจนเป็นสารเนื้อเดียว

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 4 ที่แยกเกลือออกจากน้ำเกลือโดยใช้การฟัด มีนักเรียนจำนวน 2 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 ได้แก่ N6 ตอบว่า “น้ำเกลือเป็นของเหลวจึงเรียกว่าการฟัด” ส่วน N10 ตอบว่า “เพราะมันเป็นน้ำเราต้องใช้การฟัด” ซึ่งเป็นการแยกสารที่ไม่เหมาะสม

#### การแยกน้ำคอลลอยด์

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับ “การแยกสารที่เกิดจากการผสมกันระหว่างของแข็งกับของเหลวที่มีลักษณะเป็นสารแขวนลอย สารตัวอย่าง คือ น้ำคอลลอยด์” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติก่อนเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งกลุ่มจากคำตอบของนักเรียนได้เป็น 4 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่แยกสารโดยการกรอง กลุ่มที่แยกสารโดยการระเหยแห้ง กลุ่มที่แยกสารโดยการตักออก กลุ่มที่แยกสารโดยการฟัด รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 50 แสดงมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสม  
น้ำคลอง

มโนมติกางวิทยาศาสตร์	มโนมติกของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
น้ำคลอง-แยกโดยการกรองเนื่องจากสิ่ง ผสมในน้ำคลองเป็นของแข็งมีขนาดใหญ่กว่า รูของวัสดุที่ใช้กรอง	กลุ่มที่ 1* : การกรอง	2	10.53
	กลุ่มที่ 2 : การระเหยแห้ง	12	63.16
	กลุ่มที่ 3 : การตักออก	3	15.79
	กลุ่มที่ 4 : การฝัด	2	10.53
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\* สอดคล้องกับมโนมติกางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่แยกสารจากน้ำคลองโดยการกรอง มีนักเรียนจำนวน 2 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 ซึ่งนักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N13 ตอบว่า “น้ำคลองเป็นน้ำที่ไม่ค่อยสะอาดเท่าไรน่าจะใช้การกรอง” N17 ตอบว่า “ใช้การกรองเพราะทำให้กรองได้มาก” จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นว่านักเรียนให้เหตุผลในการแยกน้ำคลองโดยการกรองเพราะจะทำให้ น้ำสะอาดขึ้น และสามารถแยกสารได้ในปริมาณมาก ซึ่งเป็นการแยกสารที่เหมาะสมแต่ยังขาดการอธิบายว่าการกรองจะทำแยกสารได้อย่างไร

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่แยกน้ำคลองโดยใช้การระเหยแห้ง มีจำนวน 12 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.16 ได้แก่ N3 และ N5 ตอบว่า “เพราะน้ำคลองระเหยได้” N6 และ N7 ตอบว่า “น้ำคลองเป็นของเหลว” N15 และ N19 ตอบว่า “เพราะน้ำคลองมีการระเหยแห้ง” จากคำตอบที่นักเรียนกลุ่มนี้ให้เหตุผลว่า “น้ำคลองเป็นของเหลวสามารถระเหยได้ จึงเลือกใช้การระเหยแห้งเพื่อทำให้น้ำระเหย” ซึ่งอธิบายได้สอดคล้องกับมโนมติกางวิทยาศาสตร์ว่าน้ำสามารถระเหยไปได้แต่เป็นการแยกสารที่ไม่เหมาะสมเพราะสารที่แยกได้ต้องเป็นน้ำสะอาดไม่ใช่สารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่แยกน้ำคลองโดยใช้การตักออก มีจำนวน 3 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้คือ N2, N4 และ N9 ตอบว่า “น้ำคลองต้องตักออกให้สะอาด” ซึ่งเป็นการแยกสารที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากสารแขวนลอยในน้ำคลองมีขนาดเล็ก จะทำให้น้ำที่แยกได้ไม่ค่อยสะอาดเท่าที่ควร

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 4 ที่แยกน้ำคลองโดยใช้การฝัด มีจำนวน 2 คน จาก

ทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 นักเรียนในกลุ่มนี้คือ N1 และ N11 ซึ่งเป็นเอกสารที่ไม่เหมาะสม

## 9.2 การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการแยกสาร

จากมโนคติก่อนเรียนในเรื่องการพิจารณาสารว่าเป็นสารเนื้อเดียวหรือสารเนื้อผสม และจากการเลือกวิธีการแยกสารให้เหมาะสมกับสารแต่ละชนิด พบว่ามีนักเรียนที่สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้น โดยเฉพาะนักเรียนที่สามารถเลือกวิธีการแยกสารเนื้อผสมระหว่างกรวดและทราย และ น้ำโคลง และในการตอบคำถามของนักเรียนได้อธิบายการเลือกวิธีการแยกสาร โดยสังเกตจากเหตุการณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันซึ่งบางครั้งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัย จึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการแยกสาร โดยให้นักเรียนได้พิจารณาสารและทำการทดลองแยกสารโดยใช้วิธีการต่างๆ ผู้วิจัยขอเสนอผลการเรียนรู้ตามลำดับ คือ การแยกสารเนื้อผสมและการแยกสารเนื้อเดียว

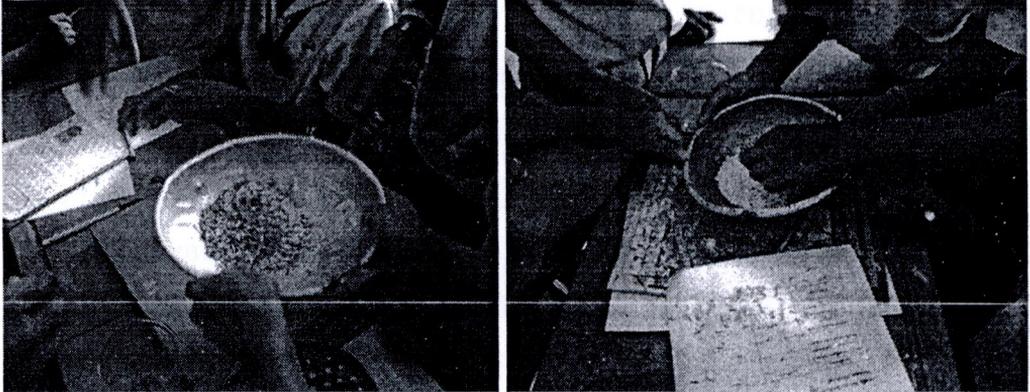
### การแยกสารเนื้อผสม

นักเรียนพิจารณาสารต่อไปนี้ ข้าวกับแกลบ กรวดกับทราย พริกกับกระเทียม น้ำผสมดิน น้ำผสมน้ำมัน ซากกับใบชา น้ำเกลือ นมสด น้ำปลา แล้วให้นักเรียนทำการแยกสารว่าสารใดเป็นสารเนื้อผสม สารใดเป็นสารเนื้อเดียว ซึ่งนักเรียนสามารถแยกสารได้ถูกต้อง โดยตอบว่า “น้ำปลา น้ำเกลือ นมสด เป็นสารเนื้อเดียว” โดยให้เหตุผลว่า “มองเห็นเป็นอย่างเดียวกันทุกส่วน ไม่มีอย่างอื่นมาปะปน ส่วนสารเนื้อผสม ได้แก่ ข้าวกับแกลบ พริกกับกระเทียม น้ำผสมดิน ซากกับใบชา น้ำผสมกับน้ำมัน เพราะเมื่อจะมีสารปนกันหลายอย่าง ไม่เห็นเป็นเนื้อเดียวกัน” จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทำการแข่งขันกันแยกสารเนื้อผสม โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แต่ละกลุ่มต้องทำการวางแผนเลือกใช้อุปกรณ์ที่ผู้วิจัยเตรียมไว้เพื่อให้สามารถแยกสารได้รวดเร็วและเหมาะสมที่สุด โดยผู้วิจัยขอเสนอสถานการณ์การแยกสารเนื้อผสม ตามลำดับดังนี้ ข้าวกับแกลบ กรวดกับทราย น้ำซากกับใบชา พริกกับกระเทียม น้ำผสมดิน

### สารเนื้อผสมข้าวกับแกลบ

มีนักเรียนบางกลุ่มได้ทำการหยิบแกลบออกจากเมล็ดข้าวซึ่งนักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มว่า “ถ้าทำอย่างนั้นมันจะช้า” ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งใช้วิธีการผัดเพื่อแยกสาร โดยให้เหตุผลว่า “เคยเห็นแม่ทำที่บ้านเวลาข้าวมีแกลบมาปนเยอะๆ” ซึ่งเป็นวิธีการแยกสารที่ใช้เวลารวดเร็วโดยนักเรียนกลุ่มนี้ให้เหตุผลว่า “การผัดจะทำให้แกลบซึ่งมีน้ำหนักเบาว่าเมล็ดข้าวปลิวจนเหลือแต่เมล็ดข้าวที่ต้องการ” ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้อธิบายเหตุผลได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในการแยกสารเนื้อผสมระหว่างของแข็งกับของแข็งที่มีขนาดใหญ่โดยมีมวลต่างกัน หลังการแข่งขันแยกสาร นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าการแยกสารโดยวิธีใดแยกสารได้

เหมาะสมที่สุดพร้อมกับบอกเหตุผล “กลุ่มที่แยกข้าวผสมกับแกลบโดยการฝัดเป็นผู้ชนะ เพราะแยกข้าวกับแกลบออกจากกันได้รวดเร็ว และแยกได้ดีกว่ากลุ่มอื่น ข้าวกับแกลบไม่ปนกัน แยกได้เร็วกว่ากลุ่มอื่นเพราะแกลบปลิวออกไปหมด เหลือแต่ข้าว”



ภาพที่ 67 การแยกสารเนื้อผสมระหว่างข้าวกับแกลบ

#### สารเนื้อผสมกรวดกับทราย

นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกกระชอนที่มีขนาดของรูกระชอนแตกต่างกันในการแยก โดยให้เหตุผลว่า “ทรายที่มีขนาดเล็กจะลอดรูกระชอนลงไป เหลือแต่ทรายก้อนใหญ่อยู่บนกระชอน” กลุ่มที่เลือกใช้กระชอนที่มีรูขนาดเล็กได้อธิบายภายในกลุ่มว่า “รูตะแกรงเล็กเกินไป ทรายลงไปไม่ได้ แยกได้ช้า ต้องใช้ตะแกรงที่มีรูใหญ่ขึ้น ทรายจึงจะลงไปได้” ดังนั้นนักเรียนกลุ่มนี้จึงเปลี่ยนกระชอนที่มีรูขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับขนาดของทราย แสดงให้เห็นว่านักเรียนคำนึงถึงลักษณะของเนื้อสารในการเลือกอุปกรณ์สำหรับการแยกสารเนื้อผสมระหว่างของแข็งกับของแข็งที่มีขนาดแตกต่างกัน หลังการแข่งขันแยกสาร นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าการแยกสารโดยวิธีใดแยกสารได้เหมาะสมที่สุดพร้อมกับบอกเหตุผล “กลุ่มที่กรวดกับทรายโดยร่อนที่เลือกกระชอนรูใหญ่เป็นผู้ชนะ เพราะแยกทรายกับกรวดออกจากกันได้รวดเร็ว ได้ทรายเยอะกว่าเพื่อน และกรวดกับทรายไม่ค่อยปนกัน”



ภาพที่ 68 การแยกสารเนื้อผสมระหว่างกรวดกับทราย

### สารเนื้อผสมน้ำชากับใบชา

นักเรียนทำแต่ละกลุ่มทำการแยกสารโดยใช้วิธีแตกต่างกัน ได้แก่แยกสารโดยการคัดออกโดยให้เหตุผลว่า “ใบชามีขนาดใหญ่ ลอยอยู่ คัดออกได้ง่าย” และมีนักเรียนบางกลุ่มที่นำน้ำชาไปกรองด้วยกระดาษกรอง โดยนักเรียนกลุ่มนี้อภิปรายร่วมกันว่า “ต้องเอากระดาษกรองที่ใหญ่ๆ น้ำจะได้ไหลเร็วๆ ถ้าเอากระดาษกรองที่เล็กๆ มันจะใช้เวลานานเหมือนกับการแยกกรวดกับทราย” ซึ่งจากการทดลองพบว่ากลุ่มที่แยกสารโดยการคัดใบชาออกจะแยกสารได้รวดเร็วกว่าการกรองด้วยกระดาษกรอง หลังการแข่งขันแยกสาร นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าการแยกสารโดยวิธีใดแยกสารได้เหมาะสมที่สุดพร้อมกับบอกเหตุผล “กลุ่มที่แยกน้ำชากับใบชาโดยการคัดออกเป็นผู้ชนะ เพราะแยกใบชาออกจากน้ำได้เร็วที่สุด และไม่มียางอื่นปน กลุ่มที่กรองก็แยกได้ดี แต่ช้ากว่า ถ้ามีอันใหญ่ๆ ปนกันคัดออกจะง่ายกว่า เร็วกว่าด้วย”

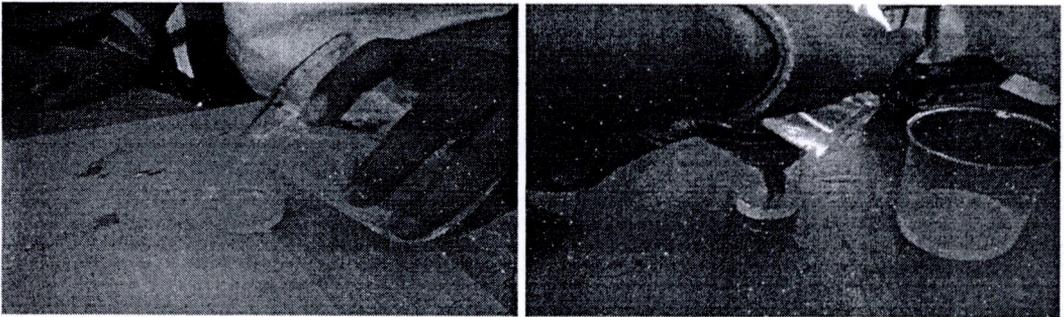
### สารเนื้อผสมพริกกับกระเทียม

ในการแยกพริกกับกระเทียมนักเรียนทุกกลุ่มเลือกใช้วิธีการเลือกหยิบพริกกับกระเทียมแยกออกจากกัน โดยให้เหตุผลว่า “พริกกับกระเทียมมันใหญ่ หยิบออกง่าย ถ้าเลือกอุปกรณ์จะเสียเวลา หยิบออกได้เร็วกว่า” ซึ่งการหยิบออกเป็นวิธีที่เหมาะสมในการแยกสารที่มีขนาดใหญ่และมีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจน หลังการแข่งขันแยกสาร นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าการแยกสารโดยวิธีใดแยกสารได้เหมาะสมที่สุดพร้อมกับบอกเหตุผล “กลุ่มที่แยกพริกกับกระเทียมโดยการหยิบออกเป็นผู้ชนะ เพราะแยกได้เร็วที่สุด และไม่ปนกัน ถ้าของที่ผสมกันอันใหญ่ๆ หยิบออกจะเร็วและสะดวก”



### สารเนื้อผสมน้ำกับน้ำมัน

ในการแยกสารผสมระหว่างน้ำผสมน้ำมัน นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้วิธีแยกสารแตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่แยกสารโดยการตักออก โดยนักเรียนกลุ่มนี้อภิปรายร่วมกันว่า “มันแยกกันอยู่ ค่อยๆ ตักเอาน้ำมันออก” กลุ่มที่แยกสารโดยการเทน้ำมันออกจากน้ำ โดยนักเรียนกลุ่มนี้ให้เหตุผลว่า “เทน้ำมันออกจากน้ำ น้ำมันอยู่ข้างบน ค่อยๆ เทออก” กลุ่มที่แยกสารโดยการเทน้ำมันออกจากน้ำโดยมิใช่กรวยเป็นอุปกรณ์ในการแยก โดยนักเรียนกลุ่มนี้ให้เหตุผลว่า “น้ำมันกับน้ำแยกชั้นอยู่ ค่อยๆ เทออกจากกัน ใช้กรวยจะได้ไม่หก ” จากการทดลองแสดงให้เห็นว่านักเรียนแต่ละกลุ่มคำนึงถึงลักษณะของเนื้อสารระหว่างน้ำกับน้ำมันที่แยกชั้นกันอยู่แล้วทำการอภิปรายร่วมกันเพื่อหาวิธีการแยกสารที่เหมาะสม



ภาพที่ 69 การแยกสารเนื้อผสมระหว่างน้ำกับน้ำมัน

### สารเนื้อผสมน้ำผสมดิน

ในการแยกน้ำผสมดินนักเรียนแต่ละกลุ่มมีวิธีการแยกสารที่แตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่แยกสารด้วยการกรองน้ำด้วยกระชอนโดยให้เหตุผลว่า “ใช้กระชอนกรองเอาให้น้ำไหลลง ก้นดินไว้ไม่ให้ลงไป” กลุ่มที่แยกสารโดยเทน้ำใส่แก้วใบใหม่โดยให้เหตุผลว่า “ค่อยๆ เทน้ำออก อย่าให้ดินมันกระจาย ก็จะแยกน้ำออกจากดินได้” กลุ่มที่แยกสารโดยการตักออกซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้อภิปรายร่วมกันว่า “ตักดินออกจากน้ำ แต่พอตักแล้วน้ำยิ่งขุ่น แยกไม่ได้” ดังนั้นนักเรียนกลุ่มนี้จึงเปลี่ยนวิธีการแยกสาร โดยการกรองด้วยผ้า โดยให้เหตุผลว่า “ใช้ผ้ากรองดีกว่า เพราะผ้ามันรูเล็ก ดินลงไม่ได้” ซึ่งผลการแยกสารพบว่าน้ำที่กรองด้วยผ้าจะแยกสาร โดยใช้เวลาานานที่สุดแต่น้ำที่ได้สะอาดกว่าการแยกสารโดยวิธีอื่น หลังการแข่งขันแยกสาร นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าการแยกสารโดยวิธีใดแยกสารได้เหมาะสมที่สุดพร้อมกับบอกเหตุผล “กลุ่มที่แยกน้ำออกจากดินโดยการกรองด้วยผ้าเป็นผู้ชนะ เพราะแยกน้ำแล้วสะอาดที่สุด ถ้าใช้วิธีอื่นจะมีดินปน”

หลังจากที่นักเรียนทำการทดลองเพื่อแยกสารเนื้อผสมพบว่านักเรียนได้รับความสนุกสนานจากการแข่งขัน และมีความกระตือรือร้นในการทำงานกลุ่ม และพบว่าในการแยกสารจะใช้วิธีการแยกสารต่างกัน โดยคำนึงถึงลักษณะของสารที่ผสมกัน และพิจารณาหาวิธีการแยกสาร ซึ่งเห็นได้จากการที่นักเรียนแต่ละได้ร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะของสารเนื้อผสมและร่วมกันหาวิธีการแยกสารที่เห็นว่าเหมาะสมภายในกลุ่มของตนเอง เช่น “การเลือกกระชอนสำหรับการแยกกรวดทราย นักเรียนมีการพิจารณาขนาดของรูกระชอนให้มีความเหมาะสมกับเนื้อสารที่จะแยก โดยต้องเลือกรูกระชอนที่มีขนาดไม่เล็กเกินไปเพื่อให้ทรายสามารถลอดผ่านรูกระชอนได้” และนักเรียนได้ร่วมกันสรุปว่าในการแยกสารเนื้อผสมต่างๆ การแยกโดยวิธีใดจึงเหมาะสมที่สุด โดยผู้วิจัยได้อธิบายเพิ่มเติมว่าในการแยกสารควรคำนึงถึงประสิทธิภาพในการแยกสารว่าการแยกสารโดยวิธีใดสามารถแยกสารได้ดีแม้จะใช้เวลาในการแยกสารมากกว่าวิธีอื่น จากนั้นนักเรียนได้ร่วมกันสรุปวิธีแยกสารที่เหมาะสมกับสารผสมในลักษณะต่างๆ ในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองแยกสารเนื้อผสมที่ครูเตรียมไว้ โดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้ให้เหมาะสม

สารเนื้อผสม	วิธีแยก	อุปกรณ์ที่ใช้	เหตุผลในการแยก
ข้าวกับแกลบ	สี	กระด้ง	ชนกันตัวข้าวกับ
กรวดกับทราย	ร่อน	ผ้าตาข่าย	ขนาดรูเล็กกว่ากัน
พริกกับกระเทียม	ตักออก	มือ	สีขนาดใหญ่
น้ำผสมดิน	กรอง	ขวด ผ้า	รูจะเล็กกว่าดิน
น้ำผสมน้ำมัน	ตักออก	ช้อน	น้ำหนักน้อยกว่า
ขากับใบชา	ตักออก	ช้อน	ใบชาค่อน้ำผสม

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนชื่อสารตัวอย่างตามลักษณะของสารเนื้อผสมที่กำหนดให้ และบอกวิธีการแยกสารให้เหมาะสม

สารเนื้อผสม	สารตัวอย่าง	วิธีแยก
ขอมแข็ง+ขอมแข็ง(ขนาดใหญ่ มีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจน)	พริกกับกระเทียม	ตักออก
ขอมแข็ง+ขอมแข็ง(ขนาดแตกต่างกัน)	กรวดกับทราย	ร่อน
ขอมแข็ง+ขอมแข็ง(ชนิดหนึ่งระเหิดได้)	เกลือกับการบูร	กระชอนใช้การบูรออกไป
ขอมแข็ง+ขอมเหลว(ขอมแข็งมีขนาดใหญ่กว่ารูกระชอน)	น้ำผสมดิน	กรอง
ขอมแข็ง+ขอมเหลว(มีลักษณะเป็นสารแขวนลอย)	ข้าวกับใบชา	ตักออก
ขอมเหลว+ขอมเหลว	น้ำผสมน้ำมัน	ตักออก

ภาพที่ 70 ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องการแยกสารเนื้อผสมของ ค.ญ. วิภารัตน์ ชัยชนะ

กิจกรรมต่อไปเป็นกิจกรรมการแยกสารเนื้อผสมเพิ่มเติมโดยนักเรียนพิจารณาน้ำคอลลอยด์แล้วตอบคำถาม

ผู้วิจัย : ถ้าเราต้องการนำน้ำที่ได้ไปใช้หรือไปดื่มเราจะต้องทำอย่างไร

N8 : เอามากินไม่ได้ เพราะมีเชื้อโรค ควายมันลงบ่อย

ผู้วิจัย : ทำอย่างไรถึงจะกินได้

N8 : ตาเคยบอกว่าเอาไปต้ม แล้วถึงจะกินได้ แต่ผมไม่กล้ากิน ผมไม่เคยกิน

N1 : ทำให้มันใสกว่านี้ ต้องนำไปกรองใหม่

N10 : ต้องนำไปต้ม

N7 : ไม่กล้ากิน มันดำๆ นำไปฆ่าเชื้อโรค

N5 : ต้องกรองด้วยที่กรองถี่ๆ ที่ไม่ให้ดินตกได้

ผู้วิจัย : ถ้ามีน้ำขุ่นปริมาณมากๆ เช่น น้ำคอลลอยด์ที่ตกมาใส่โอ่งเพื่อใช้ในบ้านจะมีวิธีทำให้น้ำใสได้อย่างไร

N6 : เอาไปใส่ถังใหญ่ๆ เอาอีกน้ำใส่ แล้วมุงใส่แล้วก็กรอง

N5 : กรองด้วยอะไร ก็จำไม่ได้ เอาผ้าขนหนูสีขาวมากรอง แล้วใช้เลย

N4 : ตั้งไว้นานๆ ขำคั้นน้ำก็ใส เพราะฝุ่นจะนอนกัน

ผู้วิจัย : ถ้าเราต้องการให้น้ำใสเร็วขึ้นกว่าเดิมต้องทำอย่างไร

N17 : เอาอะไรก็ไม่รู้จะมาใส่

N12 : เอาสารมากรองไปกรองมา

ผู้วิจัยแนะนำวิธีการใช้สารส้มเร่งให้สารแขวนลอยในน้ำตกตะกอนให้เร็วขึ้น โดยให้นักเรียนทำการแ่งสารส้มในน้ำคอลลอยด์ที่เตรียมไว้แล้วเปรียบเทียบกับน้ำคอลลอยด์ที่ไม่ได้แ่งสารส้ม จากนั้นอภิปรายร่วมกันว่า

ผู้วิจัย : น้ำที่ได้จากการแ่งสารส้มจะใช้ทำอะไรได้บ้างคะ

N7 : ล้างถ้วย อาบก็ได้

N8 : ซักผ้า ล้างมือ

ผู้วิจัย : ถ้าเรานำไปดื่ม หรือทำอาหารจะได้หรือเปล่า

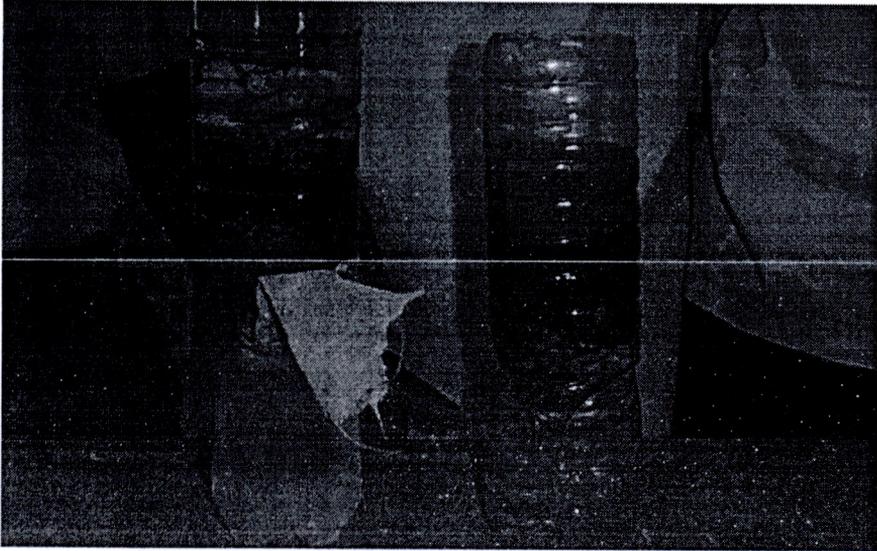
N8 : ถ้าจะดื่มเลย มันยังไม่ดื่ม ต้องต้มก่อน

ผู้วิจัย : ถ้าต้องการนำน้ำคอลลอยด์ไปใช้ในการบริโภคได้ต้องทำอย่างไร

N9 : เอาไปกรอง เอาไปกรองไม่กล้ากิน ต้องเอาไปต้มด้วย รอให้มันเย็นแล้วก็ดื่มได้เลย น้ำที่กรองได้อาจจะมีสารพิษอยู่ในน้ำ สารพิษ เชื้อโรค

จากการอภิปรายร่วมกันสรุปได้ว่าน้ำที่ได้จากการแ่งสารส้มเหมาะสำหรับนำไปใช้

ในการอุปโภค เช่น ล้างถ้วย ชักผ้า แต่ไม่เหมาะแก่การนำไปบริโภคเนื่องจากอาจจะมีสารพิษหรือเชื้อโรคปนอยู่ จากนั้นนักเรียนศึกษาวิธีการทำเครื่องกรองน้ำจากใบงานและทำเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายโดยใช้วัสดุที่กำหนดให้ ดังนี้ ทรายหยาบ ทรายละเอียด ถ่าน กรวดละเอียด กรวดหยาบ สำลี และทดลองกรองน้ำว่าสามารถทำน้ำขุ่นให้ใสได้หรือไม่



ภาพที่ 71 แสดงการเปรียบเทียบน้ำที่ได้จากเครื่องกรองอย่างง่ายที่เรียงลำดับของวัสดุต่างกัน

จากนั้นนักเรียนตอบคำถามหลังการทดลอง และร่วมกันอภิปรายถึงวัสดุที่นักเรียนเลือกใช้ทำเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย ดังใบบันทึกกิจกรรมและบทสนทนาต่อไปนี้

1. ในการทำเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย นักเรียนเลือกใช้วัสดุชนิดใดบ้าง เพราะเหตุใด  
 กรวยกระดาษ ละเอียด เพราะใช้กรองได้ดี ใช้ล้างง่าย กรวยกระดาษ  
 เพราะทำไว้สำหรับกรองได้ง่าย ผ่าน ช่วยดักจับก๊าก  
 กรวดละเอียด และกรวดหยาบ เพราะช่วยทำให้น้ำไหล  
 ง่ายขึ้น

2. นักเรียนมีหลักการในการออกแบบการวางวัสดุที่ใช้ในการทำเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายอย่างไร  
 เพราะเหตุใด  
 วัสดุที่ ๑ อย่าง คือ กรวยกระดาษ ละเอียด กรวยกระดาษ ผ่าน  
 กรวดละเอียดและกรวดหยาบ

3. ถ่านที่บรรจุลงในเครื่องกรองน้ำทำอย่างไร น้ำที่อะไร  
 ช่วยในการดักจับก๊าก

ภาพที่ 72 ใบบันทึกกิจกรรมเรื่องการกรอง ของ ด.ญ.ปวีณา สีนวนจำปา

ผู้วิจัย : ถ่านที่บรรจุลงในเครื่องกรองน้ำทำหน้าที่อะไร

N 10 : ดับกลิ่น จะไม่กลิ่นปน

N 3 : ทำน้ำให้ใสขึ้น

N 2 : จับฝุ่นละอองที่ติดมากับน้ำ

N 11 : ทำให้น้ำเหม็นน้อยลง

ผู้วิจัย : นักเรียนมีหลักการในการเรียงวัสดุที่ใช้ในการกรองอย่างไร

N11 : ผ้าขาว สำลี กรวดหยาบ กรวดละเอียด ถ่าน ทรายหยาบ ทรายละเอียด ใสน้ำ

ผู้วิจัย : ทำไมจึงบรรจุวัสดุกรองละเอียดไว้ชั้นบน และวัสดุกรองหยาบไว้ชั้นล่าง

N12 : พวกที่ละเอียดไว้จับจับฝุ่นที่มากับน้ำ

N2 : เพราะพวกหยาบไว้ข้างบน น้ำจะไม่สะอาด เท่าเอาพวกละเอียดไว้ข้างบน

ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมว่า “การเรียงวัสดุในเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายนั้น ถ้าเรียงวัสดุกรองละเอียดไว้ชั้นบน จะมีผลคือ จะช่วยป้องกันการตกของวัสดุกรองละเอียดที่อยู่ในชั้นบนไว้ได้เป็นชั้นๆ ดังนั้นขณะกรองน้ำจึงไม่มีวัสดุกรองปนลงไปใต้น้ำที่กรองได้ นอกจากนั้นการเรียงวัสดุกรองหยาบไว้ชั้นล่าง เป็นการทำให้เกิดช่องว่างภายในเหนือทางน้ำออกซึ่งเป็นผลทำให้น้ำไหลผ่านถึงกรองได้รวดเร็วขึ้น ถ้าเรียงโดยเอาวัสดุกรองหยาบไว้ชั้นบน และวัสดุกรองละเอียดอยู่ชั้นล่าง สิ่งที

ปนอยู่ในน้ำจะผ่านวัสดุกรองหยาบมาอัดอยู่ตอนล่างของชุดการกรอง ยิ่งไปกว่านั้นวัสดุกรองละเอียดอาจมาอุดตันทางน้ำออกด้วย ทำให้ชุดการกรองอุดตันและน้ำไหลผ่านได้ยาก”

#### การแยกสารเนื้อเดียว

ในการแยกสารเนื้อเดียวให้นักเรียนพิจารณาน้ำเกลือ สารละลายน้ำตาล สารละลายจุนสี ซึ่งเป็นสารเนื้อเดียว ผู้วิจัยถามนักเรียนว่านักเรียนสามารถแยกสารเหล่านี้ออกจากน้ำได้หรือไม่ อย่างไร

ผู้วิจัย : นักเรียนแยกน้ำเกลือ และสารละลายน้ำตาล โดยวิธีใด

N1 : แยกไม่ได้ เพราะเกลือสามารถละลายในน้ำได้

N4 : แยกได้ถ้าเอาน้ำที่ผสมเกลือไปตากแดดหรือเอาไปต้ม

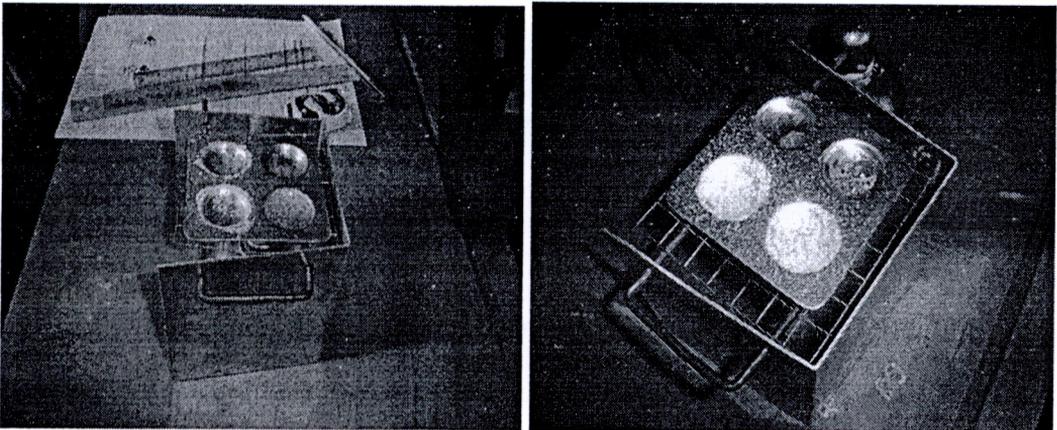
N 15 : เอาน้ำเกลือไปต้ม พอน้ำมันแห้งก็จะได้เกลือ น้ำเป็นไอไปหมด เรียกว่า

การระเหย

N1 : แยกไม่ได้ เพราะน้ำตาลผสมน้ำแล้วเอาไปต้มไปตากก็ไม่ได้ มันกลายเป็นน้ำเหมือนเดิม

N15 : ได้เพราะเอาไปต้มๆ น้ำจะระเหยเหลือแต่น้ำตาล เคยเชื่อมมะยมกินบ่อย น้ำจะระเหยเหลือน้ำตาลเหนียวๆ

จากนั้นนักเรียนทำกิจกรรม เรื่องการแยกสาร ตามขั้นตอนในใบกิจกรรมและตอบคำถามดังนี้



ภาพที่ 73 แสดงการแยกน้ำเกลือและสารละลายน้ำตาล

ผู้วิจัย : วิธีการที่นักเรียนใช้ในการแยกสารอาศัยหลักการใดบ้าง

N15 : ไม่รู้อาศัยหลักการต้มของน้ำเกลือ น้ำจะแห้งเรื่อย แสดงว่าน้ำเกิดการระเหย เหลือเกลือที่เป็นเม็ด

N2 : การต้มให้แห้ง

ผู้วิจัย : ในการต้มเกลือสินเธาว์มีการแยกสารเนื้อเดียวหรือไม่ อย่างไร

N12 : มีแยกโดยการต้มน้ำจนน้ำแห้ง เหลือแต่เกลือ

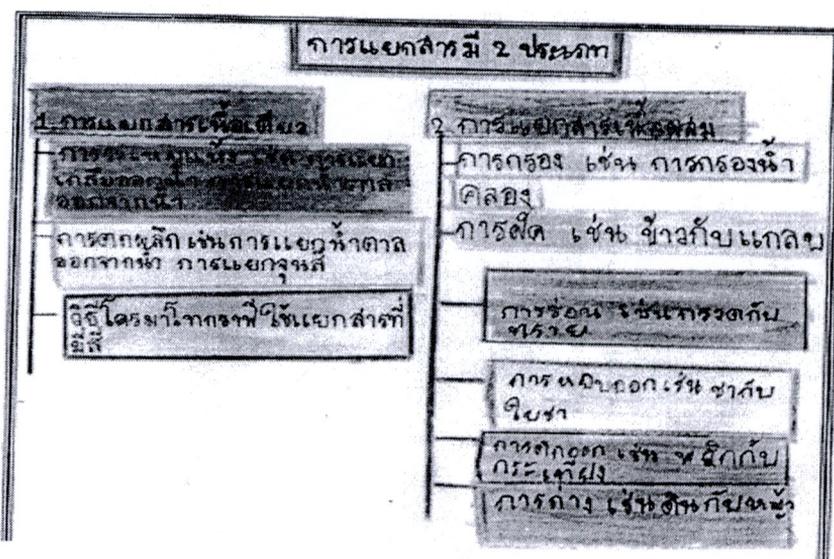
ผู้วิจัย : ในการแยกสารเนื้อผสมและสารเนื้อเดียว แตกต่างกันอย่างไรร

N7 : ต่างเพราะสารเนื้อผสมมองเห็น บางทีเราก็อหยิบออกจากกันได้ แต่สารเนื้อ เดียวมองไม่เห็นว่ามันต่างกัน

N14 : สารเนื้อผสมแยกง่ายกว่าเพราะมองเห็น สารเนื้อเดียวต้องเอาไปต้ม

ผู้วิจัยแนะนำเพิ่มเติมว่า “การแยกสารเนื้อผสมและสารเนื้อเดียวแตกต่างกันเพราะการ แยกสารเนื้อผสมสามารถมองเห็นเนื้อสารได้ ดังนั้นจึงสามารถเลือกวิธีการในการแยกสารได้ แต่ การแยกสารเนื้อเดียวไม่สามารถมองเห็นเนื้อสารได้ว่าส่วนผสมใดบ้าง ในการแยกสารจึงต้องทราบ ก่อนว่าสารเนื้อเดียวนั้นเป็นสารใด แล้วค่อยเลือกวิธีการแยกสารให้เหมาะสม” จากนั้นผู้วิจัย นำเสนอภาพการแยกสารเนื้อเดียวโดยใช้วิธีกลั่น วิธีโครมาโทกราฟี และวิธีการตกผลึก เพื่อเป็นการ สรุปรูปร่างเกี่ยวกับการแยกสาร ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนแผนผังความการแยกสารเนื้อผสมและการ แยกสารเนื้อเดียว แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน ดังภาพ

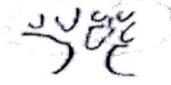
ตอนที่ 2 นักเรียนเขียนแผนผังการแยกสาร



ภาพที่ 74 แสดงแผนผังความคิดเรื่องการแยกสารเนื้อเดียวและการแยกสารเนื้อผสมของนักเรียน กลุ่มที่ 1

ตอนที่ 2 นักเรียนเขียนแผนผังการแยกสาร

การแยกสารในของผสม	
<p>1. <u>การแยกสารแข็งละลาย</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การระเหยแห้ง เช่น <u>การแยกเกลือออกจากน้ำ</u></li> <li>- การตกผลึก เช่น <u>การแยกน้ำตาลออกจากน้ำ การแยกซันดีวิธีโครมาโทกราฟี ใช้แยกสารดำสี</u></li> </ul>	<p>2. <u>การแยกสารเหลวผสม</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การกรอง เช่น <u>การกรองน้ำคอก</u></li> <li>- การต้มน้ำ เช่น <u>น้ำจืดจั่นแกลบ</u></li> <li>- การร่อน เช่น <u>การแยกของกับกรวด</u></li> <li>- การสกัด เช่น <u>การสกัดใบชาออกจากน้ำชา</u></li> </ul>


ภาพที่ 75 แสดงแผนผังความคิดเรื่องการแยกสารเนื้อเดียวและการแยกสารเนื้อผสมของนักเรียนกลุ่มที่ 2

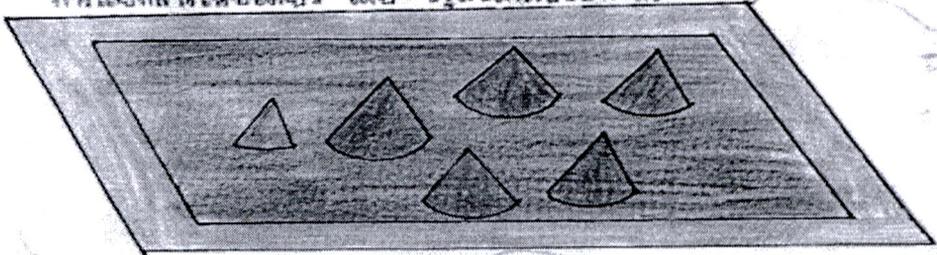
ในชั้นขยายความรู้ให้นักเรียนร่วมกันสำรวจแหล่งการเรียนรู้ท้องถิ่นการทำเกลือสินเธาว์เพื่อให้นักเรียนสังเกตกระบวนการทำเกลือสินเธาว์ว่ามีขั้นตอนของการแยกสารโดยวิธีใด แล้วเขียนแผนผังความคิดแสดงขั้นตอนการแยกสารในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์ ดังภาพ



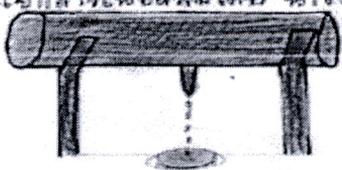
ชื่อ ชีระวัฒน์ หมู่ทอง ป.๑ เลขที่ 2.  
แผนผังการทำเกลือ

love you

การแยกสารเนื้อเดียว โดย ขูดขี้เกลือออกจืด



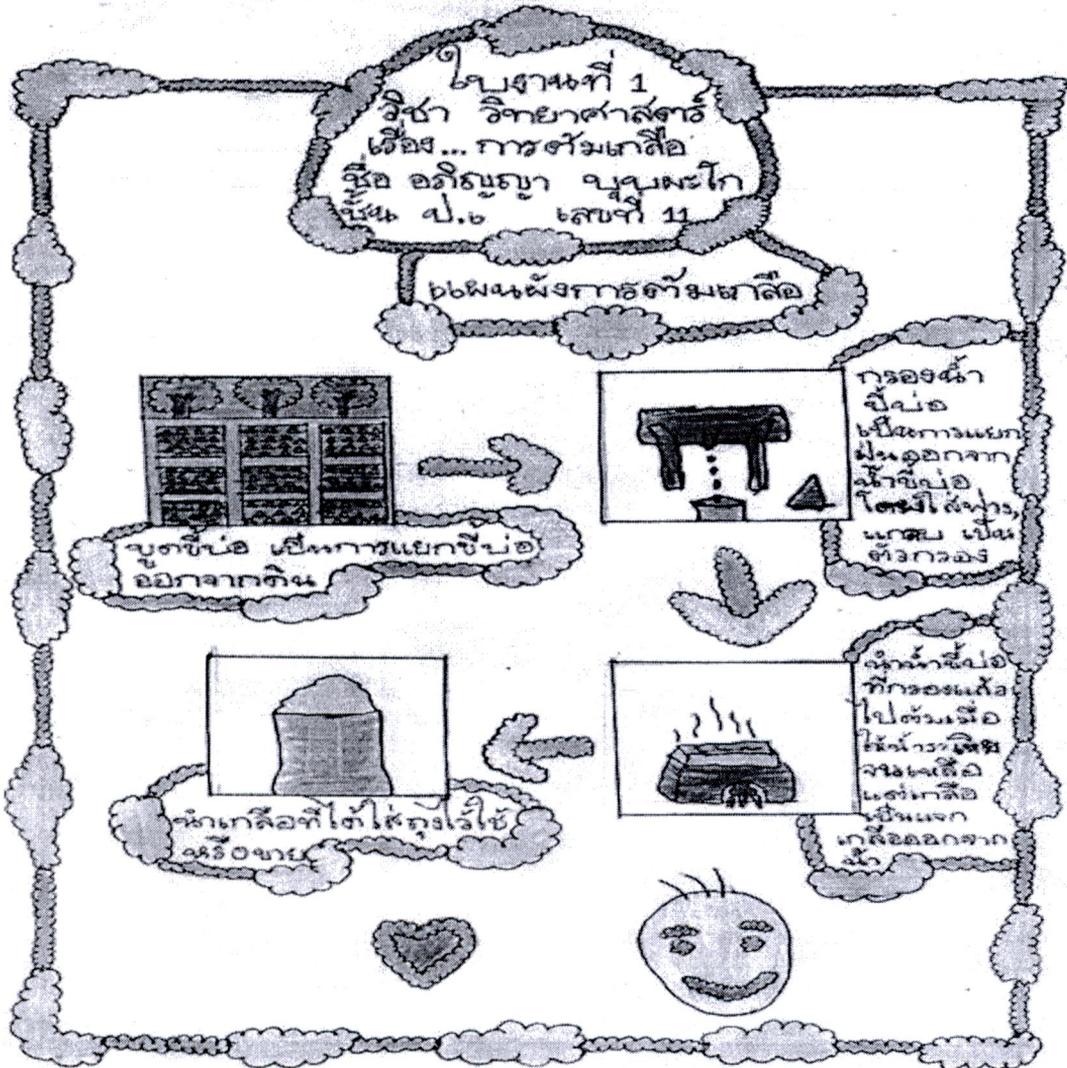
การแยกสารเนื้อผสมโดย ทั่วไป ปล่อยให้เกลือ



การแยกสารเนื้อเดียว โดย ต้มให้ เกลือเจือได้เกลือ



ภาพที่ 76 แผนผังการแยกสารในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์ ของ ค.ช.ชีระวัฒน์ หมู่ทอง



ภาพที่ 77 แผนผังการแยกสารในกระบวนการรีไซเคิลกระดาษ ของ ด.ญ.อภิษฎา บุบพะโก

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการแยกสารพบว่า นักเรียนมีความสนใจกิจกรรมที่ผู้วิจัยนำเสนอและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี และในการแยกสารนักเรียนคำนึงถึงสมบัติของสารเนื้อผสมและเลือกวิธีแยกสารที่เหมาะสมกับสารเนื้อผสมแต่ละชนิดได้ และในขั้นขยายความรู้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าในแต่ละขั้นตอนของการรีไซเคิลกระดาษประกอบด้วย การแยกสารเนื้อผสมแต่ละชนิดและการแยกสารเนื้อเดียว โดยในแต่ละขั้นตอนมีการเลือกใช้วิธีการแยกสารที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อสารที่ผสมกันและขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการแยกสารแต่ละชนิด

### 9.3 มโนคติหลังเรียนเกี่ยวกับการแยกสาร

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการแยกสารผู้วิจัยได้ใช้คำถาม 2 ข้อ คือ

คำถามที่ 1 :ให้นักเรียนแยกสารว่าสารใดเป็นสารเนื้อเดียว สารใดเป็นสารเนื้อผสม จากสาร จากสารที่กำหนดให้ ดังนี้

ข้าวสาร ข้าวเปลือกปนแกลบ พริกเกลือ น้ำตาล เกลือ น้ำปลา น้ำคลอง กววดและทราย น้ำเกลือ
--

คำถามที่ 2 :ให้นักเรียนเลือกวิธีการแยกสารที่เหมาะสมพร้อมบอกเหตุผล จากสารที่กำหนดให้ ดังนี้

ข้าวเปลือกปนแกลบ      พริกน้ำปลา      น้ำคลอง      กววดและทราย น้ำเกลือ
--

สำหรับคำถามที่ 1 ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์ห่มโนคติหลังเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งจากการตอบคำถามที่ 1 สามารถแบ่งกลุ่มจากคำตอบของนักเรียนได้เป็น 3 กลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียน ได้แก่ กลุ่มที่จำแนกสารได้ถูกต้อง กลุ่มที่จำแนกสารไม่ถูกต้องเพียง 1 ชนิด กลุ่มที่จำแนกสารไม่ถูกต้องตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 51 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การจำแนกประเภทของสาร

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
สารเนื้อเดียว คือ สารที่ผสมกันแล้วรวมเข้าด้วยกันทุกส่วน ไม่สามารถบอกได้ว่าส่วนใดเป็นสารอะไร และเมื่อนำสารผสมนี้ไปทดสอบสมบัติต่างๆ จะแสดงสมบัติเหมือนกันทุกส่วน ได้แก่ ข้าวสาร น้ำตาล น้ำปลา เกลือ น้ำเกลือ	กลุ่มที่ 1* : จำแนกสารได้ถูกต้อง	11	57.89
	กลุ่มที่ 2 : จำแนกสารไม่ถูกต้องเพียง 1 ชนิด	7	36.85
	กลุ่มที่ 3 : จำแนกสารไม่ถูกต้องตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป	1	5.26
สารเนื้อผสม เป็นสารผสมที่เนื้อสารไม่ผสมกลมกลืนกันทุกส่วน ยังมองเห็นส่วนที่แตกต่างกันอยู่ ได้แก่ พริกน้ำปลา น้ำคลอง กววดทราย ข้าวเปลือกปนเกลือบ			
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

จากตารางที่ 51 แสดงผลการสำรวจมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของสาร พบว่านักเรียนร้อยละ 57.89 (กลุ่มที่ 1) มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยสามารถจำแนกสารได้ถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 42.11 (กลุ่มที่ 2 และ 3) จำแนกสารไม่ถูกต้อง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่จำแนกสารได้ถูกต้อง มีนักเรียนที่ตอบคำถามในกลุ่มนี้ 10 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N1, N4, N5, N10 และ N11 ที่ตอบว่า “ข้าวสาร น้ำตาล เกลือ น้ำปลา น้ำเกลือ เป็นสารเนื้อเดียว ข้าวเปลือกปนเกลือบ พริกเกลือ กววดและทราย และน้ำคลอง คือ สารเนื้อผสม” จากการตอบคำถามแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถจำแนกสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้ถูกต้องสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่จำแนกสารไม่ถูกต้องเพียง 1 ชนิด มีนักเรียนจำนวน 7 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 36.84 ตัวอย่างนักเรียนในกลุ่มนี้ เช่น N2 ตอบว่า “ข้าวสาร เกลือ น้ำปลาน้ำคลอง น้ำตาล เป็นสารเนื้อเดียว ข้าวเปลือกปนเกลือบ พริกเกลือ กววดและทราย น้ำเกลือ เป็นสารเนื้อผสม” N7, N9 และ N17 ตอบว่า “น้ำปลา น้ำตาล ข้าวสาร น้ำเกลือ เกลือ น้ำคลอง เป็นสารเนื้อ

เดี่ยว ข้าวปนแกลบ กรวดและทราย และพริกเกลือเป็นสารเนื้อผสม” จากการตอบคำถามของนักเรียนกลุ่มนี้จะเห็นว่าสารที่นักเรียนสามารถระบุว่าเป็นสารใดเป็นสารเนื้อเดียว สารใดเป็นสารเนื้อผสม ได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด แต่ยังมีสารบางชนิดที่นักเรียนยังสับสนว่าเป็นสารเนื้อเดียว เช่น น้ำโคลง โดยนักเรียนให้เหตุผลว่าเป็นเพราะน้ำโคลงที่นักเรียนคุ้นเคยมองเห็นเป็นสีเดียวกัน เลยไม่พบสิ่งเจือปน ทำให้นักเรียน ระบุว่า น้ำโคลงคือสารเนื้อเดียว

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่จำแนกสารไม่ถูกต้องตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มีนักเรียนเพียง 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N19 คำตอบ “ข้าวสารและเกลือเป็นสารเนื้อเดียว พริกเกลือ กรวดและทราย น้ำตาล ข้าวเปลือกปนแกลบ น้ำโคลง น้ำปลา เป็นสารเนื้อผสม” แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถจำแนกสารเนื้อเดียวได้เพียง 2 ชนิด คือ ข้าวสารและเกลือ

ตารางที่ 52 แสดงการเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและมโนติหลังเรียน เรื่อง การจำแนกประเภทของสาร

มโนติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
-	-	กลุ่มที่ 1* : จำแนกสารได้ถูกต้อง (ร้อยละ 57.89)	ข้าวสาร น้ำตาล เกลือ น้ำปลา น้ำเกลือ เป็นสารเนื้อเดียว ข้าวเปลือกปนแกลบ พริกเกลือ กรวดและทราย และน้ำโคลง คือ สารเนื้อผสม	*สอดคล้องกับมโนติทางวิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 1 : จำแนกสารไม่ถูกต้องเพียง 1 ชนิด (ร้อยละ 31.58)	น้ำเกลือ ข้าวสาร น้ำตาล น้ำปลา น้ำโคลง เกลือ เป็นสารเนื้อเดียว กรวดและทราย ข้าวเปลือกปนแกลบ พริกเกลือ เป็นสารเนื้อผสม	กลุ่มที่ 2 : จำแนกสารไม่ถูกต้องเพียง 1 ชนิด (ร้อยละ 36.84 )	ข้าวสาร เกลือ น้ำปลา น้ำโคลง น้ำตาล เป็นสารเนื้อเดียว ข้าวเปลือกปนแกลบ พริกเกลือ กรวดและทราย น้ำเกลือ เป็นสารเนื้อผสม	-

ตารางที่ 52 แสดงการเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและมโนติหลังเรียน เรื่อง การจำแนกประเภทของสาร (ต่อ)

มโนติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 2 : จำแนกสารไม่ถูกต้องตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป (ร้อยละ 57.89)	ข้าวสาร น้ำเกลือ เกลือ เป็นสารเนื้อเดียว พริกเกลือ กรวดและทราย น้ำปลา น้ำคลอง ข้าวเปลือกปน แกลบ น้ำตาล เป็น สารเนื้อผสม	กลุ่มที่ 3 : จำแนกสารไม่ถูกต้องตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป (ร้อยละ 5.26)	ข้าวสารและเกลือ เป็นสารเนื้อเดียว พริกเกลือ กรวดและ ทราย น้ำตาล ข้าวเปลือกปน แกลบ น้ำปลา เป็น สารเนื้อผสม	-
กลุ่มที่ 3 : ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้ (ร้อยละ 10.53)	ดูไม่เป็น ไม่รู้จะดู ยังไง	-	-	

จากมโนติหลังเรียนพบว่ามโนติก่อนเรียนที่มีนักเรียนที่สามารถจำแนกประเภทของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้ถูกต้อง สอดคล้องกับมโนติทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 57.85 ในขณะที่มโนติก่อนเรียนไม่มีนักเรียนคนสามารถจำแนกประเภทของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้ถูกต้อง และยังพบว่าในกลุ่มของนักเรียนที่จำแนกสารไม่ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนสับสนว่าน้ำคลองเป็นสารเนื้อเดียว โดยนักเรียนให้เหตุผลว่าเป็นเพราะน้ำคลองเวลามองไกลเห็นเป็นสีเดียวกัน เลยไม่พบสิ่งเจือปน ทำให้นักเรียน ระบุว่า น้ำคลองคือสารเนื้อเดียว ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนติทางวิทยาศาสตร์

**คำถามที่ 2 :** ให้นักเรียนเลือกวิธีการแยกที่เหมาะสมพร้อมบอกเหตุผล

สำหรับคำถามที่ 2 ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนติหลังเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ โดยนำเสนอการแยกสาร 5 ประเด็น คือ การแยกพริกน้ำปลา การแยกข้าวสารผสมแกลบ การแยกกรวดและทราย การแยกน้ำเกลือ การแยกน้ำคลอง

### การแยกสารผสมระหว่างพริกน้ำปลา

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับ “การแยกสารเนื้อผสมระหว่าง ของเหลวกับของแข็งที่มีขนาดใหญ่ มีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจน สารตัวอย่าง คือ พริกน้ำปลา” ผู้วิจัยขอเสนอการวิเคราะห์ห้มโนคติหลังเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งกลุ่มจากคำตอบของนักเรียนได้เป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่แยกสารโดยการหยิบออก กลุ่มที่แยกสารโดยการกรอง กลุ่มที่แยกสารโดยการกรอง กลุ่มที่แยกสารโดยการระเหยแห้ง รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 53 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างพริก น้ำปลา

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
พริกน้ำปลา แยกโดยการตักออกเนื่องจากสารมีขนาดใหญ่ มีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจน	กลุ่มที่ 1* : การตักออก	15	78.95
	กลุ่มที่ 2 : การกรอง	3	15.79
	กลุ่มที่ 3 : การระเหยแห้ง	1	5.26
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่เลือกวิธีการแยกสารผสมระหว่างพริกน้ำปลาโดยวิธีการตักออก มีนักเรียนจำนวน 15 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 78.95 นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N11 ตอบว่า “พริกมีขนาดใหญ่ตักออกได้” N13 ตอบว่า “พริกเป็นชิ้นๆ เล็กส่วนน้ำเป็นของเหลว จึงตักออกได้” N18 ตอบว่า “พริกจะอันใหญ่ น้ำปลาจะเป็นน้ำ” และ N4 ตอบว่า “เพราะพริกจะมีผลใหญ่ จึงตักออกได้” จากคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้จะเห็นว่านักเรียนสามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมในการแยกพริกน้ำปลาโดยอธิบายว่าพริกมีขนาดใหญ่ มองเห็นชัดเจน สามารถตักออกได้ง่าย ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์สำหรับการแยกสารที่มีขนาดใหญ่

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่แยกสารผสมระหว่างพริกน้ำปลาโดยใช้การกรอง มีจำนวน 3 คน จากทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N2 ตอบว่า “ถ้าเราอยากได้พริกก็ต้องใช้วิธีการกรอง” N3 และ N6 ตอบว่า “เทพริกน้ำปลาใส่กระชอน น้ำปลาก็จะไหลลง ก็จะแยกพริกได้” จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นว่านักเรียนแยกสารได้เหมาะสมโดยใช้กระชอน

สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่องการแยกสารที่มีสถานะต่างกันและแยกสารที่มีขนาดต่างกัน

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่แยกสารผสมระหว่างพริกน้ำปลาโดยใช้การระเหยแห้ง มีเพียง 1 คน จากทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N19 ตอบว่า “จะทำให้ น้ำปลาระเหยจากพริก” เป็นวิธีการแยกสารที่ไม่เหมาะสม

ตารางที่ 54 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างพริกน้ำปลา

มโนมติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนมติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1* : การตัดออก (ร้อยละ 36.84)	พริกลอยอยู่ มองเห็นชัดเจน สามารถตัดออก ได้ง่าย	กลุ่มที่ 1* : การตัดออก (ร้อยละ 78.95)	พริกมีขนาดใหญ่ ตัดออกได้	*สอดคล้องกับ มโนคติทาง วิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : เท น้ำปลาออกจาก พริก (ร้อยละ 10.53)	ค่อยๆ เทน้ำปลา ออกจากพริก เอา ช้อนกันพริก ไม่ให้ตกลง ก็จะ แยกได้	-	-	-
กลุ่มที่ 3 : การ กรอง (ร้อยละ 15.79 )	พริกมันลอยอยู่ น้ำปลาเป็นน้ำ ใช้ กรองได้	กลุ่มที่ 2 : การกรอง (ร้อยละ 15.79)	เทพริกน้ำปลาใส่ กระชอน น้ำปลาก็ จะไหลลง ก็จะ แยกพริกได้	-
กลุ่มที่ 4 : การ ระเหยแห้ง (ร้อยละ 26.32 )	เพราะพริกน้ำปลา เป็นน้ำเราต้องให้ มันแห้งก่อนเราจึง แยกได้	กลุ่มที่ 3 : การระเหยแห้ง (ร้อยละ 5.26)	จะทำให้ น้ำปลา ระเหยจาก	-
กลุ่มที่ 5 : การฝัด (ร้อยละ 10.53)	ใช้การฝัดเพราะ จะทำให้เหลือแต่ พริก	-	-	-

จากการเปรียบเทียบมโนคติของนักเรียนจะเห็นได้ว่า นักเรียนมีมโนคติหลังเรียนที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น (นักเรียนที่เลือกวิธีการแยกพริกน้ำปลาโดยการตัดออก) คิดเป็นร้อยละ 78.95 ในขณะที่ก่อนเรียนมีผู้ที่มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 36.84 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการแยกสารมากยิ่งขึ้น

#### การแยกข้าวผสมกับเกลบ

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับ “การแยกสารเนื้อผสมระหว่างของแข็งกับของแข็งที่มีขนาดใหญ่โดยมีมวลต่างกัน สารตัวอย่าง คือ ข้าวผสมกับเกลบ” ผู้วิจัยขอเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งกลุ่มจากคำตอบของนักเรียนได้เป็น 1 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่แยกสารโดยการฟัด รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 55 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างข้าวผสมกับเกลบ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
ข้าวสารผสมเกลบ-แยกโดยการฟัดเนื่องจากข้าวสารมีน้ำหนักมากกว่าเกลบเมื่อทำการฟัดเกลบจะปลิวทิ้งไป	กลุ่มที่ 1* : การฟัด	19	100.00
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่เลือกวิธีการแยกสารโดยการฟัดจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 100 นักเรียนในกลุ่มนี้ ได้แก่ N1 ตอบว่า “เพราะเกลบกับข้าวสารมีน้ำหนักต่างกัน เกลบมีน้ำหนักเบา เราฟัดเกลบก็จะออกไปกับลม” N4 ตอบว่า “ฟัดเพราะเกลบเบากว่าข้าวสาร” N11 ตอบว่า “ข้าวสารผสมเกลบเราจะฟัดเพราะเกลบเบากว่าข้าว” N13 ตอบว่า “ข้าวหนักกว่าเกลบ ถ้าใช้การฟัดเกลบก็จะหล่นลงเหลือแต่ข้าวสาร” จากคำตอบ จะเห็นว่านักเรียนเลือกการฟัดในการแยกสารผสมระหว่างข้าวกับเกลบซึ่งเป็นวิธีแยกสารที่เหมาะสมและให้เหตุผลว่าข้าวมีน้ำหนักมากกว่าเกลบ จะทำให้เกลบปลิวออกได้ เป็นการแยกสารที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 56 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง การแยกสารผสม  
ระหว่างข้าวผสมกับแกลบ

มโนมติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนมติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1* : การตักออก (ร้อยละ 36.84)	พริกลอยอยู่ มองเห็นชัดเจน สามารถตักออก ได้ง่าย	กลุ่มที่ 1* : การฝัด (ร้อยละ 100.00)	เพราะแกลบกับ ข้าวสารมีน้ำหนัก ต่างกัน แกลบมี น้ำหนักเบา เราฝัด แกลบก็จะออกไป กับลม	*สอดคล้อง กับ มโนมติ ทาง วิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : เท น้ำปลาออกจาก พริก (ร้อยละ 10.53)	ค่อยๆ เทน้ำปลา ออกจากพริก เอา ช้อนกันพริก ไม่ให้ตกลง ก็จะ แยกได้	-	-	-
กลุ่มที่ 3 : การ กรอง (ร้อยละ 15.79)	พริกมันลอยอยู่ น้ำปลาเป็นน้ำ ใช้ กรองได้	-	-	-
กลุ่มที่ 4 : การ ระเหยแห้ง (ร้อยละ 26.32)	เพราะพริก น้ำปลาเป็นน้ำเรา ต้องให้มันแห้ง ก่อนเราจึงแยกได้	-	-	-
กลุ่มที่ 5 : การฝัด (ร้อยละ 10.53)	ใช้การฝัดเพราะ จะทำให้เหลือแต่ พริก	-	-	-

จากการเปรียบเทียบมโนมติของนักเรียนจะเห็นได้ว่า นักเรียนมีมโนมติหลังเรียนที่  
สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น(นักเรียนที่เลือกวิธีการแยกสารผสมระหว่างข้าวผสม  
กับแกลบโดยการฝัด) คิดเป็นร้อยละ 100.00 ในขณะที่ก่อนเรียนมีผู้ที่มีมโนมติสอดคล้องกับ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 36.84 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการแยกสารมากยิ่งขึ้น

#### การแยกกรวดและทราย

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับ “การแยกสารเนื้อผสมระหว่างของแข็งกับของแข็งที่มี ขนาดแตกต่างกัน สารตัวอย่าง คือ กรวดและทราย” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งกลุ่มจากคำตอบของนักเรียนได้เป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่แยกสาร โดยการร่อน กลุ่มที่แยกสาร โดยการกรอง กลุ่มที่แยกสาร โดยการตักออก รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 57 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างกรวดและทราย

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
กรวดทราย-แยกโดยการร่อนเนื่องจากสารขนาดเล็กและแตกต่างกัน	กลุ่มที่ 1* : การร่อน	16	84.21
	กลุ่มที่ 2 : การกรอง	1	5.26
	กลุ่มที่ 3 : การตักออก	2	10.53
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่เลือกวิธีการแยกสารโดยการร่อน มีนักเรียนจำนวน 16 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N13 ตอบว่า “ กรวดกับทรายมีขนาดเล็ก ใช้วิธีร่อน ถ้าวร่อนจะได้ทรายกับกรวดแยกกัน ” N3 ตอบว่า “ เราใช้ผ้าตาข่ายร่อนออก เพราะรูมันเล็ก ทำให้กรวดลงไม่ได้ ส่วนทรายจะลงไปได้ ทำให้แยกกรวดกับทรายได้ ” N11 ตอบว่า “ ใช้วิธีร่อนแยกกันเพราะจะได้ทรายที่ละเอียด กรวดจะอยู่ข้างบน ไม่ตกลงมา ” N4 ตอบว่า “ ใช้การร่อนเพราะทรายละเอียดกว่ากรวด ลอดผ่านรูตาข่ายได้ ทำให้แยกกันได้ ” จากคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้แสดงให้เห็นว่าการร่อนจะแยกกรวดกับทรายออกจากกันได้โดยทรายจะลอดผ่านรูตาข่ายที่ใช้ร่อนได้ส่วนกรวดซึ่งมีขนาดใหญ่จะไม่สามารถลอดผ่านรูตาข่ายได้ ซึ่งเป็นการแยกสารที่เหมาะสมและอธิบายคำตอบได้สอดคล้องมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการแยกสารสถานะของแข็งที่มีอนุภาคของสารแตกต่างกัน

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่แยกสารโดยการกรองมีเพียง 1 คน จากทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N15 ซึ่งตอบว่า “ใช้การกรองจะสะดวกกว่า ”

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 3 ที่แยกสารโดยการตักออกมีเพียง 2 คน จากทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N11 ซึ่งตอบว่า “เราจะใช้การตักออกเพราะกลัวและทรายเล็กมากเราก็ต้องตักออก ” N19 ตอบว่า “เราจะต้องตักทรายที่อยู่ในขวดออก ” จากคำตอบของนักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้เลือกวิธีแยกสารได้ไม่เหมาะสม

ตารางที่ 58 แสดงการเปรียบเทียบมโนคติก่อนเรียนและมโนคติหลังเรียน เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างกรวดและทราย

มโนคติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนคติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1* : การร่อน (ร้อยละ 31.58)	ร่อนเอาเพราะจะทำทรายที่เล็กหลุดลงมา	กลุ่มที่ 1* : การร่อน (ร้อยละ 84.21)	ใช้การร่อนเพราะทรายละเอียดกว่ากรวด ลอดผ่านรูตาข่ายได้ ทำให้แยกกันได้	*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : การกรอง (ร้อยละ 15.79)	กรองเอากรวดและทรายเข้าขวด	กลุ่มที่ 2 : การกรอง (ร้อยละ 5.26)	ใช้การกรองจะสะดวกกว่า	-
กลุ่มที่ 3 : การตักออก (ร้อยละ 15.79)	ตักออกเพราะมันเป็นก้อน	กลุ่มที่ 3 : การตักออก (ร้อยละ 10.53)	เราจะใช้การตักออกเพราะกลัวและทรายเล็กมากเราก็ต้องตักออก	-
กลุ่มที่ 4 : การฟัด (ร้อยละ 15.79)	การฟัดทำได้ง่ายกว่า	-	-	-
กลุ่มที่ 5 : การระเหยแห้ง (ร้อยละ 21.05)	กรวดและทรายเป็นของเหลวจึงเรียกว่าการระเหยแห้ง	-	-	-

จากการเปรียบเทียบมโนคติของนักเรียนจะเห็นได้ว่า นักเรียนมีมโนคติหลังเรียนที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น (นักเรียนที่เลือกวิธีการแยกสารผสมระหว่างกรดและทรายโดยการร่อน) คิดเป็นร้อยละ 82.21 ในขณะที่ก่อนเรียนมีผู้ที่มีมโนคติสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 31.58 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการแยกสารมากยิ่งขึ้น

#### การแยกเกลือออกจากน้ำเกลือ

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับ “การแยกสารละลายที่เกิดจากการผสมกันระหว่างของแข็งกับของเหลว สารตัวอย่าง คือ น้ำเกลือ” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งกลุ่มจากคำตอบของนักเรียนได้เป็น 2 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่แยกสารโดยการระเหยแห้ง กลุ่มที่แยกสารโดยการกรอง รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 59 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างเกลือกับน้ำเกลือ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
น้ำเกลือแยกโดยการระเหยแห้งเนื่องจากน้ำได้รับความร้อนน้ำจะระเหยกลายเป็นไอแยกออกจากเกลือ	กลุ่มที่ 1* : การระเหยแห้ง	18	94.74
	กลุ่มที่ 2 : การกรอง	1	5.26
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่เลือกวิธีการแยกสารโดยการระเหยแห้ง มีนักเรียนจำนวน 18 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 94.74 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N11 ตอบว่า “น้ำเกลือใช้การระเหยแห้ง เพราะถ้าเราไปต้มเกลือ น้ำจะระเหยแห้งเหลือแต่เกลือ” N13 ตอบว่า “น้ำกับเกลือผสมกัน ถ้าอยากได้เกลือเราต้องใช้ความร้อน เมื่อของเหลวถูกความร้อนก็จะเป็นไอระเหยระเหยแห้งไปหมด” N4 ตอบว่า “เพราะเกลือเอาไปต้มน้ำจะระเหยออกจะเป็นสีขาวเกาะอยู่” N17 ตอบว่า “ถ้า น้ำเกลือถูกความร้อนจะระเหยออก จะเหลือเกลือ” จากคำตอบของนักเรียนแสดงนักเรียนเลือกวิธีแยกสารได้เหมาะสมโดยอธิบายว่าเมื่อนำน้ำเกลือไปต้ม น้ำจะระเหยกลายเป็นไปเหลือแต่เกลือ ซึ่งเป็นการแยก

สารได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่องการระเหยแห้ง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ตอบว่าใช้การกรองในการแยกสาร มีนักเรียนเพียง 1 คน จาก 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 นักเรียนในกลุ่มนี้ คือ N7 ซึ่งตอบว่า “เพราะน้ำเกลือเป็นของเหลว จึงใช้การกรอง” ซึ่งเป็นการแยกสารที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากนักเรียนไม่คำนึงถึงว่าสารที่เป็นของเหลวสามารถกรองได้ก็ต่อเมื่อสารมีอนุภาคแตกต่างกัน แต่น้ำเกลือเป็นสารละลายจึงไม่สามารถใช้การกรองได้

ตารางที่ 60 แสดงการเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและมโนติหลังเรียน เรื่อง การแยกสารผสมระหว่างเกลือกับน้ำเกลือ

มโนติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1* : การระเหยแห้ง (ร้อยละ 47.37)	เพราะน้ำเกลือมัน เป็นน้ำต้องใช้ การระเหยแห้ง	กลุ่มที่ 1* : การระเหยแห้ง (ร้อยละ 94.74 )	น้ำเกลือใช้การ ระเหยแห้ง เพราะ ถ้าเราไปต้มเกลือ น้ำจะระเหยแห้ง เหลือแต่เกลือ	*สอดคล้องกับ มโนคติทาง วิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : การกรอง (ร้อยละ 31.58)	ใช้การกรอง	กลุ่มที่ 2 : การกรอง (ร้อยละ 5.26)	เพราะน้ำเกลือ เป็นของเหลวจึง ใช้การกรอง	-
กลุ่มที่ 3 : การตักออก (ร้อยละ 10.53)	เลือกการตักออก เพราะว่าเป็นการ ตักน้ำออกจาก เกลือ	-	-	-
กลุ่มที่ 4 : การฟัด (ร้อยละ 10.53)	เพราะมันเป็นน้ำ เราต้องใช้การฟัด	-	-	-

จากการเปรียบเทียบมโนติของนักเรียนจะเห็นได้ว่า นักเรียนมีมโนติหลังเรียนที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น (นักเรียนที่เลือกการแยกสารผสมระหว่างเกลือกับน้ำเกลือโดยการระเหยแห้ง) คิดเป็นร้อยละ 94.74 ในขณะที่ก่อนเรียนมีผู้ที่มีมโนติสอดคล้องกับ

มโนคติทางวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 47.37 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการแยกสารมากยิ่งขึ้น

### การแยกน้ำคอลลอยด์

สำหรับมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับ “การแยกสารที่เกิดจากการผสมกันระหว่างของแข็งกับของเหลวที่มีลักษณะเป็นสารแขวนลอย สารตัวอย่าง คือ น้ำคอลลอยด์” ผู้วิจัยขอนำเสนอการวิเคราะห์มโนคติหลังเรียนของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบที่จัดไว้ ซึ่งได้แบ่งกลุ่มจากคำตอบของนักเรียนได้เป็น 1 กลุ่ม ตามลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ กลุ่มที่แยกสารโดยการกรองรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 61 แสดงมโนคติหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารผสมน้ำคอลลอยด์

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	มโนคติของนักเรียน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
น้ำคอลลอยด์-แยกโดยการกรองเนื่องจากสิ่งที่มีผสมในน้ำคอลลอยด์เป็นของแข็งมีขนาดใหญ่กว่ารูของวัสดุที่ใช้กรอง	กลุ่มที่ 1* : การกรอง	19	100.00
<b>รวม</b>		<b>19</b>	<b>100.00</b>

\*สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่เลือกการแยกน้ำคอลลอยด์โดยการกรอง มีนักเรียนทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งนักเรียนในกลุ่มนี้ได้แก่ N1 ตอบว่า “น้ำคอลลอยด์เป็นน้ำที่ไม่สะอาด เราต้องใช้ขั้นตอนการกรองมากจึงทำให้น้ำสะอาดได้” N17 ตอบว่า “ใช้การกรองเพราะเป็นการแยกฝุ่นออกจากน้ำ พอกรองเสร็จฝุ่นก็จะไม่ตกใส่น้ำ” N11 ตอบว่า “น้ำคอลลอยด์แยกโดยการกรอง น้ำจะใสเพราะฝุ่นจะถูกกรองไว้ ไม่ให้ตกใส่น้ำ” N14 ตอบว่า “ฝุ่นเป็นของแข็ง เล็กๆ น้ำเป็นของเหลว เราจะกรองใส่ผ้า หรือใช้เครื่องกรองที่ทำเองก็ได้ จะทำให้น้ำใส” จากคำตอบของนักเรียน จะเห็นว่านักเรียนทั้งหมดใช้วิธีแยกสารได้เหมาะสมและให้เหตุผลว่า น้ำคอลลอยด์เป็นสารเนื้อผสมระหว่างฝุ่นกับน้ำ การกรองจะช่วยกรองฝุ่นละอองเล็กๆ ไม่ให้มาปะปนในน้ำทำให้น้ำสะอาดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการแยกสารที่มีลักษณะเป็นสารแขวนลอย

ตารางที่ 62 แสดงการเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและมโนมติหลังเรียน เรื่อง การแยกสารผสม น้ำคลอง

มโนมติก่อนเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	มโนมติหลังเรียน	ตัวอย่างคำตอบ	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1* : การกรอง (ร้อยละ 10.53)	น้ำคลองเป็นน้ำที่ ไม่ค่อยสะอาด เท่าไรน่าจะใช้ การกรอง	กลุ่มที่ 1* : การระเหยแห้ง (ร้อยละ 100.00)	ฝุ่นเป็นของแข็ง เล็กๆ น้ำเป็น ของเหลว เราจะ กรองใส่ผ้า หรือใช้ เครื่องกรองที่ทำเอง ก็ได้ จะทำให้น้ำใส	*สอดคล้องกับ มโนมติทาง วิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 : การระเหยแห้ง (ร้อยละ 63.16)	เพราะน้ำคลอง ระเหยได้	-	-	-
กลุ่มที่ 3 : การตัดออก (ร้อยละ 15.79)	น้ำคลองต้องตัด ออกให้สะอาด	-	-	-
กลุ่มที่ 4 : การฟัด (ร้อยละ 10.53)	ใช้การฟัด	-	-	-

จากการเปรียบเทียบมโนมติของนักเรียนจะเห็นได้ว่า นักเรียนมีมโนมติหลังเรียนที่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น (นักเรียนที่เลือกการแยกสารผสมน้ำคลองโดยการกรอง) คิดเป็นร้อยละ 100.00 ในขณะที่ก่อนเรียนมีผู้ที่มีมโนมติสอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 10.53 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการแยกสารมากยิ่งขึ้น จากมโนมติหลังเรียนของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถจำแนกสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้ถูกต้องสอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์มากกว่าหลังเรียน ส่วนมโนมติเรื่องการจำแนกสารเนื้อผสมพบว่านักเรียนมีจำนวนมโนมติหลังเรียนสอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์มากกว่าหลังเรียนเห็นได้จากจำนวนนักเรียนที่สามารถบอกวิธีและให้เหตุผลในการจำแนกสารชนิดต่างๆ สอดคล้องมโนมติทางวิทยาศาสตร์มากกว่าหลังเรียน แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมนี้มีส่วนช่วยเสริมความเข้าใจในเรื่องการจำแนกสารให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการจำแนกสารที่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

## 10. การอภิปรายผล

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนคติ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนการทำการสอน ระหว่างทำการสอน และหลังทำการสอน โดยใช้แหล่งเรียนรู้ท้องถิ่นการต้มเกลือสินเธาว์ประกอบการสอนโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารและสมบัติของสาร รวม 9 ประเด็น ซึ่งประกอบด้วย ประเด็นที่ 1 เรื่องความหมายของวัสดุ ประเด็นที่ 2 เรื่องสมบัติของวัสดุ ประเด็นที่ 3 เรื่องประโยชน์ของวัสดุ ประเด็นที่ 4 เรื่องสมบัติของของแข็ง ประเด็นที่ 5 เรื่องสมบัติของของเหลว ประเด็นที่ 6 เรื่องสมบัติของแก๊ส ประเด็นที่ 7 เรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะ ประเด็นที่ 8 เรื่องการละลาย ประเด็นที่ 9 เรื่องการแยกสาร ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ในแต่ละประเด็นดังต่อไปนี้

### 10.1 เรื่องความหมายของวัสดุ

ได้สำรวจมโนคติของนักเรียน โดยใช้คำถามว่า “วัสดุคืออะไร และให้ยกตัวอย่างวัสดุที่นักเรียนรู้จัก” ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติก่อนเรียนพบว่านักเรียนไม่สามารถอธิบายความหมายของวัสดุได้แต่ยกตัวอย่างสิ่งที่รู้จักหรือยกตัวอย่างวัตถุแทนการยกตัวอย่างวัสดุ และมีนักเรียนที่อธิบายความหมายของวัสดุได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าวัสดุเป็นสิ่งที่ได้มาจากธรรมชาติหรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นแต่นักเรียนยกตัวอย่างวัตถุแทนการยกตัวอย่างวัสดุ แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจว่าวัสดุกับวัตถุแตกต่างกันอย่างไร และยังมีนักเรียนที่อธิบายความหมายของวัสดุได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของวัสดุแต่ขาดการอธิบายว่าวัสดุเป็นสิ่งที่มาจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับความหมายของวัสดุ ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติหลังเรียนพบว่านักเรียนมีมโนคติเกี่ยวกับความหมายวัสดุได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยการระบุว่าวัสดุทำมาจากสิ่งใด อธิบายเกี่ยวกับประโยชน์ของวัสดุ และการยกตัวอย่างเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์สำหรับต้มเกลือสินเธาว์ แสดงให้เห็นว่าแหล่งเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องมือและวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือสินเธาว์ว่าเครื่องใช้แต่ละอย่างทำมาจากวัสดุชนิดใด วัสดุชนิดใดที่ทำมาจากธรรมชาติ วัสดุชนิดใดที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวรีพิมพ์สวัสดิ์ (2549) และศักดิ์วิบูลย์ จันทราณี (2550) ที่พบว่าการนำแหล่งเรียนรู้ในชุมชนมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เนื่องจากว่าสามารถจัดการเรียนรู้ได้เหมาะสมกับชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่ สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

## 10.2 เรื่องสมบัติของวัสดุ

ได้ทำการศึกษาประเด็นย่อย 2 ประเด็น คือ สมบัติด้านความแข็งของวัสดุ และสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุ ซึ่งผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติด้านความแข็งของวัสดุโดยใช้คำถามว่า “เพราะเหตุใดจึงใช้เหล็กเจาะรางเกลือ และถ้าไม่ใช่เหล็ก ใช้อย่างอื่นได้หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น” พบว่ามโนติก่อนเรียนของนักเรียนเป็นดังนี้ เหล็กเจาะรางเกลือได้เพราะเหล็กมีความแข็งซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติด้านความแข็งของวัสดุแต่นักเรียนส่วนมากไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ว่าสามารถหาวัสดุอื่นที่มีความแข็งมากกว่าไม้เพื่อมาเจาะไม้แทนเหล็กได้ สำหรับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุ ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติโดยใช้คำถามว่า “เพราะเหตุใดจึงใช้ปืบเป็นภาชนะในการต้มเกลือ และถ้าไม่ใช่ปืบ ใช้อย่างอื่นได้หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น” ผู้วิจัยได้สำรวจมโนติก่อนเรียนพบว่า ปืบเป็นภาชนะในการต้มเกลือเพราะปืบเป็นของแข็ง ไม่ผุง่าย ปืบเป็นภาชนะที่บรรจุน้ำเกลือ ปืบเป็นภาชนะในการต้มเกลือเพราะปืบสามารถนำความร้อนซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุที่ใช้ปืบเป็นภาชนะในการต้มเกลือแต่ไม่สามารถหาวัสดุอื่นมาใช้แทนปืบได้ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสมบัติของวัสดุ ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติหลังเรียนของนักเรียนเรื่องสมบัติด้านความแข็งพบว่านักเรียนมีมโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติด้านความแข็งของวัสดุที่ว่าเหล็กต้องมีความแข็งมากกว่าไม้ เหล็กจึงจะเจาะรางเกลือที่เป็นไม้ได้ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ว่าสามารถหาวัสดุอื่นที่มีความแข็งมากกว่าไม้เพื่อมาเจาะไม้แทนเหล็กได้ สำหรับมโนคติหลังเรียนเรื่องสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุพบว่า ปืบเป็นภาชนะในการต้มเกลือเพราะปืบสามารถนำความร้อนได้ และได้อธิบายเพิ่มเติมว่าใช้อย่างอื่นแทนปืบได้ เช่น สังกะสี ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมบัติด้านการนำความร้อนของวัสดุ และเชื่อมโยงความรู้ได้โดยสามารถยกตัวอย่างวัสดุอื่นที่มีความสามารถในการนำความร้อนได้ดีเพื่อใช้เป็นภาชนะในการต้มเกลือ สอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวรี พิมพ์สวัสดิ์ (2549) และ ศักดิ์วิบูลย์ จันทราณี (2550) ที่พบว่า การนำแหล่งเรียนรู้ในชุมชนมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เนื่องจากสามารถจัดการเรียนรู้ได้เหมาะสมกับชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่ สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

## 10.3 เรื่องประโยชน์ของวัสดุ

ได้สำรวจมโนคติของนักเรียนโดยใช้คำถามว่า “ในการผลิตเกลือสินเธาว์ มีวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือ อะไรบ้างที่นักเรียนรู้จัก พร้อมบอกประโยชน์ของวัสดุนั้น” ผู้วิจัยได้สำรวจมโนติก่อนเรียนพบว่านักเรียนส่วนหนึ่งที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับการต้มเกลือเนื่องจากไม่เคยเห็นการต้มเกลือมาก่อน และมีนักเรียนบางส่วนที่สามารถยกตัวอย่างสิ่งที่ใช้ในการต้มเกลือและบอกเหตุผลที่

เกี่ยวข้องกับการทำเกลือได้จากการพบเห็นและเคยทำการต้มเกลือ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องประโยชน์ของวัสดุ ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติหลังเรียนพบว่า นักเรียนทุกคนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับวัสดุในการต้มเกลือและบอกประโยชน์ของวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือได้ สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าแหล่งเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวัสดุและประโยชน์ของวัสดุที่ใช้ในการต้มเกลือสินเธาว์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวรีพิมพ์สวัสดิ์ (2549) และ ศักดิ์วิบูลย์ จันทราณี (2550) ที่พบว่า การนำแหล่งเรียนรู้ในชุมชนมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เนื่องจากสามารถจัดการเรียนรู้ได้เหมาะสมกับชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่ สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

#### 10.4 เรื่องสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง

ได้สำรวจมโนคติของนักเรียนโดยใช้คำถามว่า “ตามความเข้าใจของนักเรียนสารที่มีสถานะเป็นของแข็งมีสมบัติอย่างไร ยกตัวอย่างของแข็งที่นักเรียนรู้จัก พร้อมบอกเหตุผล” ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติก่อนเรียนพบว่ามโนคติของนักเรียนเป็นดังนี้ สารที่อยู่ในสถานะของแข็งต้องมีความแข็ง ไม่แตกง่าย จับต้องได้ เป็นการอธิบายถึงสมบัติด้านความแข็งของวัสดุ ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับนิยามของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง หรือมีมโนคติเกี่ยวกับของแข็งว่ามีรูปร่างคงที่แต่นักเรียนยังขาดการอธิบายถึงมวลและปริมาตรของของแข็ง และนักเรียนส่วนหนึ่งที่อธิบายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของของแข็ง โดยไม่ได้กล่าวถึงสมบัติของของแข็ง เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติหลังเรียนพบว่านักเรียนมีการสำรวจมโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยนักเรียนส่วนมากสามารถอธิบายความหมายของของแข็งได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าของแข็งมีรูปร่างคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ มีมวลและปริมาตรคงที่ แม้ว่ายังมีนักเรียนบางส่วนอธิบายความหมายของของแข็งได้ไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนมีมโนคติเกี่ยวกับสารที่อยู่ในสถานะของแข็งว่าต้องมีความแข็งตัว อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้แต่ก็สามารถทำให้เป็นของแข็งได้เหมือนเดิมซึ่งเป็นการอธิบายถึงสมบัติด้านความแข็งของวัสดุ ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับนิยามของสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง และยังมีนักเรียนที่อธิบายว่าของแข็งรูปร่างไม่เปลี่ยนแปลงและของแข็งเกิดการแทนที่น้ำซึ่งเป็นมโนคติเกี่ยวกับความหนาแน่นของวัตถุ โดยไม่ได้กล่าวถึงสมบัติเกี่ยวกับมวลและปริมาตรของของแข็ง แต่นักเรียนทุกคนก็สามารถยกตัวอย่างของแข็งได้ถูกต้อง

### 10.5 เรื่องสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว

ได้สำรวจมโนคติของนักเรียนโดยใช้คำถามว่า “ตามความเข้าใจของนักเรียนสารที่มีสถานะเป็นของเหลวมีสมบัติอย่างไร และให้ยกตัวอย่างของเหลวที่นักเรียนรู้จัก พร้อมบอกเหตุผล” ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติก่อนเรียนพบว่ามโนคติของนักเรียนเป็นดังนี้ ยกตัวอย่างของของเหลวและกล่าวถึงการใช้ประโยชน์ของของเหลวแต่ไม่ได้อธิบายความหมายและสมบัติของของเหลว ของเหลวมีรูปร่างไม่คงที่โดยรูปร่างของของเหลวจะเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุแต่นักเรียนยังขาดการอธิบายถึงมวลและปริมาตรของของเหลว ของเหลวไม่แข็งตัว ไม่จับกันเป็นก้อนเคลื่อนที่ได้ ซึ่งเป็นการเลือกใช้คำที่คุ้นเคยมาบรรยายลักษณะของของเหลว ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับนิยามของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะของเหลว ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติหลังเรียนพบว่านักเรียนทุกคนสามารถยกตัวอย่างของเหลวได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายความหมายและสมบัติของของเหลวได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าของเหลวมีรูปร่างไม่คงที่โดยรูปร่างของของเหลวจะเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ แต่มีนักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่สามารถอธิบายสมบัติของของเหลวได้ครบทั้งด้านรูปร่าง มวล ปริมาตร นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่กล่าวถึงการใช้น้ำประปาของของเหลวและใช้คำที่คุ้นเคยมาบรรยายลักษณะของของเหลว ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

### 10.6 เรื่องสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส

ได้สำรวจมโนคติของนักเรียนโดยใช้คำถามว่า “ตามความเข้าใจของนักเรียนสารที่มีสถานะเป็นแก๊สมีสมบัติอย่างไร และให้ยกตัวอย่างแก๊สที่นักเรียนรู้จัก พร้อมบอกเหตุผล” ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติก่อนเรียนพบว่ามโนคติของนักเรียนเป็นดังนี้ ยกตัวอย่างของแก๊สและกล่าวถึงการใช้น้ำประปาแก๊สเกี่ยวกับการหายใจและแก๊สที่ใช้ในการหุงต้ม แก๊สจะพุ่งกระจายมืออยู่ทุกที่ และไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าแก๊สมีรูปร่างไม่คงที่ โดยรูปร่างของแก๊สจะพุ่งกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุ แต่นักเรียนยังขาดการอธิบายถึงมวลและปริมาตรของแก๊ส ซึ่งสอดคล้องกับ Stavy (1991 อ้างถึงใน กฤษฎดา สงวนสิน, 2548) ที่พบว่าความสามารถในการจำแนกว่าสิ่งใดเป็นสารและไม่ใช่สารจะพัฒนาตามอายุของนักเรียน และพบว่าปัญหาส่วนใหญ่ของนักเรียน คือ การจำแนกแก๊สและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสาร เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติหลังเรียนพบว่า นักเรียนส่วนมากได้อธิบายว่าแก๊สจะพุ่งกระจายจนเต็มภาชนะที่ใส่ทำให้แก๊สมีรูปร่างเหมือนภาชนะที่ใส่ มีมวลน้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียนส่วนหนึ่ง ที่อธิบายถึงการเปลี่ยนสถานะของสารที่ทำให้เกิดแก๊สขึ้นได้และกล่าวถึงการใช้น้ำ

ประโยชน์ของแก๊สเกี่ยวกับการหายใจ แต่ไม่ได้อธิบายถึงสมบัติเกี่ยวกับรูปร่าง มวลและปริมาตรของมาตรของแก๊ส ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุปในเรื่องสถานะของสาร มีนักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่สามารถอธิบายสมบัติของสารได้ครบทั้งด้านรูปร่าง มวล ปริมาตร และมีนักเรียนส่วนหนึ่งที่มิมโนคติที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องรูปร่างและปริมาตรของสาร โดยระบุการใช้ประโยชน์ของของสารและใช้คำที่คุ้นเคยมาบรรยายลักษณะของสาร ส่วนนักเรียนที่มีมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์นั้นสามารถจำแนกสถานะของสารได้ แต่บอกเหตุผลในการจำแนกเพียงเรื่องใดเรื่องหนึ่งเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับกฤษฎา สงวนสิน (2548) ที่พบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเนื่องจากจำแนกสถานะของสารผิดและบอกเหตุผลในการจำแนกไม่เกี่ยวข้องกับมโนคติที่ถูกต้องในเรื่องรูปร่างและปริมาตร และสอดคล้องกับ Stavy (1991 อ้างถึงใน กฤษฎา สงวนสิน, 2548) ที่พบว่านักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ขึ้นไปจะอธิบายเรื่องสารโดยการใช้โครงสร้างและสมบัติของสาร และพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพียงร้อยละ 10 เท่านั้นที่อธิบายสมบัติของสารโดยใช้มโนคติเกี่ยวกับน้ำหนักและปริมาตร ทั้งๆ ที่มโนคตินี้จำเป็นสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์

#### 10.7 เรื่องการเปลี่ยนสถานะของสาร

ในเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารได้ทำการศึกษาประเด็นย่อย 5 ประเด็น คือ การหลอมเหลว การแข็งตัวของของเหลว การระเหย การควบแน่น การระเหิด

##### 10.7.1 เรื่องการหลอมเหลว

ได้สำรวจมโนคติของนักเรียนเรื่องการหลอมเหลวโดยใช้คำถามว่า “เมื่อเทียนไขได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าอย่างไร” ผู้วิจัยได้สำรวจมโนติก่อนเรียนพบว่านักเรียนอธิบายลักษณะของการเปลี่ยนแปลงที่เกิด เช่น เกิดแสงสว่าง เกิดความร้อน เทียนละลาย แต่ไม่ได้กล่าวถึงสาเหตุการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าเป็นเพราะเหตุใด และมีนักเรียนที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าเทียนละลายเพราะเทียนได้รับความร้อน ซึ่งคำว่าละลายของนักเรียนในกลุ่มนี้หมายถึง “เทียนที่แข็งเปลี่ยนเป็นน้ำ” จะเห็นว่านักเรียนใช้คำที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวันเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลง ซึ่งถือว่านักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การหลอมเหลวที่กล่าวว่าการหลอมเหลวเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารจากสารที่อยู่ในสถานะของแข็งเป็นสารที่อยู่ในสถานะของเหลวเมื่อได้รับความร้อน แม้ว่านักเรียนจะใช้คำศัพท์ในการอธิบายไม่ถูกต้อง เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการหลอมเหลว ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติหลังเรียนเรื่องการหลอมเหลวพบว่านักเรียนส่วนมากสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ว่าเทียนไขจะเปลี่ยนแปลงสถานะเป็นของเหลวเมื่อได้รับความร้อน

เพิ่มขึ้น และเรียกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่า “การหลอมเหลว” แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนเรียกการเปลี่ยนแปลงไม่ถูกต้อง โดยเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า “การละลาย การควบแน่น การเปลี่ยนแปลงจากของแข็งเป็นของเหลว” แต่นักเรียนก็สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่องการหลอมเหลวที่กล่าวว่าการหลอมเหลวเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารจากสารที่อยู่ในสถานะของแข็งเป็นสารที่อยู่ในสถานะของเหลว ซึ่งสอดคล้องกับกฤษฎา สงวนสสิน (2548) ที่ได้ศึกษามโนคติเรื่องการหลอมเหลวพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติที่ถูกต้องในเรื่องการหลอมเหลว มีเพียงส่วนน้อยที่มีมโนคติถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เพราะอธิบายการหลอมเหลวในเรื่องการเปลี่ยนสถานะเท่านั้น แต่ไม่อธิบายเรื่องอุณหภูมิ และมีนักเรียนบางคนที่อธิบายเกี่ยวกับการหลอมเหลวได้อย่างสมบูรณ์ แต่เรียกชื่อปรากฏการณ์ไม่ได้

#### 10.7.2 เรื่องการแข็งตัวของของเหลว

ได้สำรวจมโนคติของนักเรียนโดยใช้คำถามว่า “เมื่อนำเทียนไขที่หลอมเหลวไปใส่ภาชนะ แล้วทิ้งไว้สักครู่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าอย่างไร” ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติก่อนเรียนพบว่านักเรียนได้บรรยายการเปลี่ยนแปลงในลักษณะของการจุดไฟใส่เทียนไขเพื่อให้แสงสว่าง หรือ อธิบายการเปลี่ยนแปลงของเทียนไขโดยไม่ได้กล่าวถึงเหตุผลที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น ซึ่งไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ส่วนนักเรียนที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของเทียนไขว่าจะเกิดการแข็งตัว เพราะเทียนไขไม่ได้รับความร้อนเป็นการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนบางคนเรียกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไม่ถูกต้อง เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการแข็งตัวของของเหลว ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติหลังเรียนเรื่องการแข็งตัวของของเหลวพบว่านักเรียนส่วนมากสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ว่าเทียนจะเกิดการแข็งตัวความร้อนลดลงหรือเทียนไม่ได้รับความร้อนเพิ่ม ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของของเหลว แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่เรียกการเปลี่ยนแปลงไม่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับกฤษฎา สงวนสสิน (2548) ที่ได้ศึกษามโนคติเรื่องการแข็งตัวของของเหลวพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนคติที่ถูกต้องและมีนักเรียนบางส่วนมีมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เพราะนักเรียนจะอธิบายการหลอมเหลวไม่ครบถ้วน โดยจะอธิบายเพียงเรื่องใดเรื่องหนึ่งเท่านั้นจากเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ ส่วนนักเรียนที่มีมโนคติคลาดเคลื่อนนั้นจะเรียกชื่อปรากฏการณ์ได้ แต่ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้เลย

### 10.7.3 เรื่องการระเหย

ได้สำรวจมโนคติของนักเรียนโดยใช้คำถามว่า “จากภาพการต้มเกลือสินเธาว์ มีการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าอย่างไร” ผู้วิจัยได้สำรวจมโนติก่อนเรียนพบว่านักเรียนส่วนมากอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไม่สอดคล้องกับมโนคติของการระเหยเนื่องจากไม่ได้กล่าวถึงความร้อนซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ แต่เป็นการอธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงสถานะจากน้ำกลายเป็นเกลือ หรือเป็นการกล่าวถึงขั้นตอนในการต้มเกลือ และนักเรียนส่วนมากเรียกชื่อการเปลี่ยนสถานะของสารไม่ถูกต้อง เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการระเหย ผู้วิจัยได้สำรวจมโนติหลังเรียนเรื่องการระเหยพบว่านักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าเมื่อทำการต้มน้ำเกลือจะทำให้ น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นไอน้ำซึ่งมีสถานะเป็นแก๊ส ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหยและนักเรียนส่วนมากสามารถเรียกชื่อการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นแก๊สได้ถูกต้องว่า การระเหย เพิ่มขึ้นจากการสำรวจมโนติก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่าแหล่งเรียนรู้ท้องถิ่นมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารเรื่องการระเหยที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและในกระบวนการต้มเกลือสินเธาว์ แต่นักเรียนยังขาดอธิบายถึงความร้อนซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดการระเหย

### 10.7.4 เรื่องการควบแน่น

ได้สำรวจมโนคติของนักเรียนโดยใช้คำถามว่า “นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นเมื่อปิดฝาภาชนะต้มเกลือ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่าอย่างไร” ผู้วิจัยได้สำรวจมโนติก่อนเรียนเรื่องการควบแน่นพบว่ามโนคติของนักเรียนเพียงบางส่วนเท่านั้นที่อธิบายเกี่ยวกับการควบแน่น โดยอธิบายว่าเมื่อทำการปิดฝามือไอน้ำจะลอยออกจากหม้อไม่ได้ทำให้เกิดเป็นหยดน้ำ แต่นักเรียนยังขาดการอ้างถึงไอน้ำไปกระทบกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่าทำให้เกิดเป็นหยดน้ำและนักเรียนเรียกชื่อการเปลี่ยนแปลงไม่ถูกต้อง เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการควบแน่น ผู้วิจัยได้สำรวจมโนติหลังเรียนพบว่านักเรียนสามารถตอบคำถามโดยการอธิบายการเปลี่ยนสถานะของสารได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากกว่าก่อนเรียน แต่ก็ยังเรียกการเปลี่ยนสถานะไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนส่วนมากจะอธิบายได้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงจากน้ำกลายเป็นไอน้ำ เมื่อไปกระทบกับฝามือจะทำให้เกิดหยดน้ำขึ้น ซึ่งอาจเป็นเพราะคำว่าควบแน่นเป็นคำใหม่ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย

### 10.7.5 สำหรับเรื่องการระเหิด

ได้สำรวจมโนคติของนักเรียนโดยใช้คำถามว่า “เมื่อนักเรียนวางสารดับกลิ่นไว้ในตู้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ปริมาณของสารจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น เรียก

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าอย่างไร” ผู้วิจัยได้สำรวจมโนมติก่อนเรียนเรื่องการระเหิดพบว่า นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารดับกลิ่นว่ามีปริมาณลดลงแต่ยังไม่สมบูรณ์เนื่องจากนักเรียนไม่ได้กล่าวถึงอุณหภูมิซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเปลี่ยนสถานะของสาร เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการระเหิด โดย ทดลองวางลูกเหม็นไว้ในตู้เป็นเวลา 14 วัน เพื่อให้ นักเรียนสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ร่วมกันอภิปราย ถาม-ตอบ ในเรื่องการระเหิด พบว่า นักเรียนมีมโนมติเกี่ยวกับการระเหิดว่ามีการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นแก๊ส ทำให้สารดับกลิ่นมีขนาดเล็กลง และนักเรียนสามารถแยกสารโดยการนำสารผสมระหว่างเกลือกับการบูรไปเผา เพื่อให้การบูรระเหิดไปอยู่ในบีกเกอร์ ส่วนเกลือไม่ระเหิดก็จะอยู่ในถ้วยกระเบื้อง ซึ่งเป็นการแยกสารที่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหิดของสาร ผู้วิจัยได้สำรวจมโนมติหลังเรียนเรื่องการระเหิดพบว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้สารดับกลิ่นมีการเปลี่ยนแปลงจากของแข็งเป็นแก๊สซึ่งเรียกว่าการระเหิด เป็นสาเหตุให้สารดับกลิ่นมีปริมาณลดลง และนักเรียนส่วนมากในกลุ่มนี้ได้เรียกการเปลี่ยนแปลงของสารว่าการระเหิดซึ่งสอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการระเหิดของสารแต่ยังไม่สมบูรณ์เนื่องจากนักเรียนไม่ได้กล่าวถึงความร้อนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ

ในเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารจะเห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสารที่แตกต่างจากมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะบรรยายถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น แต่ไม่ได้กล่าวถึงความร้อนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Osborne and Cosgrove (1983 อ้างถึงใน กฤษดา สงวนสิน, 2548) ที่ได้ศึกษามโนมติของนักเรียนในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ ผลการสำรวจชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีมโนมติที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารที่แตกต่างจากมโนมติของนักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนยังใช้คำที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวันมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวราภรณ์ แยมจินดา (2547) และทัศนา ฉันทนาภิธาน (2540 อ้างถึงใน วราภรณ์ แยมจินดา, 2547) ที่พบว่านักเรียนนำภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตเห็น เช่น ใช้คำว่า การละลายแทนการหลอมเหลว เป็นต้น

#### 10.8 เรื่องการละลาย

ได้สำรวจมโนมติของนักเรียนโดยใช้คำถามว่า “เมื่อนำเกลือผสมกับน้ำนักเรียนคิดว่าเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น” ซึ่งผู้วิจัยได้สำรวจมโนมติก่อนเรียนเรื่องการละลายพบว่านักเรียนส่วนมากตอบได้ว่าเมื่อผสมเกลือกับน้ำเข้าด้วยกันจะทำให้เกลือละลายในน้ำได้ และระบุได้ว่าเกลือเป็นตัวละลาย น้ำเป็นตัวทำละลาย โดยให้เหตุผลที่หลากหลาย เช่น น้ำเป็นตัวละลาย เนื่องจากน้ำเป็นของเหลว สารที่ถูกละลายได้เนื่องจากสารอ่อนแอ สารที่เป็นกรดจะละลายสารอื่น

ได้ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการละลาย ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติหลังเรียน เรื่องการละลายพบว่าพบว่ามีนักเรียนที่อธิบายการละลายได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวนมากขึ้น โดยอธิบายว่าเกลือละลายในน้ำทำให้น้ำมีรสเค็ม และเกลือจะถูกน้ำละลายให้เล็กลงเรื่อยๆ จนมองไม่เห็น สารละลายจะมีสมบัติร่วมกันระหว่างตัวละลายและตัวละลาย และจะมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันไม่สามารถแยกได้ว่าสารใดเป็นสารใด แต่ยังมีนักเรียนส่วนหนึ่งที่ยังตอบ คำเพียงการระบุดัวทำละลาย และตัวละลายเท่านั้น สอดคล้องกับ ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง (2549) ที่ทำการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงมโนคติเรื่องการละลายของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนยึดติดอยู่กับสิ่งที่มองเห็นโดยไม่พยายามทำความเข้าใจถึงความเป็นจริงว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวละลายและตัวทำละลาย ได้แก่ นักเรียนมักจะอธิบายว่าการละลายคือการหายไปของตัวทำละลาย หรือการละลายของตัวละลาย นักเรียนส่วนมากยากที่จะยอมรับได้ว่า ตัวละลายยังคงอยู่ในสารละลาย และไม่สามารถอธิบายบทบาทของตัวทำละลายและตัวละลายใน สารละลายได้

#### 10.9 เรื่องการแยกสาร

ในเรื่องการแยกสารได้ทำการศึกษาประเด็นย่อย 2 ประเด็น คือ เรื่องการจำแนกสาร เนื้อเดียวและสารเนื้อผสม เรื่องการเลือกวิธีแยกสารให้เหมาะสมพร้อมอธิบายเหตุผล ผู้วิจัย ได้สำรวจมโนคติของนักเรียนในเรื่องการจำแนกสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมพบว่า สารที่นักเรียน ตอบว่าเป็นสารเนื้อเดียว คือ ข้าวสารและเกลือ สารที่นักเรียนตอบว่าเป็นสารเนื้อผสม คือ ข้าวเปลือกปนแกลบ พริกเกลือ กวาดและทราย ส่วนสารที่นักเรียนมีมโนคติไม่ตรงกันเป็นสาร เนื้อเดียวหรือสารเนื้อผสม คือ น้ำปลา น้ำคลอง น้ำเกลือ โดยนักเรียนที่ตอบว่า น้ำปลา น้ำคลอง น้ำเกลือ เป็นสารเนื้อผสม เพราะ มีส่วนผสมกับของหลายๆ อย่าง ส่วนกลุ่มที่ตอบว่า น้ำปลา น้ำคลอง น้ำเกลือ เป็นสารเนื้อเดียว เพราะเป็นน้ำเหมือนกัน ไม่มีอย่างอื่นมาปน สำหรับการเลือกวิธี แยกสารให้เหมาะสมพร้อมอธิบายเหตุผล ผู้วิจัยได้สำรวจมโนติก่อนเรียน พบว่า มีนักเรียน ที่สามารถเลือกวิธีแยกสารได้ถูกต้องมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้น โดยเฉพาะนักเรียนที่เลือกวิธีการแยก น้ำคลอง ซึ่งนักเรียนส่วนมากเลือกวิธีแยกน้ำคลองโดยการระเหยแห้งโดยให้เหตุผลว่า น้ำคลองเป็น ของเหลวสามารถระเหยได้ จึงเลือกใช้การระเหยแห้งเพื่อทำให้น้ำระเหย ซึ่งแม้ว่าจะอธิบายได้ สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่าน้ำสามารถระเหยไปได้แต่เป็นการแยกสารที่ไม่เหมาะสม เพราะสารที่แยกได้ต้องเป็นน้ำสะอาดไม่ใช่สารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการแยกสาร ผู้วิจัยได้สำรวจมโนคติหลังเรียนพบว่านักเรียนสามารถจำแนก สารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้ถูกต้องสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากกว่าหลังเรียน ส่วนมโนคติเรื่องการแยกสารเนื้อผสมพบว่านักเรียนสามารถบอกวิธีและให้เหตุผลในการแยก

สารชนิดต่างๆ สอดคล้องมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากกว่าหลังเรียน ซึ่งสอดคล้องกับรจนาวิเศษวงษา (2547) สุรจิตา เศรษฐภักดี (2547) และวนิดา ชูแก้ว (2546) ที่กล่าวได้ว่ารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และยังพบว่ารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการเรียนรู้และด้านทักษะการเรียนรู้เพิ่มขึ้น พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และสอดคล้องกับ มาลินี แซ่บัก (2544) ยุพา พิริยะชัยวรกุล (2543) วิยดา อุุ่นอ่อน (2546) และวิรสรา ไกรจิตเมตต์ (2545) ที่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

