

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้  
ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

ปริญญาานิพนธ์  
ของ  
มนมณัส สุดสิ้น

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

ตุลาคม 2543

ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้  
ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ

บทคัดย่อ  
ของ  
มนมณี สุตสิน

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

ตุลาคม 2543

มนมนัส สุดสิ้น (2543) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิลก ดิลกานนท์.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนมัธยมสาธิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพฯ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ และกลุ่มควบคุม 30 คน สอนโดยวิธีสอนตามคู่มือครูใช้แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control – Group Pretest – Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีทางสถิติ t-test Independent ในรูป Difference Score

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติกับการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON THE ACHIEVEMENT IN SCIENCE AND CRITICAL THINKING OF  
MATHAYOM SUKSA II STUDENTS THROUGH INQUIRY METHOD  
BASED ON CONCEPT MAPPING

AN ABSTRACT  
BY  
MONMANUT SUDSIN

Presented in partial fulfillment of the requirements  
for the Master of Education degree in Secondary Education  
at Srinakharinwirot University

October 2000

Monmanut Sudsin. (2000). *A STUDY ON THE ACHIEVEMENT IN SCIENCE AND CRITICAL THINKING OF MATHAYOM SUKSA II STUDENTS THROUGH INQUIRY METHOD BASED ON CONCEPT MAPPING*. Master Thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr. Chutima Wattanakiri , Assist. Prof. Dr. Dilok Dilakanont .

The purpose of this study is to analyze the science achievement and the critical thinking ability of Mathayom Sukasa II Students who here been taught by the inquiry method based on concept mapping.

The samples in this research were 60 students of Mathayom Suksa II of the Secondary Demonstration School of Rajabhat Institute Suansunandha during the first semester of the 2000 academic year. They were critical into on experimental and control group with 30 students each. The experimental group was taught by the inquiry method based on concept mapping and the control group was taught using a traditronal teachers manual. A randomized control group pre-test post-test design was used in this study. The data was analyzed by a t-test independent difference score.

The results of this study indicated that :

1. The science achievement in cognition of the experimental and control groups were significantly different at the .01 level
2. The science achievement in understanding of the experimental and control groups were significantly different at the .01 level
3. The science achievement in application of the experimental and control groups were significantly different at the .01 level
4. The science achievement in science processing skills of the experimental and control groups were significantly different at the .01 level
5. The critical thinking ability of the experimental and control groups were significantly different at the .01 level

ปริญญาโทฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุน

ของ

- งบประมาณแผ่นดิน

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ปริญญานิพนธ์

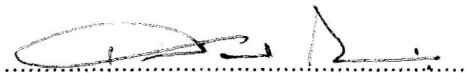
เรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้  
ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ

ของ

นางมนมณัส สุดสิ้น

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

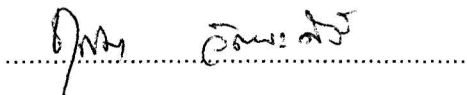


คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

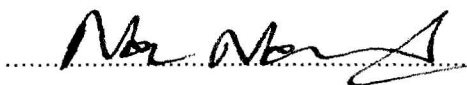
(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. 2543

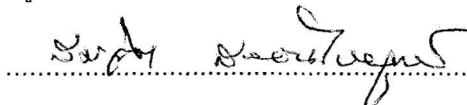
คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

 ประธาน

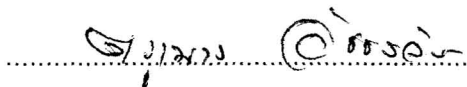
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา วัฒนาศิริ)

 กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดิลก ดิลกานนท์)

 กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์ สมจิต สวชนไพบูลย์)

 กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์ ตรูเนตร อัชชสวัสดิ์)

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติลก ติลกานนท์ รองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์ รองศาสตราจารย์ ตรูเนตร อัสซสวัสดี ผู้ซึ่งกรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือเป็นกำลังใจ ตลอดจนตรวจแก้ไขงานวิจัยจนมีคุณภาพดังปรากฏ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตน์ อาจารย์หทัยรัช ริงสุวรรณ อาจารย์อิสริยา สิริวิฑาวารณ อาจารย์อดิสร มณีศิริ อาจารย์เปรมวดี รักษ์วดี อาจารย์สุชาติ นิลสำราญจิต อาจารย์ศิริวรรณ ไชยภักดิ์ ที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำในการตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณอธิการบดี สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา ผู้อำนวยการ คณะครูและ ขอบใจนักเรียนโรงเรียนมัธยมสาธิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในการทดลองและเก็บข้อมูล เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือตลอดจนเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่องานวิจัยฉบับนี้ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มอบทุนอุดหนุน เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณพ่อพร้ง – แม่พูน บุญสม คุณอรุณ สุดสิ้น และพี่ๆ น้องๆ ตลอดจนรุ่นพี่ เพื่อนๆ และรุ่นน้อง (เอกการมัธยมศึกษา) ทุกท่านที่เป็นกำลังใจ ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่พึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา – มารดา คุณ – อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

มนมนัส สุดสิ้น

## สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	3
	ประชากร.....	3
	กลุ่มตัวอย่าง.....	3
	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง.....	3
	เนื้อหา.....	4
	ตัวแปรที่ศึกษา.....	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
	สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า.....	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
	เอกสารเกี่ยวกับมโนคติและมโนคติทางวิทยาศาสตร์.....	10
	ความหมายของมโนคติและมโนคติทางวิทยาศาสตร์.....	10
	ประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์.....	12
	ทฤษฎีและแนวความคิดของมโนคติ.....	13
	ความสำคัญของมโนคติ.....	14
	กระบวนการในการสร้างมโนคติ.....	15
	ปัจจัยที่มีต่อการสร้างมโนคติ.....	16
	เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนคติและหลักการ.....	17
	แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนคติ.....	17
	แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์.....	17
	วิธีสอนให้เกิดมโนคติ.....	19
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ.....	22
	ความหมายของแผนผังมโนคติ.....	22
	ประเภทของแผนผังมโนคติ.....	23
	ทฤษฎีพื้นฐานของการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ.....	28
	การสร้างแผนผังมโนคติ.....	31
	การให้คะแนนแผนผังมโนคติ.....	35
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ.....	35

## สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
2(ต่อ) งานวิจัยในประเทศ.....	35
งานวิจัยต่างประเทศ .....	37
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	37
ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	38
หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	39
ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	40
บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	42
เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	43
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	43
ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	43
เอกสารเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์วิจารณ์.....	49
ความหมายของการคิด.....	50
การคิดวิเคราะห์วิจารณ์.....	50
ความหมายของการคิดวิเคราะห์วิจารณ์.....	51
ลักษณะของนักคิดวิเคราะห์วิจารณ์.....	53
แนวทางการสอนให้นักเรียนมีความคิดวิเคราะห์วิจารณ์.....	54
ประเภทของการคิด.....	55
ทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์วิจารณ์.....	57
งานวิจัยที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์วิจารณ์.....	58
งานวิจัยในประเทศ.....	58
งานวิจัยต่างประเทศ.....	59
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	60
กลุ่มตัวอย่าง.....	60
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	60
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาทดลอง.....	60
แบบแผนการทดลอง.....	60
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	61
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	68
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	71

## สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5	
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	77
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....	77
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า .....	77
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	77
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	78
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	78
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า .....	79
ข้อเสนอแนะ.....	81
บรรณานุกรม.....	83
ภาคผนวก.....	91
ประวัติย่อผู้วิจัย .....	185

## บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการทดลอง .....	61
2	การเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบกรเขียนแผนผังมโนคติ.....	64
3	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำระหว่างกลุ่ม ทดลองกับกลุ่มควบคุม .....	72
4	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจระหว่างกลุ่มทดลองกับ กลุ่มควบคุม .....	73
5	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ระหว่างกลุ่มทดลองกับ กลุ่มควบคุม .....	74
6	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม .....	75
7	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ห้วิจารณ์กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม .....	76
8	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำทดสอบก่อนเรียนกับ หลังเรียนของกลุ่มทดลอง .....	92
9	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำทดสอบก่อนเรียนกับ หลังเรียนของกลุ่มควบคุม .....	94
10	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง .....	97
11	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม.....	99
12	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง .....	102
13	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม.....	104
14	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทดสอบ ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลอง .....	107
15	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทดสอบ ก่อนเรียนกับทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม .....	109
16	คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ห้วิจารณ์ทดสอบก่อนเรียนกับทดสอบ หลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	112
17	คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ห้วิจารณ์ทดสอบก่อนเรียนกับทดสอบ หลังเรียนของกลุ่มควบคุม .....	114
18	การวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์.....	164

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แผนภูมิแสดงกระบวนการเกิดมโนคติ.....	16
2 แผนภูมิกระบวนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนคติและหลักการ.....	21
3 ตัวอย่างแผนผังมโนคติชนิดกระจายออก .....	23
4 ตัวอย่างแผนผังมโนคติชนิดปลายเปิด .....	24
5 ตัวอย่างแผนผังมโนคติชนิดเชื่อมโยง .....	25
6 ตัวอย่างแผนผังมโนคติชนิดปลายปิด .....	26
7 การเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้อย่างมีความหมาย .....	29
8 การเรียนรู้อย่างมีความหมาย .....	30
9 สะพานเชื่อมความรู้.....	30
10 ตัวอย่างแผนผังมโนคติอย่างง่าย .....	33
11 ตัวอย่างมโนคติที่จัดลำดับแตกต่างกันจากมโนคติชุดเดียวกัน.....	34
12 วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	38
13 โครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ .....	41
14 แผนผังมโนคติเรื่องน้ำ .....	121
15 แผนผังมโนคติเรื่องพืช .....	122
16 มโนคติที่สำคัญ .....	123
17 การจัดเรียงลำดับมโนคติ .....	124
18 แผนผังมโนคติเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสารเคมี.....	125

# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

การเปลี่ยนแปลงของสังคมไทยจากสังคมเกษตรกรรมเป็นสังคมอุตสาหกรรมแล้วเข้าสู่สังคมข้อมูลข่าวสารนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากการนำเอาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีใช้ในการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า สอดคล้องกับทิศทางกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก จึงเป็นเงื่อนไขทำให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทต่อวิถีการดำเนินชีวิตของบุคคลในสังคมโลกมากขึ้น การพัฒนาประเทศด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะสำเร็จได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ปัจจัยที่เป็นพื้นฐานประการแรกคือ การพัฒนาคุณภาพของประชากรให้เป็นผู้ที่มีความรู้ ความเข้าใจสามารถที่จะปรับตัวให้เท่าทันเหตุการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงของวิทยาการ (สมจิต สวธนไพบุลย์ ม.ป.ป. : 74) โดยเป็นที่ยอมรับว่าวิทยาการทางวิทยาศาสตร์นั้นมียุคประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ซึ่งการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หากผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้ง 2 ส่วนนี้จะทำให้เป็นผู้ที่มีความสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ตลอดจนปรับตัวอยู่ในสังคมได้ดีและมีความสุข สามารถนำเอาความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ทั้งต่อตนเองและสังคมต่อไป (วีระชาติ สวนไพรินทร์. 2531 :34) อนึ่ง ในการแสวงหาความรู้จากข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาในสังคมยุคสารสนเทศนั้น ผู้เรียนที่มีความสามารถในการจัดสารสนเทศได้ดีแล้ว ย่อมก่อให้เกิดกระบวนการคิด เกิดความเข้าใจและสามารถถ่ายทอดความคิดความเข้าใจนั้น ๆ ให้ผู้อื่นได้รับรู้ ซึ่งเรียกว่ากระบวนการเกิดมโนคติ (สมจิต สวธนไพบุลย์. ม.ป.ป. : 1) นักการศึกษาได้พยายามคิดค้นและทดลองหาวิธีหรือรูปแบบเพื่อช่วยให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการในการคิดควบคู่ไปกับการเรียนเนื้อหาต่าง ๆ โนวาค และคนอื่น ๆ (อัญชลี ตนานนท์. 2536 : 47 – 48 ; อ้างอิงมาจาก Novak and other. 1984. *Learning how to learn*) ได้พัฒนาแผนผังมโนคติ (Concept map) ขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดที่มีระบบซึ่งจะก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายขึ้นแทนการเรียนแบบท่องจำ หรือแบบนกแก้วนกขุนทอง การมีมโนคติจะทำให้ผู้เรียนสามารถจัดสิ่งเร้าให้เป็นพวกเป็นหมู่ เพื่อง่ายแก่การเรียกออกมาใช้เมื่อต้องการ มิฉะนั้นแล้วผู้เรียนไม่สามารถรับรู้หรือจดจำสิ่งเร้าที่ผ่านมาในชีวิตได้เลย นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงมโนคติอย่างหนึ่งให้เข้ากับมโนคติอีกอย่างหนึ่งได้ด้วยการมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนคติ จะทำให้ผู้เรียนมีหลักการในการแก้ปัญหา (เพ็ญพิไล ฤทธาภรณ์. 2536 : 41) ดังจะเห็นได้จากวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมัธยมศึกษาที่มีจุดประสงค์แจ่มชัดว่า ให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ มีกระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะต่าง ๆ ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ การเรียนการสอนนอกจากจะมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนแล้ว สิ่งที่ได้รับการพัฒนาควบคู่ไปด้วยในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมประการเขียนแผนผังมโนคติ คือความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ เพราะการพัฒนาความสามารถในการคิดเป็นหัวใจของการจัดการศึกษา เนื่องจากการคิดช่วยให้คนมีประสิทธิภาพและเป็นจุดเริ่มต้นให้คนเราแสดงออกในสิ่งที่ตั้งใจ เป็นประโยชน์และสร้างสรรค์

สามารถฟันฝ่าอุปสรรคและปัญหาต่าง ๆ ได้ การสอนที่มุ่งเน้นแต่สาระวิชาโดยละเลยการปลูกฝังทักษะการคิดให้นักเรียนนั้น เมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้ว นักเรียนจะขาดความสามารถในการนำความรู้ที่ได้รับหรือที่มีอยู่มาใช้ในสถานการณ์ที่เป็นจริง ซึ่งแตกต่างไปจากที่ตนพบในโรงเรียนได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม (วิลพร คำเพราะ. 2539 : 48) และเบญจมาศ สันประเสริฐ. (2533 : 42) ได้ให้ความเห็นสอดคล้องกันว่าการคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างแนวความคิดรวบยอดและแผนผังมโนมติกก็เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสฝึกทักษะในการคิดและช่วยให้การเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน รัชนิกร ทองสุชาติ. (2540 : 2) ได้ให้ข้อคิดเช่นเดียวกันว่า การสอนไม่ใช่การให้เนื้อหาเพียงอย่างเดียวแต่ควรจะเป็นการสอนให้นักเรียนรู้จักคิด และนำความรู้ไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตจริงของนักเรียนเอง ซึ่งประเวศ วะสี (2531 : 61 – 64) กล่าวว่า การสอนให้นักเรียนมีความรู้ชั้นการคิดเป็นมโนมติกมีความจำเป็นมากซึ่งคนไทยเกือบไม่ได้ฝึกเลยกระบวนการคิดเป็นกระบวนการหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ ตามหลักการ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นกระบวนการ เพื่อฝึกให้นักเรียนมีนิสัยในการจัดระบบความคิด ก่อนที่จะหาแนวทางปฏิบัติอันเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนากระบวนการคิดในขั้นตอนที่สูงขึ้น (ชานาญ เอี่ยมสำอาง. 2539 : 3)

ออซูเบล (Ausubel. 1968 : 30) ผู้นำเสนอทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) กล่าวโดยสรุปไว้ว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนใหม่กับกรอบโครงสร้างความรู้เดิมของผู้เรียนจนเกิดความรู้ใหม่อย่างเข้าใจ ซึ่งต่อมา Novak และ Gowin ได้เสนอความคิดโดยยึดแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นพื้นฐาน ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ว่า การเรียนการสอนควรจะทำให้ผู้เรียนบังเกิดความเข้าใจ เพราะเหตุใดและทำอย่างไรความรู้ใหม่จึงจะมีความสัมพันธ์กับสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว พร้อมทั้งทำให้บังเกิดความเชื่อมั่นที่จะสามารถใช้ความรู้ใหม่นี้ในสภาพแวดล้อมได้ด้วย และเครื่องมือสำคัญอย่างหนึ่งที่จะใช้สำหรับการเรียนรู้ที่มีความหมายในชั้นเรียน คือ แผนผังมโนมติก (Concept map) (มนัส บุญประกอบ. 2532ข : 105) โดยศึกษารายวิชาในหลักสูตรแล้ววิเคราะห์ออกมาเป็นมโนมติกหลัก ในแต่ละมโนมติกหลักนำมาวิเคราะห์ที่เป็นมโนมติกย่อย ในแต่ละมโนมติกย่อยนำมาเขียนแผนผังมโนมติก ซึ่งแผนผังมโนมติกจะเป็นปัจจัยสนับสนุนกระบวนการเรียนที่มีความหมายสำหรับการสร้างมโนมติกแก่ผู้เรียน (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2533 : 24) ผู้สร้างแผนผังมโนมติกจะถ่ายทอดความรู้ความคิด ความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งออกมาในลักษณะที่เป็นรูปธรรมโดยทั่ว ๆ ไป แสดงให้ผู้อื่นได้เห็นภาพรวมของแนวคิดในเรื่องหนึ่ง ๆ ของผู้สร้าง องค์ประกอบที่สำคัญของแผนผังมโนมติกคือ มโนมติก (Concept) และคำหรือข้อความ ที่ใช้เชื่อมโยงระหว่างมโนมติกต่าง ๆ โดยให้อิสระแก่ผู้สร้างในการถ่ายทอดความคิด ความเข้าใจ แผนผังมโนมติกของเนื้อหาเดียวกัน ซึ่งสร้างโดยคน 2 คนไม่จำเป็นจะต้องเหมือนกันทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นคำเชื่อม จำนวนมโนมติกและลำดับชั้นของมโนมติก ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถนำวิธีการดังกล่าวไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ตนเอง นอกเหนือไปจากการเรียนในโรงเรียน (อัญชลี ตานานนท์. 2536 : 45 - 50) นั่นคือ ครูเป็นผู้จัดบรรยากาศให้เกิดการเรียนรู้ กระตุ้นให้วิธีการเรียนรู้และคิดวิเคราะห์วิจารณ์ เพราะการเรียนรู้และการคิดวิเคราะห์วิจารณ์นั้นมิได้เกิดเฉพาะในโรงเรียนแต่ข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อมวลชน วิชาความรู้ ทฤษฎี และญาณหยั่งรู้อันปรากฏทั่วโลก (สิปปนนท์ เกตุทัต. 2538 : 34)

จากสภาพดังกล่าวผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรได้มีการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพื่อมุ่งให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น ซึ่งผู้วิจัยเห็นด้วยกับการสอนที่เน้นเฉพาะหลักการพื้นฐานที่เป็นแก่นแท้ สร้างโอกาสให้นักเรียน คิดเอง ทำเอง

จึงเป็นการสอนคนให้ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น (ประกอบ วิโรจนกฎ. 2537 : 34) จึงเลือกการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการเขียนแผนผังมโนทัศน์ให้ผู้เรียนระดมมโนทัศน์ และนำมาสัมพันธ์กันเป็นหลักการได้เอง เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างมีระบบควบคู่ไปกับการเรียนรู้วิชาการนั้นจะส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์หิววิจารณ์หรือไม่ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาโดยการเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมสาธิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร เพื่อเป็นแนวในการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นต่อไป

### จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

### ความสำคัญของศึกษาค้นคว้า

✧ ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะทำให้ทราบถึงผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ - ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ซึ่งจะเป็แนวทางให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์สามารถตัดสินใจเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

#### 1. ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมสาธิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

#### 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมสาธิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แล้วสุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน

กลุ่มทดลอง สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

กลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือครู

#### 3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 โดยการสอนกลุ่มละ 15 คาบ คาบละ

50 นาที

#### 4. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เรื่องอาหารจากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

#### 5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนแบ่งเป็น 2 แบบ

5.1.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ

5.1.2 การสอนตามคู่มือครู

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 4 ด้านคือ

5.2.1.1 ด้านความรู้ - ความจำ

5.2.1.2 ด้านความเข้าใจ

5.2.1.3 ด้านการนำไปใช้

5.2.1.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.2.2 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

#### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. มโนคติ หมายถึง ความคิดความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งอาจเกิดจากการสังเกตหรือประสบการณ์เดิม แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาสรุปหรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้น

2. แผนผังมโนคติ หมายถึง แผนภาพที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีความหมายของมโนคติตั้งแต่ 2 มโนคติขึ้นไปในลักษณะ 2 มิติ ระหว่างมโนคติจะเชื่อมเข้าด้วยกันด้วยคำเชื่อมโดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ระบุมโนคติที่สำคัญ

2.2 จัดลำดับมโนคติ

2.3 เชื่อมโยงมโนคติต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยใช้คำเชื่อม

2.4 ทบทวนแผนผังมโนคติที่สร้างขึ้น

3. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ หมายถึงกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ สมจิต สวธนไพบูลย์. (ม.ป.ป. : 58) มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

3.1. ขั้นตอนิปรายก่อนทำการทดลอง

3.1.1 นักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับอาหารแล้วร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน

3.1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังความคิด เรื่องที่ศึกษาลงในเอกสารหมายเลข 1

3.1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองโดยมีอุปกรณ์ให้

3.2. ขั้นตอนทำการทดลอง

- นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง, บันทึกผลการทดลองตามรูปแบบที่ออกแบบไว้

### 3.3. ขั้นอภิปรายหลังการทำการทดลอง

- 3.3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เอกสารประกอบการสอนโดยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติเรื่องอาหารมาอภิปรายเพื่อระดมมโนคติที่สำคัญ
- 3.3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนคติ
- 3.3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนคติ
- 3.3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเชื่อมโยงแต่ละมโนคติเข้าด้วยกัน โดยใช้คำเชื่อม
- 3.3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุง แก้ไข แผนผังมโนคติที่สร้างขึ้น
- 3.3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังมโนคติที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วลงแผ่นใสแล้วเสนอหน้าชั้นเรียน
- 3.3.7 ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือก แผนผังมโนคติที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปในบทเรียน และนักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนคติบทสรุปลงใน สมุด/เอกสารหมายเลข 2
- 3.3.8 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางในหนังสือคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

#### 4.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- ครูและนักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับอาหารแล้วร่วมกันอภิปรายปัญหาค้างสมมติฐาน
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทำการทดลองและข้อควรระวัง

#### 4.2 ขั้นทำการทดลอง

- นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามแบบเรียน
- นักเรียนบันทึกผลการทดลองตามแบบเรียน

#### 4.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ใหม่ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอาหารจากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 203 ของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้านคือ

5.1 ความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

5.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ และแปลความรู้ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

5.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความคล่องแคล่ว ชำนาญ สามารถเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

5.4.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

5.4.2 ทักษะการจำแนก หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ได้อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

5.4.3 ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

5.4.4 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

5.4.5 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

5.4.6 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังทำการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.4.7 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

5.4.8 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

5.4.9 ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

5.4.9.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

5.4.9.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

5.4.9.1.2 อุปกรณ์และ / หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

5.4.9.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

5.4.9.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

5.4.10 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วยเช่นทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

6. ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบในข้อความที่เป็นปัญหาโดยหาหลักฐานที่มีเหตุผล หรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มายืนยันการตัดสินใจตามเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้น เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่ถูกต้อง

### สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ – ความจำของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านความเข้าใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

5. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์แตกต่างกัน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับมโนคติ และมโนคติทางวิทยาศาสตร์
  - 1.1 ความหมายของมโนคติและมโนคติทางวิทยาศาสตร์
  - 1.2 ประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์
  - 1.3 ทฤษฎีและแนวความคิดของมโนคติ
  - 1.4 ความสำคัญของมโนคติ
  - 1.5 กระบวนการในการสร้างมโนคติ
  - 1.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างมโนคติ
2. เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนคติและหลักการ
  - 2.1 แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนคติ
  - 2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์
  - 2.3 วิธีสอนให้เกิดมโนคติ
3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ
  - 3.1 ความหมายของแผนผังมโนคติ
  - 3.2 ประเภทของแผนผังมโนคติ
  - 3.3 ทฤษฎีพื้นฐานของการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ
  - 3.4 การสร้างแผนผังมโนคติ
  - 3.5 การให้คะแนนแผนผังมโนคติ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ
  - 4.1 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ
  - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ
5. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 5.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 5.2 หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 5.3 ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 5.4 บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
6. เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 6.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 6.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

7. เอกสารเกี่ยวกับความคิดวิเคราะห์วิจารณ์
  - 7.1 ความหมายของการคิด
  - 7.2 การคิดวิเคราะห์วิจารณ์
  - 7.3 ความหมายของการคิดวิเคราะห์วิจารณ์
  - 7.4 ลักษณะของนักคิดวิเคราะห์วิจารณ์
  - 7.5 แนวทางการสอนให้นักเรียนมีความคิดวิเคราะห์วิจารณ์
  - 7.6 ประเภทของการคิด
  - 7.7 ทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์วิจารณ์
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์วิจารณ์
  - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

## 1. เอกสารเกี่ยวกับมโนคติและมโนคติทางวิทยาศาสตร์

### 1.1 ความหมายของมโนคติและมโนคติทางวิทยาศาสตร์

#### 1.1.1 ความหมายของมโนคติ

มโนคติเป็นคำแปลมาจากคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ นักการศึกษา และนักภาษาศาสตร์ของไทยได้พยายามหาคำแปลให้กะทัดรัด และมีความหมายตรงกับศัพท์เดิมให้มากที่สุดจึงได้มีคำว่า สังกัป, มโนทัศน์, มโนภาพ, ความคิดรวบยอด, มโนคติ และมโนมติ ผู้วิจัยขอใช้คำว่า “มโนมติ” เพียงคำเดียว นักการศึกษาได้ให้ความหมายของมโนมติไว้หลายท่าน ดังต่อไปนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 18) ได้ให้คำจำกัดความของมโนมติไว้ว่า “มโนมติ” หมายถึง ภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกัน กลุ่มของสิ่งเร้า อาจจะเป็นชนิด ประเภท วัตถุ ธรรมชาติ เหตุการณ์ หรือบุคคลก็ได้

ไพเราะ ทิพย์ทัศนีย์ (2533 : 142) ให้ความหมายของมโนมติไว้ว่า มโนมติหมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนำความรู้และความเข้าใจนั้นมาสัมพันธ์กับประสบการณ์ของบุคคล

อร่าม วัฒนะ (2536 : 17) ให้ความหมายของมโนมติไว้ว่า มโนมติหมายถึง ความเข้าใจทั้งหมดที่มีต่อสิ่งของหรือสถานการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น เมื่อพูดถึงโรงเรียน ก็จะนึกได้ถึงสถานที่แห่งหนึ่งที่มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างไปจากสถานที่อื่น ๆ เป็นเพราะว่ามีมโนมติของโรงเรียนแล้วในความทรงจำ มโนมตินี้จะอยู่ในรูปของนามธรรม เกิดจากผลสรุปการรับรู้ลักษณะของสิ่งนั้น

วิไลวรรณ ตรีศรี ชะนะมา (2537 : 49) ให้ความหมายของคำว่า มโนมติคือ แนวคิดสำคัญที่ได้จากการสรุปหรือกลั่นกรองจากข้อมูลหรือข้อเท็จจริง การสรุปอาจได้มาเป็นถ้อยคำหรือประโยคที่กระทัดรัดและสื่อความหมายได้ หรืออาจสรุปออกมาเป็นกลุ่ม เป็นประเภทในรูปใดรูปหนึ่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล ลักษณะของมโนมติของแต่ละวิชา

นวลจิต เขากิรติพงศ์ (2537 : 22) ให้ความหมายมโนมติไว้ว่า มโนมติหมายถึง การสรุปคุณลักษณะหรือสมมติธรรมที่สำคัญของวัตถุสิ่งของเหตุการณ์ สิ่งแวดล้อมหรือความคิดอันเป็นผลมาจากประสบการณ์ที่มีต่อสิ่งเหล่านั้น ซึ่งแสดงออกมาโดยภาษา หรือถ้อยคำที่เป็นนามธรรม

ทวีป บรรจงเปลี่ยน (2540 : 25) ให้ความหมายของมโนมติไว้ว่า มโนมติหมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการสังเกตหรือประสบการณ์หลาย ๆ แบบ และใช้คุณลักษณะประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป เพื่ออธิบายหรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น

กูด (Good, 1959:124) ได้ให้ความหมายของมโนมติไว้ 3 ลักษณะ คือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะรวมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่ม เป็นพวกได้
2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจกรรมหรือวัตถุ
3. ความรู้สึกนึกคิด ความเห็น ความคิดหรือภาพความคิด

แมคโดนัล (McDonal, 1959:134-135) กล่าวว่ามโนมติคือ การจำแนกประเภท กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน ซึ่งจะต้องนำประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ มาแยกแยะและสรุปรวบยอด

กาเย่ (Gagne. 1977 : 32) ให้ความหมายของคำว่า มโนคติไว้ว่ามโนคติหมายถึง การจัดประเภทของวัตถุสิ่งของ เหตุการณ์หรือความคิด ซึ่งมีมโนคติจัดเป็นส่วนประกอบของกฎเกณฑ์และ พื้นฐานของการคิดในระดับสูง

โนแวก และโกวิน (NoVak and GoWin. 1983 : 5) ให้ความหมายของคำว่ามโนคติไว้ว่า มโนคติหมายถึง ความสม่ำเสมอที่มีอยู่ในเหตุการณ์หรือวัตถุต่าง ๆ และตราไว้ให้เป็นที่ยอมรับกันด้วย คำพูด

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า มโนคติหมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อ สิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งอาจเกิดจากการสังเกตหรือประสบการณ์เดิมแล้ว ใช้คุณลักษณะของสิ่ง เหล่านั้นมาสรุปหรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้น

### 1.1.2 ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2526 : 3) กล่าวว่ามโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด หลักของคนเราที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ กล่าวคือ เมื่อเราดำเนินการแสวงหาความรู้ เกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จะก่อให้เกิดการรับรู้ สามารถแยกแยะความเหมือน ความแตกต่าง สรุปประมวลลักษณะที่สำคัญ ๆ มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ สร้างเป็นความคิดหลักในรูปที่แสดงถึงความ เข้าใจ ทำให้สามารถนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบาย หรือพยากรณ์วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง ได้

วิระชาติ สวนไพรินทร์ (2531 : 4) ได้ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่า คือ ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้น โดยที่ความเข้าใจ ดังกล่าว จะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล

สุวัณณ์ นียมคำ (2531 : 166 - 117) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นรูปแบบของความรู้ ซึ่งเกิดจากการจัดกลุ่มหรือจัดประเภทของสิ่งของที่ได้รับจากการสังเกตหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน

วิมล สำราญวานิช (2532 : 3) กล่าวว่ามโนคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความคิดหลัก ที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยที่ความ เข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2537 : 3; อ้างอิงจาก ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 28. ชุดส่งเสริมสำหรับครู วิทยาศาสตร์) กล่าวว่ามโนคติทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความเชื่อมโยงต่อ เนื่องกันไปอย่างลึกซึ้งตลอดเวลาโมติหนึ่ง ๆ อาจเกิดจากการนำเอาโมติหลาย ๆ มโนคติมา สัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้มโนคติทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียนและ ความรู้ในระดับสูงได้แจ่มแจ้ง

นภาพร แถวโนนวิ้ว (2537 : 16) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็น ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้จากข้อเท็จจริง ที่เน้นหนัก ในเชิงปริมาณ และข้อมูลที่ได้นั้น มาจากการทดลองแล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกัน เป็นข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งนั้นเรื่องนั้น

วริกิตตี ผ่องศรี (2537:12) สรุปไว้ว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นความเข้าใจในการสรุปรวมลักษณะที่สำคัญของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนำเอาการรับรู้มาสัมพันธ์ กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

ทวีป บรรจงเปลี่ยน (2540 : 26) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความคิดความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ได้จากการศึกษาข้อเท็จจริง และหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและดีที่สุด และช่วยให้เกิดประโยชน์ในการคิดขั้นต่อไป

โรเม (Romey.1968 : 122) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการสรุปอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะบางอย่างทางกายภาพและชีวภาพ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของข้อเท็จจริงและประสบการณ์

ซัน และโทรบริดจ์ (Sun and Trowbidge. 1973 : 17) ให้ความหมายของมโนคติไว้ว่าเป็นการสร้างมโนภาพจากสิ่งที่ได้กระทำหรือรับรู้ และสรุปรวมออกมา

จากความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาวิทยาศาสตร์แต่ละท่านได้ให้ไว้ จะเห็นได้ว่า มีความหมายเหมือนกับความหมายของมโนคติทั่วไป เพียงแต่มโนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึงความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปรวมในข้อเท็จจริง หลักการ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

## 1.2 ประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

วิมล สาราญวานิช (2532 : 3-4) ได้จัดแบ่งมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. มโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทมโนคติประเภทนี้ เป็นการกำหนดคุณสมบัติร่วมของสิ่งต่าง ๆ ไว้เป็นพวก ๆ เพื่อใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้น ๆ ให้เข้าใจตรงกัน เช่น น้ำทะเลเป็นน้ำกระด้าง, สสารคือสิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่

2. มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ มโนคติประเภทนี้เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของมโนคติย่อยที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งช่วยให้สามารถพยากรณ์หรือคาดคะเนล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้น เช่น สสารอาจเปลี่ยนสถานะได้ โดยการเพิ่มหรือลดพลังงาน กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรจะแปรผกผันกับความต้านทาน เมื่อความดันไฟฟ้าคงที่

3. มโนคติทางทฤษฎี มโนคติประเภทนี้เป็นการกำหนดสิ่งที่มองไม่เห็น แต่รู้ว่ามันมีสิ่งนั้นจริง เพราะมีหลักฐานสนับสนุนว่าเป็นจริง มโนคติประเภทนี้นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยอาศัยจินตนาการหรือนึกวาดภาพขึ้นในสมอง เพื่อกำหนดลักษณะของสิ่งนั้นขึ้น เช่น แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อะตอมคืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ ซึ่งประกอบด้วยโปรตรอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ได้แบ่งประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประเภท ดังต่อไปนี้ (สมจิต สวชนไพบูลย์.. 2526 : 52 : อ้างอิงจาก ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 6-7. ชุดส่งเสริมสำหรับครูวิทยาศาสตร์)

1. มโนคติที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่จะนำมาสรุป เช่น สสาร คือ สิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่

2. มโนคติที่เกิดขึ้นจากการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งทั้งหมด เช่น กระแสไฟฟ้าขึ้นกับความต้านทานในวงจร อุณหภูมิมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. มโนคติที่เกิดจากการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาสรุปเข้าด้วยกัน เป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นไปจนกระทั่งถึงความรู้ระดับสูง ในการที่จะเข้าใจมโนคติเหล่านี้ได้จะต้องมีมโนคติเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นมาแล้ว เช่น สัตว์ที่มีการปรับตัวที่ดีที่สุดเท่านั้นที่จะสามารถดำรงพันธุ์ต่อไปได้

โรมี (Romey. (1968 : 115 - 17) ได้แบ่งประเภทของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. มโนคติเกี่ยวกับการจำแนก (Classificational Concept) เป็นมโนคติเกี่ยวกับการจำแนกแยกแยะหรือจัดประเภทข้อเท็จจริง
2. มโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept) เป็นมโนคติที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกัน
3. มโนคติเกี่ยวกับทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นมโนคติเกี่ยวกับทางทฤษฎี ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้คิดขึ้นหรือกำหนดให้มีขึ้น (Created Idea) เพื่อใช้เป็นเหตุผลอ้างอิงในการอธิบายเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ

จากเอกสารเกี่ยวกับการแบ่งประเภท ของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว จะเห็นได้ว่า นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ ได้แบ่งมโนคติทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คล้ายคลึงกัน ซึ่งมีมโนคติแต่ละประเภทนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกัน การเรียนรู้มโนคติจึงขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของมโนคติแต่ละประเภทดังกล่าว

### 1.3 ทฤษฎีและแนวความคิดของมโนคติ

พรรณิ ช. เพลินจิต. (2528 : 87) ได้แบ่งทฤษฎีความคิดออกเป็นระดับต่าง ๆ ดังนี้

1. ระยะการใช้วัยระับรู้ (Sensory Motor Stage) 0-2 ปี เป็นระยะตอบสนองอัตโนมัติ ทำไปโดยไม่ได้เกี่ยวกับมโนคติในสมอง
2. ระยะเริ่มต้นกระบวนการคิด (Pre operation Stage) 2-7 ปี เป็นระยะการรับรู้แล้วจดจำได้ แต่เป็นแบบง่าย
3. ระยะกระบวนการคิดในรูปธรรม (Concrete operation Stage) 7-12 ปี เป็นระยะความสามารถทางสมองคือ สามารถคิดเป็น แต่จะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เป็นรูปธรรมเป็นส่วนใหญ่
4. ระยะกระบวนการคิดที่เป็นแบบแผน (Formal operation Stage) 12-15 ปี เป็นกระบวนการคิดที่เป็นนามธรรมมากขึ้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (หทัยรัช รังสุวรรณ. 2539:13; อ้างอิงจาก วิชัย วงษ์ใหญ่. 2537 : 298-300. กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ.) ได้รวบรวมทฤษฎีมโนคติของกาเย่ (Gagne) ซึ่งได้แบ่งประเภทของการเรียนรู้ตามลำดับของการเรียนรู้ทางสมองตามธรรมชาติของมนุษย์ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้จากสัญญาณ (Signal learning) คือการใช้สัญญาณการเรียนรู้เป็นเงื่อนไขของการเรียน
2. การเรียนรู้จากความสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการตอบสนอง (Stimulus Response Learning) คือการเรียนรู้ที่เกิดจากการตอบสนองอย่างถูกต้องต่อการกระตุ้นแต่ละอย่าง
3. การเรียนรู้จากการปฏิบัติตอบสนองต่อเนื่องแบบลูกโซ่ (Motor Chaining) คือการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่กับสิ่งเร้า และเกิดปฏิบัติตอบสนอง คือสามารถทำอะไรเป็นลำดับขั้นตอนเนื่องได้

4. การเรียนรู้จากความสัมพันธ์ทางภาษา (Verbal Association) เป็นการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและปฏิกิริยาตอบสนองซึ่งเกิดได้ด้วยถ้อยคำ

5. การเรียนรู้โดยสามารถจำแนกแยกแยะสิ่งต่าง ๆ (Multiple Discrimination) คือการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจอย่างกว้างขวางลึกซึ้ง สามารถแยกแยะประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้

6. การเรียนรู้มโนคติ (Concept Learning) คือการเรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะ หรือคุณสมบัติร่วมของข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยดูความเหมือนกัน และจัดพวกเข้ากันได้ และเรียนรู้ลักษณะของพวกที่จัดไว้

7. การเรียนรู้หลักการ (Principle Learning) คือการเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอด ตั้งแต่สองความคิดรวบยอดขึ้นไป เป็นลักษณะของกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

8. การเรียนรู้ในการแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการใช้หลักการหรือกฎเกณฑ์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น

จากลำดับขั้นของการเรียนรู้ จะมองเห็นความสัมพันธ์กันทุกขั้นโดยก่อนที่จะถึงขั้นการเรียนรู้มโนคตินั้น จะต้องผ่านขั้นต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานมาก่อนในขั้นต้น ๆ อาจผ่านกระบวนการคิดในสมองไม่มากนัก แต่จะเพิ่มขึ้นมากเรื่อย ๆ ในขั้นที่สูงขึ้น

#### 1.4 ความสำคัญของมโนคติ

มโนคติ เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้และการดำรงชีวิตของคน คนต้องสร้างมโนคติอยู่เสมอตราบเท่าที่มีสิ่งเร้ามาปะทะประสาทสัมผัส ทำให้เกิดการรับรู้

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 59-60) กล่าวว่ามโนคติมีความสำคัญสำหรับการเรียนการสอนและการดำรงชีพของมนุษย์มากในชีวิตประจำวันของทุกคนจะต้องพบกับปัญหาที่เกิดขึ้น ความต้องการตามวิถีทาง ของการดำรงชีวิต การแก้ปัญหา การตัดสินใจ หรือการแสวงหาความรู้ใด ๆ ล้วนแต่ต้องอาศัยมโนคติเป็นรากฐานแทบทั้งสิ้น เพราะมโนคติเป็นแก่นของความรู้หรือที่เรียกว่า “ความคิดหลัก” เมื่อสะสมเพิ่มพูนขึ้นเรื่อย ๆ จากประสบการณ์ต่าง ๆ ก็จะช่วยให้มีความคิดแตกฉานยิ่งขึ้นนี้อาจจะกล่าวได้ว่า ผู้ที่มีประสบการณ์มามากย่อมแก้ปัญหาได้ดีกว่าหรือมีประสิทธิภาพเหนือกว่าผู้ที่มีประสบการณ์น้อย ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องให้นักเรียนรู้มโนคติ เพราะนอกจากจะเป็นพื้นฐานของความคิดวินิจฉัยต่าง ๆ แล้วความรู้และเทคโนโลยีในปัจจุบันได้ก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง หลักสูตรการเรียนการสอนไม่สามารถจะบรรจุทุกเรื่องของวิทยาการความรู้นั้น ๆ ไว้ได้หมด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องมุ่งเน้นไปที่มโนคติ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวาง รวดเร็วถึงแก่นของความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับวารินทร์ รัตมีพรหม (2532 : 81) ที่กล่าวว่ามโนคติเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้ เรื่องราวต่าง ๆ ในโลกของเรา เพราะถ้าปราศจากการจับกลุ่มของเหตุการณ์หรือความคิดต่าง ๆ แล้ว เราจะต้องเรียนรู้แต่ละเหตุการณ์ หรือแต่ละความคิด ซึ่งจะมีมากมายเหลือเกิน เกินความสามารถในการจำของมนุษย์ได้

ไพเราะ ทิพยทัศน์ (2533 : 148-149) กล่าวถึงความสำคัญของมโนคติว่ามโนคติมีประโยชน์ต่อความเข้าใจ และการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้มาก และเป็นพื้นฐานที่จำเป็น

นวลจิต เขากีรติพงศ์ (2537 : 21) กล่าวว่า การเรียนรู้มโนคติ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้นถึงระดับสูงสุดได้ และนอกจากนั้นยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้ รวดเร็วขึ้น เพราะเกิดการจัดระบบของข้อมูลได้เรียบร้อยแล้วในสมอง เมื่อปะทะกับสิ่งเร้า ก็จะสามารถจำแนกจัดหมวดหมู่และเชื่อมโยงกับมโนคติเดิมที่มีอยู่ได้ง่าย

บรูเนอร์ (Bruner, 1966 : 231) ให้ความคิดว่าการสอนให้คนเกิดความรวบยอดในสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้จะเป็นประโยชน์ ดังนี้

1. ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีระบบไม่สับสน เรียนรู้ได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก
  2. ทำให้เกิดความประหยัดที่ไม่ต้องเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้มากเกินไปจนเกินความจำเป็น
  3. ทำให้สามารถนำความรู้ไปใช้ได้กว้างขวาง สร้างเสริมความรู้ต่อไปได้มากขึ้นและเร็วขึ้น
- ดีส์ (Deese. 1959 : 415) กล่าวว่า มโนคติเป็นรากฐานสำคัญของการเรียนมนุษย์จะคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด ย่อมขึ้นกับมโนคติเป็นสำคัญ

ออสซูเบล (Ausubel. 1968 : 505) ได้กล่าวไว้ว่า ในชีวิตประจำวันของทุกคนจะต้องพบกับปัญหาที่ต้องคิดอย่างหนัก และไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้คนอยู่ในโลกของมโนคติมากกว่าวัตถุ เหตุการณ์ สถานการณ์ การตัดสินใจ ล้วนแต่ต้องผ่านเครื่องกรองที่เป็นมโนคติทั้งสิ้น

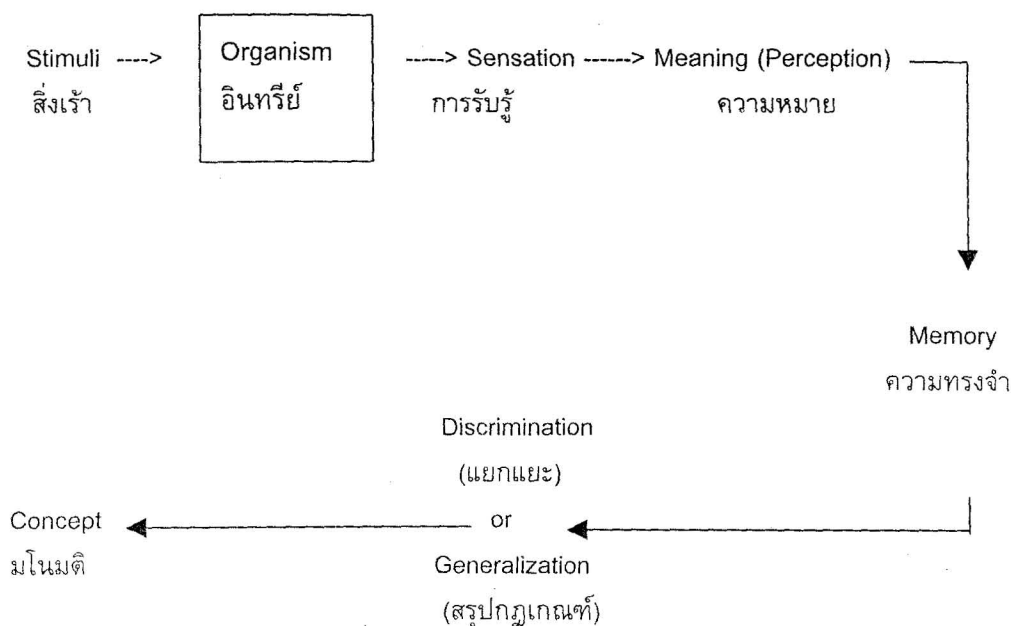
ฮัดจิ้นส์ (Hudgins. 1977 : 109) กล่าวถึงประโยชน์ของมโนคติไว้ว่ามโนคติเป็นความคิดที่คนสร้างขึ้นเพื่อจัดระบบประสบการณ์และความรู้ ลดความซับซ้อนของสิ่งต่าง ๆ ในโลก

จากเอกสารเกี่ยวกับความสำคัญของมโนคติที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า มโนคติเป็นความคิดพื้นฐานที่สำคัญของการคิดในลักษณะอื่น ๆ และกิจกรรมการสอนควรที่จะสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนคติเป็นอันดับแรก เพราะบุคคลที่มีมโนคติถูกต้องย่อมสามารถเข้าใจและเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ง่าย รวดเร็วและมีคุณภาพมากขึ้น

### 1.5 กระบวนการในการสร้างมโนคติ

การสร้างมโนคติ (concept formation) (หทัยรัช รังสุวรรณ. 2539 : 17 ; อ้างอิงจากดวงเดือน พันธุมนาวิน. 2522 ความสามารถทางภาษาไทยประมวลผลวิจัย.) ได้ให้แนวคิดไว้ คือ ความสามารถของบุคคลในการแยกแยะจัดหมวดหมู่ของวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เข้าเป็นกลุ่มเดียวกันได้ โดยอาศัยลักษณะร่วมหรือลักษณะที่เหมือนกันของสิ่งเร้านั้นเป็นเกณฑ์ในการจัดรวมอยู่ในประเภทเดียวกัน และแบ่งแยกสิ่งเร้าที่ไม่มีลักษณะร่วมนี้ออกไว้ในประเภทอื่นจึงเห็นได้ว่าการสร้างมโนคติต้องใช้กระบวนการสองชนิด คือ “กระบวนการเพินจำแนก” (discrimination) และ “กระบวนการแผ่ครอบคลุม” (generalization) ความสามารถในการสร้างมโนคติยังไม่ปรากฏ ถ้าเด็กยังอยู่ในขั้นการเคลื่อนไหวสัมผัสตามทฤษฎีที่พัฒนาการทางความคิด และสติปัญญาของเพียเจต์ กระบวนการเพินจำแนกและกระบวนการแผ่ครอบคลุมจะเริ่มปรากฏเข้าสู่ขั้นก่อนปฏิบัติการ คืออายุประมาณ 7 ปี แต่เด็กยังสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้คลุมเครือ และมีการจัดประเภทอย่างผิดพลาด เพราะการคิดเกี่ยวกับลักษณะร่วมของสิ่งเร้ายังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร เมื่อเด็กเข้าสู่ขั้นปฏิบัติการเชิงรูปธรรม เด็กจะสามารถสร้างมโนคติทางวัตถุได้ถูกต้องก่อน และเมื่อถึงขั้นสูงสุด คือขั้นปฏิบัติการแบบระบบ เด็กจึงจะสามารถสร้างมโนคติ เกี่ยวกับสัญลักษณ์ได้ ซึ่งก็เป็นช่วงอายุราว 14 ปี เป็นต้นไปจึงอาจคาดคะเนได้ว่าเด็กไทยจะเริ่มสร้างมโนคติขั้นต้นได้เมื่อเริ่มเข้าศึกษาในชั้นประถมศึกษาตอนต้น

นวลจิตต์ เขากีรติพงษ์ (2537 : 55-60) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนคติว่า มโนคติจะเกิดขึ้นไม่ได้เลยถ้าไม่มีประสบการณ์ ดังนั้นบุคคลที่มีประสบการณ์ต่างกันย่อมมีมโนคติแตกต่างกัน ในการสร้างมโนคติประสบการณ์ที่มากกว่า ทำให้มโนคติมีรายละเอียดและซับซ้อนมากขึ้น



ภาพประกอบ 1 แผนภูมิแสดงกระบวนการเกิดมโนคติ  
(นวลจิตต์ เซากีรติพงษ์ . 2537 : 57)

จากภาพประกอบ เมื่อ อินทรีย์ (Organization) ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า (Stimuli) ก็จะเกิดการรับรู้ (Sensation) เช่น เมื่อเด็กเห็นสัตว์ ชนิดหนึ่งมีสีขา ขนนุ่มยาวร้องเหมียว ๆ และแม่บอกว่า “แมว” เด็กจะรับรู้และเกิดการตีความ (Meaning) ว่าสิ่งที่มองเห็นนี้เรียกว่า “แมว” ในขณะนี้เด็กเกิดการรับรู้ที่มีความหมาย (Perception) เกี่ยวกับแมวแล้วเด็กจะเก็บการรับรู้ไว้ในความทรงจำ (Memory) ต่อมาเมื่อเด็กได้รับสิ่งเร้าใหม่ เป็นสัตว์สีขาเช่นกัน แต่ตัวโตกว่าและเห่าเสียงดัง เด็กก็จะรับรู้และเปรียบเทียบภาพของสิ่งเร้าใหม่กับการรับรู้เดิมเกี่ยวกับ แมวที่มีอยู่ เด็กจะแยกแยะไม่ออกในระยะแรกแต่ถ้าแม่ช่วยบอกสิ่งเร้าใหม่นี้คือ “สุนัข” เด็กก็จะสามารถแยกแยะความแตกต่าง (Discrimination) ระหว่างสุนัขกับแมวได้ทันที และยังได้เก็บการรับรู้ที่มีความหมายเกี่ยวกับสุนัขไว้ในความทรงจำอีกส่วนหนึ่งด้วย ต่อมาเมื่อเด็กได้รับสิ่งเร้าใหม่อีกเป็นแมวที่มีลักษณะแตกต่างออกไป เช่น มีสีหรือขนาดรูปร่างต่างกัน และแม่บอกว่าเป็นแมวอีก เด็กก็จะเกิดการสรุปกฎเกณฑ์ (Generalization) เกี่ยวกับแมวได้และสามารถสรุปมโนคติของแมวได้ในที่สุด

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า มโนคติเป็นพื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ และกระบวนการคิดในระดับสูงของบุคคล อันส่งผลต่อการพัฒนาความรู้ ความสามารถของนักเรียน ครูผู้สอน จึงควรแสวงหาและจัดกระบวนการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนคติของนักเรียน

### 1.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างมโนคติ

1. สิ่งเร้า สิ่งเร้าที่มีความชัดเจนสมบูรณ์จะช่วยให้ความสามารถแยกแยะ ความคล้ายคลึง และแตกต่างของวัตถุ สิ่งของที่พบใหม่ได้สะดวกขึ้น
2. ความสามารถในการรับรู้ ตีความและการบันทึกความจำบุคคลที่มีความสามารถรับรู้และตีความได้อย่างรวดเร็ว จำได้แม่นยำจะสามารถสร้างมโนคติได้เร็ว

3. ความสามารถในการแยกแยะเหตุการณ์หรือสิ่งเข้า บุคคลที่มีระดับสติปัญญาสูง มีความเฉลียวฉลาดย่อมมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ได้รวดเร็วกว่า
4. ความสามารถในการสร้างจินตนาการ บุคคลที่มีความสามารถในการสร้างจินตนาการได้ดี จะสามารถสร้างมโนคติได้ง่ายเพราะของบางอย่างเป็นนามธรรมไม่อาจมองเห็นได้
5. ความสามารถในการใช้ภาษา บุคคลที่มีความสามารถทางภาษาดีจะสามารถสื่อสารมโนคติ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

## 2. เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนคติและหลักการ

มโนคติเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ อยู่ในระบบโครงสร้างของความรู้ ความสำคัญของมโนคติในแต่ละมโนคตินั้นบางครั้ง จะมีความสัมพันธ์กันอันเป็นแนวทางสรุปเป็นหลักการกฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือนำไปใช้แก้ปัญหาและสร้างสรรค์ต่อไป กระบวนการที่จะเกิดหลักการได้จะต้องมีมโนคติอย่างน้อยตั้งแต่สองมโนคติขึ้นไปมาสรุปสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลกัน

### 2.1 แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนคติ

บรูเนอร์ (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537 : 174-176; อ้างอิงจาก Bruner, 1969. *The Process of Education*) ได้คิดค้นกระบวนการเรียนรู้โดยตั้งสมมติฐานขึ้นข้อหนึ่งซึ่งเป็นทฤษฎีการเรียนการสอนในหนังสือ *The Process of Education* ว่า "วิชาใด ๆ ก็ตามสามารถสอนให้เด็กเรียนรู้ได้เข้าใจได้อย่างได้ผลจริงจิงในบางลักษณะไม่ว่าผู้เรียนจะเป็นใคร ในระดับวุฒิภาวะใด แต่ขึ้นอยู่กับการสอนที่เหมาะสมกับวัยวุฒิภาวะ และกลุ่มเป้าหมาย" บรูเนอร์เป็นผู้นำในการคิดว่า กระบวนการสอนที่จะให้ผู้เรียนเรียนให้ผลดีในระยะสั้น คือ การเรียนการสอน "แก่น" หรือ "สาระ" ของวิชานั้น ๆ โดยพยายามศึกษาโครงสร้างของแต่ละวิชา และทำความเข้าใจเรื่องที่สำคัญ ๆ ในวิชาหรือแก่นที่สำคัญให้ได้ และวิธีการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนคติจะเป็นกระบวนการมากกว่าเนื้อหาสาระ ส่วนทางด้านตัวผู้สอนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะจัดกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต้องคำนึงถึงองค์ประกอบ 4 ประการคือ

1. ผู้สอนต้องเข้าใจธรรมชาติของวิชาและโครงสร้างของวิชาอย่างชัดเจน นอกจากนี้ผู้สอนต้องรู้จักวิธีที่จะถ่ายทอดโครงสร้างวิชานั้น ๆ ให้กับผู้เรียน
2. ผู้สอนต้องรู้จักและเข้าใจผู้เรียนเป็นอย่างดี เพื่อจัดบรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อสภาพการเรียนการสอนอันเหมาะสมกับผู้เรียน
3. การจัดประสบการณ์เรียน จะต้องฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้เหตุผลและกล้าแสดงในสิ่งที่เขาคิด การแก้ปัญหาและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
4. ผู้สอนต้องสามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความศรัทธา ความชอบที่จะเรียนรู้ เพราะแรงจูงใจเป็นสิ่งสำคัญมากที่ส่งผลต่อการเรียนรู้อย่างมาก

### 2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525 : 31-32) ได้เสนอหลักการในการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติแก่นักเรียนไว้ดังนี้

1. การใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับบทเรียนและวุฒิภาวะของนักเรียน
2. ควรจะต้องจัดประสบการณ์ตรงให้นักเรียนได้สัมผัสของจริงมากที่สุด เท่าที่โอกาสจะอำนวย

แต่อย่างไรก็ตาม การนำประสบการณ์รื่อง เช่น รูปภาพ ทุ่งจำลอง หรือภาพยนตร์ ฯลฯ มาใช้ในการสอนก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสัมพันธ์ทางความคิดด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดมโนคติขึ้นมาด้วยตนเองได้

3. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนส่งเสริม ให้อุจจกคิดหาเหตุผล รู้จักสังเกต และรู้จักจำแนกลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ออกมาให้เห็นอย่างเด่นชัด สิ่งเหล่านี้จะทำให้เขามีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้น อันจะนำไปสู่การสร้างมโนคติต่อไป

4. ควรเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียน

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 62) กล่าวว่าการสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การจัดกิจกรรมของผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นตัวความรู้ประเภทมโนคติ และส่วนที่เป็นกระบวนการวิทยาศาสตร์นับว่าเป็นการเสริมสร้างนิสัยในการแสวงหาความรู้ และฝึกฝนให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นนั่นเอง และได้เสนอแนะแนวทางในการสอนมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ครูสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในลักษณะที่น่าสงสัย ท้าทาย ยั่วให้นักเรียนแสวงหาความรู้

2. ครูสร้างคำถาม เพื่อนำทางนักเรียนไปสู่การแก้ปัญหา เช่น การแก้ปัญหาโดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามประเภทให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์คาดคะเนคำตอบตามแนวทางของสมมติฐาน แล้วดำเนินการทดสอบหรือพิสูจน์ สมมติฐานและสรุปผล

3. ครูพยายามให้นักเรียนสรุป เป็นมโนคติตามความเข้าใจของตนเองโดยอยู่ภายในการดูแลของครู

4. ครูควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกนามโนคติที่ได้เรียนรู้นั้นไปแก้ปัญหาใหม่เพื่อเสริมสร้างเกี่ยวกับการเรียนรู้มโนคตินั้น ๆ อย่างกว้างขวางและลึกซึ้งขึ้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 19-20) ได้ให้แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนมโนคติไว้ว่า วิธีการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนเกิดมโนคติจะเน้นกระบวนการ (Process) วิธีการสืบเสาะหาความรู้มากกว่าการมุ่งเน้นที่ (Contents) สำหรับตัวผู้สอนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะจัด กระบวนการเรียนการสอนมโนคติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรคำนึงถึงองค์ประกอบ 4 ประการคือ

1. ก่อนจะสอนหนังสือจะต้องศึกษา เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของวิชาและโครงสร้างของวิชานั้น ๆ ให้นักเรียน เพื่อให้เข้าใจง่ายเกี่ยวกับสาระที่นำไปสู่มโนคติที่แท้จริง ผู้เรียนจะได้เข้าใจถึงแก่นแท้ของวิชาได้ง่าย ไม่เสียเวลาการเรียนและการสอคล้องกับความสามารถของผู้เรียน

2. ผู้สอนจะต้องรู้จักและเข้าใจผู้เรียนอย่างดีเกี่ยวกับธรรมชาติของผู้เรียนในด้านการเจริญเติบโต ความพร้อม ความสนใจ ความต้องการ รวมทั้งประสบการณ์เดิมของผู้เรียนและผู้สอนจะต้องจัดบรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อสภาพการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับบุคลิกภาวะของผู้เรียนด้วย

3. การจัดประสบการณ์การเรียนพยายามส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เหตุผลและกล้าแสดงในสิ่งที่เขาคิด การแก้ปัญหา การส่งเสริมความริเริ่มสร้างสรรค์ รวมทั้งการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดภายในใจหรือการฉุกคิด (Intuitive Thinking) ปัจจัยเหล่านี้จะช่วยเสริมกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การหาเหตุผล การสร้างสมมติฐาน การเก็บข้อมูล และการพิสูจน์ว่าเป็นจริงหรือไม่

4. ผู้สอนจะต้องสามารถสร้างแรงจูงใจ ให้ผู้เรียนเกิดความศรัทธา ความชอบที่จะเรียนรู้ ส่วนการสร้างแรงจูงใจภายนอกนั้นจะออกแบบกิจกรรมอย่างไรจึงจะทำให้ผู้เรียนสนุกและสนใจกับการเรียน

อนึ่งการสร้างแรงจูงใจภายในสำหรับผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะจะมีอิทธิพลและส่งผลต่อการเรียนรู้เป็นอย่างไร

นวลจิต เขากีรติพงศ์ (2537 : 24-27) ได้กล่าวถึงการสอนมโนคติ ไว้ว่า

1. ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้มโนคติได้ดีเมื่อมีโอกาสได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
2. การนำเสนอสิ่งเร้าที่ชัดเจน การชี้แนะให้เห็นความแตกต่างของสิ่งเร้าอย่างชัดเจน และการชี้แนะให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนคติได้เร็วขึ้น
3. การส่งเสริมความสามารถทางการใช้ภาษาอย่างถูกต้องจะช่วยให้ผู้เรียนแสดงออกถึงการเรียนรู้มโนคติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้มโนคติได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความคงทนต่อการเรียนรู้สูงเมื่อได้มีโอกาสนำการเรียนรู้มโนคตินั้นไปใช้ประโยชน์

ไทเลอร์ (Tyler, 1965 : 148-150) ได้กล่าวถึงการสอนให้เกิดมโนคติว่า การเรียนรู้จะต้องเกิดจากการกระทำของนักเรียนเอง การที่ครูให้หลักการและข้อสรุปแก่นักเรียนโดยตรง นักเรียนจะจดจำสิ่งที่ครูให้โดยปราศจากความเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ อย่างแท้จริงซึ่งเป็นอันตรายต่อเด็กมาก เขาเชื่อว่าวิธีการแก้ไขเหตุการณ์ดังกล่าว ก็คือพยายามให้นักเรียนสร้างหลักการ (Principle) ด้วยคำพูดของเขาเอง ในทำนองเดียวกันการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นความจริงทางวิทยาศาสตร์ได้ลึกซึ้งและรวดเร็ว

นอกจากนี้ ดีเซคโค (Dececco, 1968 : 402-416) ได้เสนอแนะวิธีสอนเพื่อสร้างมโนคติไว้

9 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1. กำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังของนักเรียนว่า จะต้องแสดงพฤติกรรมอะไรบ้าง หลังจากที่ได้เรียนรู้มโนคตินั้นไปแล้ว
2. ลดจำนวนคุณลักษณะที่ซับซ้อนลง แล้วเน้นคุณลักษณะที่สำคัญให้ชัดเจนขึ้น
3. ใช้ภาษาที่นักเรียนเข้าใจเพื่อเป็นสื่อกลางของมโนคติ
4. เสนอตัวอย่างของมโนคติที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียน
5. เสนอตัวอย่างที่ละอันในเวลาต่อเนื่องกัน หรือพร้อม ๆ กัน
6. เสนอตัวอย่างที่เกี่ยวข้องอันใหม่ และให้นักเรียนบอกมโนคติของสิ่งนั้น ๆ หรือไม่ถ้านักเรียนบอกได้แสดงว่าเข้าใจ
7. การตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเสนอตัวอย่างที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องให้นักเรียนเลือกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องเท่านั้น
8. ให้นักเรียนให้คำจำกัดความของมโนคตินั้น ถ้านักเรียนมีความเข้าใจจะสามารถให้คำจำกัดความได้
9. จัดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนตอบสนองและให้แรงเสริม

### 2.3 วิธีสอนให้เกิดมโนคติ

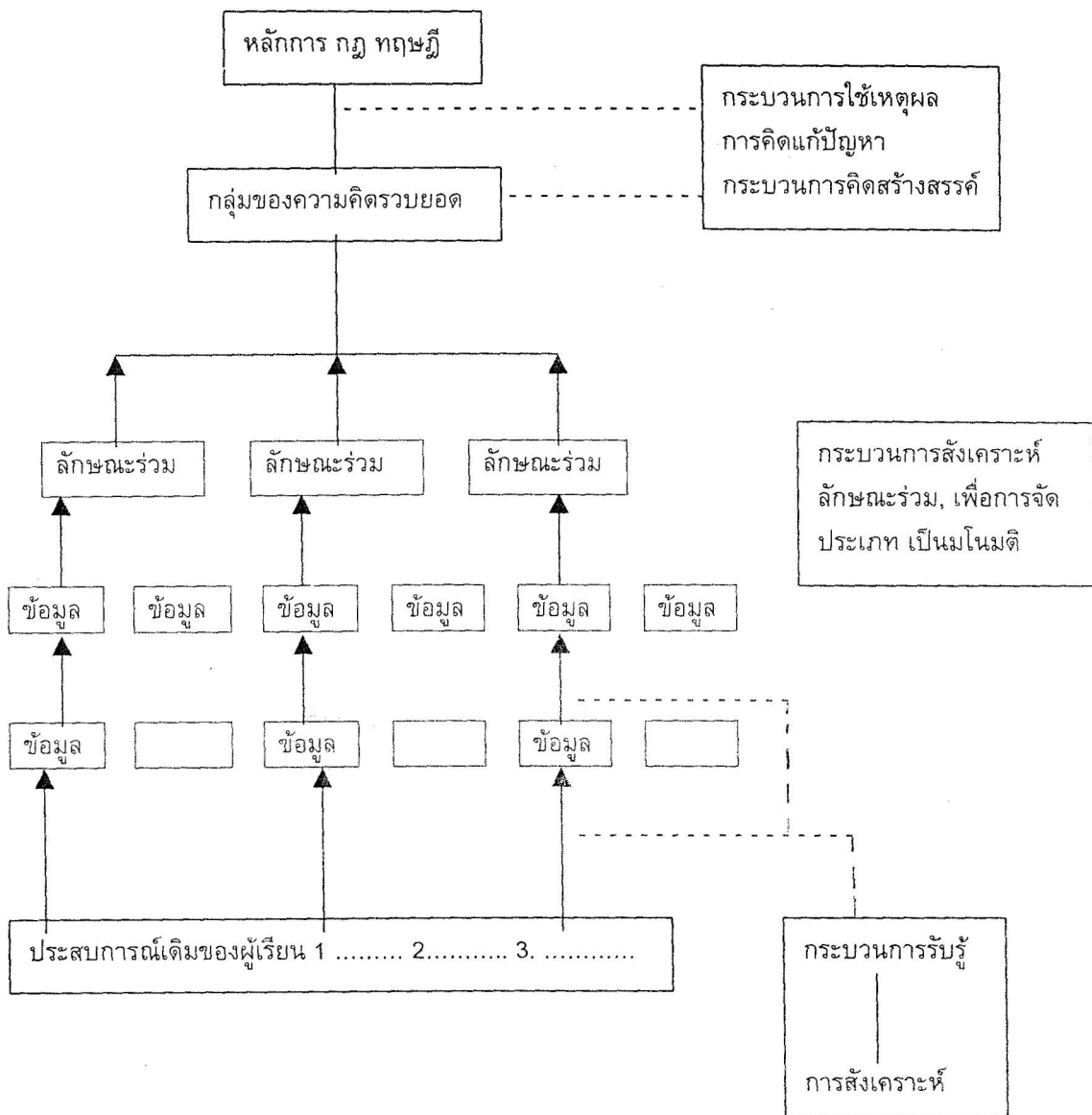
วิชัย วงษ์ใหญ่ (2537 : 179) ได้เสนอวิธีสอนเพื่อให้เกิดมโนคติ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง (data or fact) จะเป็นปัจจัยพื้นฐานที่จะบ่งชี้ให้ผู้เรียนสังเกต จำแนก ตรวจสอบ และนำมาประกอบการพิจารณากระบวนการคิดว่าสาระที่แท้ของข้อมูลเพื่อจะนำไปสู่การสังเคราะห์เป็นลักษณะร่วมต่อไป

2. มโนคติ (concept) คือ กระบวนการเพินจำแนกของผู้เรียนที่สังเคราะห์มาจากข้อมูลในข้อที่ 1 เช่น ลักษณะร่วม คุณสมบัติ ประเภท ความจริง แสดงความจริงที่สอดคล้องกันรวมทั้งการแสดงความเป็นเหตุเป็นผลกัน เป็นต้น

3. ความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติต่าง ๆ หรือแนวคิด (generalization) คือกระบวนการที่ผู้เรียนสามารถนำมโนคติต่าง ๆ มาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ว่ามีมโนคติใดบ้างมีความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลกัน ซึ่งจะเป็นแนวทางสรุปเป็นหลักการหรือความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น

4. หลักการ (principles) คือ กระบวนการที่ผู้เรียนนำแนวคิดที่สรุปได้เป็นหลักการในข้อที่ 3 นำไปใช้แก้ปัญหา สร้างสรรค์ หรือนำหลักการที่ได้มาตั้งเป็นสมมติฐาน เพื่อจะแสวงหาความรู้ใหม่ต่อไป เพื่อจะทำให้กระบวนการสอนนี้แจ่มชัดขึ้นอีก ขอยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมสำหรับขั้นตอนการสอนแนวคิดหรือหลักการดังนี้



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิกระบวนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนคติและหลักการ  
(วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537 : 178)

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนคติ พบว่ากระบวนการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดมโนคติ ผู้สอนจะต้องกระตุ้นคิดและกระทำด้วยตนเองมากที่สุด ส่วนบทบาทของผู้สอนจะเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะเท่านั้น และพบว่ากระบวนการสอนมโนคติ เป็นการฝึกกระบวนการคิดให้กับผู้เรียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 ปีพุทธศักราช 2540 – 2544 : 46 - 47

ปัจจัยที่สร้างให้ผู้เรียนมีคุณสมบัติด้วยการคิดเป็นนั้น เงื่อนไขสำคัญอยู่ที่ตัวผู้สอนจะต้องมีกรอบความคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนมโนคติ ซึ่งจะนำไปสู่การวางแผนการสอนการออกแบบและจัดกระบวนการเรียนการสอนและการประเมินผลสอดคล้องกับธรรมชาติ วัย และวุฒิภาวะของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนได้รับการพัฒนาอย่างถูกต้อง เขาจะเป็นผู้มีคุณสมบัติพื้นฐานของกระบวนการคิด การสืบค้นและการแสวงหาวิธีการเรียนต่อไป ผู้วิจัยจึงสนใจการสอนโดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนผังมโนคติมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

### 3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ

#### 3.1 ความหมายของแผนผังมโนคติ

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของแผนผังมโนคติไว้ดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 24) ได้สรุปไว้ว่าแผนผังมโนคติเป็นปัจจัยที่สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับการสร้างมโนคติแก่ผู้เรียน

มนัส บุญประกอบ (2533 : 26) ได้สรุปความหมายของแผนผังมโนคติไว้ว่า แผนผังมโนคติมีลักษณะเป็นแผนภูมิอย่างหนึ่ง ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติด้วยเส้นและ คำเชื่อมโยงที่ประโยคหรือข้อความที่มีความหมายได้

หทัยรัช รังสุวรรณ (2539 : 7) กล่าวว่าแผนผังมโนคติหมายถึงแผนภาพที่ประกอบด้วยกลุ่มมโนคติ เชื่อมโยงเข้าด้วยกันโดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ระบุมโนคติที่สำคัญ
2. จัดลำดับมโนคติจากมโนคติที่มีความหมายกว้างมากที่สุด จนถึงมโนคติที่มีความหมาย

เฉพาะเจาะจง

3. เชื่อมโยงมโนคติต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม

4. ทบทวนมโนคติที่สร้างขึ้น

ประทีป ชูหมั่นไวย์. (2540 : 12) ให้ความหมายของแผนผังมโนคติว่าแผนผังมโนคติหมายถึง แผนผังที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีความหมายระหว่างมโนคติตั้งแต่ 2 มโนคติขึ้นไปในลักษณะ 2 มิติ ด้วยคำเชื่อมทำให้เกิดประโยคที่มีความหมายแสดงถึงความรู้ใหม่เข้าเชื่อมโยงกับความรู้อื่นในโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน โดยมีมโนคติที่มีความหมายกว้างและครอบคลุมอยู่บนสุดของแผนผัง แล้วลดลำดับลงมาเป็นมโนคิตรง ซึ่งแสดงลักษณะเดิมขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดได้เป็นมโนคติเฉพาะเจาะจง

โนแวก และ โกวิน (Novak and Gowin, 1984 : 15) กล่าวถึงแผนผังมโนคติว่า“แผนผังมโนคติเป็นสิ่งที่ชี้แทนความสัมพันธ์อย่างมีความหมายระหว่างมโนคติในรูปของประพจน์ (Proposition)”

มอไรรา (Moreira, 1979 : 283) ให้ความหมายของแผนผังมโนคติว่า “แผนผังมโนคติหมายถึง แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติอย่างมีลำดับขั้น เพื่อจะแสดงให้เห็นการจัดมโนคติของวิชาใดวิชาหนึ่ง หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของวิชานั้น ซึ่งอาจจะมีทิศทางเดียวหรือสองทิศทางหรือมากกว่า”

คลิเบิร์น (Cliburn. 1987 : 426) “แผนผังมโนคติเป็นเครื่องมือที่ใช้เสนอกรอบความคิดและความสัมพันธ์ของมโนคติที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบ”

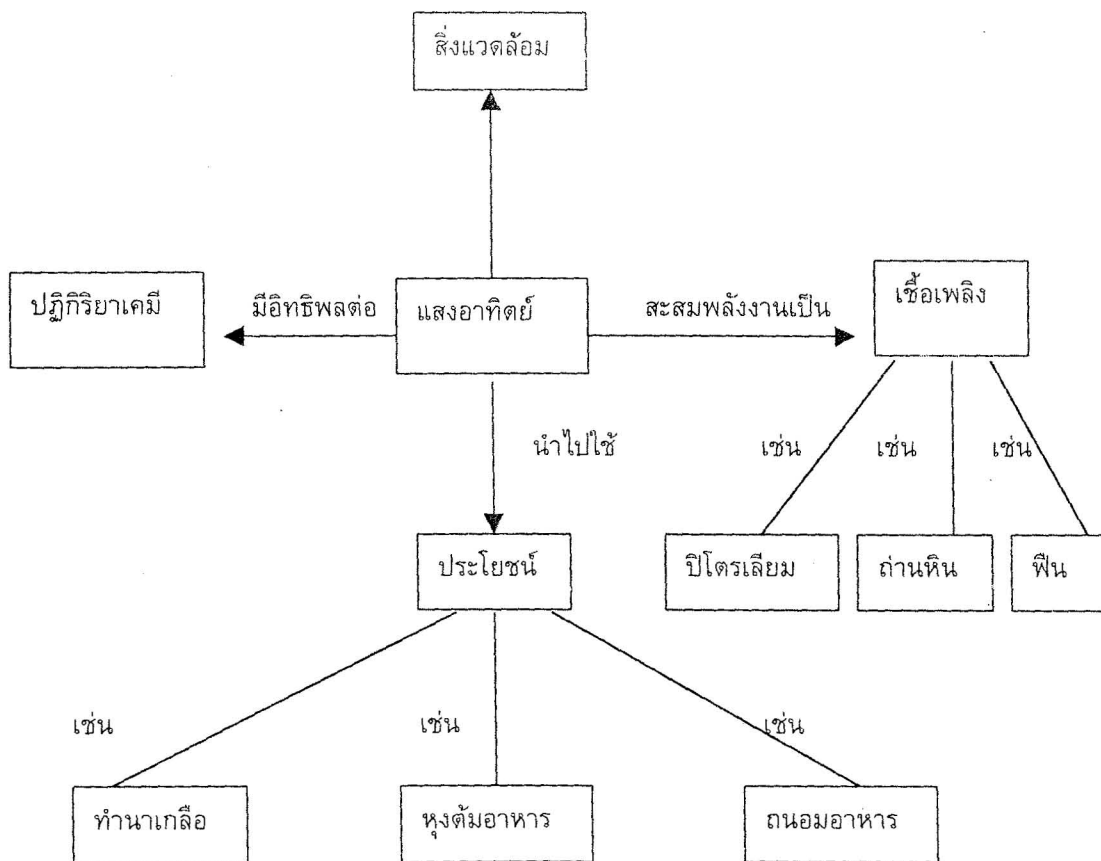
จากความหมายของแผนผังมโนคติที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แผนผังมโนคติหมายถึง แผนผังที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์กันอย่างมีความหมายของมโนคติตั้งแต่ 2 มโนคติขึ้นไป ในลักษณะ 2 มิติ ระหว่างมโนคติจะเชื่อมด้วยคำเชื่อม โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ระบุมโนคติที่สำคัญ
2. จัดลำดับมโนติจากมโนคติที่มีความหมายกว้างมากที่สุดจนถึงมโนคติที่มีความหมายเฉพาะเจาะจง
3. เชื่อมโยงมโนคติต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม
4. ทบทวนมโนคติที่สร้างขึ้น

### 3.2 ประเภทของแผนผังมโนคติ

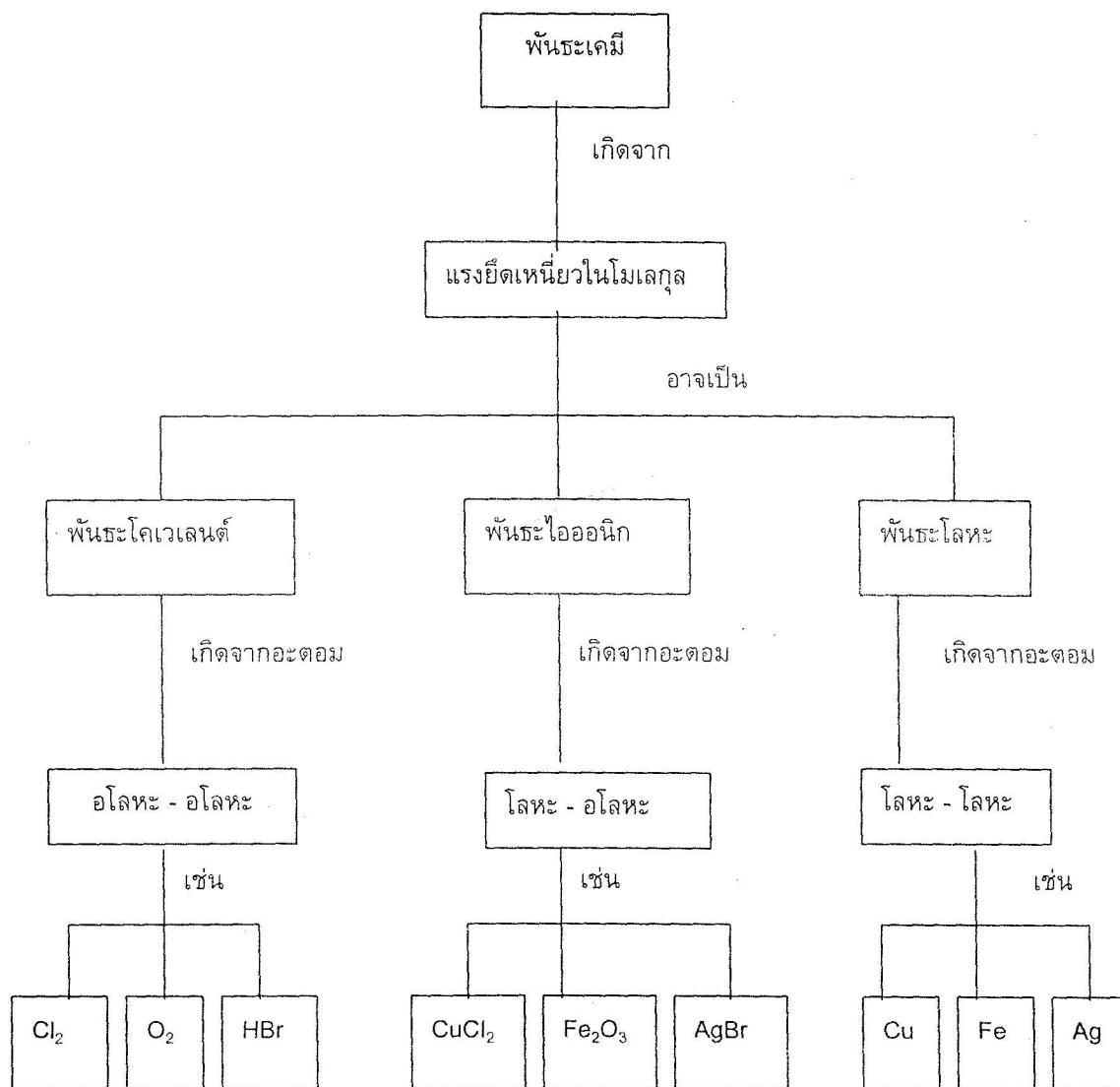
มนัส บุญประกอบ. (2533 : 27-29) ได้จำแนกประเภทของแผนผังมโนติออกเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1. ชนิดกระจายออก (point grouping) เป็นแผนผังมโนคติที่เริ่มจากคำที่เป็นมโนคติหลัก จะเชื่อมโยงกระจายออกไปทุกทิศทางเพื่อเชื่อมต่อกับมโนติย่อย ๆ ดังแสดงในภาพประกอบ 3



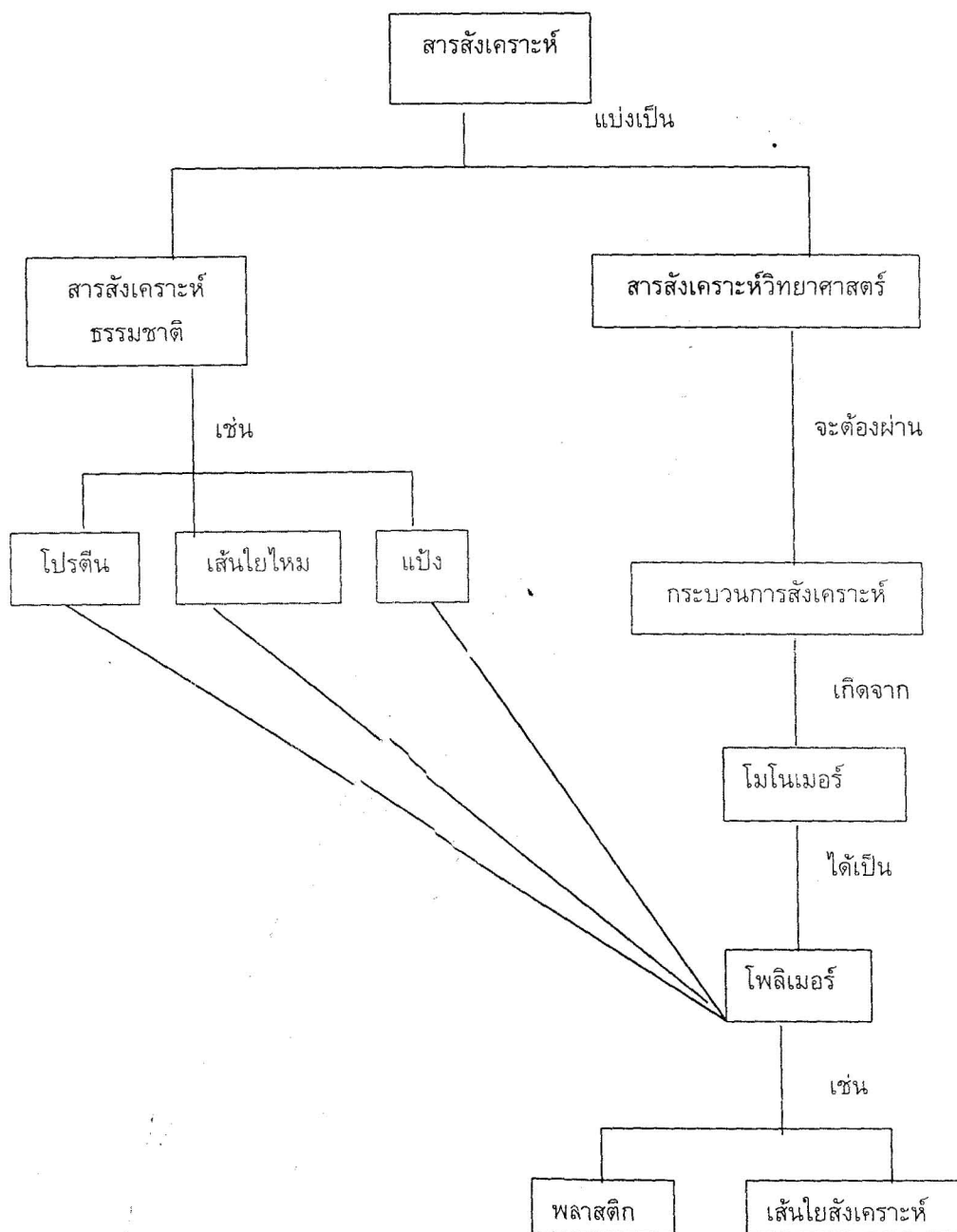
ภาพประกอบ 3 แสดงตัวอย่างแผนผังมโนติชนิดกระจายออก (มนัส บุญประกอบ. 2533 ข : 27)

2. ชนิดปลายเปิด (open grouping) เป็นแผนผังมโนคติที่แสดงการเชื่อมโยงกลุ่มมโนคติต่าง ๆ สดหลั่นกันลงไปตามลำดับความสำคัญของมโนคติที่ผู้เขียนกำหนดไว้ ดังแสดงในภาพประกอบ 4



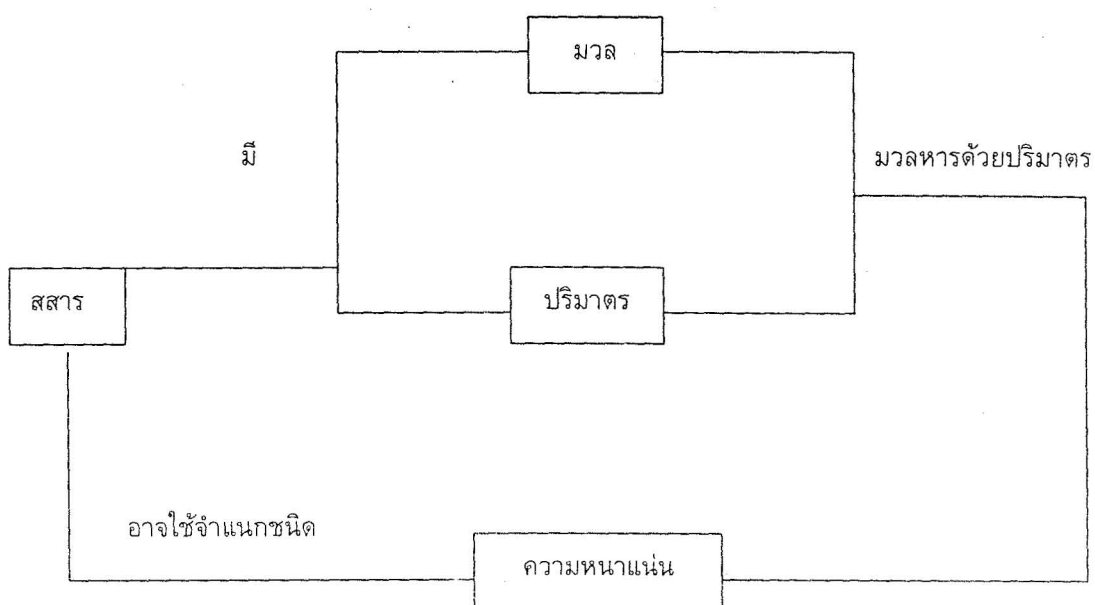
ภาพประกอบ 4 แสดงตัวอย่างแผนผังมโนคติชนิดปลายเปิด  
(มนัส บุญประกอบ, 2533ช : 28)

3. ชนิดเชื่อมโยง (linked grouping) เป็นแผนผังมโนคติที่มีลักษณะคล้ายกับชนิดปลายเปิด แต่มีการเชื่อมโยงข้ามชุดระหว่างมโนคติได้ดังแสดงในภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงตัวอย่างแผนผังมโนคติชนิดเชื่อมโยง  
(มนัส บุญประกอบ, 2533ข : 28)

4. ชนิดปลายปิดหรือล้อมเป็นวง (closed grouping) เป็นแผนผังมโนคติที่ค่อนข้างจะมีลักษณะจำกัดอยู่ในตัวเอง ดังแสดงในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แสดงตัวอย่างแผนผังมโนคติชนิดปลายปิด  
(มนัส บุญประกอบ. 2533ช : 296)

จากการจำแนกประเภทของแผนผังมโนคติ จะเห็นได้ว่าแต่ละประเภทมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายประการ ซึ่งมีทั้งข้อดีและจำกัดที่ไม่เหมือนกัน บางประเภทใช้เขียนได้ซับซ้อนกว้างขวาง บางประเภทได้ค่อนข้างจำกัด ซึ่งจะใช้ประเภทใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับเหตุผลของผู้ใช้ว่าจะเลือกประเภทใด

การสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนคติ

โนแวก (สุนีย์ สอนตระกูล. 2535 : 73-74 ; อ้างอิงจาก Novak. 1984. *Learning how to Learn.*) ได้เสนอแนวทางการสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนคติ โดยเสนอแนวทางไว้ดังนี้

กิจกรรมการเตรียมตัวในการสร้างแผนผังมโนคติ

1. ครูให้ชุดของคำที่นักเรียนคุ้นเคย 2 ชุด โดยเขียนบนกระดานดำหรือเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ คำชุดหนึ่งเป็นวัตถุ เช่น รถยนต์ สุนัข แก้ว ไม้ เมฆ หนังสือ ฯลฯ คำอีกชุดหนึ่งเป็นเหตุการณ์ เช่น ฝนตก การเล่น การซักผ้า การคิด เสียงฟ้าร้อง งานวันเกิด ฯลฯ แล้วนักเรียนบอกความแตกต่างของคำทั้ง 2 ชุดเพื่อช่วยให้นักเรียนบอกได้ว่าคำชุดแรกเป็นวัตถุ ส่วนชุดหลังเป็นเหตุการณ์

2. ให้นักเรียนอธิบายถึงสิ่งที่คิดเมื่อได้ยินคำต่าง ๆ เช่น รถยนต์ สุนัข ฯลฯ และครูอธิบายให้เห็นว่า แม้ว่าเราจะใช้คำเดียวกัน แต่ทุกคนก็ยังคงคิดสิ่งที่มีความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ภาพที่เกิดขึ้นในสมองสำหรับคำเหล่านี้ คือ "มโนคติ" แล้วอธิบายความหมายของมโนคติ

3. ทำกิจกรรมเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่ใช้ชุดของคำที่เป็นเหตุการณ์ และชี้ให้เห็นความแตกต่างที่เกิดขึ้นในสมอง และครูเพิ่มเติมว่าการที่คนเราเข้าใจไม่ตรงกันเป็นเพราะว่าแต่ละคนมีมโนคติที่ไม่เหมือนกัน

แม้ว่าจะเป็นมโนคติของสิ่งเดียวกัน คำเป็นสิ่งที่บอกมโนคติ แต่คนเราได้รับความหมายของคำแต่ละคำแตกต่างกัน จึงทำให้เกิดมโนคติแตกต่างกัน

4. ครูเขียนคำเหล่านี้บนกระดาน where, the, is, then, with และ ถามนักเรียนว่าเกิดภาพอะไรขึ้นในใจเมื่อได้ยินคำเหล่านี้ คำเหล่านี้ไม่ใช่คำที่ทำให้เกิดมโนคติเราเรียกคำเชื่อม (linking words) จะใช้เชื่อมระหว่างมโนคติเพื่อสร้างประโยคที่มีความหมาย

5. ครูอธิบายว่าวิสามานยนาม ไม่ใช่คำที่ทำให้เกิดมโนคติ แต่เป็นเพียงชื่อเฉพาะของคน เหตุการณ์ สถานที่ หรือวัตถุ ครูยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างคำสามัญที่แสดงเหตุการณ์หรือวัตถุ กับคำวิสามานยนามซึ่งเป็นคำเฉพาะ เช่น ชื่อคน

6. ครูยกตัวอย่างมโนคติ 2 มโนคติและคำเชื่อม แล้วสร้างเป็นประโยคสั้น ๆ บนกระดานเพื่อให้เห็นการเชื่อมกันระหว่างมโนคติและคำเชื่อม เพื่อให้เกิดความหมาย ตัวอย่าง เช่น สุนัขกำลังวิ่ง ท้องฟ้ามีเมฆ

7. ให้นักเรียนสร้างประโยคสั้น ๆ ของนักเรียนเอง แล้วให้บอกว่าคำใดเป็นมโนคติและคำใดเป็นคำเชื่อม

8. ถ้ามีนักเรียนต่างภาษาอยู่ในชั้น ก็ให้นักเรียนคนนั้นบอกคำที่เป็นวัตถุหรือเหตุการณ์เป็นภาษาของเขา แล้วบอกให้นักเรียนในชั้นทราบว่าเขาไม่ใช้สิ่งที่จะใช้บอกมโนคติ แต่เป็นเครื่องช่วยในการเรียนมโนคติ

9. ให้คำใหม่ที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคย เช่น dire, terse หรือ canis ซึ่งมีความหมายเฉพาะเจาะจง แล้วครูอธิบายให้นักเรียนเห็นว่าความหมายของมโนคติไม่แน่นอนอาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเรียนมากขึ้น

10. เลือกตำราเรียนบางหน้า แล้วพิมพ์แจกนักเรียน ให้นักเรียนอ่านข้อความนั้นและบอกมโนคติที่สำคัญ ซึ่งมักจะพบมโนคติที่เกี่ยวข้องกัน 10-20 มโนคติ ใน 1 หน้า และให้นักเรียนเลือกคำที่ใช้เชื่อม และคำที่เป็นมโนคติสำคัญจากเรื่องนั้น

#### กิจกรรมการสร้างแผนผังมโนคติ

1. เลือกข้อความจากตำราเรียนหรือสิ่งพิมพ์อื่น 1-2 ย่อหน้า ให้นักเรียนอ่านแล้วเลือกมโนคติที่สำคัญ ซึ่งเป็นมโนคติที่ทำให้เกิดความเข้าใจความหมายของตำราที่อ่าน แล้วนำมโนคติเหล่านี้เขียนบนกระดาน จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายว่ามโนคติใดสำคัญที่สุด มโนคติใดที่มีความหมายกว้างที่สุด

2. เขียนมโนคติที่มีความหมายกว้างที่สุดไว้ด้านบน แล้วเรียงลำดับมโนคติจากมโนคติที่กว้างไปสู่แคบ ซึ่งนักเรียนอาจจะเรียงลำดับไม่ตรงกันทำให้เห็นว่าความหมายจากตำราอาจจะมองได้หลายแบบ

3. ให้นักเรียนเริ่มสร้างแผนผังมโนคติ โดยใช้ชุดของคำที่เรียงลำดับไว้ก่อนและเลือกคำที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติ วิธีที่จะช่วยฝึกนักเรียนให้สร้างแผนผังมโนคติได้คือเขียนคำเชื่อม และมโนคติลงในกระดาษแผ่นสี่เหลี่ยมแล้วนำมาทดลองจัดแผนผังมโนคติจนกระทั่งได้แผนผังมโนคติที่เหมาะสม

4. สังเกตมโนคติใดในแผนที่สามารถเชื่อมโยงกันได้ระหว่างสายของมโนคติแล้วให้นักเรียนช่วยกันหาคำเชื่อม

5. แผนผังมโนคติที่สร้างขึ้นในครั้งแรกอาจจะวางมโนคติไว้ไม่เหมาะสม ก็ควรจะสร้างใหม่ และชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าบางครั้งเราต้องสร้างแผนผังมโนคติใหม่ 2-3 ครั้งจึงจะได้แผนผังมโนคติที่ดี

6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ เกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนแผนผังมโนคติแล้วให้คะแนนแผนผังมโนคติที่สร้างขึ้นพร้อมทั้งชี้ให้เห็นจุดที่ควรเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับปรุง

7. ให้นักเรียนเลือกบางส่วนของตำราเรียนหรือหนังสืออื่น แล้วดำเนินการตามขั้นตอน 1-6 ด้วยตนเองหรือเป็นกลุ่ม 2-3 คน
8. เสนอแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยเขียนบนกระดาน หรือเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ แล้วให้นักเรียนที่เป็นผู้สร้างเป็นผู้อ่านแผนผังมโนทัศน์ และอธิบายให้เพื่อนในชั้นฟัง จะทำให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น
9. ให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่เร้าใจ เช่น งานอดิเรก กีฬา ฯลฯ ซึ่งอาจจะติดไว้ที่ฝาผนังห้อง แล้วให้มีการวิจารณ์ระหว่างผู้ที่สนใจ
10. รวบรวมคำถามจากการสร้างแผนผังมโนทัศน์ แล้วใส่ไว้ในการทดสอบเพื่อแสดงให้เห็นว่าแผนผังมโนทัศน์เป็นการประเมินผลที่สามารถแสดงถึงความเข้าใจเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ได้

### 3.3 ทฤษฎีพื้นฐานของการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์

หัทธรัตน์ รังสุวรรณ. (2539 : 34) ได้แบ่งการเรียนรู้เป็น 2 ชนิดคือ

1. การเรียนรู้แบบรับรู้ (reception learning)
2. การเรียนรู้แบบค้นพบ (discover learning)

การเรียนรู้แต่ละแบบยังแบ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย (meaningful learning) กับการเรียนรู้แบบท่องจำ (rote learning) จึงทำให้การเรียนรู้ทั้งหมด 4 แบบ

1. การเรียนแบบรับรู้อย่างมีความหมาย
2. การเรียนแบบรับรู้โดยการท่องจำ
3. การเรียนแบบค้นพบอย่างมีความหมาย
4. การเรียนแบบค้นพบโดยการท่องจำ

1. การเรียนแบบรับรู้อย่างมีความหมาย เป็นการเรียนที่ได้รับการสอนสิ่งใหม่ ๆ อย่างครบถ้วน และผู้เรียนนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่

2. การเรียนแบบรับรู้โดยการท่องจำ เป็นการเรียนที่ผู้เรียนได้รับการสอนสิ่งใหม่ ๆ อย่างครบถ้วนและผู้เรียนท่องจำไว้

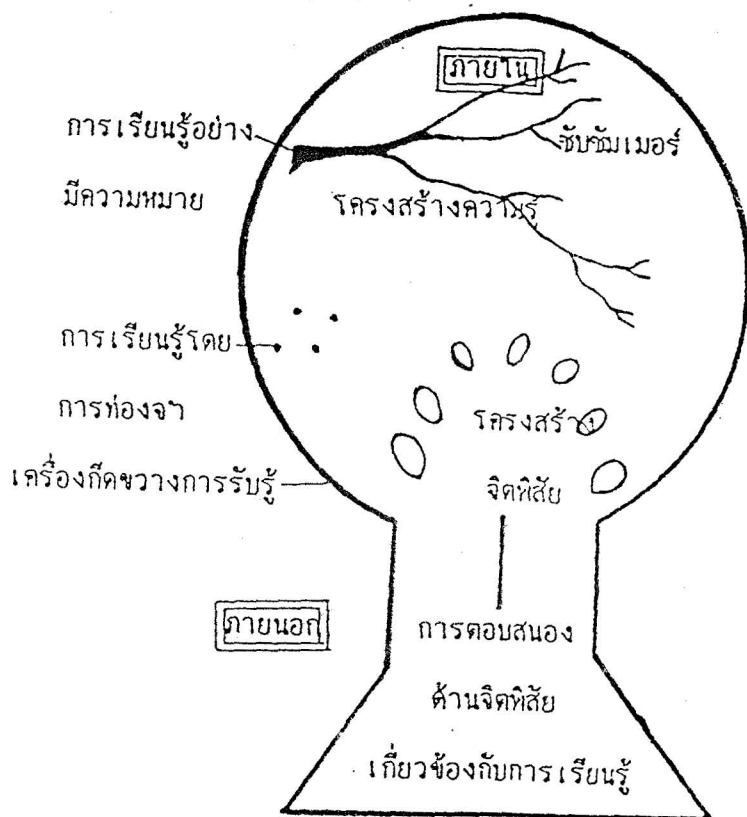
3. การเรียนแบบค้นพบอย่างมีความหมาย เป็นการเรียนที่ผู้เรียนค้นหาคำตอบเอง และนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่

4. การเรียนแบบค้นพบโดยการท่องจำ เป็นการเรียนที่ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง แต่ท่องจำ

การสร้างแผนผังมโนทัศน์พื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล (Ausubel, 1968 : 15) ซึ่งมีแนวคิดว่าคุณครูจะสอนสิ่งที่สัมพันธ์กับความรู้ที่นักเรียนมีอยู่เดิม ความรู้ที่มีอยู่เดิมนี้อยู่ในโครงสร้างของความรู้ (Cognitive structure) ซึ่งเป็นข้อมูลที่สะสมอยู่ในสมอง และมีการจัดระบบไว้เป็นอย่างดี มีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เก่าและความรู้ใหม่อย่างมีระดับชั้น ดังนั้นโครงสร้างของความรู้จะใช้เป็นแผนผังมโนทัศน์ และใช้บันทึกประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับ

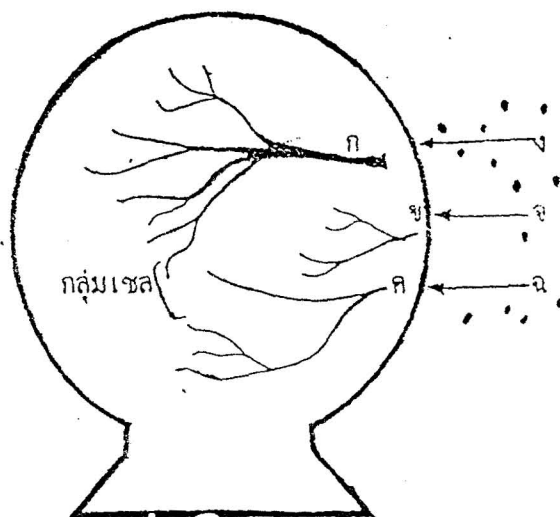
การเรียนรู้ที่มีความหมาย จะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่สัมพันธ์กับมโนทัศน์ซึ่งอยู่ในโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมองซึ่งออสซูเบลเรียกว่า กระบวนการดูดซึม หรือเรียกมโนทัศน์ที่เกิดจากการเชื่อมโยงนั้น

ว่า ซับซัมเมอร์ (Subsumer) แต่ถ้าไม่ได้นำความรู้ใหม่เข้าไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่จะเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ ดังภาพประกอบ 7 - 9



ภาพประกอบ 7 การเรียนรู้แบบท่องจำ และการเรียนรู้อย่างมีความหมาย  
(สุนีย์ สอนตระกูล . 2535 : 78 ; อ้างอิงจาก Novak. 1984 : 27.  
*Learning how to Learn.*)

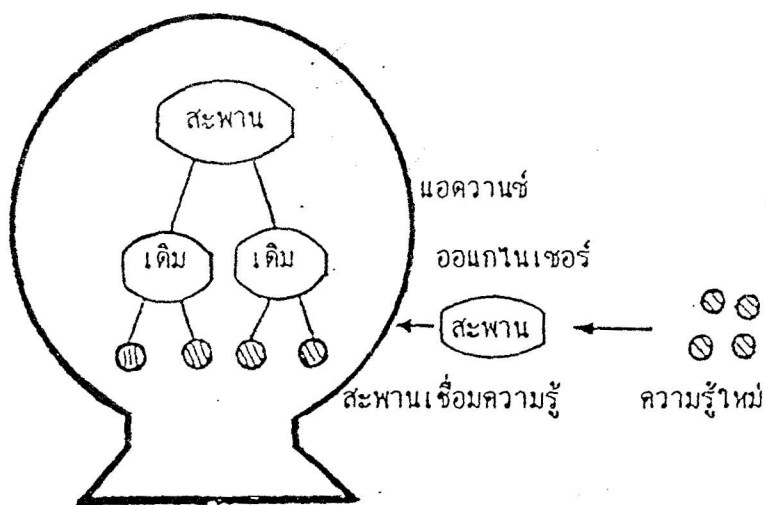
จากภาพประกอบ 7 การเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้อย่างมีความหมายเกิดจากการได้รับ  
ข้อมูลจากภายนอกผ่านเรื่องกึ่งขวางการรับรู้



ภาพประกอบ 8 การเรียนรู้ที่มีความหมาย

(สูนีย์ สอนตระกูล. 2535 : 78 ; อ้างอิงจาก Novak. 1984 : 75. *Learning how to Learn.*)

จากภาพประกอบ 8 จ. ฉ. เป็นความรู้ใหม่ที่จะเชื่อมโยงกับความรู้ที่อยู่เดิม (Subsumer) คือ ก, ข, และ ค จากภาพจะเห็นได้ว่า ก มีความซับซ้อนมากกว่า ข และ ค



ภาพประกอบ 9 สะพานเชื่อมความรู้ (Cognitive bridge)

(สูนีย์ สอนตระกูล. 2535 : 79 ; อ้างอิงจาก Novak. 1984 : 79. *Learning how to Learn.*)

จากภาพประกอบ 9 สะพานเชื่อมความรู้ (Cognitive Bridge) เชื่อมความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เข้าสู่โครงสร้างของความรู้ซึ่งออบุเบลเรียกว่า แอดวานซ์ ออร์แกไนเซอร์ (Advanced organizers)

สรุปการเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นการเรียนรู้โดยการนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงเข้ากับความรู้หรือประสบการณ์เดิม ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ

ในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ มีหลักการพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของออสเชเบล 2 ประการคือ

1. โครงสร้างของความรู้ (Cognitive structure) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่อยู่ในสมองจะมีการจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างทั่วไป ไม่สู่มโนทัศน์ที่แคบลง และมีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น

2. กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า (Progressive differentiation) จากหลักการของออสเชเบลที่กล่าวว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่เดิมเกิดความเป็นความสัมพันธ์ใหม่ ดังนั้นจึงเกิดการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด จะเป็นการขยายความรู้ให้กว้างอยู่ด้านบนของโครงสร้างความรู้ และมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงอยู่ถัดลงมา กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้าจะเพิ่มขึ้นถ้าผู้เรียนมีโอกาสอภิปรายร่วมกัน และจะทำให้เห็นความเกี่ยวข้องและความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนได้ดีขึ้น

3. การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ (Integrative reconciliation) จากหลักการเรียนรู้ของออสเชเบลที่กล่าวว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดจากการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ ดังนั้นถ้าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่และเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ จะทำให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนทัศน์ ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายเพิ่มขึ้น

จากหลักการเรียนรู้ทั้ง 3 ประการนี้ได้นำไปเป็นพื้นฐานในการสร้างแผนผังมโนทัศน์

#### 3.4 การสร้างแผนผังมโนทัศน์ (Concept mapping)

ในการสร้างแผนผังมโนทัศน์นั้น อัลท์ (Ault. 1985 : 41) กล่าวว่า ไม่มีทิศทางในการสร้างที่แน่นอนตายตัวแต่สามารถสร้างได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีนั้นควรจะเริ่มด้วยการแนะนำแนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์โดยกระทำในรูปของกิจกรรมการเรียนรู้หรือแนะนำโดยตรง นอกจากนั้นในการสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ ควรจะต้องคำนึงถึงระดับชั้นของนักเรียน ความยากง่ายของเนื้อหาตลอดจนสถานการณ์ที่ใช้ห้องเรียนด้วย (หทัยรัช รังสุวรรณ. 2539 : 24 ; อ้างอิงจาก พิทักษ์ เจริญวานิช. 2531 : 30. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู.)

อย่างไรก็ตาม โนวาค (Novak. 1984 : 17) และอัลท์ (Ault. 1985 : 41) ได้แนะนำขั้นตอนในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. เลือก
2. จัดลำดับ
3. จัดกลุ่ม
4. จัดระบบ
5. เชื่อมโยงความสัมพันธ์

### ขั้นที่ 1 เลือก

การเลือกเรื่องที่จะสร้างแผนผังมโนคติอาจนำมาจากตำรา สมุดจดคำบรรยายคำอธิบายก่อนการปฏิบัติการ เริ่มจากการอ่านข้อความนั้นอย่างน้อย 1 ครั้ง แล้วระดมมโนคติที่สำคัญโดยขีดเส้นใต้คำหรือประโยคที่สำคัญ ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์แล้วลอกมโนคติเหล่านี้ลงในแผ่นกระดาษเล็ก ๆ เพื่อสะดวกในการจัดความสัมพันธ์

### ขั้นที่ 2 จัดลำดับ

นำมโนคติที่สำคัญซึ่งได้เขียนลงในแผ่นกระดาษเล็ก ๆ แล้วมาจัดลำดับจากมโนคติที่มีความหมายกว้างไปสู่มโนคติที่มีความเฉพาะเจาะจง

### ขั้นที่ 3 จัดกลุ่ม

นำมโนติมาจัดกลุ่มเข้าด้วยกันโดยมีเกณฑ์ 2 ข้อคือ

1. จัดกลุ่มมโนคติที่อยู่ในระดับเดียวกัน
2. จัดกลุ่มมโนคติที่มีความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด

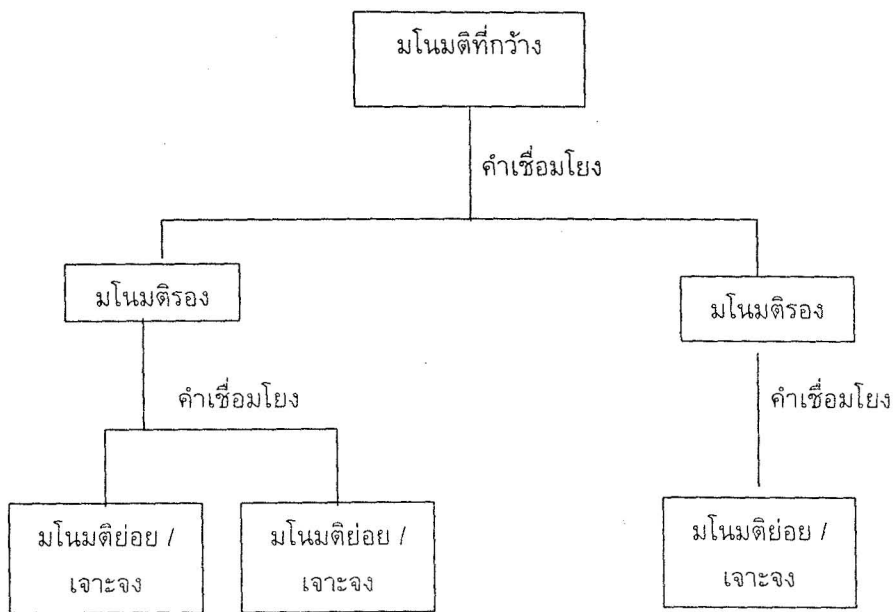
### ขั้นที่ 4 จัดระบบ

เมื่อจัดระบบมโนคติแล้ว นำมโนคติที่มีอยู่ในกลุ่มเดียวกันมาจัดระบบตามลำดับความเกี่ยวข้อง ซึ่งในขั้นนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรืออาจหามโนคติอื่น ๆ มาเพิ่มเติมได้อีก

### ขั้นที่ 5 เชื่อมโยงมโนคติที่มีความสัมพันธ์กัน

เมื่อจัดระบบมโนคติที่สำคัญแล้ว นำมโนคติที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกันโดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน และมีคำเชื่อมระบุความสัมพันธ์ไว้ทุกเส้น และจากใส่คำเชื่อมแล้วจะสามารถอ่านได้เป็นประโยค เส้นที่เชื่อมโยงนี้อาจเชื่อมระหว่างมโนคติในชุดเดียวกัน หรือเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนคติที่ต่างกันได้

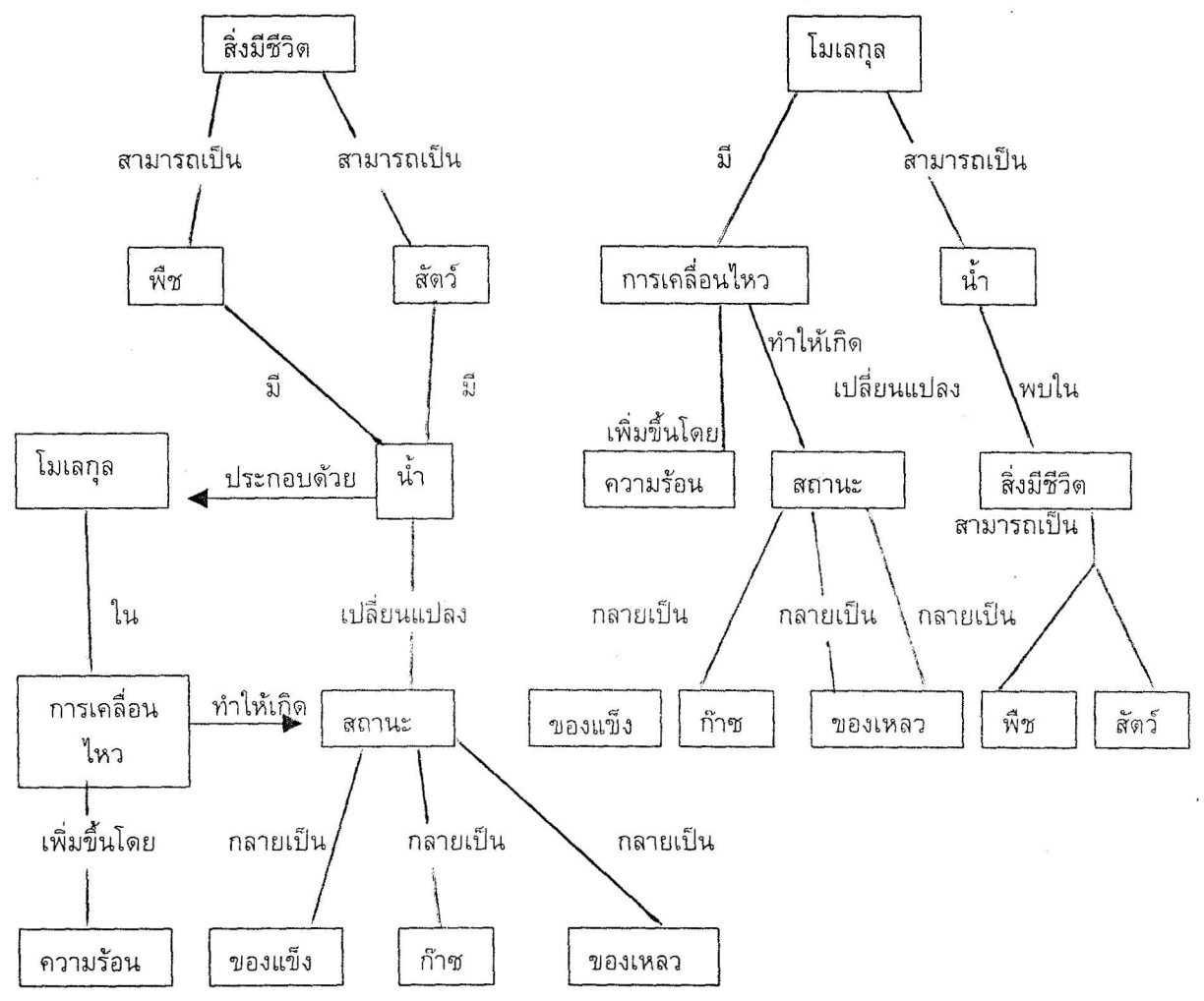
ดังนั้นในการสร้างแผนผังมโนคติจะเริ่มจากการเลือกคำที่เป็นมโนคติ แล้วนำมาจัดลำดับจากมโนคติที่กว้างไปสู่มโนคติที่แคบ โดยให้มโนคติที่กว้างอยู่บนสุด มโนคติที่แคบอยู่ถัดลงมา จนถึงมโนคติที่เฉพาะเจาะจงมากที่สุดรวมทั้งตัวอย่างอยู่ด้านล่างสุด แล้วจึงเชื่อมสัมพันธ์ระหว่างมโนคติต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนคติพร้อมทั้งหาคำเชื่อมที่เหมาะสมใส่กำกับลงในแต่ละเส้น



ภาพประกอบ 10 แสดงตัวอย่างแผนผังมโนคติอย่างง่าย (หทัยรัช รังสุวรรณ. 2535 : 25 ; อ้างอิงจาก มนัส บุญประกอบ 2533ข : 26. สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.)

ในการเรียนรู้เรื่องที่แตกต่างกัน ความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติหลักกับมโนคติรองอาจเปลี่ยนแปลงได้ บางมโนคติอาจถูกยกขึ้นมาเป็นมโนคติหลักได้ แต่ยังคงเป็นความสัมพันธ์ของข้อความที่มีความหมาย เช่น ตัวอย่างแผนผังมโนคติในประกอบที่ 11 ซึ่งประกอบด้วยมโนคติที่เหมือนกัน 11 มโนคติ แต่จะจัดลำดับแตกต่างกัน

ตัวอย่างแผนผังมโนคติที่จัดลำดับแตกต่างกันจากมโนติชุดเดียวกัน



ภาพประกอบ 11 แผนผังมโนคติที่จัดลำดับแตกต่างกันจากมโนติชุดเดียวกัน (สุนีย์ สอนตระกูล. 2535 : 64 ; อ้างอิงจาก Novak. 1984 : 18. Learning how to Learn.)

### 3.5 การให้คะแนนแผนผังมโนมิติ

การให้คะแนนแผนผังมโนมิติมีขั้นตอนดังนี้

1. นับความสัมพันธ์ทั้งหมดที่สมเหตุสมผล (valid) และให้คะแนนความสัมพันธ์ละ

1 คะแนน

2. นับจำนวนของการเรียงลำดับชั้น การให้คะแนนลำดับชั้นจะนำเลขตัวใดมากคูณกับลำดับชั้นนั้นจะขึ้นอยู่กับความพอใจของผู้สอน ไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอน ซึ่งอยู่ระหว่าง 3 - 10 เท่าของความสัมพันธ์ แล้วนำมาคูณกับจำนวนลำดับชั้นที่ผู้เรียนสร้างขึ้น แต่จะมีปัญหาถ้าลำดับชั้นของมโนมิติมีจำนวนไม่สมดุลกัน ซึ่งจะใช้จำนวนของลำดับชั้นที่มีแขนงสาขามากที่สุดมานับเป็นจำนวนลำดับชั้น และจะไม่ให้คะแนนถ้ามีการจัดลำดับชั้นที่ไม่ชัดเจน

3. การเชื่อมโยงระหว่างสายของมโนมิติที่แสดงความสัมพันธ์อย่างสมเหตุสมผล จะให้คะแนน 2-10 เท่าของคะแนนที่ให้ในแต่ละระดับคูณด้วยจำนวนความสัมพันธ์ที่เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสายของมโนมิตินี้ อาจจะทำให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผล ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่นักเรียนเป็นอย่างมากสำหรับการเริ่มสร้างแผนผังมโนมิติ

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์หรือวัตถุที่อยู่ในแผนที่มโนมิติ เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่านักเรียนเข้าใจถูกต้อง และให้คะแนนเช่นเดียวกับความสัมพันธ์อื่น ๆ คือ 1 คะแนน หรืออาจจะให้ครั้งละคะแนน เพราะทำได้ง่ายกว่าการหาความสัมพันธ์ หรือนักเรียนอาจจะใช้วิธีท่องจำตัวอย่างมา

จากข้อเสนอแนะในการสร้างแผนผังมโนมิติ ของอัลท์ (Ault, 1985 : 41) และแนวทางการสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนมิติของโนแวก (Novak, 1984 : 17) สามารถนำมาสรุปขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนมิติได้ดังนี้

1. นักเรียนทำความเข้าใจความหมายของมโนมิติและยกตัวอย่างคำที่เป็นมโนมิติ
2. นักเรียนระบุมโนมิติที่สำคัญของบทเรียน
3. นักเรียนจัดลำดับมโนมิติ จากมโนมิติที่กว้างไปสู่มโนมิติที่แคบ โดยให้มโนมิติที่กว้างอยู่ด้านบนและมโนมิติที่แคบอยู่ด้านล่างตามลำดับ
4. นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างมโนมิติต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม
5. นักเรียนทบทวนมโนมิติต่าง ๆ รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของแผนผังมโนมิติที่สร้างขึ้น
6. นักเรียนร่วมกันอภิปรายแผนผังมโนมิติที่สร้างขึ้น

## 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้แผนผังมโนมิติ

### 4.1 งานวิจัยในประเทศ

สุนีย์ สอนตระกูล (2535 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และความคงทนของการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนมิติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนมิติสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนของการเรียนรู้

กาญจนารณ์ เพื่อภนาค (2535 : 61) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องบรรยากาศกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการสอนแบบใช้แผนผังมโนคติ กับผลการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

2. ความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

อรราชลักษณ์ อยู่สุข (2535 : 80-82) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผนภาพโฟลโลไมชั่น พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติเกี่ยวกับการแบ่งประเภทสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ด้านมโนคติทางทฤษฎีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

หทัยรัช รังสุวรรณ (2539 : 75-78) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการจำแนกของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประทีป ชูหมื่นไวย (2540 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องทรัพยากรในดิน (ดิน, หิน, แร่) ระหว่างการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนผังด้านมโนคติ นักเรียนชอบที่จะให้มีการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติ

#### 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

บีสดามีเกียน (Bsdabikian. 1971 : 201 : 209) ได้ศึกษาผลของวิธีการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง วิธีสอนแบบปฏิบัติการและสอนแบบบอกให้รู้มีโนมิตทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับหลักการของอาร์คิมิดีสผู้รับการทดลองเป็นนักเรียนเกรด 8 ผลการทดลองปรากฏว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบบอกให้รู้และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมิตสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง

โนแวก โกวิน และ โจฮันเซน (Novak, Gowin and Johansen.1983 : 18) ทำการวิจัยเรื่องการใช้แผนผังมโนมิต และแผนผังรูปตัววีให้นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาความสามารถในการใช้แผนผังมโนมิตและแผนผังรูปตัววี ของนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 ใช้แผนผังมโนมิตและแผนผังรูปตัววีในการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยที่นักเรียนเกรด 7 สามารถใช้ได้ดีกว่าเกรด 8 แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาวิชาและระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

เลแมน คาร์เตอร์ และ คาเล (Lehman, Carter and Kahle. 1985 : 39) ทำการวิจัยผลของการใช้แผนผังมโนมิต รูปตัววี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยเปรียบเทียบกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าปัจจัยที่ทำให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากสาเหตุดังนี้

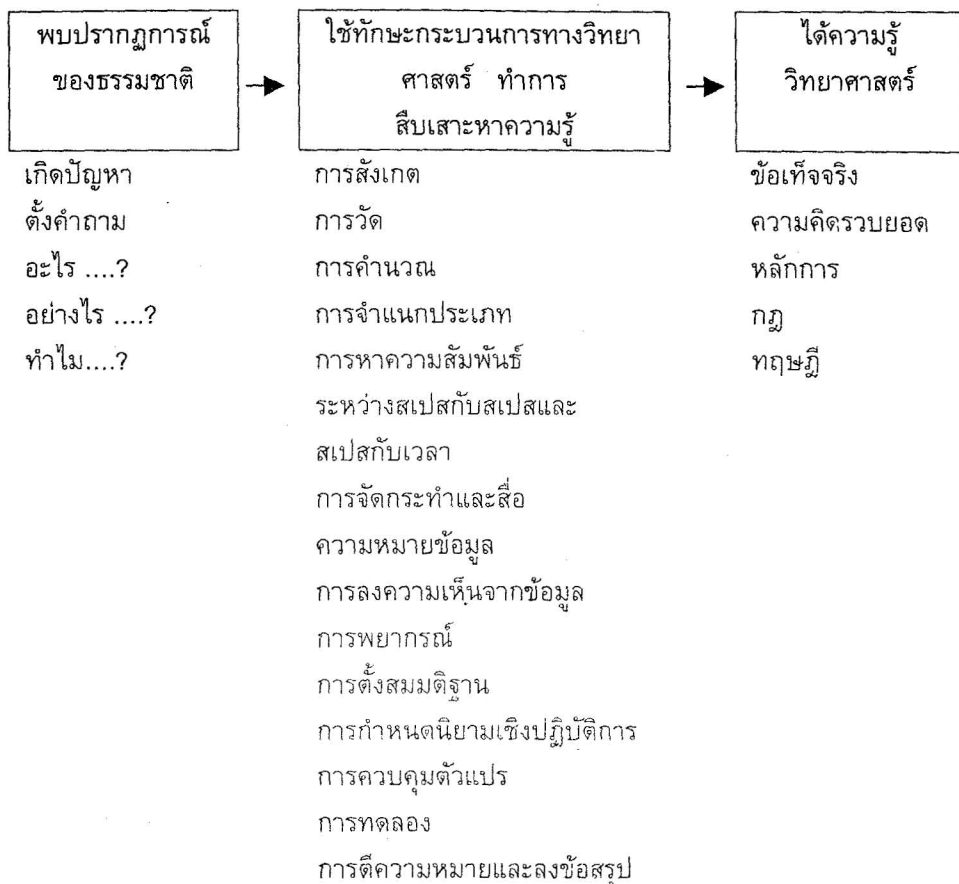
- 1) ความไม่เท่าเทียมกันของกลุ่มที่ใช้ ซึ่งเป็นรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง
- 2) ครูและนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการสอนแบบใช้แผนผังมโนมิตและแผนผังรูปตัววี
- 3) ระยะเวลาของการทดลองอาจสั้นเกินไป
- 4) แบบทดสอบยากเกินไป

จากงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ได้มีการนำแผนผังมโนมิตมาใช้ในการเรียนการสอนหลายระดับ ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การสร้างแผนผังมโนมิตเป็นเทคนิคการสอนที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากขึ้น
2. นักเรียนที่ได้รับการฝึกให้สร้างแผนผังมโนมิตด้วยตนเอง จะทำให้สามารถจำความรู้ที่นั้นอย่างเข้าใจและมีความหมายทั้งระยะชั่วคราวและระยะยาว

#### 5. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการสอนที่เน้นความสำคัญที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีการสอนแบบนี้ เป็นการให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยให้นักเรียนค้นคว้าใช้ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองให้เป็นคนช่างสังเกต ช่างสงสัย และพยายามหาข้อสรุป จนในที่สุดจะเกิดความคิดรวบยอด ในเรื่องที่ศึกษานั้น การสอนแบบสืบเสาะนี้ ครูผู้สอนมีหน้าที่ เป็นผู้สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขปัญหที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการเรียนการสอน ซึ่งวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมจิต สวชนไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 110-111) ได้เสนอรูปแบบการสอนไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 12 วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์  
(สมจิต สวชนไพบูลย.ม.ป.ป. 110-111)

จากภาพประกอบ 12 จะเห็นได้ว่า การสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากจะทำให้เกิดการเรียนรู้แล้ว ยังเป็นการเรียนที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

### 5.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

อนันต์ จันทร์ทวี (2523 : 6) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วย การนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 502) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เป็นเครื่องมือ

ดวงเดือน เทศวานิช. (2535 : 15) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นทักษะการคิดอย่างมีระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน วิธีนี้เป็นวิธีที่ให้นักเรียนพิจารณาเหตุผล สามารถใช้คำถามที่ถูกต้อง และคล่องแคล่วสามารถสร้าง

และทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลอง และตีความหมายจากการทดลองด้วยตนเอง โดยไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครู และการตีความหมายของครู เป็นวิธีการที่ช่วยให้การเรียนรู้มีระเบียบวิธีแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

ซุคแมน (Suchman, 1986 : 90-137) ได้กล่าวถึงผลการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนแบบครูบอกให้หมด นักเรียนสามารถปรับประสบการณ์ต่าง ๆ ได้มากกว่าเป็นไปตามความต้องการความอยากรู้อยากเห็น และความเหมาะสมกับระดับความรู้พื้นฐานกับอัตราความสามารถในการรับรู้ของแต่ละคน

2. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ให้แรงจูงใจสูง เพราะนักเรียนจะรู้สึกสนุกสนานได้ร่วมกิจกรรมอย่างอิสระ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เน้นการพัฒนาในด้านความรู้ความจริง และการสร้างความคิดรวบยอด

3. ความคิดรวบยอด (concept) ที่ได้จากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นนามธรรมที่นักเรียนสรุปด้วยตนเองด้วยเหตุผล ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นจะยังอยู่ในความทรงจำที่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนไปนาน

ซุติมา วัฒนาศิริ. (ม.ป.ป. : 160) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นพบความรู้ (คำตอบ) ด้วยตนเอง

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537 : 119) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา

ซันด์ และ ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbrige, 1974 : 53-55) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (Discovery Mental Process) ซึ่งได้แก่การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบ การทดลอง การสังเคราะห์ความรู้ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนที่มีความคิดแบบวัตถุนิยม (objective) อยากรู้อยากเห็นใจกว้าง

จากความหมายที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียน รู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ คิด และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหา โดยใช้การทดลอง และอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง

## 5.2 หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากจิตวิทยาในเรื่องการพัฒนาทางสมองของเพียเจต์ (ลัดดา สุขปรีดี, 2523 : 57 ; อ้างอิงจาก Piaget n.d. *cognitive development in the child.*) ว่า คนมีกระบวนการคิดเป็นสองประการ คือ มีโครงสร้างความคิดเดิมจึงสามารถนำความคิดเดิมมาเป็นแนวคิดให้เกิดความรู้ใหม่ แต่ถ้าสิ่งที่ยอมรับใหม่ไม่สัมพันธ์กับโครงสร้างความคิดเดิมก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างนั้นเพื่อรับความรู้ใหม่ได้ โครงสร้างของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มี 2 ชั้นคือ

ขั้นที่1 Assimilative Structure คือ ขั้นรับให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้เป็นแนวทางในการคิด

ขั้นที่ 2 Accommodative Structure ในกรณีที่ความรู้เดิม ซึ่งเป็นแนวทางให้เกิดความรู้ใหม่นั้นไม่ตรงกับความรู้ใหม่ก็ต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลง โครงสร้างเพื่อให้เข้าใจความรู้ใหม่

นอกจากนี้ ชันด์ (हत्यरिष ररंरुररन. 2539 : 39 ; อ้างอิงจาก Sund 1973 : 39 *Teaching Science by in the Secondary School*) ได้ระบุถึงหลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

1. ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับอย่างมีชีวิตชีวากับการค้นคว้าหาความรู้ นั้น ๆ โดยตรงมากกว่า การที่จะบอกเล่าให้นักเรียนฟัง

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนช่วยให้นักเรียนอยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด

จากหลักจิตวิทยาพื้นฐานดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น จะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความคิดและปฏิบัติการด้วยตนเอง โดยให้เกิดการเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง และพยายามให้นักเรียนแต่ละคนได้มีโอกาสประสบความสำเร็จ

### 5.3 ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ประวิตร ชูศิลป์. (2524 : 5-6) ได้แบ่งขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้

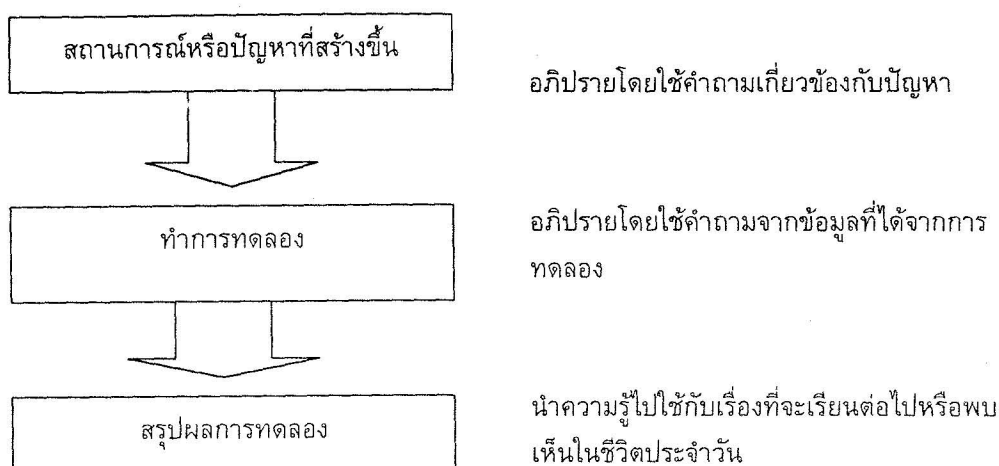
3 ขั้นตอน คือ

5.3.1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิดสงสัย และแนวทางให้ผู้เรียนหาคำตอบตลอดจนให้คำแนะนำในการทำการทดลอง

5.3.2. ปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนคอยควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด กระตุ้น สนับสนุน ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน

5.3.3. อภิปรายหลังการทดลอง (Post-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลองสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ คำถามจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวคิดที่กว้างขวางขึ้นและมีการอภิปรายข้อผิดพลาด (Error) ที่เกิดจากการทดลองด้วย

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สสวท. มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จะมีกิจกรรมที่สำคัญคือการอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายจะเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็น มีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการฝึกฝนหรือทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเขียนแผนภูมิแสดงได้ดังนี้ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 6-12)



ภาพประกอบ 13 โครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้  
(ทบทวมหาวิทยาลัย : 2525 : 6-12)

สมจิต สวรรณไพบูลย์ (2526 : 105-110) ได้แบ่งขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษา เพื่อจะนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอดต่อไป ข้อมูลอาจจะหามาได้จาก 3 แหล่ง แหล่งแรกได้จากการสังเกต วัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สองได้จากการทดลองและแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่นอาจเป็นเอกสารหรือบุคคล

2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) หลังจากที่นักเรียนได้ข้อมูลแล้วจะต้องนำไปคำนวณหรือจัดกระทำข้อมูลเสียก่อน แล้วจึงจะตีความและลงข้อสรุป

3. ขั้นนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) ครูต้องเป็นผู้จัดสถานการณ์อย่างใหม่ เพื่อจะดูว่านักเรียนนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์นั้นได้จริงหรือไม่

ซุคแมน (อรางค์ลักษณ์ อยู่สุข. 2535 : 31 ; อ้างอิงจาก Suchman. 1966 : 90-113. *Inquiry in the Curriculum.*) แบ่งขั้นตอนไว้ 3 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ ผู้สอนจัดสร้างสถานการณ์ที่จะให้ผู้เรียนเผชิญเพื่อเป็นการกระตุ้นการสืบเสาะ อาจเป็นคำพูด คำถาม กิจกรรมหรือเป็นการทดลองก็ได้

2. ขั้นคิดค้นสืบเสาะ ในขั้นนี้อาจใช้คำถาม คำตอบติดต่อกันไปหรือทำการทดลองใหม่ ศึกษาข้อมูลใหม่ หรือผสมผสานวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกันก็ได้

3. ขั้นสรุปความคิดที่ค้นพบใหม่ เป็นการสรุปหรือขยายหรือสร้างแนวความคิดรวบยอดขึ้นใหม่ซึ่งเป็นความรู้ที่พบขั้นสุดท้าย

เอเชป. (อรางค์ลักษณ์ อยู่สุข. 2535 : 21 ; อ้างอิงจาก ASEP Australian Science Education Project. 1974 : 81. *A Guide to Asep.*) ได้กำหนดขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ที่เร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ (The Situation with Provides the Stimulus for Inquiry)
2. ค้นคว้าแก้ปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาความรู้ (The Problem to Which a Solution is Sought)
3. สรุปผลการสืบเสาะหาความรู้ (The Conclusion Reached as the Result of Investigation)

ในขั้นตอนทั้ง 3 จะต้องอาศัยการกำหนดและนิยามปัญหา (Formulation and Definition of the Problem) และการค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา (Search for a Solution) แทรกอยู่ระหว่างขั้นตอนทั้ง 3 ด้วย

จากเอกสารดังกล่าวจะเห็นได้ว่านักการศึกษาส่วนใหญ่ได้แบ่งขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้คล้ายคลึงกัน คือ มีขั้นตอนการสอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา และขั้นสรุปผลจากการค้นคว้าแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

#### 5.4 บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 33-34) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูมีบทบาทในการเรียนการสอนดังนี้

1. เป็นผู้กระตุ้นให้เด็กคิด (Catalyst) โดยสร้างสถานการณ์ ชักชวนให้เด็กตั้งคำถาม สอบสวนตามลำดับขั้นของคำถามแบบสืบสวนสอบสวน
2. เป็นผู้ให้การหนุนกำลัง (Rein Forcer) เมื่อเด็กถามมากก็จะให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชมและช่วยปรับปรุงภาษาในคำถามเพื่อให้เด็กเรียนเข้าใจในคำถามให้กระจ่างดียิ่งขึ้น
3. เป็นผู้ทวนกลับ (Feed Back Action) ครูจะเป็นผู้ทบทวนคำถามอยู่บ่อย ๆ เพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรบ้าง
4. เป็นผู้แนะนำและกำกับ (Guide and Director) ครูจะชี้ทางเพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้อง เป็นผู้กำกับควบคุมเมื่อเด็กออกนอกกลุ่มนอกทาง
5. ครูเป็นผู้จัดระเบียบ (Organizer) ครูดำเนินการจัดชั้นเรียน ให้เหมาะสมกับวิธีการเรียน สร้างบรรยากาศให้เหมาะสมโดยจัดเป็นกลุ่มหรือขั้นตอนตามลักษณะของนักเรียน เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ
6. ครูเป็นผู้สร้างแรงจูงใจ (Motivator) ครูช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 102) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า ครูคือผู้แนะแนวทาง คอยช่วยเหลือนักเรียนและสร้างสถานการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ โดยมีบทบาทสำคัญ 3 ประการดังนี้คือ

1. ป้อนคำถามเด็กเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องเป็นผู้จัดการป้อนคำถาม จะต้องป้อนคำถามแก่ จะต้องรู้ว่าถามอะไร ถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความคิด ถามอย่างไรเด็กถึงจะเกิดความจำ และถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความเข้าใจ เวลาเด็กถามก็อย่าทำตนเป็นห้องสมุดเคลื่อนที่ บอกคำตอบเด็กไปทันที เพราะการทำเช่นนั้นจะไม่ทำให้เด็กรู้จักใช้ความคิดนาน ๆ ครั้ง ครูจึงควรตอบคำถามโดยตรงสักครั้งหนึ่ง พึงระลึกว่าหน้าที่ของครูแบบสืบเสาะหาความรู้คือ เป็นนักถาม – แต่ไม่ใช่หนักตอบ

2. เมื่อเด็กได้ตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงกันได้แล้วก็ให้แต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการต่อไป และถ้านักเรียนยังแก้ปัญหาไม่ได้ ครูอาจเล่าตัวอย่างจริงที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบเรื่องนี้พอเป็นแนวทางก็ได้

3. ถ้าปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป โดยครูก็เป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มนักค้นคว้านั้น

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนให้มากที่สุด โดยการสร้างสถานการณ์และร่วมอภิปรายกับนักเรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปมโนคติใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคิดวิเคราะห์วิจารณ์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ด้วยตนเอง

## 6. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหาหรือตัวความรู้ และทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องเน้นให้นักเรียนได้เรียนทั้งเนื้อหา ทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (สมจิต สวชนไพบูลย์ ม.ป.ป. 11-12)

### 6.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ได้มีผู้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่านดังนี้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 59) ได้ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

ผดุงยศ ดั่งวงมาลา (2531 : 33) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยตัวความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ วิธีหนึ่งที่จะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือ การค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการทดลองนั้น ผู้ทดลองจะมีโอกาสได้ฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไป ในขณะเดียวกัน เช่น ฝึกสังเกต บันทึกข้อมูล ตั้งสมมติฐาน ทำการวัด หาความสัมพันธ์ของตัวแปร ฯลฯ สิ่งเหล่านี้เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

วรรณทิพา รอดแรงแก้ว และ จิต นวนแก้ว. (2532 : 5) ได้ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ ทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 14) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดเป็นความคล่องแคล่วและชำนาญ

### 6.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์. (2537 : 15-29) ได้แบ่งทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าว่ามี 13 ทักษะ โดยแบ่งทักษะทั้งหมดออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

### 6.2.1. ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน (The Basic Process Skills) มี 8 ทักษะ ดังนี้

6.2.1.1 การสังเกต (Observing) หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสซึ่งได้แก่ หู จมูก ตา ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บและรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะและรายละเอียดของสิ่งของหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งที่เป็นเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

6.2.1.2 การวัด (Measuring) หมายถึงการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลรวมทั้งข้อมูล ทั้งการประมาณค่าที่ควรจะวัดได้

6.2.1.3 การใช้จำนวนเลข (Using Number) หมายถึงการนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ ปริมาตร หรือจำนวนของเลขต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน

6.2.1.4 การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของ หรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือต่างกันของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

6.2.1.5 การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึงการพูด หรือการแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบความคิด ความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

6.2.1.6 การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติเวลา (Using Space – time Relationship) หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หรือมิติกับมิติ หรือเวลากับเวลามาอธิบาย สิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่นี้มีมิติ หมายถึง คุณสมบัติเกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความหนา รูปปร่าง สมมาตร หรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ เช่น การหารูปปร่างของวัตถุ โดยสังเกตจากเงาของวัตถุเมื่อให้แสงตกกระทบวัตถุในมุมต่าง ๆ กัน

ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา กับจังหวะการเต้นของชีพจร

6.2.1.7 การสรุปอ้างอิง (Inferring) หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์ หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้ ประกอบกับประสบการณ์เดิม

6.2.1.8 การทำนาย (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตน่าจะเป็นอย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดประกอบการสรุปอ้างอิง

### 6.2.2. ทักษะกระบวนการขั้นสูง (The Integrated Process Skills) มี 5 ทักษะ ดังนี้

6.2.2.1 การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในรูปที่สังเกต วัด หรือนำมาปฏิบัติการได้และบอกด้วยว่า ในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีสังเกต หรือวิธีวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

6.2.2.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying, Controlling and Manipulating Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุม

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลมาจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

6.2.2.3 การสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไรเป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

6.2.2.4 การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting)

การประมวลผลข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปของตาราง ข้อความ หรือข้อความกึ่งตาราง หรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานจากข้อมูล

การตีความข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลผลมาแล้ว หรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

6.2.2.5 การออกแบบการทดลอง (Designing and Investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลอง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงถึง

- นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ
- เครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 1-5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

#### 1. การสังเกต (Observation)

หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

#### 2. การวัด (Measurement)

หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการจะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุนหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่น ๆ ได้

ถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

### 3. การจำแนกประเภท (Classification)

หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

- 3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

### 4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา

(Space / Space Relationship and space / time Relationship)

สเปซของวัตถุหมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่ง กับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

- 4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้
- 4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

การหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา เมื่อเห็นวัตถุ (2 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้นได้

บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

- 4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้
- 4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ที่ทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

หรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลาความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
- 4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลา

ได้

### 5. การคำนวณ (Using Number)

หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

- 5.1 การนับ ได้แก่
  - 5.1.1 นับจำนวนของได้ถูกต้อง
  - 5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากัน หรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใด มีจำนวนเท่ากัน หรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูล ตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผัง แสดงตำแหน่งของสภาพที่ต้นสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Infering)

หมายถึง การเพิ่มความความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction)

หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

## 9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อาจไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้จะถูกหักหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังทำการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม

## 10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

## 11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

## 12. การทดลอง (Experimenting)

หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ / หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลองโดย

12.3.1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.3.1.2 ระบุอุปกรณ์และ / หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

### 13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะที่กล่าวมา แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ทักษะที่ 1 ถึง 8 และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ทักษะที่ 9 ถึง 13

จากเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งควรนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดเป็นความคล่องแคล่วและชำนาญการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความรูทางวิทยาศาสตร์ โดยปัจจัยเหล่านี้จะช่วยเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนได้ แม้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจะใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แต่ก็สอนตามคู่มือครูซึ่งจะมีขั้นตอนต่าง ๆ ในการปฏิบัติ โดยที่นักเรียนไม่ได้คิดหรือค้นคว้าด้วยตนเอง อาจทำให้นักเรียนไม่เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร

## 7. เอกสารเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

เอกสารเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking)

การคิดและการพัฒนาการคิดเป็นสิ่งที่นักการศึกษาทั่วไปมีความเห็นสอดคล้องกันว่าเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการศึกษาทุกระดับ ดังที่ สมเจตน์ ไวยากรณ์. (2530 : 11) กล่าวว่า ภารกิจเบื้องต้นของสถาบันการศึกษานับตั้งแต่ระดับประถมศึกษา จนถึงระดับอุดมศึกษา คือการทำหน้าที่สอนหรือปลูกฝังให้ผู้เรียนเกิดความรู้ในรายวิชาต่าง ๆ (Content Knowledge) และทักษะการคิด (Cognitive Skills) ทั้งนี้ เพราะการสอนที่มุ่งเน้นเฉพาะเนื้อหาสาระวิชา โดยละเลยการปลูกฝังทักษะการคิดให้แก่ผู้เรียนนั้น จะทำให้การคิดของผู้เรียนเป็นการคิดตามตำราหรือเป็นไปตามขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียนมา เมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้ว ผู้เรียนจะขาดความสามารถในการนำความรู้ที่ได้รับหรือที่มีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์ที่เป็นจริงซึ่งแตกต่างไปจากที่ค้นพบในโรงเรียนได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

## 7.1 ความหมายของการคิด

นักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดไว้ดังนี้

ฮิลการ์ด (Hilgard, 1962 : 336) กล่าวว่า การคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมอง เนื่องจากกระบวนการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ หรือเป็นกระบวนการที่ภาพหรือสัญลักษณ์ของสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ มาปรากฏในแนวความคิดหรือจิตใจ

เบญจมาศ สันประเสริฐ. (2533 : 14) และ วิไลวรรณ ปิยะปรกรณ์. (2535 : 15) ต่างให้ความหมายสอดคล้องกันว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างแนวคิดรวบยอด (Concept Formation) เกี่ยวกับข้อเท็จจริงที่ได้รับและเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูลที่ได้รับ การสรุปอ้างอิงด้วยการจำแนกรายละเอียดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ ตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

วิไลพร คำเพราะ. (2539 : 49) ให้ทัศนะว่า การคิดเป็นการค้นหาหลักการ (Abstraction) โดยแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับ แล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของความจริงนั้น ๆ รวมทั้งการนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม

เพียเจต์ (วิไลพร คำเพราะ. 2539 : 49; อ้างอิงจาก piaget, 1962 : 58. *cognitive development in the chile.*) ให้ทัศนะเกี่ยวกับการคิด ไว้ว่าการคิดหมายถึง การกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation) โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ กับกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accommodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับข้อความจริงที่รับรู้ใหม่ บุคคลจะใช้การคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกัน เพื่อปรับความคิดของตนให้เข้ากับสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวจะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การคิดมีลักษณะเป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ซึ่งมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน แยกออกจากกันโดยเด็ดขาดไม่ได้ แต่อาจนำมาอธิบายต่างกัน คือ ในกรณีที่กำลังถึงกระบวนการก็จะใช้วิธีการคิดหรือทักษะการคิดมาอธิบาย ส่วนในกรณีของผลผลิตก็จะกล่าวถึงคุณภาพการคิด ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการใช้วิธีการคิดแก้ปัญหาหรือ การทำงาน ในการจัดการศึกษานั้นมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการคิดทั้งในลักษณะของกระบวนการหรือวิธีการคิดที่ดี เพื่อให้ได้ผลผลิตของการคิดที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในเชิงวิชาการและไม่ใช่วิชาการได้ตลอดจนสร้างคุณลักษณะประจำตัวให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

## 7.2 การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking)

การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ เป็นการคิดอย่างมีทิศทาง เป็นการคิดอย่างมีเหตุผลมีผู้ให้ชื่อเรียกแตกต่างกัน ได้แก่ ความคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์ การคิดเป็น การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ การคิดวิจารณ์ญาณ การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ

### 7.3 ความหมายของการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

วัตสัน และเกลเซอร์ (1964 : 11) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ว่า เป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้ และทักษะโดยทัศนคติเป็นการแสดงออกทางจิตใจ ต้องการสืบค้นปัญหาที่มีอยู่ความรู้อาจเกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผลในการประเมินสถานการณ์ การสรุปความอย่างเที่ยงตรง และการเข้าใจในความเป็นนามธรรม ส่วนทักษะจะประยุกต์รวมอยู่ในทัศนคติและความรู้

อุษณีย์ โพรธิสุข. (2537 : 95) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง การคิดที่มีเหตุผลและมีประสิทธิภาพที่มุ่งเน้นการคิดตัดสินใจในสิ่งที่เชื่อหรือจะทำอะไร

อรพรรณ ลือบุญธวัชชัย. (2538 : 78) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรอง ซึ่งเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจนมีเป้าหมายในการวิเคราะห์ข้อความรู้เพื่อตัดสินใจเชื่อปฏิบัติ

วิไลพร คำเพราะ (2539 : 53) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ หมายถึงการพิจารณาความเชื่อ ความรู้ คำกล่าวอ้างและสิ่งต่าง ๆ อย่างสุขุมรอบคอบ โดยหาเหตุผลเพื่อสรุปได้อย่างถูกต้องก่อนจะตัดสินใจเชื่อหรือสรุปเลือก

สมจิต สวรรณไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 94) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ โดยใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นสรุป ความคิดอย่างวิเคราะห์วิจารณ์ได้ว่า หมายถึง การคิดอย่างพิจารณาอย่างรอบคอบในข้อความที่เป็นปัญหาโดยหาหลักฐานที่มีเหตุผล หรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มายืนยันการตัดสินใจ ตามเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้น เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่ถูกต้อง ความคิดวิเคราะห์วิจารณ์นี้มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับการคิดอื่น ๆ เช่น การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดไตร่ตรอง การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกวิทยา ซึ่งการคิดเหล่านี้เป็นการคิดที่ใช้การพิจารณาอย่างมีเหตุผล มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาหรือนำไปสู่จุดมุ่งหมาย ตัดสินใจในการกระทำต่าง ๆ อย่างถูกต้องเหมาะสม

#### กระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

มลิวีย์ สมศักดิ์. (2540 : 30) กล่าวถึงกระบวนการในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ตามแนวคิดของ เดรสเชล และเมย์ฮิวว่าประกอบด้วย 5 ขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้คือ

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา ตระหนักถึงความมีอยู่ของปัญหา
2. การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหาคำตอบของปัญหา พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล พิจารณาความพอเพียงของข้อมูล จัดระบบข้อมูล
3. การระบุข้อสันนิษฐาน พิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อสันนิษฐานในการอ้างเหตุผล
4. การกำหนดและเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด
5. การลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล พิจารณาตัดสินใจความสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผลและประเมินข้อสรุปโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้

วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964 : 11) กล่าวว่า กระบวนการคิดอย่างวิเคราะห้วิจารณ์ ประกอบด้วย

1. การอุปนัย
2. การระบุสมมติฐาน
3. การนิรนัย
4. การตีความ
5. การประเมินการอ้างเหตุผล

วรรณภา บุญฉิม. (2541 : 15 – 16) ได้สรุปความคล้ายคลึงกันของทักษะการคิดอย่างมีวิจักษณ์ญาณระหว่างทฤษฎีของนักจิตวิทยากับทฤษฎีของนักปรัชญา ใน 4 ขั้นตอนย่อยของกระบวนการคิดดังนี้

1. ขั้นการนิยามปัญหา ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยาเป็นการค้นหาคำประกอบที่สำคัญของปัญหา ตรงกับขั้นการทำความเข้าใจความกระจ่างตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วยการกำหนดคำถาม การวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาและการนิยามคำ
2. ขั้นระบุข้อมูล เนื้อหา และกระบวนการที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการตัดสินใจเชื่อถือได้ของข้อมูลที่นำมาสนับสนุน แหล่งข้อมูล ตลอดจนข้อมูลที่ได้จากกรสังเกตุ ตามทฤษฎีของนักปรัชญา
3. ขั้นการนำเสนอมาใช้ประกอบเพื่อการแก้ปัญหาตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการคิดหาเหตุผล ตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วยการคิดหาเหตุผลเชิงอนุมาน และการคิดหาเหตุผลเชิงอุปมาน
4. ขั้นการประเมินความสำเร็จ ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นในการเกณฑ์ในการตัดสินใจเพียงพอของคำตอบตามทฤษฎีของนักปรัชญา

นิพนธ์ วงศ์เกษม (2534 : 42) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ไว้ ดังนี้คือ

1. แยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น
2. พิจารณาประเด็นปัญหา
3. พิจารณาข้ออ้างหรือข้อโต้แย้งที่คลุมเครือ
4. พิจารณาข้อมูลที่แสดงถึงอคติ ความลำเอียง การโฆษณาชวนเชื่อ
5. แยกสิ่งเกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลหรือความคิดเห็น
6. พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
7. พิจารณาเหตุผลที่ผิดไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น
8. สรุปข้อความจากข้อมูลที่มีอยู่

จากเอกสารข้างต้น แสดงให้เห็นว่านักการศึกษาได้กำหนดกระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์แตกต่างกัน สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้อาศัยหลักการของ วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser) กำหนดกระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การสรุปความ (Inference) เป็นความสามารถในการแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องราวตามข้อมูลที่ปรากฏในข้อความหรือสถานการณ์ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งความคิดเห็นนั้นอาจจะจริงหรือบอกได้ว่าไม่เป็นจริงในกรณีที่ข้อมูลยังไม่เพียงพอ

2. การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption) เป็นความสามารถในการพิจารณาที่สมมติขึ้น หรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า เพื่อรับรู้หรือตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น

ข้อตกลงเบื้องต้น หมายถึง ข้อความที่กำหนดขึ้น อาจเป็นข้อเท็จจริงหรือสมมติขึ้น ซึ่งข้อความนั้นเป็นสิ่งที่ยอมรับไว้แล้วหรือเป็นสมมติฐานที่ตั้งไว้ล่วงหน้า

3. การนิรนัย (Deduction) เป็นความสามารถในการคิด พิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุและผลของข้อความหลัก 2 ข้อความที่มีอยู่ก่อน โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุและอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งหมด เพื่อสรุปเป็นผลของข้อความนั้น

4. การตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความย่อยว่าเป็นความจริงตามข้อความที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยพิจารณาจากข้อมูลหรือเหตุผลที่กำหนดให้อย่างมีเหตุผลเพียงพอ

5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Argument) เป็นความสามารถในการตีคุณค่าการประเมินคำตอบ การประเมินข้อสรุปของข้อความและการตัดสินใจถูกต้องของข้อความที่กำหนดให้ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องด้วยเหตุและผล ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับสถานการณ์ที่กำหนด

#### 7.4 ลักษณะของนักคิดวิเคราะห์หิววิจารณ์

วรรณ บัญญิม. (2541 : 17) มีแนวคิดว่าลักษณะของบุคคลที่มีความคิดวิเคราะห์หิววิจารณ์คือ

1. สามารถเข้าใจความหมายของข้อความและรู้เรื่องราวที่จะนำมาอ้างเพื่อสนับสนุนเหตุผลและข้อโต้แย้งต่าง ๆ
2. สามารถพิจารณาตัดสินข้อความที่คลุมเครือในเหตุผลที่เสนอต้องเข้าใจในความหมายของข้อความที่แตกต่างกัน 2 ข้อความ โดยที่ข้อความแรกเป็นข้อความที่ยอมรับแล้ว ส่วนอีกข้อความนั้นจะเป็นการนำสิ่งที่ยอมรับมาประยุกต์ใช้ ถ้าข้อความทั้งสองมีความหมายตรงกันก็พิจารณา ตัดสินว่ามีความสอดคล้องกัน แต่ข้อความนั้นมีความหมายไม่ตรงกันก็พิจารณาตัดสินใจว่ามีความคลุมเครือในเหตุผลที่เสนอ
3. เป็นบุคคลที่สามารถพิจารณา และตัดสินข้อความที่ขัดแย้งซึ่งกันและกันและกันได้เพื่อประโยชน์ในการตัดข้อความที่ขัดแย้งออก ลักษณะเช่นนี้ก็ต้องอาศัยพื้นฐานทางตรรกศาสตร์
4. สามารถพิจารณาและตัดสินได้ว่ามีข้อมูลเพียงพอหรือไม่
5. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อสรุปตามที่มีข้อมูลสนับสนุนได้ โดยใช้การตัดสินแบบอนุमान
6. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความที่เป็นหลักการและนำไปประยุกต์ใช้ได้
7. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความที่สังเกตได้ว่าเชื่อถือได้เพียงใด
8. สามารถพิจารณาและตัดสินเหตุผลในการลงสรุปแบบอนุमानได้
9. สามารถพิจารณาและตัดสินได้ว่าการกำหนดปัญหาแล้วหรือยัง
10. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น
11. สามารถพิจารณาว่ามีค่านิยมเพียงพอหรือยัง
12. สามารถพิจารณาข้อความที่กระทำโดยผู้เชี่ยวชาญว่าเป็นที่ยอมรับหรือไม่

ฮัดจิ้นส์ (Hudgins, 1977 : 173 – 206) ได้อธิบายลักษณะของผู้มีความคิดวิจารณ์ไว้ดังนี้

1. เป็นบุคคลที่มีความเข้าใจถึงองค์ประกอบสำคัญของข้อโต้แย้ง อธิบายว่าความคิดวิจารณ์จะเกิดขึ้น ถ้าไม่ตระหนักหรือเข้าใจในสิ่งที่ข้อโต้แย้ง ดังนั้นจึงต้องมีพื้นฐานของสัจกับและข้อมูลเพียงพอในการพิจารณาความน่าจะเป็นของข้อโต้แย้ง หรือทำนายผลที่น่าจะเกิดขึ้น
2. สามารถแสวงหาหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง หรือข้อสรุปได้ ลักษณะนี้มีความสำคัญมากต่อการตัดสินใจเรื่องราวได้ถูกต้อง มีเหตุผลซึ่งสามารถตรวจสอบหลักฐานตามวิธีการต่อไปนี้
  - 2.1 พิจารณาจากข้อเท็จจริง จากข้อมูลที่สังเกตได้หรือข้อมูลอื่น ๆ
  - 2.2 พิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนของหลักฐานที่จะนำมาประกอบการลงสรุป เช่น ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจจะเชื่อถือไม่ได้ รายงานที่ขาดหลักฐานไม่น่าเชื่อถือ

อุษณีย์ โปธิสุข (2537 : 98 – 99) ได้กล่าวถึงลักษณะของนักคิดวิเคราะห์วิจารณ์ไว้ดังนี้

1. เสาะหาปัญหา
  2. เสาะหาต้นตอของปัญหาหรือสาเหตุ
  3. พยายามที่จะรับข้อมูล
  4. ใช้แหล่งข้อมูลมาก
  5. รวบรวมสถานการณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน รวมทั้งบริบทของปัญหา
  6. แยกแยะประเด็นสำคัญแล้วมุ่งคิดแก้ปัญหาหรือทုံความคิดที่ประเด็นหลัก
  7. สำรวจตรวจตราหรือใส่ใจว่าอะไรเป็นสิ่งที่น่าเกี่ยวข้อง
  8. มองหาแนวทางหลากหลาย
  9. มีจิตใจกว้างขวาง
  10. กระตือรือร้นที่จะยื่นมือเข้าจัดการหากมีเหตุผลและความเหมาะสม
  11. จัดการงานอย่างเป็นขั้นตอนด้วยความละเอียดลึกซึ้ง
  12. ใช้ความสามารถในเชิงวิจารณ์อย่างมาก
  13. "ใจ" ต่อความรู้สึก การรับรู้ ค่านิยม คุณค่าขององค์ความรู้ และความเชี่ยวชาญของผู้อื่น
- สรุปได้ว่า บุคคลที่มีความคิดวิเคราะห์วิจารณ์จะมีลักษณะกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้และข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้พิจารณา ตัดสินใจ เกี่ยวกับเรื่องราวหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้ถูกต้อง โดยมีเหตุผลและหลักฐานมาสนับสนุน

## 7.5 แนวทางการสอนให้นักเรียนมีความคิดวิเคราะห์วิจารณ์

เบเยอร์ (Beger, 1985 : 279 – 303) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ในการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

1. แนะนำทักษะที่ฝึก
2. ผู้เรียนทบทวนกระบวนการค้น ทักษะ กฎ และความรู้ ที่เกี่ยวข้องกับทักษะที่จะฝึก
3. ผู้เรียนใช้ทักษะเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนด
4. ผู้เรียนทบทวนสิ่งที่คิดหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในสมองขณะที่ทำกิจกรรม

โกวิท ประวาลพฤษ์ (2532 : 2) ได้เสนอวิธีการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการคิด ไว้ดังนี้

1. พิจารณาความพร้อมของผู้เขียน
2. เสนอข้อมูล
3. ผู้เรียนรับ ค้นหา เปรียบเทียบ
4. ให้การเสริมแรง

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2537 : 99 – 100) ได้เสนอแนวการสอนเพื่อช่วยปรับปรุงความคิดวิเคราะห์  
วิจารณ์ของเด็กไว้ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรง การให้เด็กศึกษาเรื่องชุมชนของเราจากหนังสืออาจไม่ดีเท่าที่เด็กไป  
สถานที่ที่เป็นชุมชนของตนเอง เช่น โรงพยาบาล โรงพัก ตลาด บ้านผู้ใหญ่บ้าน และกิจกรรมที่เขาทำอยู่ว่ามี  
อะไรบ้าง มีประโยชน์อย่างไร ฯลฯ การจัดให้เด็กไปทัศนศึกษาหรือเปิดโอกาสให้เด็กทดลองปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ  
ด้วยตนเองจะเป็นการให้โอกาสที่สำคัญยิ่ง

2. การทำวิจัย หรือการศึกษาหาความรู้ ความจริงด้วยตนเองเป็นทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองให้  
เด็กได้มีขั้นตอนในการศึกษาอย่างถูกต้อง เช่น การทำรายงาน เรื่อง "ไดโนเสาร์" เป็นต้น

3. การใช้กิจกรรมเป็นสื่อกระตุ้นความคิดเป็น เช่น การพาไปดูการไต่ว่าที่ จัดให้ไต่ว่าที่  
การอภิปรายในหัวข้อต่าง ๆ การจัดมุมหรือชมรมนักคิด ฯลฯ

4. การใช้สถานการณ์สมมติเป็นกิจกรรมและวิธีสอนที่จะทำให้เด็กเกิดความรู้ ความเข้าใจ  
กระจ่างขึ้นและมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งการพยายามคิดค้นการแก้ปัญหา

5. ให้นักเรียนได้โอกาสเสนอผลงานที่ตนเองศึกษาให้ผู้อื่นฟังอาจเป็นเพื่อนระดับเดียวกันหรือ  
เพื่อนต่างระดับหรือให้คนอื่นฟัง

6. กิจกรรมกลุ่ม การระดมพลังสมอง การระดมความคิด การไตร่ตรองความคิดของกลุ่มรวมถึง  
การวิจารณ์อย่างมีเหตุผล การวิจารณ์ในการสร้างลัทธิเป็นทักษะระดับสูงทางปัญญาและทางสังคมทั้งสิ้น  
สิ่งเหล่านี้จะช่วยทำให้เด็กได้มีข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความคิดเห็นของตนเองและผู้อื่น รวมทั้งกลยุทธ์  
ทางความคิดของผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

สรุปได้ว่าแนวการสอนเพื่อพัฒนาความคิดวิเคราะห์วิจารณ์กระทำได้ดังนี้

1. เสนอสถานการณ์ที่กระตุ้นให้คิด
2. คิดอย่างเป็นระบบใช้เหตุผล
3. นำข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ในกระบวนการคิดบนพื้นฐานของความจริง ความดีงาม ความถูกต้อง
4. คิดและตัดสินใจ ลงมือปฏิบัติ
5. ตรวจสอบ วัด และประเมินผลการปฏิบัติรวมทั้งการประเมินผลของตนเอง

## 7.6 ประเภทของการคิด

การที่จะปลูกฝังและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหรือวิธีการคิดตามที่ต้องการดังกล่าวนั้น  
จะต้องพิจารณาว่ามีลักษณะหรือประเภทการคิดชนิดที่ควรส่งเสริมหรือไม่ควรส่งเสริมอย่างไรก่อน ประเภท  
การคิดโดยทั่วไป วิลพร คำเพราะ. (2539 : 50) ได้จัดจำแนกเป็น 2 แบบคือ

1. การคิดอย่างเลื่อนลอยหรือไม่มีทิศทาง คือ การคิดจากสิ่งที่ประสบพบเห็นหรือจาก  
ประสบการณ์ตรง เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เป็นการคิดต่อเนื่อง (Associative Thinking) ซึ่งจำแนกย่อยเป็น  
5 ลักษณะคือ

1.1 Free Association คือ การคิดถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้ว เมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้า จำพวกคำหรือเหตุการณ์

1.2 Controlled Association คือ การคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนว เช่น ผู้คิดอาจได้รับคำสั่งให้ บอกที่อยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่ตนได้ยินมา

1.3 Day Dreaming คือ การคิดที่มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันตนเอง เพื่อให้เกิดความพอใจในตนเอง ซึ่งเป็นการคิดฝันในขณะที่ตื่นอยู่

1.4 Night Dreaming คือ การคิดฝันเนื่องจากความคิดของตนหรือ เป็นการคิดฝัน เนื่องจากการรับรู้หรือตอบสนองสิ่งเร้า

1.5 Autistic Thinking คือ การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิดมากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

2. การคิดอย่างมีทิศทางหรือจุดมุ่งหมาย คือ การคิดที่บุคคลเริ่มใช้ความรู้พื้นฐานเพื่อทำการ กลั่นกรองการคิดที่เพ้อฝัน การคิดที่เลื่อนลอยไร้ความหมาย ให้เป็นการคิดที่มีทิศทางขึ้น โดยมุ่งไปสู่จุดหมายใดจุดหมายหนึ่ง และเป็นการคิดที่มีบทสรุปของการคิดหลังจากที่คิดเสร็จแล้ว ซึ่งจำแนกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ การคิดในลักษณะที่คิดได้หลายทิศทาง (Divergent Thinking) ไม่ซ้ำกันหรือเป็นการคิดในลักษณะที่โยงสัมพันธ์ได้ กล่าวคือ เมื่อระลึกถึงสิ่งใดได้ก็จะ เป็นสะพานเชื่อมต่อไปให้ระลึกถึงสิ่งอื่นได้ ต่อไปโดยสัมพันธ์กันไปเป็นลูกโซ่

2.2 การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) คือ การคิดอย่างมีเหตุผล (Reasoning Thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงสถานการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ ว่ามี ข้อเท็จจริงเพียงใดหรือไม่

บุญสม ครุฑททา (วิไลวรรณ คำเพราะ. 2539 : 51; อ้างอิงจาก บุญสม ครุฑททา. 2525 : 11. การ สร้างแบบวัดการคิดเป็น.) ได้แบ่งการคิดออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. การคิดเชื่อมโยง (Associative Thinking) ซึ่งไม่ได้เป็นการคิดที่นำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือ เป้าหมาย แต่เป็นการคิดที่เกิดจากจิตใต้สำนึก (Sub – conscious) ของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นการเชื่อมโยง (Association) การฝันกลางวัน (Day Dreaming) การฝันกลางคืน (Night Dreaming) และการคิดแบบฟุ้งซ่าน (Autistic Thinking)

2. การคิดโดยตรง (Direct Thinking) เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการแก้ปัญหาหรือนำไปสู่ จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายโดยตรงหรือกล่าวอีกนัยว่า เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายนั่นเองซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด การคิดตรรกะตรง (Critical Thinking) และการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

เมื่อพิจารณาประเภทของคิดตามที่ กาเย และเบนตัน ได้จัดแบ่งไว้แล้ว พบว่าวิธีการคิดที่จะช่วยให้ ผู้เรียนได้เรียนรู้ ตามจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาก็คือ การคิดอย่างจุดมุ่งหมาย อันได้แก่ การคิดอย่างมี เหตุผล หรือการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ ซึ่งการคิดอย่างมีเหตุผลนั้น เป็นการคิดแก้ปัญหา โดยอาศัยการ วิเคราะห์อันเป็นพื้นฐานที่จะช่วยให้ผู้เรียนนำไปใช้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

สาโรช บัวศรี (2531 : 9 – 10) ได้แบ่งประเภทการคิดออกเป็น 5 ประเภทคือ

1. การคิดโดยแยกประเภท (Thinking by Classification) ในสมัยอริสโตเติล ได้เริ่มมีการศึกษา เกี่ยวกับพืชและสัตว์ ได้มีการแบ่งพืชออกเป็นประเภทต่าง ๆ เพื่อให้มองเห็นและเข้าใจง่ายขึ้น การรู้จักแบ่ง กลุ่มแยกประเภท นับเป็นการคิดที่สำคัญอย่างหนึ่งไม่ว่าจะเป็นคณิตศาสตร์ มนุษยวิทยาหรือวิทยาศาสตร์ ย่อมจะใช้การแบ่งชนิดหรือแบ่งประเภท

2. การคิดโดยตัดประเด็น (Thinking by Elimination) คือ การคิดโดยการค่อย ๆ ตัดประเด็นที่ไม่ใช่สาเหตุของปัญหาออกไป จนเหลือประเด็นที่เป็นปัญหาที่แท้จริง เช่น คินหนึ่งขณะที่เรากำลังอ่านหนังสือไฟในห้องดับลง เราสงสัยว่าฟิวส์ขาดหรือไม่

- เมื่อเราลองไปเปิดไฟในห้องอื่นดู ก็พบว่าไฟในห้องอื่นติดตามปกติแสดงว่า ฟิวส์ไม่ขาด เราจึงตัดประเด็นเรื่องฟิวส์ขาดออกไปได้ ประเด็นที่เหลือน่าจะเป็นหลอดไฟขาด เราจึงลองเอาหลอดไฟดวงใหม่มาใส่แทน ก็ปรากฏว่าไฟสว่างเหมือนเดิมทำให้เราอ่านหนังสือได้ต่อไป

3. การคิดแบบอุปนัย (Inductive Thinking) เป็นการคิดจากส่วนรายละเอียดไปสู่ส่วนสรุป ซึ่งเริ่มจากการสังเกต การทดลองและเมื่อเห็นว่าเป็นจริงจึงสรุป

4. การคิดแบบนิรนัย (Deductive Thinking) เป็นการคิดที่เริ่มต้นจากข้อสรุปหรือทฤษฎีไปสู่ส่วนรายละเอียด

5. การคิดแบบไตร่ตรอง หรือการคิดสะท้อน (Reflective Thinking) การคิดแบบนี้คือ วิธีวิทยาศาสตร์ซึ่งกำลังใช้กันแพร่หลายอยู่ในปัจจุบัน แต่ในวงการศึกษา มักจะเรียกชื่อว่า วิธีการแก้ปัญหา (Problem Solving Method) หรือวิธีการแห่งปัญญา (Method of Intelligence)

สรุปได้ว่า ประเภทของการคิดแบ่งออกเป็น การคิดแบบเชื่อมโยงและการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ตามสมควรแก่กรณี

### 7.7 ทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

เพียเจท์ (พรณีย์ ช. เจนจิตร. 2528 : 137 – 145) เสนอว่า พัฒนาการความสามารถทางสมองของมนุษย์เริ่มตั้งแต่แรกเกิดไปจนถึงขีดสูงสุดในช่วงอายุประมาณ 15 ปี ซึ่งแบ่งลำดับของการพัฒนาการเป็น 4 ระยะ ดังนี้

1. Sensori-Motor Intelligence (0 – 2 ปี) ในวัยนี้เด็กแสดงออกทางการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ มีปฏิกริยาตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมด้วยการกระทำ การคิดของเด็กในขั้นนี้ใช้สัญลักษณ์น้อยมาก จะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ จากการกระทำและการเคลื่อนไหวและจะเรียนรู้จากสิ่งรอบตัวเฉพาะที่สามารถใช้ประสาทสัมผัสได้เท่านั้น

2. Preoperational Thought (7 – 11 ปี) เป็นขั้นที่เด็กเริ่มใช้ภาษาและสัญลักษณ์อย่างอื่น การเรียนรู้เป็นไปอย่างรวดเร็ว แต่ในขั้นนี้พัฒนาการด้านคิดยังไม่สมเหตุสมผล ยึดติดอยู่กับการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการคิดคือ การยึดติดอยู่กับสิ่งที่เป็นรูปธรรม ไม่สามารถคิดย้อนกลับโดยใช้เหตุผล ยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางมองเหตุการณ์ต่าง ๆ ทีละด้าน ไม่สามารถพิจารณาหลาย ๆ ด้านพร้อม ๆ กัน

3. Concrete Operations (7 – 11 ปี) เป็นขั้นที่เด็กสามารถคิดด้วยการใช้สัญลักษณ์และภาษา สามารถสร้างภาพแทนในใจได้ การคิดแบบยึดตนเองเป็นศูนย์กลางลดน้อยลง แก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้ คิดย้อนกลับได้ รวมทั้งจัดประเภทสิ่งของ ตลอดจนเข้าใจเรื่องของการเปรียบเทียบ

4. Formal Operations (11 ปีขึ้นไป) เป็นขั้นที่เด็กสามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม คิดอย่างสมเหตุสมผล สามารถตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา คิดแบบวิธีวิทยาศาสตร์ได้รู้จักคิดด้วยการสร้างภาพในใจ สามารถคิดเกี่ยวกับสิ่งที่นอกเหนือไปจากปัจจุบัน หรือสถานการณ์ที่ยังไม่ได้เกิดขึ้นจริง ๆ และคิดสร้างทฤษฎีได้ การคิดของเด็กจะไม่ติดยึดกับข้อมูลที่มาจากการสังเกตเพียงอย่างเดียว

ทฤษฎีของเพียเจท์ อธิบายพัฒนาการของการคิดจากขั้นหนึ่งไปสู่ขั้นหนึ่ง อาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ การเจริญเติบโตของร่างกายและวุฒิภาวะ ประสบการณ์ทางกายภาพและทางสมอง

ประสบการณ์ทางสังคมและสภาวะสมมูล ซึ่งเป็นกระบวนการที่แต่ละคนใช้ในการปรับตัว ชั้นพัฒนาการคิดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับขั้น ซึ่งพัฒนาการในขั้นต้นจะเป็นพื้นฐานของพัฒนาการในขั้นสูงและพัฒนาการของคิดแต่ละคนมีลักษณะเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันในด้านอัตราความเร็วในการเกิดของแต่ละระดับของพัฒนาการ

## 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

### 8.1 งานวิจัยในประเทศ

พยอม ตันมณี (2524 : 137 –153) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบความแตกต่างของการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ผลของการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหาจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ความคิดวิจารณ์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นมากกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหา และรูปแบบทั่วไปจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ความคิดวิจารณ์ และความสามารถในการแก้ปัญหาจากการสอบครั้งหลังเพิ่มขึ้นมากกว่าการสอบครั้งแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วีระ เมืองช้าง (2525 : 49) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนจันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม จำนวน 193 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ที่ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบของพยอม ตันมณี และแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการวิจัยพบว่า ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533 : 85) ได้ศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียกด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการคิดวิจารณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการคิดวิจารณ์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิพล นาสมบูรณ์ (2536 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามแผนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

คลีแมน (Klienman, 1963 : 307 –317) ได้สังเกตการสอนของครูจำนวน 33 คน ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับเกรดแปด โดยสังเกตคนละหนึ่งครั้งแล้วใช้การถามคำถามในชั้นเรียนเป็นเกณฑ์ในการจำแนกรู้ออกเป็น 2 กลุ่ม เลือกครู 3 คน ที่ถามคำถามความคิดโดยใช้วิจารณ์ญาณ (Critical Thinking) จำนวนเก้าคำถามหรือมากกว่าเป็นกลุ่มสูงและเลือกครูที่ไม่เคยถามคำถามถามความคิดโดยใช้วิจารณ์ญาณ (Critical Thinking) เป็นกลุ่มต่ำแล้วนำแบบทดสอบวัดความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบนี้กับเด็กก่อนและหลังการทดลอง เมื่อใช้ t – test เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการสอบครั้งแรกและหลังพบว่าแบบทดสอบฉบับแรกความคิดแบบวิเคราะห์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แบบทดสอบฉบับหลังคือแบบทดสอบความคิดวิจารณ์ญาณนั้น เด็กมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับย่อย และอีกฉบับคือความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งของเด็กไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

บาสมาเจียน (Bassmajian, 1978 : 210 – A) ศึกษาความสัมพันธ์ของระดับวุฒิภาวะตามทฤษฎีของ เพียเจท์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในรัฐคาลิฟอร์เนีย กับความสามารถในการเรียนรู้อชีววิทยา และพัฒนาการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์กับกลุ่มนักศึกษา 83 คน ที่เรียนวิชา Biology I โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของเบอร์นี่ (Burne) ปรากฏว่านักศึกษาระดับที่คิดด้วยนามธรรมมีผลสัมฤทธิ์วิชาชีววิทยาสูงกว่าพวกที่ยังไม่ถึงระดับการคิดนามธรรม

เรย์ (Ray, 1979 : 3220 – A) ได้วิจัยเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามระดับที่ต่ำกับคำถามระดับสูงในการสอนวิชาเคมีที่มีความมีความีเหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผล (Abstract Reasoning and Critical Thinking) ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ 54 คน โดยจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันหมด กลุ่มที่ 1 สอนด้วยคำถามระดับต่ำ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่สอนด้วยคำถามระดับสูงสามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบในเรื่องของมีเหตุผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการวิเคราะห์วิจารณ์พบว่า การคิดวิเคราะห์วิจารณ์เป็นกระบวนการคิดและการตัดสินใจอย่างรอบคอบและต้องฝึกฝนอยู่เสมอ จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นว่า การพัฒนาการคิดวิเคราะห์วิจารณ์จะใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลปรากฏว่า สามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ได้ดี ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจนำความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์มาพัฒนาโดยให้นักเรียนได้ฝึกคิดและลงมือปฏิบัติสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง อันเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิดตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

#### ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมสาธิตสถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมสาธิตสถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมทั้งหมด 60 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยสุ่มมา 2 ห้องเรียนจากทั้งหมด 3 ห้องเรียนแล้วสุ่มอีกครั้งให้มีกลุ่มละ 30 คน เพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ

กลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือครู

#### เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง “อาหาร” โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การทดสอบสารอาหาร
2. สารอาหารที่ให้พลังงาน
3. สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน
4. ส่วนประกอบของอาหาร
5. การกินอาหารให้ถูกต้องส่วน
6. โทษของการขาดสารอาหาร
7. พลังงานจากอาหารกับกิจกรรมต่าง ๆ
8. สิ่งเป็นพิษในอาหาร

#### ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 โดยใช้เวลาดทดลอง 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 15 คาบ

#### แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลอง Randomized Control Group Pretest Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2536 : 67) ซึ่งมีแบบแผนทดลองดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
RE	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>
RC	T <sub>1</sub>	-X	T <sub>2</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- E แทน กลุ่มทดลอง
- C แทน กลุ่มควบคุม
- T<sub>1</sub> แทน การทดสอบก่อนการทดลอง
- T<sub>2</sub> แทน การทดสอบหลังการทดลอง
- X แทน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์
- ~ X แทน การสอนตามคู่มือครู

### เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหาร จำนวน 2 แผน คือ
  - 1.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์
  - 1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

#### 1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

การสร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเนื้อหาที่ใช้ในการสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

- 1.1. การศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตรจุดประสงค์รายวิชาและขอบข่ายของเนื้อหาวิทยาศาสตร์จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น
- 1.2. ศึกษารายละเอียดและเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจากแนวการสอนของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.3. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อการเรียน

การสอน

1.4. สร้างแผนการสอนจำนวน 15 คาบ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1.4.1 มโนคติ

1.4.2 จุดประสงค์ของกิจกรรม

1.4.3 กิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 2 กลุ่มเป็นดังนี้

กลุ่มทดลอง

1. ชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- 1.1 นักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับอาหารแล้วร่วมกัน อภิปรายปัญหา และตั้งสมมติฐาน
- 1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังความคิดเรื่องที่ศึกษา
- 1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลอง โดยครูเตรียม อุปกรณ์ให้

2. ชั้นทำการทดลอง

- นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง, บันทึกผลการทดลอง ตามรูปแบบที่ออกไว้

3. ชั้นอภิปรายหลังทำการทดลอง

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เอกสาร ประกอบการเรียนเรื่องอาหารมาอภิปรายเพื่อระบุมโนคติ ที่สำคัญ
- 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนคติ
- 3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของมโนคติ
- 3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเชื่อมโยงแต่ละมโนคติเข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม
- 3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมปรับปรุงแก้ไขแผนผังมโนคติที่สร้างขึ้น
- 3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังมโนคติที่แก้ไขแล้วลงในแผ่นใสแล้วเสนอหน้าชั้นเรียน
- 3.7 ครูและนักเรียนคัดเลือกแผนผังที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปในบทเรียน
- 3.8 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

กลุ่มควบคุม

1. ชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

- 1.1 ครูและนักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับอาหารแล้ว ร่วมกันอภิปรายปัญหา, ตั้งสมมติฐาน
- 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทำกิจกรรมและ ข้อควรระวัง

## 2. ขั้นทำการทดลอง

- นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามแบบเรียน

## 3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

- 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่
- 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

1.5. นำแผนการสอนที่เขียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.6. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมสาธิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบ แล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

ตาราง 2 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนวิธี  
การสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนผังมโนทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู

การสอนโดยกิจกรรมการสร้างแผนผังมโนทัศน์	การสอนตามคู่มือครู
<p>1. <b>ขั้นอภิปรายก่อนทำการทดลอง</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับอาหารแล้วครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์นักเรียนระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน</li> <li>- นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังความคิดเรื่องการศึกษาลงในเอกสารหมายเลข 1</li> <li>- นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองโดยมีอุปกรณ์ให้</li> </ul> <p>2. <b>ขั้นทำการทดลอง</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง, บันทึกผลการทดลองตามรูปแบบที่กำหนดไว้</li> </ul> <p>3. <b>ขั้นอภิปรายหลังทำการทดลอง</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนแต่ละกลุ่ม               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ระดมมโนทัศน์ที่สำคัญ</li> <li>- จัดลำดับมโนทัศน์</li> <li>- ร่วมพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์</li> <li>- ร่วมกันเขียนแผนผังมโนทัศน์</li> <li>- ร่วมกันแก้ไขปรับปรุงแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น</li> <li>- เขียนแผนผังมโนทัศน์ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอหน้าชั้นเรียน</li> </ul> </li> <li>- ครูและนักเรียนร่วมคัดเลือกแผนผังมโนทัศน์ที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปในบทเรียน</li> <li>- นักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนติบทสรุปลงในเอกสารหมายเลข 2</li> <li>- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน</li> </ul>	<p>1. <b>ขั้นอภิปรายก่อนทำการทดลอง</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูและนักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับอาหาร แล้วร่วมกันอภิปรายปัญหา, ตั้งสมมติฐาน</li> <li>- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทำการทดลองและข้อควรระวัง</li> </ul> <p>2. <b>ขั้นทำการทดลอง</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามแบบเรียน</li> </ul> <p>3. <b>ขั้นอภิปรายหลังทำการทดลอง</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทดลองเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่</li> <li>- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน</li> </ul>

## 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ดำเนินการดังนี้

- 2.1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารเกี่ยวกับ การวัดผลประเมินผลและการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
- 2.2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอาหาร เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ได้ 4 ด้าน คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ตามตารางวิเคราะห์ในข้อ 2
- 2.4. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ภาษาที่ใช้โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรมแล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไปไว้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 122 – 127)
- 2.5. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมสาธิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ที่เรียนเรื่องนี้แล้ว จำนวน 100 คน
- 2.6. ทำการตรวจสอบและนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจ จำแนกโดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เต ฟาน เลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .18 - .76 และมีค่า อำนาจจำแนกตั้งแต่ .21 ขึ้นไปไว้จำนวน 60 ข้อ
- 2.7. นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 6 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมสาธิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน เพื่อหา ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้ KR-20 (kuder Richardson –20) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.83
- 2.8. นำแบบทดสอบไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป
  - ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ - ความจำ
    - \* ถ้าต้องการทดสอบสารอาหารประเภทโปรตีน ควรทดสอบด้วยสารใด
      - ก. สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต
      - ข. สารละลายเบเนดิกต์
      - ค. สารละลายไอโอดีน
      - ง. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต
      - จ. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตแบบละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

### ด้านความเข้าใจ

#### \* คำกล่าวใดสอดคล้องกับหลักโภชนาการ

- ก. หวานเป็นลม ขมเป็นยา
- ข. อุ่นเปรี้ยว มะนาวหวาน
- ค. กินไข่วันละใบ ไม่ต้องไปหาหมอ
- ง. ถ้าจะดื่ม น้ำอัดลม มาดื่ม น้ำนมกันดีกว่า
- จ. ร่างกายจะแข็งแรง ต้มกระทิงแดงทุกวัน

#### ด้านการนำไปใช้

#### \* ในยามขาดแคลนเนื้อสัตว์ไม่สามารถหาของบริโภคได้ เราควรบริโภคสิ่งใดทดแทน

- ก. มะเขือเทศสด
- ข. มะพร้าวอ่อน
- ค. ถั่วงอก
- ง. มันฝรั่ง
- จ. ข้าวโพดอ่อน

#### ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### \* สารชนิดหนึ่งมีรสหวาน เมื่อนำมาทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ แล้วไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น จะตั้งสมมติฐานอย่างไร

- ก. สารละลายเบเนดิกต์มีความเข้มข้นมาก
- ข. สารละลายเบเนดิกต์มีความเข้มข้นน้อย
- ค. สารที่นำมาทดสอบมีปริมาณน้ำตาลน้อย
- ง. สารที่นำมาทดสอบมีปริมาณน้ำตาลมาก
- จ. สารที่นำมาทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ไม่ใช่ น้ำตาล

### 3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ดำเนิน ดังนี้

#### 3.1. ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ

วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ แล้วนำมาเขียนนิยามเชิงปฏิบัติการ

3.2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ โดยอาศัยหลักการของวัตสัน และเกลเซอร์ (Watson and Glaser) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.1. การสรุปความ (Inference) เป็นความสามารถในการแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องราวตามข้อมูลที่ปรากฏในข้อความหรือสถานการณ์ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งความคิดเห็นนั้นอาจจะเป็นจริงหรือบอกได้ว่าไม่เป็นจริงในกรณีที่ข้อมูลยังไม่เพียงพอ

3.2.2. การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption) เป็นความสามารถในการพิจารณาข้อความที่สมมติขึ้น หรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า เพื่อรับรู้หรือตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น

ข้อตกลงเบื้องต้น หมายถึง ข้อความที่กำหนดขึ้น อาจเป็นข้อเท็จจริงหรือสมมติขึ้นซึ่งข้อความนั้นเป็นสิ่งที่ยอมรับไว้แล้วหรือเป็นสมมติฐานที่ตั้งไว้ล่วงหน้า

3.3.3. การนิรนัย (Deduction) เป็นความสามารถในการคิด พิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุและผลข้อความหลัก 2 ข้อความที่มีอยู่ก่อน โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุและอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งหมด เพื่อสรุปเป็นผลของข้อความนั้น

3.3.4. การตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความย่อว่าเป็นความจริงตามข้อความที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยพิจารณาจากข้อมูลหรือเหตุผลที่กำหนดให้อย่างมีเหตุผลเพียงพอ

3.3.5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Argument) เป็นความสามารถในการตีคุณค่า การประเมินคำตอบ การประเมินข้อสรุปของข้อความและการตัดสินใจถูกต้องของข้อความที่กำหนดให้ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องด้วยเหตุและผล ซึ่งเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนด

ลักษณะของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นประกอบด้วยข้อความที่มีลักษณะเป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง สถานการณ์ หรือข้อมูลที่ได้จากบทความหรือรายงานต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนตอบคำถามแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หรือวิจารณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย 2 ตัวเลือก จำนวน 70 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์มีเกณฑ์ ดังนี้ คือ คำตอบถูกในแต่ละข้อจะให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดในแต่ละข้อจะให้ 0 คะแนน

คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ คัดจากผลรวมของแบบทดสอบที่ตอบถูก

3.3. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของสถานการณ์ความชัดเจนของคำถาม เพื่อแก้ไขปรับปรุง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรมแล้วเลือกความเหมาะสมของตัวเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไปไว้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 122 – 127)

3.4. นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมสาธิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน

3.5. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เต ฟาน เลือกเอาข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง .36 - .64 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .19 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ

3.6. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วจากข้อ 5 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมสาธิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson – 20) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 130) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.71

3.7. นำแบบทดสอบไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

คำแนะนำใช้ตัวเลือกรูปต่อไปนี้ ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ตั้งแต่ข้อ 1 – 3

นักวิทยาศาสตร์ไทยค้นพบว่า โปรตีนชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในเมล็ดของมะระขี้นกที่แก่จัดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อไวรัส HIV ในหลอดทดลองได้ผลดี

ก. ข้อสรุปนั้นเป็นจริงหรือเป็นไม่ได้

ข. ข้อสรุปนั้นไม่จริง, เป็นไปไม่ได้ หรือข้อมูลยังไม่เพียงพอ

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้ เป็นจริงหรือไม่

1. สารที่อยู่ในเมล็ดมะระขี้นกยับยั้งเชื้อไวรัส HIV ในหลอดทดลองได้
2. นักวิทยาศาสตร์ไทยค้นพบยารักษาโรคเอดส์ได้สำเร็จ
3. ในอนาคตจะมีการปลูกมะระขี้นกมากขึ้น

### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยจับฉลากห้องเรียนมา 2 ห้องเรียนจากจำนวนห้อง 3 ห้องเรียน และจับฉลากแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์
3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกันใช้เวลาสอนกลุ่มละ 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 15 คาบ
  - 3.1 กลุ่มทดลอง สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ
  - 3.2 กลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือ
4. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์
5. ตรวจสอบผลการสอบแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ด้านและความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมโดยใช้  $t - test$  Independent ในรูป Difference Score (Scott, 1962 : 264)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาคะแนนเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 145-146)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความแปรปรวน คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 150)

$$s^2 = \frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ  $s^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

### 2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 122 – 127)

$$IC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ  $IC$  แทนดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม

$\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$N$  แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา

2.2 หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบโดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อใช้เทคนิค 27 % ของ ฟาน (Fan. 1952 : 6 – 21)

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR – 20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536 : 130)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_i^2} \right]$$

เมื่อ  $r_{tt}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$n$  แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

$p$  แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ =  $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

$q$  แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ =  $1 - p$

$S_i^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน ข้อ 1 – 5 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ เรื่องอาหาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มควบคุม คำนวณโดยใช้ t – test แบบ Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

$$\text{เมื่อ } t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S^2_{D_1}}{n_1} + \frac{S^2_{D_2}}{n_2}}$$

$$\text{และ } S^2_{D_0} = \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t – Distribution
	MD <sub>1</sub>	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง
	MD <sub>2</sub>	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม
	D <sub>1</sub>	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง
	D <sub>2</sub>	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม
	S <sup>2</sup> <sub>D</sub>	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนและก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
	n <sub>1</sub>	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
	n <sub>2</sub>	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม
	S <sub>MD<sub>1</sub>-MD<sub>2</sub></sub>	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนการเรียนกับหลังการเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการอ่านผลการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
$\bar{X}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนกับหลังการทดลอง
$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
$S_{MD_1-MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำของนักเรียนที่ได้รับการแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำก่อนกับหลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score ได้ผลแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำกลุ่มทดลองกับ กลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	30	4.87	8.73	3.87		
					0.35	**3.74
กลุ่มควบคุม	30	4.70	7.27	2.57		

t (.01, 58) = 2.66

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำ แตกต่างกันไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านความเข้าใจระหว่างก่อนและหลังทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	30	8.43	12.77	4.33		
					0.52	**3.13
กลุ่มควบคุม	30	9.27	11.97	2.70		

t (.01, 58) = 2.66

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านการนำไปใช้ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติที่ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	30	6.0	9.0	3.0		
					0.38	**3.61
กลุ่มควบคุม	30	5.70	7.33	1.63		

t (.01, 58) = 2.66

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนน ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบ โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	30	5.63	9.46	3.83		
					0.35	**4.74
กลุ่มควบคุม	30	5.70	7.87	2.17		

t (.01, 58) = 2.66

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

5. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	30	22.70	26.93	4.23		
					0.47	**5.02
กลุ่มควบคุม	30	22.97	24.83	1.87		

t (.01, 58) = 2.66

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 แสดงว่าความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ แตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ต้องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หิวจรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู และผลการวิจัยได้ดังนี้

#### จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติก กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หิวจรณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติก กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

#### สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน
4. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน
5. ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หิวจรณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน

#### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมสาธิตสถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 ได้มาจากการจับฉลาก นักเรียนมา 2 ห้องเรียน แล้วจับฉลากแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
  - 2.1 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติก
  - 2.2 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู
  - 2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหาร เป็นแนวทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้านดังนี้

ด้านความรู้-ความจำ	จำนวน 14 ข้อ
ด้านความเข้าใจ	จำนวน 18 ข้อ
ด้านการนำไปใช้	จำนวน 13 ข้อ
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวน 15 ข้อ
รวมทั้งหมด	60 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.83

2.4 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หรือวิจารณ์ มีลักษณะเป็นสถานการณ์ จำนวน 13 สถานการณ์รวม 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.71

### 3. วิธีดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

หลังจากได้กลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ทดสอบก่อนเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หรือวิจารณ์

3.2 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้งสองกลุ่ม ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที

3.2.1 กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์

3.2.2 กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู

3.3 ทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หรือวิจารณ์

3.4 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติ

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้านระหว่างการทดสอบก่อนเรียนกับทดสอบหลังเรียน

2. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หรือวิจารณ์ระหว่างก่อนเรียนกับทดสอบหลังเรียน

3. หาค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 – 5 โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

### สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้-ความจำของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความเข้าใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ สามารถอภิปรายผลได้ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ จากผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 – 4 จากผลการวิจัยดังกล่าวพอจะสรุปได้ดังนี้

ประการแรก การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้แผนผังมโนคติเป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้และทำความเข้าใจมโนคติต่าง ๆ ของบทเรียนโดยให้นักเรียนได้แสดงความคิด ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนออกมาในรูปของแผนผังมโนคติ ซึ่งมีลักษณะที่เป็นรูปธรรมทำให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของความคิดที่ได้ในแต่ละเรื่อง นั่นคือ นักเรียนสามารถจัดระบบความคิดความเข้าใจ ที่มีต่อบทเรียนได้เป็นอย่างดี จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนคติต่าง ๆ ในบทเรียนได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพดังที่ นวลจิต เขากีร์ติพงศ์. (2537 : 21) ได้กล่าวไว้ว่าการเรียนรู้มโนคติจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้นถึงระดับสูงสุดได้ และยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วขึ้น และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดอย่างอิสระจากการระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การลงมือปฏิบัติการทดลอง รวมถึงการสรุปผล และนำเสนอคำตอบ ของปัญหาในรูปของแผนผังมโนคติ การที่ผู้เรียนได้มีเสรีภาพในการปฏิบัติ และเรียนรู้ด้วยตนเองไปที่ละขั้นอย่างมีระบบ จึงส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ สมจิต สวธนโพนบูลย์ (2535 : 34) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด และนำไปปฏิบัติทีละขั้นตอนเป็นการจัดโอกาสให้นักเรียนได้ประสบผลสำเร็จ ในการเรียน การที่นักเรียนมีเสรีภาพในการปฏิบัติได้คิดได้ออกแบบด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และเกิดทักษะในการปฏิบัติการทดลองด้วย สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ จอห์น ดิวอี้ ที่กล่าวว่าการเรียนรู้จะเกิดได้ดีต้องเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการปฏิบัติ และสอดคล้องกับปรัชญาการศึกษาที่กล่าวถึงการเรียนรู้ว่า การเรียนที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และมีทักษะในการปฏิบัติกิจกรรม ประกอบกับเป็นวิธีการเรียนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดในทุกขั้นตอนในกิจกรรมการเรียนการสอน จึงส่งผล

ให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความคิด สามารถทำความเข้าใจในโมเดลต่าง ๆ ของบทเรียนได้ดี และมีความชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติยังทำให้ผู้เรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นเป็นของตัวเองออกมาให้คนอื่นได้ทราบอย่างมีเหตุผล ตลอดจนผู้เรียนยอมรับความเป็นตัวของตัวเองมากขึ้น เพราะการเขียนแผนผังมโนคติจะช่วยฝึกการถ่ายทอดความคิด ความเข้าใจในสิ่งที่เรียนอย่างมีความหมาย ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของครูที่สอนวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย อ่างในสุนีย์ สอนตระกูล. (2535 : 164) ที่ได้เสนอไว้และสรุปไว้ว่าการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ถ้าผู้เรียนได้มีการสร้างกรอบมโนทัศน์ (Concept mapping) ด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความชำนาญในการสร้างและส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจบทเรียนอย่างแท้จริง เพราะการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กรอบมโนทัศน์จะมีประโยชน์ต่อผู้เรียน ตลอดจนทำความเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น

ประการที่สอง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติเป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้เขียนแผนผังความคิดก่อนที่จะเรียนในแต่ละครั้ง ซึ่งในการเขียนแผนผังความคิดนั้นจะทำให้ผู้เรียนได้เห็นความสัมพันธ์ของมโนคติเดิมซึ่งเป็นมโนคติที่มีอยู่ระดับหนึ่งกับมโนคติใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ เมื่อทำกิจกรรมการเรียนไปแล้ว ได้เป็นอย่างดี จึงส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้อมโนคติได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ อัญชลี ตานานนท์. (2536 : 45-52) และในขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนคตินั้นทำให้ผู้เรียนเข้าใจ และมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนคติต่าง ๆ ในเนื้อหาที่เรียนไปทั้งหมดได้เป็นอย่างดี พร้อมได้มีโอกาสสำรวจและทบทวนความรู้มโนคติที่มีอยู่ว่าถูกต้องหรือไม่ ทำให้สามารถเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนคติที่ถูกต้องได้ ซึ่งทำให้การเรียนรู้อมโนคติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงส่งผลให้ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติดีกว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (พิทักษ์ เจริญวานิช. 2535 : 54) ได้ศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนคติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภลักษณ์ ทองสนธิ. (2537 : 78) ที่พบว่าการใช้เทคนิคการสอนแบบการสร้างแผนผังมโนคติทำให้มีการเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนคติที่ถูกต้องได้ประกอบการสร้างแผนผังมโนคติอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้นักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาที่เรียนได้ด้วยตนเอง โดยออกมาในรูปของแผนผังมโนคติเป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้และความเข้าใจในโมเดลต่าง ๆ ของเนื้อหาได้อย่างดี ดังที่ไทเลอร์ (Tylor. 1965 : 148-150) ได้กล่าวไว้ว่าการที่ครูให้หลักการหรือข้อสรุปแก่นักเรียนโดยตรง นักเรียนจะจดจำสิ่งที่ครูให้โดยปราศจากความเข้าใจสิ่งนั้น ๆ อย่างแท้จริง การที่นักเรียนได้สรุปหรือสร้างหลักการด้วยตนเองจะช่วยให้นักเรียนเห็นความจริงทางวิทยาศาสตร์ได้ลึกซึ้งและรวดเร็ว

จากเหตุผลดังกล่าวสนับสนุนได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติจากผลการวิจัยพบว่าความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5 จากผลการวิจัยอภิปรายได้ดังนี้

ประการแรก การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนคิดตลอดเวลา ทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดอย่างรอบคอบภายใต้หลักการที่เป็นเหตุผล มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดได้วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ออกมาในรูปของมโนทัศน์และยังสามารถนามโนทัศน์นั้น ๆ มาจัดลำดับและเขียนเป็นแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของฮัดจิ้น (Hudgins, 1977 : 174-178) ที่ว่าบุคคลที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณต้องเป็นคนที่มีความสามารถพิจารณาตรรกะตรงและประเมินหลักฐานที่นำมาสนับสนุนอย่างมีเหตุผลก่อนที่จะยอมรับข้อสรุปนั้น นอกจากนี้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองทั้งหมด ตั้งแต่การวิเคราะห์ มโนทัศน์แล้วนามโนทัศน์มาจัดเรียงลำดับจนกระทั่งเขียนเป็นแผนผังมโนทัศน์ซึ่งครูมีส่วนช่วยส่งเสริมและปรับปรุงให้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิลเวอร์ธ บีเยปรกรณ์ (2535 : 84) พบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งลักษณะการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์คำถามโนมตีและเขียนแผนผังมโนทัศน์เป็นกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดตลอดเวลา จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ดีขึ้น

ประการที่สอง ผู้เรียนที่เรียนโดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ได้ฝึกการคิดในการสรุปความ การตั้งสมมติฐาน การพิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุและผล ตลอดจนพิจารณาข้อความย่อว่าเป็นจริงหรือไม่ นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถตีคุณค่าการประเมินคำตอบ ซึ่งออกมาในรูปของแผนผังมโนทัศน์ทำให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล ดังนั้นการจัดกิจกรรมด้วยการกระทำด้วยการปฏิบัติจริงทำให้ทุกคนเห็นความสำคัญของตนเอง มีความสนุกสนานในการเรียนไม่เขินอายในการแสดงความคิดของตนเอง และยอมรับความคิดของคนอื่นเป็นการสร้างความพอใจ และแรงจูงใจแก่ผู้เรียน ทำให้เกิดการเรียนได้ดีขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของฮาร์ลิส ที่กล่าวว่า แบบฝึกเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบสนองต่อสิ่งเร้า และการที่ผู้เรียนได้ฝึกคิดบ่อย ๆ จะทำให้ผู้เรียนมีความคิดวิจาดญาณสูงขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจมาศ สันประเสริฐ (2535 : 80) ที่พบว่าความคิดวิจาดญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากลักษณะของกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ผู้เรียนจะต้องคิดหาคำโนมตี คำเชื่อม แล้วนามโนมติเหล่านั้นมาเขียนแผนผังมโนมติ ส่งผลให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ พิจารณา หาเหตุผลรู้จักไตร่ตรองอย่างรอบคอบ จึงทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์สูงขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนได้ว่าความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

## ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาต่อไปนี้

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

- 1.1 ควรมีการเตรียมผู้เรียนให้คุ้นเคยกับการเรียนการสอน โดยการเขียนแผนผังมโนมติเสียก่อน โดยใช้บทเรียนอื่น ๆ เมื่อเห็นว่าเหมาะสมแล้วจึงดำเนินการสอน

1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ควรจะออกข้อสอบให้มากกว่านี้จะได้ครอบคลุมเนื้อหา

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

- 2.1. ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบ การสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับระดับชั้นอื่นๆ หรือใช้กับบทเรียนอื่น ๆ
- 2.2. ควรมีการทำวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ กับโรงเรียนที่สังกัดกรมสามัญศึกษา หรือการศึกษาเอกชน
- 2.3. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความรับผิดชอบ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การหาความสัมพันธ์ระหว่างแผนผังมโนทัศน์กับสมมติฐาน

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กาญจนารักษ์ เผือกนาค. (2535). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความอดทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศโดยใช้แผนที่มีโนมิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเขาทราบ จังหวัดพิจิตร. ปรินญาณินพนธ์. กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- โกวิท ประวาลพฤษ์. (2532). สรุปคำบรรยายเรื่อง รูปแบบการสอนความคิด คำนิยม จริยธรรม และทักษะ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชุตินา วัฒนาศรี. (ม.ป.ป.) การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชานาญ เอี่ยมสำอางค์. (2539) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเชิง นิติศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน เทศวานิช. (2535, พฤษภาคม-ธันวาคม) "รูปแบบการสอน," พิมพ์สาร. 1(2) : 13-14  
ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). ชุดส่งเสริมสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการ พัฒนาการสอนและวัสดุอุปกรณ์.
- ทวีป บรรจงเปลี่ยน. (2540). การเปรียบเทียบความเข้าใจในมโนคติวิทยาศาสตร์เรื่องโลกสี่เหลี่ยมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลวิธีการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติตามทฤษฎีของ POSNER และคณะ กับการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์. ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- นภาพร แถวโนนังว. (2537). การวิเคราะห์มโนคติคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (ว 102) เรื่องโลกสี่เหลี่ยมของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์. ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- นวลจิต เขากีร์ติพงศ์. (2537, ตุลาคม - ธันวาคม). "ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน," พัฒนาหลักสูตร. 14(119) : 6.
- นิพนธ์ วงศ์เกษม. (2534). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดวิจารณ์ และความสนใจในเรื่องอาชีพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดดอนตูม จังหวัดราชบุรี. วิทยานิพนธ์. ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- นิพล นาสุมบูรณ์. (2536) ผลของการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์. ค.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บุญสม ครุฑทา. (2525). การสร้างแบบการคิดเป็น. วิทยานิพนธ์. ค.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- เบญจมาศ สันประเสริฐ. (2533). การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประกอบ วิโรจนกฎ. (2537, มกราคม). "สอนอย่างไรให้คิดเป็นทำเป็น" ส่งเสริมประสิทธิภาพการสอน. 5(1) : 31-37
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- ประเวศ วะสี. (2531, มิถุนายน - กันยายน) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อสติปัญญา; วารสาร วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 16(2) : 64
- ประทีป ชูหมื่นไวย. (2540). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องทรัพยากรในดิน (ดิน, หิน, แร่) ระหว่างการสอนโดยใช้แผนที่มโนมติกกับการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์. ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ผดุงยศ ดวงมาลา. (2531, มิถุนายน-กันยายน). "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," ศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 4(12) : 3
- พยอม ตันมณี. (2524). การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยา ในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป. ปรินญาณิพนธ์. กศ.ด (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) บัณฑิตวิทยาลัย กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- พรรณณี ข.เจนจิต. (2528). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : อมรินทร์การพิมพ์.
- พิทักษ์ เจริญวานิช. (2531). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการหายใจ ระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติกกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์. ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- เพ็ญพิไล ฤทธาคุณานนท์. (2536). จิตวิทยาการเรียนรู้ของเด็ก. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ไพเราะ ทิพย์ทัศน์. (2533). วิทยาศาสตร์ประทับใจ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2536). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ภพ เลหาไฟบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- มนัส บุญประกอบ(2532-2535). "แผนภูมิโนทัศน์กับแผนภูมิอื่น ๆ," สสวท. 18-19 (69-76) : 22-25.  
 ----- (2533 - 2534, มกราคม-ธันวาคม). "แผนภูมิโนทัศน์-การนำไปใช้ในชั้นเรียน," สสวท. 18-19(69-76) : 15-26.  
 -----(2533). "ยุทธศาสตร์ใหม่ทางการศึกษา : แผนภูมิโนมติก," สสวท. 18(69) : 26-29  
 -----(2533). แผนทึมนมติกกับแผนภูมิอื่น. สสวท. 18(70) : 22-25  
 -----(2533). "แผนทึมนมติกการนำไปใช้ในชั้นเรียน," สสวท. 18(71) : 15-25.

- (2534, มกราคม-ธันวาคม). "ยุทธศาสตร์ใหม่ทางการศึกษาแผนภูมิโมทัศน์," สสวท.  
18 (76) :26-29 .
- มลิวลัย สมศักดิ์. (2540). รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างวิจารณ์ของนักเรียนในโครงการขยาย  
โอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน. ปรินุญานินพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ :  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รัชนิกร ทองสุชาติ. (2540, มกราคม-มิถุนายน). "การสอนสังคมในยุคโลกาภิวัตน์ : วังทวนกระแส,"  
ศึกษาศาสตร์สาร. 21 (2) : 1 – 8.
- ลัดดา สุขปรีดี. (2523). เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์เนศ
- วรกิตต์ ผ่องศรี. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ที่ได้รับการสอนโดยใช้โมชันพีคเจอร์กับ  
การสอนตามคู่มือครู. ปรินุญานินพนธ์. กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- วรรณทิพา รอดแรงเค้า และ จิต นวนแก้ว. (2532). กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับ  
นักเรียน. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วรรณมา บุญนิม. (2541). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ของนักเรียนชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินุญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วารินทร์ รัตมีพรหม. (2532) การออกแบบสาระหลักและการทฤษฎี. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2532). "การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ," การวิจัยทางการศึกษา. 19(3) :  
1820.
- (2533). การพัฒนาหลักสูตรและการสอน-มิติใหม่. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- (2537). กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ" กรุงเทพฯ : สุริยาสาสน.
- วิมล สำราญวานิช (2532). การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
ขอนแก่น.
- วิไลพร คำเพราะ. (2539). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ใน  
กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียน  
แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินุญานินพนธ์. กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- วิไลวรรณ ศรีศรีชนะมา. (2537, เมษายน – มิถุนายน). "แนวคิดบางประการเกี่ยวกับความคิดรวบยอด,"  
พัฒนาหลักสูตร. 13(117) : 8
- (2538, ตุลาคม – ธันวาคม). "สอนอย่างไรให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้," พัฒนาหลักสูตร. 12(123)  
: 45 –47.
- วิไลวรรณ ปิยะปกรณ. (2535). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทาง  
วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่  
เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างวิจารณ์. ปรินุญานินพนธ์ .  
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
ถ่ายเอกสาร.

- วีระ เมืองช้าง. (2525). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์ญาณ กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนจันทรประดิษฐาราม กทม. วิทยานิพนธ์. ศศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร
- วีระชาติ สวนไพรินทร์. (2531). การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีระยุทธ วิเชียรโชติ. (2521). จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ : อำนวยการพิมพ์.
- สมจิต สวธนไพบูลย์. (2526). วิทยาศาสตร์สำหรับประถม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- (2526). การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- (2535) ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (ม.ป.ป.). การประชุมปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- (ม.ป.ป.). การสอนยุคโลกาภิวัตน์ เอกสารประกอบการบรรยายในโครงการส่งเสริมศักยภาพนักเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมเจตน์ ไวยการณ. (2530). รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล. ปรินญาณินพนธ์. กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2539). แผนการพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540 -2544). กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2526). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบัน
- (2533). หนังสือวิทยาศาสตร์ เล่ม 3(ว 203). กรุงเทพฯ :  
คุรุสภา. สถาบันฯ.
- (2535). คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คุรุสภา. สถาบัน.
- สิปปนนท์ เกตุทัต. (2538, กันยายน). "รัฐบาลใหม่กับการปฏิรูปการศึกษา," ครูผู้บริหารการศึกษาและโลกาภิวัตน์. 97(7) :31 – 37.
- สุนีย์ สอนตระกูล. (2535) การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนแบบจัดกรอบโมโนทัศน์ สำหรับวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (วิชาหลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและการปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม 2. กรุงเทพฯ : เจริญบุ๊คส์เซนเตอร์.
- สุนน อมรวิวัฒน์. (2531). คิดเป็นตามนัยแห่งพุทธธรรม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สาโรช บัวศรี. (2531, มกราคม - ธันวาคม) การศึกษาไทย สารานุกรมศึกษาศาสตร์. 5 (8) : 14

- ศุภลักษณ์ ทองสนธิ. (2537). ผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาเคมี. วิทยานิพนธ์. ค.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร
- หทัยรัช รังสุวรรณ. (2539). ผลของการสอนโดยยใช้แผนที่มโนมติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านมโนมติ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินญญาณิพนธ์. กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- อรพรรณ บุญลือธวัชชัย. (2538). การเรียนการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดวิจารณ์ญาณของพยาบาลศาสตร์. พยาบาลศาสตร์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรารงลักษณ์ อยู่สุข. (2535). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลีไมชั่น. ปรินญญาณิพนธ์. กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- อร่าม วัฒนนะ. (2536). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอด กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง ลังแวด ล้อมขของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนกับการสอนตามปกติ. ปรินญญาณิพนธ์. กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- อนันต์ จันทร์แก้ว. (2523). ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ.2 หรือ ม.2. ปรินญญาณิพนธ์. กศ.ด. (สาขาการวิจัยและพฤติกรรมศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- อัญชลี ตานานนท์. (2536). ฝั่งมโนมติสัมพันธ์กับการพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- อุษณีย์ โพธิ์สุข. (2537). วิธีสอนเด็กปัญญาเลิศ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

Ault, Charies. R. (1985 October). Concept Mapping as a study Strategy in Earth Science. *Journal of College Science Teaching*. 15 (5) : 38–44.

Ausubel, David P. (1968). *Educational Psychology : A Cognitive View*. New York : Holt Rinchart and Winston.

✕Bassmajian, Ronald Keith. (1978, July) " The Relationship Between Piagetian Cognitive Maturity and Scholastic Success of Students Enrolled in Audio-Tutorial Biology Program." *Dissertatian Abstracts International*. 39 (7) : 210 – A.

Beyer B.K. (1985. April). "Teaching Critical Thinking : A Direct Approach," *Socail Educational* : 8(15) : 297–303.

Bruner, Jerome S. (1966) *Studies in Cognitive Growth : A Collaboration at the Center for Cognitive Studies*. New York : John Wiley and Sons.

- Bsdabikian Yognic. (1971 September). "An Empirical Investigation to Determine the Relative Effectiveness of Discovery, Laboratory, and Expository Methods of Teaching Science Concept", *Journal of Research in Science Teaching*. 8(5): 201-209.
- Cliburn, Joseph W. (1987, October) "Helping Students Understand physiologic Interaction : A Concept Mapping Activity", *The American Biology Teacher*. 49 (12) : 426-427.
- Deese, James Earle and Stewart H. Hulse. (1959). *The psychology of Learning*. 3rel, New York : McGrac-Hill.
- Dececco, J.P. (1968) *The Psychology of Learning and Instruction Educational Psychology*. New York : Pretice Hall, Inc., Englewood Cliffs : 402-416.
- Fan, Chung The. (1952). *Item Analysis Table*. New Jersey : Educational Services.
- ✱ Gagne, Rober M. (1977). *The Condition of Learning*. Third Edition. New York : Holt, Rienhart And Winston, Inc.
- Good, Carter V. (1959). *Distionary of Education*. Edited by Good, Carter V. New York : McGraw-Hill Company.
- Hilgard Ernest R. (1962). *Introduction to Psychology*. New York : Harcourt Brace and world, Inc.
- ✱ Hudgins, Bryce B. (1977). *Learning and Thinking : A Primer for Teachers*. Itasca : iii, Fe Peacock.
- ✱ Klienman, Gladys. S. (1963 March) "General Science Teacher's Questions, Pupiland Teacher Behavior and Pupils "Understanding of Science." *Dissertation Abstracts International*. 25 (17) : 5153 -4A
- Lehman, D.J.C. Carter and J.B. Kahle. (1985 . October) . "Concept Mapping, Vee Mapping and Achievement : Results of a Field Study With Black High School Students. "*Journal of Research in Science Teaching*. 22 (17) : 663-673.
- McDonald, F.J. (1959). *Education Psychology*. New York : Wadsworth Publishing Co., Inc.
- Morcira, Maaroc A. (1979, May). "Concept Map and Tools for Teaching", *Journal and College Science Teaching*. 11 (9) : 283-286.
- Novak, Joseph D., Gowin, D. Bob, and Johansen, Gerard T. (1983, October). "The use of concept Mapping and Knowledge Vee Mapping With junior Hight School Science Students", *Science Education*. 67 (9) : 625-645.
- Novak, Joseph D., and Gowin, D. Bob (1984). *Learning how to Learn*. London : Cambridge University Press.
- ✱ Ray Charles Lear. (1979, April). "A Comparative Laboratory Study of the Effects of Lower Level and Higher Level Questions one Students. Abstract Reasoning and Critical Thinking in two- Non -Directive High School Chemistry classroom," *Dissertation Abstracts International*. 40 (6) : 3320 - A
- Romay. Hilliam D. (1968). *Inquiry Techniques for Teaching Science*. Englewood New Jersey : Prentice-Hall, Inc.
- Scott, william A. and Michael Wertheimer. (1962). *Introduction to Psychological Research*. 4<sup>th</sup> ed.

New York : John Wiley and Son, Inc.

Suchman, J. Richard. (1986). *Inquiry in the curriculum*. New York : McGraw - Hill, Book Company.

Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. (1973). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School*. Second. Colum bus : Charles E. Merrill Publishing Company.

Sund, Robert S., and Leslie W. Trowbridge. (1974). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School*. Colum bus : A bell and Howell Co.

Tylor, Paul Alan, (1965, March). "Concept Learning Using Positive and Negative Instances in Learning the Classification Scheme of Bloom's Taxonomy," *"Dissertation Abstracts*, 29 (5) : 10877 A.

Watson, G. and Edward, M. Glasre. (1964). *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal Manual for Ym and Zm*. New York : Harcovrt Brace and World.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

ตาราง 8 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ - ความจำ ทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนของ  
กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (14 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (14 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_1$ )	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
1	2	7	5	1.13	1.2769
2	4	9	5	1.13	1.2769
3	8	12	4	0.13	0.0169
4	5	9	4	0.13	0.0169
5	5	9	4	0.13	0.0169
6	5	8	3	-0.87	0.7569
7	4	7	3	-0.87	0.7569
8	9	12	3	-0.87	0.7569
9	8	12	4	0.13	0.0169
10	5	10	5	1.13	1.2769
11	5	8	3	-0.87	0.7569
12	3	7	4	0.13	0.0169
13	4	6	2	-1.87	3.4969
14	5	8	3	-0.87	0.7569
15	8	9	1	-2.87	8.2369
16	5	10	5	1.13	1.2769
17	1	5	4	0.13	0.0169
18	2	7	5	1.13	1.2769
19	5	7	2	-1.87	3.4969
20	8	12	4	0.13	0.0169

ตาราง 8 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (14 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (14 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_1$ )	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
21	6	8	2	-1.87	3.4969
22	7	10	3	-0.87	0.7569
23	3	11	8	4.13	17.0569
24	3	9	6	2.13	4.5369
25	1	5	4	0.13	0.0169
26	4	7	3	-0.87	0.7569
27	2	6	4	0.13	0.0169
28	3	8	5	1.13	1.2769
29	7	10	3	-0.87	0.7569
30	9	14	5	1.13	1.2769
$\Sigma X$	146	262			
$\bar{X}$	4.87	8.73			
$\Sigma D$			116		
MD			3.87		
$\Sigma(D_1 - MD_1)^2$					55.467

ตาราง 9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ - ความจำ ทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนของ  
กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (14 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (14 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_2$ )	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
1	3	7	4	1.43	2.0449
2	5	6	1	-1.57	2.4649
3	8	9	1	-1.57	2.4649
4	4	6	2	-0.57	0.3249
5	4	7	3	0.43	0.1849
6	3	4	1	-1.57	2.4649
7	7	8	1	-1.57	2.4649
8	5	6	1	-1.57	2.4649
9	7	8	1	-1.57	2.4649
10	4	8	4	1.43	2.0449
11	4	7	3	0.43	0.1849
12	5	9	4	1.43	2.0449
13	7	8	1	-1.57	2.4649
14	3	6	3	0.43	0.1849
15	8	10	2	-0.57	0.3249
16	4	6	2	-0.57	0.3249
17	0	5	5	2.43	5.9049
18	3	6	3	0.43	0.1849
19	6	10	4	1.43	2.0449
20	4	6	2	-0.57	0.3249

ตาราง 9 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (14 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (14 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_2$ )	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
21	10	11	1	-1.57	2.4649
22	7	10	3	0.43	0.1849
23	4	8	4	1.43	2.0449
24	10	11	1	-1.57	2.4649
25	2	6	4	1.43	2.0449
26	3	5	2	-0.57	0.3249
27	4	7	3	0.43	0.1849
28	2	5	3	0.43	0.1849
29	2	7	5	2.43	5.9049
30	3	6	3	0.43	0.1849
$\Sigma X$	141	218			
$\bar{X}$	4.70	7.27			
$\Sigma D$			77		
MD			2.57		
$\Sigma(D_2 - MD_2)^2$					49.367

การตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

$$\begin{aligned}
 n &= 30 \\
 MD_1 &= 3.87 \\
 MD_2 &= 2.57 \\
 \sum(D_1 - MD_1)^2 &= 55.467 \\
 \sum(D_2 - MD_2)^2 &= 49.367 \\
 \text{เมื่อ } S_D^2 &= \frac{\sum(D_1 - MD_1)^2 + \sum(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \\
 \text{แทนค่า } S_D^2 &= \frac{55.467 + 49.368}{30 + 30 - 2} \\
 &= 1.8075 \\
 \text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} &= \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}} \\
 \text{แทนค่า} &= \sqrt{\frac{1.8075}{30} + \frac{1.8075}{30}} \\
 &= \sqrt{\frac{3.615}{30}} \\
 &= \sqrt{0.1205} \\
 &= 0.35 \\
 \text{การหาค่า } t &= \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2 \\
 \text{แทนค่า} &= \frac{3.87 - 2.57}{0.35}; df = 58 \\
 \therefore t &= 3.71
 \end{aligned}$$

ตาราง 10 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจ ทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนของ  
กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (18 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (18 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_1$ )	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
1	8	11	3	-1.33	1.7689
2	7	10	3	-1.33	1.7689
3	10	17	7	2.67	7.1289
4	7	14	7	2.67	7.1289
5	10	15	5	0.67	0.4489
6	3	12	9	4.67	21.8089
7	7	9	2	-2.33	5.4289
8	10	14	4	-0.33	0.1089
9	4	9	5	0.67	0.4489
10	10	16	6	1.67	2.7889
11	11	15	4	-0.33	0.1089
12	9	16	7	2.67	7.1289
13	8	10	2	-2.33	5.4289
14	9	14	5	0.67	0.4489
15	6	14	8	3.67	13.4689
16	10	13	3	-1.33	1.7689
17	5	9	4	-0.33	0.1089
18	6	9	3	-1.33	1.7689
19	6	12	6	1.67	2.7889
20	12	16	4	-0.33	0.1089

ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (18 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (18 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_1$ )	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
21	6	13	7	2.67	7.1289
22	9	13	4	-0.33	0.1089
23	3	9	6	1.67	2.7889
24	13	15	2	-2.33	5.4289
25	8	10	2	-2.33	5.4289
26	11	13	2	-2.33	5.4289
27	12	14	2	-2.33	5.4289
28	11	14	3	-1.33	1.7689
29	10	13	3	-1.33	1.7689
30	12	14	2	-2.33	5.4289
$\Sigma X$	253	383			
$\bar{X}$	8.43	12.77			
$\Sigma D$			130		
MD			4.33		
$\Sigma(D_1 - MD_1)^2$					122.667

ตาราง 11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจ ทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนของ  
กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (18 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (18 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_2$ )	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
1	5	10	5	2.3	5.29
2	7	8	1	-1.7	2.89
3	13	14	1	-1.7	2.89
4	9	14	5	2.3	5.29
5	11	13	2	-0.7	0.49
6	6	9	3	0.3	0.09
7	9	10	1	-1.7	2.89
8	12	14	2	-0.7	0.49
9	11	14	3	0.3	0.09
10	7	12	5	2.3	5.29
11	6	8	2	-0.7	0.49
12	5	13	8	5.3	28.09
13	10	11	1	-1.7	2.89
14	10	12	2	-0.7	0.49
15	14	16	2	-0.7	0.49
16	10	13	3	0.3	0.09
17	9	10	1	-1.7	2.89
18	10	11	1	-1.7	2.89
19	8	14	6	3.3	10.89
20	12	14	2	-0.7	0.49

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (18 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (18 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_2$ )	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
21	15	16	1	-1.7	2.89
22	6	7	1	-1.7	2.89
23	10	12	2	-0.7	0.49
24	13	16	3	0.3	0.09
25	9	10	1	-1.7	2.89
26	9	11	2	-0.7	0.49
27	6	14	8	5.3	28.09
28	7	9	2	-0.7	0.49
29	7	10	3	0.3	0.09
30	12	14	2	-0.7	0.49
$\Sigma X$	278	359			
$\bar{X}$	9.27	11.97			
$\Sigma D$			81		
MD			2.7		
$\Sigma(D_2 - MD_2)^2$					114.3

การตรวจสอบสมมติฐานข้อ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

$$\begin{aligned}
 n &= 30 \\
 MD_1 &= 4.33 \\
 MD_2 &= 2.70 \\
 \Sigma(D_1 - MD_1)^2 &= 122.667 \\
 \Sigma(D_2 - MD_2)^2 &= 114.30 \\
 \text{เมื่อ } S_D^2 &= \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \\
 \text{แทนค่า } S_D^2 &= \frac{122.667 + 114.30}{30 + 30 - 2} \\
 &= \frac{236.967}{58} \\
 &= 4.086 \\
 \text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} &= \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}} \\
 \text{แทนค่า} &= \sqrt{\frac{4.086}{30} + \frac{4.086}{30}} \\
 &= \sqrt{\frac{8.172}{30}} \\
 &= 0.52 \\
 \text{การหาค่า } t &= \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2 \\
 \text{แทนค่า} &= \frac{4.33 - 2.70}{0.52} \\
 \therefore t &= 3.13
 \end{aligned}$$

ตาราง 12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ ทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนของ  
กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (13 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (13 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_1$ )	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
1	4	9	5	2	4
2	5	9	4	1	1
3	9	11	2	-1	1
4	8	12	4	1	1
5	6	11	5	2	4
6	5	9	4	1	1
7	2	7	5	2	4
8	6	8	2	-1	1
9	7	9	2	-1	1
10	7	9	2	-1	1
11	10	12	2	-1	1
12	6	10	4	1	1
13	2	9	7	4	16
14	6	8	2	-1	1
15	8	10	2	-1	1
16	7	8	1	-2	4
17	3	7	4	1	1
18	5	9	4	1	1
19	4	5	1	1	1
20	9	11	2	-1	1

ตาราง 12 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (13 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (13 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_1$ )	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
21	7	10	3	0	0
22	7	10	3	0	0
23	5	8	3	0	0
24	7	10	3	0	0
25	7	9	2	-1	1
26	5	7	2	-1	1
27	6	10	4	1	1
28	4	7	3	0	0
29	6	7	1	-2	4
30	7	9	2	-1	1
$\Sigma X$	180	270			
$\bar{X}$	6.0	9.0			
$\Sigma D$			90		
MD			3.0		
$\Sigma(D_1 - MD_1)^2$					55.00

ตาราง 13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ ทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนของ  
กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (13 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (13 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_2$ )	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
1	5	5	0	-1.63	2.6569
2	8	8	0	-1.63	2.6569
3	6	7	1	-0.63	2.6569
4	5	6	1	-0.63	0.3969
5	5	7	2	0.37	0.1369
6	2	5	3	1.37	1.8769
7	4	5	1	-0.63	2.6569
8	9	11	2	0.37	0.1369
9	8	8	0	-1.63	2.6569
10	8	11	3	1.37	1.8769
11	5	5	0	-1.63	2.6569
12	5	6	1	-1.63	2.6569
13	9	7	-2	-3.60	12.9600
14	5	8	3	1.37	1.8769
15	7	8	1	-1.63	2.6569
16	5	7	2	0.37	0.1369
17	2	3	1	-0.63	0.3969
18	4	6	2	0.37	0.1369
19	6	10	4	2.37	5.6169
20	5	6	1	-0.63	0.3969

ตาราง 13 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (13 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (13 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_2$ )	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
21	8	12	4	2.37	5.6169
22	1	6	5	3.37	11.3569
23	4	5	1	-0.63	0.3969
24	6	7	1	-0.63	0.3969
25	7	8	1	-0.63	0.3969
26	7	8	1	-0.63	0.3969
27	6	7	1	-0.63	0.3969
28	7	9	2	0.37	0.1369
29	6	10	4	2.37	5.6169
30	6	9	3	1.37	1.8769
$\Sigma X$	171	220			
$\bar{X}$	5.70	7.33			
$\Sigma D$			49		
MD			1.63		
$\Sigma(D_2 - MD_2)^2$					73.7901

การตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน

โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score (Scott, 1962 : 264)

$$\begin{aligned}
 n &= 30 \\
 MD_1 &= 3.0 \\
 MD_2 &= 1.63 \\
 \Sigma(D_1 - MD_1)^2 &= 55.0 \\
 \Sigma(D_2 - MD_2)^2 &= 73.7901 \\
 \text{เมื่อ } S_D^2 &= \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \\
 \text{แทนค่า } S_D^2 &= \frac{55.0 + 73.7901}{30 + 30 - 2} \\
 &= \frac{128.7901}{58} \\
 &= 2.2205 \\
 \text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} &= \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}} \\
 \text{แทนค่า} &= \sqrt{\frac{2.2205}{30} + \frac{2.2205}{30}} \\
 &= \sqrt{\frac{4.441}{30}} \\
 &= 0.38 \\
 \text{การหาค่า } t &= \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2 \\
 \text{แทนค่า} &= \frac{3.0 - 1.63}{0.38} \\
 \therefore t &= 3.61
 \end{aligned}$$

ตาราง 14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนเรียนกับ  
หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (15 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (15 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_1$ )	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
1	7	10	3	-0.83	0.6889
2	7	11	4	0.17	0.0289
3	10	14	4	0.17	0.0289
4	10	14	4	0.17	0.0289
5	8	10	2	-1.83	3.3489
6	4	9	5	1.17	1.3689
7	8	12	4	0.17	0.0289
8	8	13	5	1.17	1.3689
9	4	7	3	-0.83	0.6889
10	9	13	4	0.17	0.0289
11	6	10	4	0.17	0.0289
12	3	7	4	0.17	0.0289
13	5	8	3	-0.83	0.6889
14	3	8	5	1.17	1.3689
15	3	7	4	0.17	0.0289
16	3	8	5	1.17	1.3689
17	5	9	4	0.17	0.0289
18	5	7	2	-1.83	3.3489
19	7	8	1	-2.83	8.0089
20	5	10	5	1.17	1.3689

ตาราง 14 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (15 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (15 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_1$ )	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
21	8	14	6	2.17	4.7089
22	4	6	2	-1.83	3.3489
23	2	7	5	1.17	1.3689
24	7	10	3	-0.83	0.6889
25	5	9	4	0.17	0.0289
26	6	13	7	3.17	10.0489
27	2	7	5	1.17	1.3689
28	4	5	1	-2.83	8.0089
29	6	12	6	2.17	4.7089
30	5	6	1	-2.83	8.0089
$\Sigma X$	169	284			
$\bar{X}$	5.63	9.46			
$\Sigma D$			115		
MD			3.83		
$\Sigma(D_1 - MD_1)^2$					63.429

ตาราง 15 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนเรียน  
กับหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (15 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (15 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_2$ )	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
1	4	6	2	-0.17	0.0289
2	5	7	2	-0.17	0.0289
3	9	11	2	-0.17	0.0289
4	4	5	1	-1.17	1.3689
5	8	9	1	-1.17	1.3689
6	5	7	2	-0.17	0.0289
7	4	5	1	-1.17	1.3689
8	9	10	1	-1.17	1.3689
9	3	8	5	2.83	8.0089
10	9	10	1	-1.17	1.3689
11	3	7	4	1.83	3.3489
12	2	5	3	0.83	0.6889
13	8	9	1	-1.17	1.3689
14	5	7	2	-0.17	0.0289
15	10	12	2	-0.17	0.0289
16	3	6	3	0.83	0.6889
17	4	6	2	-0.17	0.0289
18	5	6	1	-1.17	1.3689
19	6	9	3	0.83	0.6889
20	5	9	4	1.83	3.3489

ตาราง 15 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ ) (15 คะแนน)	หลังเรียน ( $X_2$ ) (15 คะแนน)	ผลต่าง ( $D_2$ )	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
21	10	11	1	-1.17	1.3689
22	4	7	3	0.83	0.6889
23	9	10	1	-1.17	1.3689
24	9	11	2	-0.17	0.0289
25	4	5	1	-1.17	1.3689
26	5	10	5	2.83	8.0089
27	5	6	1	-1.17	1.3689
28	3	7	4	1.83	3.3489
29	3	5	2	-0.17	0.0289
30	8	10	2	-0.17	0.0289
$\Sigma X$	171	236			
$\bar{X}$	5.70	7.87			
$\Sigma D$			65		
MD			2.17		
$\Sigma(D_2 - MD_2)^2$					44.167

การตรวจสอบสมมติฐานข้อ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอบตามคู่มือครู แตกต่างกัน

โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

$$\begin{aligned}
 n &= 30 \\
 MD_1 &= 3.83 \\
 MD_2 &= 2.17 \\
 \Sigma(D_1 - MD_1)^2 &= 63.429 \\
 \Sigma(D_2 - MD_2)^2 &= 44.167 \\
 \text{เมื่อ } S_D^2 &= \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \\
 \text{แทนค่า } S_D^2 &= \frac{63.429 + 44.167}{30 + 30 - 2} \\
 &= \frac{107.596}{58} \\
 &= 1.855 \\
 \text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} &= \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}} \\
 &= \sqrt{\frac{1.855}{30} + \frac{1.855}{30}} \\
 &= \sqrt{\frac{3.71}{30}} \\
 &= 0.35 \\
 \text{การหาค่า } t &= \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2 \\
 \text{แทนค่า} &= \frac{3.83 - 2.17}{.35} \\
 \therefore t &= 4.74
 \end{aligned}$$

ตาราง 16 ผลคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ทดสอบก่อนการเรียนกับหลังเรียน  
ของกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ )	หลังเรียน ( $X_2$ )	ผลต่าง ( $D_1$ )	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
1	27	31	4	-0.23	0.0529
2	20	25	5	0.77	0.5929
3	22	32	10	5.77	33.2929
4	22	28	6	1.77	3.1329
5	30	33	3	-1.23	1.5129
6	30	33	3	-1.23	1.5129
7	21	25	4	-0.23	0.0529
8	24	30	6	1.77	3.1329
9	15	25	10	5.77	33.2929
10	24	31	7	2.77	7.6729
11	21	24	3	-1.23	1.5129
12	21	28	7	2.77	7.6729
13	25	28	3	-1.23	1.5129
14	22	28	6	1.77	3.1329
15	25	27	2	-2.23	4.9729
16	27	28	1	-3.23	10.4329
17	15	21	6	1.77	3.1329
18	18	25	7	2.77	7.6729
19	24	27	3	-1.23	1.5129
20	27	28	1	-3.23	10.4329

ตาราง 16 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ )	หลังเรียน ( $X_2$ )	ผลต่าง ( $D_1$ )	$D_1 - MD_1$	$(D_1 - MD_1)^2$
21	25	28	3	-1.23	1.5129
22	20	22	2	-2.23	4.9729
23	20	21	1	-3.23	10.4329
24	26	28	2	-2.23	4.9729
25	24	29	5	0.77	0.5929
26	20	24	4	-0.23	0.5929
27	22	28	6	1.77	3.1329
28	18	21	3	-1.23	1.5129
29	24	25	1	-3.23	10.4329
30	22	25	3	-1.23	1.5129
$\Sigma X$	681	808			
$\bar{X}$	22.70	26.93			
$\Sigma D$			127		
MD			4.23		
$\Sigma(D_1 - MD_1)^2$					175.37

ตาราง 17 คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ )	หลังเรียน ( $X_2$ )	ผลต่าง ( $D_2$ )	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
1	30	31	1	-0.87	0.7569
2	23	25	2	0.13	0.0169
3	26	28	2	0.13	0.0169
4	24	26	2	0.13	0.0169
5	25	27	2	0.13	0.0169
6	24	26	2	0.13	0.0169
7	21	24	3	1.13	1.2769
8	18	20	2	0.13	0.0169
9	25	27	2	0.13	0.0169
10	22	24	2	0.13	0.0169
11	23	24	1	-0.87	0.7569
12	27	29	2	0.13	0.0169
13	28	30	2	0.13	0.0169
14	26	29	3	1.13	1.2769
15	21	22	1	-0.87	0.7569
16	13	14	1	-0.87	0.7569
17	27	30	3	1.13	1.2769
18	20	22	2	0.13	0.0169
19	21	23	2	0.13	0.0169
20	22	24	2	0.13	0.0169

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน ( $X_1$ )	หลังเรียน ( $X_2$ )	ผลต่าง ( $D_2$ )	$D_2 - MD_2$	$(D_2 - MD_2)^2$
21	24	26	2	0.13	0.0169
22	27	30	3	1.13	1.2769
23	20	21	1	-0.87	0.7569
24	22	23	1	-0.87	0.7569
25	19	20	1	-0.87	0.7569
26	22	24	2	0.13	0.0169
27	20	23	3	1.13	1.2769
28	29	30	1	-0.87	0.7569
29	13	15	2	0.13	0.0169
30	27	28	1	-0.87	0.7569
$\Sigma X$	689	745			
$\bar{X}$	22.97	24.83			
$\Sigma D$			56		
MD			1.87		
$\Sigma(D_2 - MD_2)^2$					13.467

การตรวจสอบสมมติฐานข้อ 5 ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ของนักเรียนที่ได้รับ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แยกต่างกัน

โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

$$\begin{aligned}
 n &= 30 \\
 MD_1 &= 4.23 \\
 MD_2 &= 1.87 \\
 \sum(D_1 - MD_1)^2 &= 175.37 \\
 \sum(D_2 - MD_2)^2 &= 13.47 \\
 \text{เมื่อ } S_D^2 &= \frac{\sum(D_1 - MD_1)^2 + \sum(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \\
 \text{แทนค่า } S_D^2 &= \frac{175.37 + 13.47}{30 + 30 - 2} \\
 &= 3.26 \\
 \text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} &= \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}} \\
 &= \sqrt{\frac{3.26}{30} + \frac{3.26}{30}} \\
 &= \sqrt{0.22} \\
 &= 0.47 \\
 \text{หาค่า } t &= \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}; df = n_1 + n_2 - 2 \\
 &= \frac{4.23 - 1.87}{0.47}; df = 58 \\
 \therefore t &= 5.02
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข

- แผนการสอนการเขียนแผนผังมโนคติ
- แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารสำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
- ตัวอย่างแผนผังความคิดและแผนผังมโนคติของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ

แผนการสอนการเขียนแผนผังมโนคติ

## แผนการสอน

เรื่อง	แผนผังมโนคติ
วิชา	วิทยาศาสตร์ ชั้น ม.2
เวลา	2 คาบ

**จุดประสงค์การเรียนรู้** เมื่อนักเรียนเรียนจบเรื่อง แผนผังมโนคติแล้ว นักเรียนควรจะ สามารถ

1. บอกความหมายของมโนคติได้
2. ระบุมโนคติที่สำคัญจากเรื่องที่กำหนดให้ได้
3. เขียนแผนผังมโนคติจากเรื่องที่กำหนดให้ได้

### เนื้อหา

มโนคติ หมายถึง ความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งเร้า (วัตถุหรือเหตุการณ์) ซึ่งเกิดจากการนำเอา การรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์ แล้วใช้ลักษณะเฉพาะร่วมกันของสิ่งเร้ามาประมวลเข้าด้วยกัน และสามารถจำแนกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้

แผนผังมโนคติ เป็นแผนผังสร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มมโนคติ ด้วยเส้นของข้อความเชื่อมที่เหมาะสม ทำให้สามารถอ่านความสัมพันธ์จากแผนผังได้เป็นประโยคหรือข้อความที่มีความหมายโดยมีมโนคติที่ครอบคลุมด้านบนสุดของแผนผัง แล้วลดหลั่นลงมาเป็นมโนติรองที่แสดงลักษณะเด่นขึ้นมาเรื่อย ๆ จนในที่สุดเป็นมโนคติที่เฉพาะเจาะจงซึ่งอาจเป็นชื่อเฉพาะหรือตัวอย่างของมโนคติ

### กิจกรรมการเรียนการสอน

#### ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 – 6 คน
  - 1.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจับบัตรคำกลุ่มละ 1 บัตร ซึ่งประกอบด้วยบัตรคำสี่เหลี่ยม ได้แก่ คำว่า รถยนต์, สุนัข, แก้อี, ต้นไม้, เมฆ, หนังสือ และบัตรคำสี่เหลี่ยมได้แก่ คำว่า ฝนตก, การเดิน, กระโดดเชือก
  - 1.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำบัตรคำมโนคติติดบนกระดานหน้าชั้นเรียนโดยให้บัตรคำที่มีสีเดียวกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน
  - 1.3 ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า คำที่แสดงไว้ในบัตรสี่เหลี่ยมและบัตรสี่เหลี่ยมแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร (กลุ่มบัตรคำสี่เหลี่ยมคือ สิ่งของหรือวัตถุ ส่วนกลุ่มบัตรคำสี่เหลี่ยมคือ สิ่งที่เกิดขึ้นหรือเหตุการณ์)

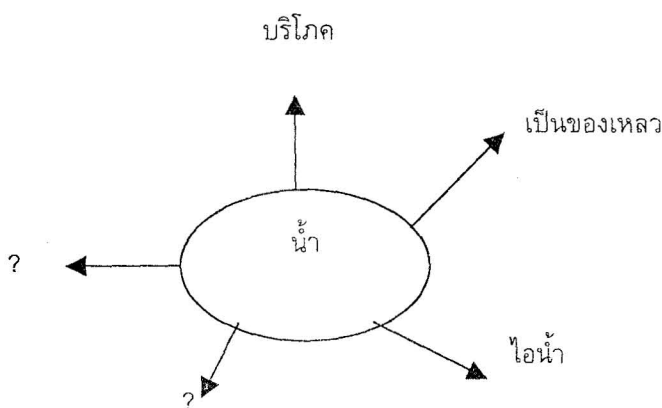
#### ขั้นทำกิจกรรม

เป็นกิจกรรมที่ประกอบด้วยกระบวนการ 3 ขั้นตอนคือ

1. แผนผังความคิด
2. ขั้นสอน
3. แผนผังมโนคติ

## กิจกรรม

1. แพนผังความคิด ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจับบัตรคำกลุ่มละ 1 บัตรแล้วให้บอกสิ่งเกี่ยวกับบัตรคำที่จับได้มาทั้งหมด ครูเขียนตาม ซึ่งมีรูปแบบการเขียนไม่แน่นอน ยืดหยุ่นได้ ดังตัวอย่าง เช่น ถ้านักเรียนจับบัตรคำได้คำว่า "น้ำ"



- ครูให้นักเรียนดูรูปแบบของแผนผังความคิดแบบต่าง ๆ

## 2 ขั้นสอน

2.1 ครูอภิปรายเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะของของคำที่กำหนดให้ในบัตรคำมโนคติ เพื่อเสริมความเข้าใจให้นักเรียนทราบว่า ความคิดความเข้าใจ หรือภาพที่เกิดขึ้นในจิตของนักเรียนต่อคำต่าง ๆ เหล่านี้คือ "มโนคติ" ซึ่งคำต่าง ๆ ในบัตรคำเราเรียกว่า "คำมโนคติ" ซึ่งเป็นคำหรือข้อความที่ใช้เรียกแทนมโนคติของสิ่งนั้น

2.2 ครูแสดงบัตรคำ ซึ่งได้แก่คำว่า เป็น , เช่น คือ, ด้วย, ได้แก่, ซึ่ง, เมื่อ และถามนักเรียนว่า คำเหล่านี้เป็นคำมโนคติได้หรือไม่ ต่อจากนั้นครูนำอภิปรายลักษณะของคำดังกล่าวว่า คำเหล่านี้ไม่ได้แสดงความหมายหรือทำให้เกิดภาพในจิต เราเรียกลักษณะของคำเหล่านี้ว่าเป็นคำเชื่อม ซึ่งเราใช้ทั้งในการเขียนและการพูดเพื่อสร้างประโยคที่มีความหมาย

2.3 ครูแสดงบัตรคำ ที่มีลักษณะเป็นชื่อเฉพาะของบุคคล สถานที่ หรือสิ่งของ ได้แก่คำว่า นางสาวพรทิพย์, นายบรรหาร, บึงแก่นนคร, จังหวัดขอนแก่น, เติลินิวส์ แล้วครูนำอภิปรายลักษณะของคำดังกล่าวข้างต้นว่าเป็นวิสามานยนาม คือเป็นคำที่ใช้แทนการเรียกชื่อของคน สัตว์ สิ่งของ หรือสถานที่ ไม่ใช่คำมโนคติ

2.4 ครูแสดงบัตรประโยคสั้น ๆ บนกระดาน ดังนี้

- ท้องฟ้ามีเมฆ
- ท้องฟ้ามีสีน้ำเงิน
- น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง

ให้นักเรียนบอกคำมโนคติ และคำเชื่อม ในแต่ละประโยคข้างต้น

### 3. แผนผังมโนคติ

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเข้าสู่ขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนคติ ดังต่อไปนี้

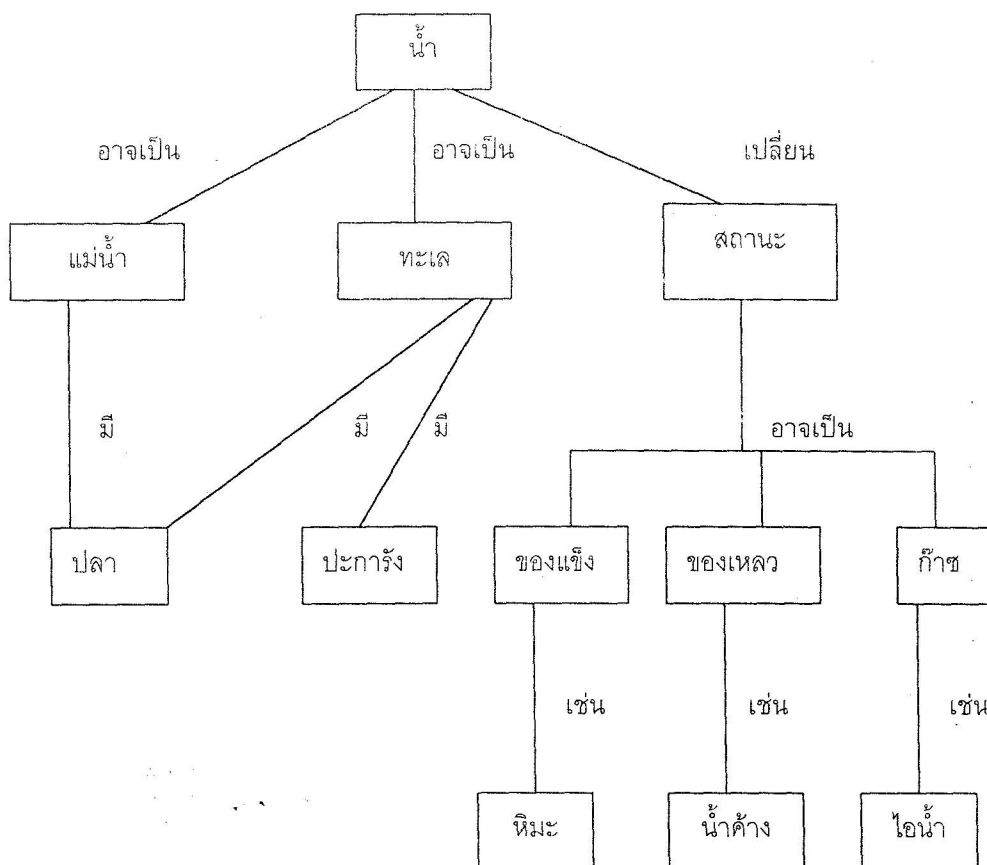
3.1 ครูนำบัตรคำมโนคติได้แก่คำว่า น้ำ, แม่น้ำ, ทะเล, สถานะ, ของแข็ง, ของเหลว, ก๊าซ, ปลา, ปะการัง, หิมะ, น้ำค้าง, ไอน้ำ ติดไว้บนกระดานดำหน้าชั้นเรียน

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่ามโนติมีความหมายครอบคลุมมากที่สุดและรองลงไปแล้วจัดเรียงมโนติและจัดกลุ่มมโนติที่มีความสัมพันธ์กับบนกระดาน โดยนำบัตรคำมโนติที่ครอบคลุมที่สุดไว้ตอนบนสุด แล้วลดหลั่นกันลงมาตามลำดับ

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันหาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนติเข้าด้วยกัน

3.4 ครูและนักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนติต่าง ๆ ด้วยเส้นและคำเชื่อม โดยคำนึงถึงลำดับชั้นของมโนติที่มีความหมายกว้างครอบคลุมมาก ไปจนถึงมีความเฉพาะเจาะจง

3.5 ครูอธิบายให้นักเรียนทราบว่า แผนผังที่ร่วมกันสร้างขึ้นมานี้เรียกว่า “แผนผังมโนคติ” พร้อมทั้งอ่านแผนผังมโนคติที่สร้างขึ้นดังแสดงในภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 แผนผังมโนคติเรื่องน้ำ

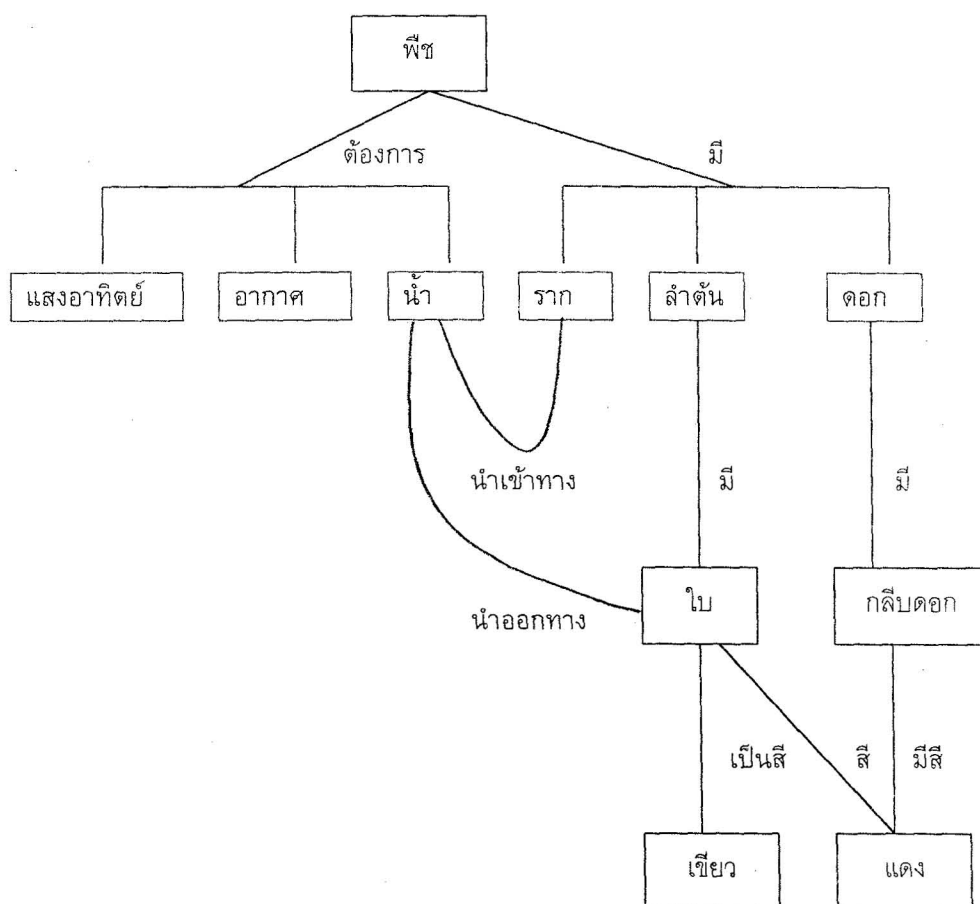
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกการเขียนแผนผังมโนคติด้วยตนเองอีกครั้ง ดังมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 ครูนำบัตรคำมโนคติ ได้แก่คำว่า ฟืช, ลำต้น, ราก, ใบ, ดอก, กลีบ, แสงอาทิตย์, เขี้ยว, น้ำ, แดง, อากาศ ติดไว้บนกระดานหน้าชั้นเรียน

4.2 ให้นักเรียนเขียนคำมโนคติเหล่านี้ใส่กระดาษสีเหลืองและร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มว่า มโนคติใดมีความครอบคลุมมากที่สุดและจัดเรียงลำดับมโนคติที่มีความสำคัญลดหลั่นกันลงมา โดยการเคลื่อนย้ายแผ่นกระดาษสีเหลือง

4.3 ให้นักเรียนช่วยกันหาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนคติเข้าด้วยกัน

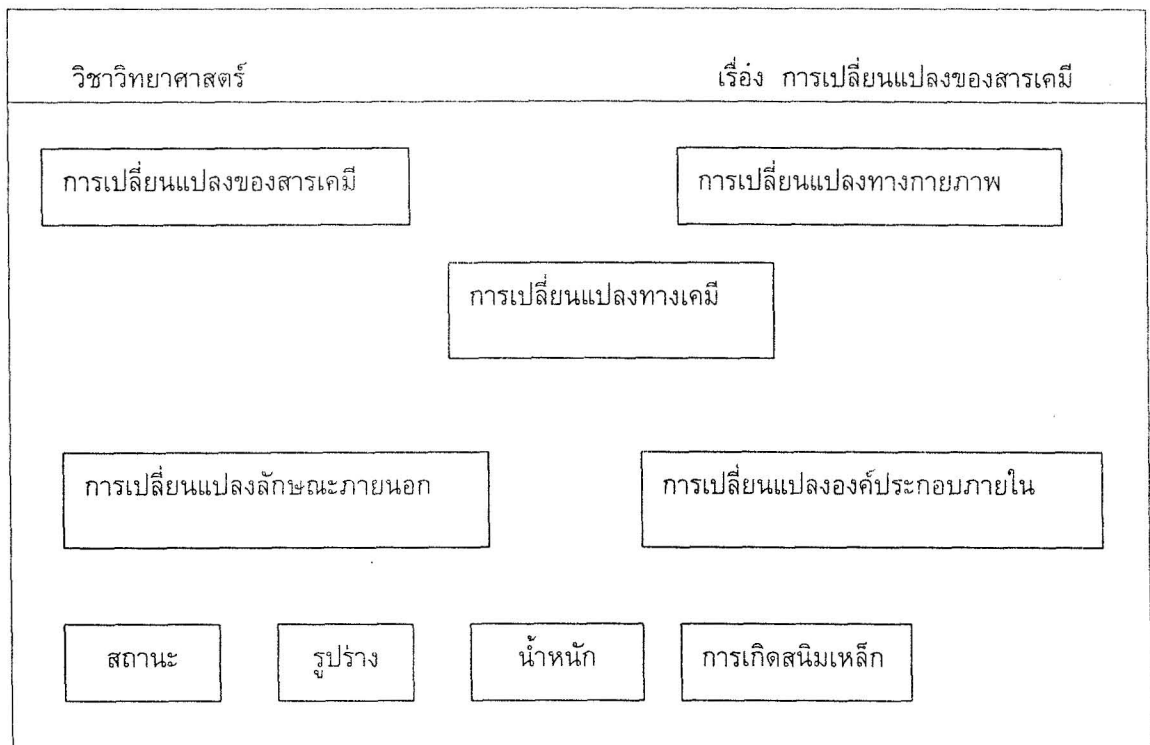
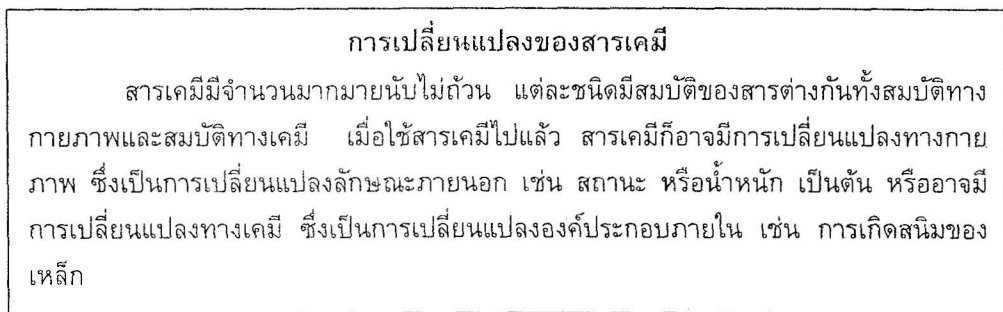
4.4 ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนคติต่าง ๆ ด้วยเส้นและคำเชื่อมตามลำดับชั้นของมโนคติที่มีความหมายครอบคลุม ไปจนถึงที่มีความเฉพาะเจาะจง ดังแสดงเป็นตัวอย่างในภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 แผนผังมโนคติเรื่องพืช

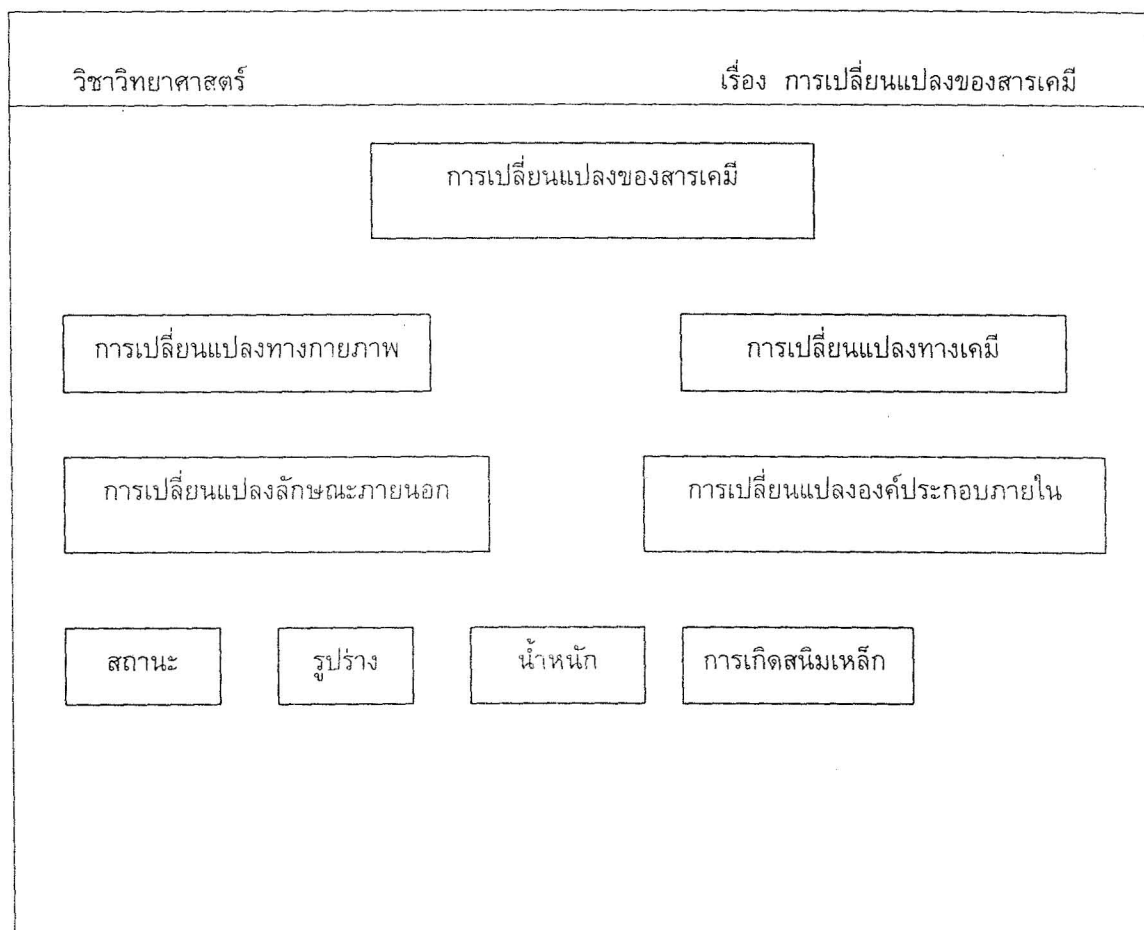
5. ครูแจกบัตรเนื้อหาเรื่อง “การเปลี่ยนแปลงของสารเคมี” ให้นักเรียนทุกกลุ่มเพื่อที่จะนำมาสร้างแผนผังมโนคติ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

5.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเนื้อหา และระบุมโนคติที่สำคัญจากเนื้อเรื่องที่อ่าน ถ้านักเรียนระบุไม่ได้หรือระบุไม่ครบ ครูใช้คำถามที่นำไปสู่มโนคติที่สำคัญเหล่านั้น และเขียนลงในกระดาษสี่เหลี่ยมขนาด 5 cm x 10 cm ดังตัวอย่างในตาราง 1  
ตัวอย่างบัตรเนื้อหาเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสารเคมี



ภาพประกอบ 16 แสดงมโนคติที่สำคัญ

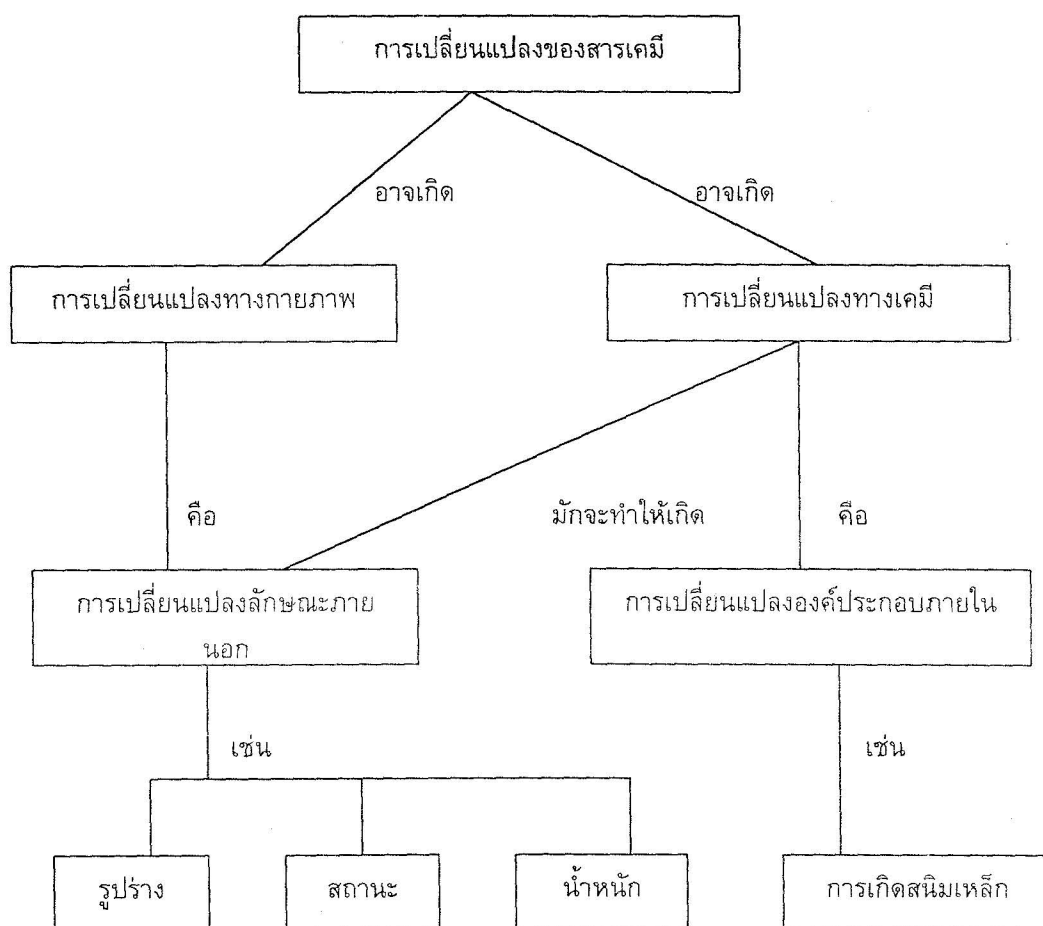
5.2 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มว่า มโนคติใดที่สำคัญที่สุด มีความหมายครอบคลุมที่สุด และรองลงไป พร้อมทั้งจัดเรียงลำดับความสำคัญของมโนคติและจัดกลุ่มมโนคติที่มีความสัมพันธ์กัน ดังตัวอย่างแสดงในภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 17 การจัดเรียงลำดับมโนคติ

5.3 ให้นักเรียนช่วยกันหาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนคติเข้าด้วยกัน

5.4 ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนคติต่าง ๆ ด้วยเส้นและคำเชื่อม โดยคำนึงถึงลำดับชั้นของมโนคติที่มีความหมายกว้างครอบคลุมมาก ไปจนถึงที่มีความหมายเฉพาะเจาะจง กระทั่งได้แผนผังตามที่ต้องการและเป็นที่น่าสนใจ จึงฝึกติดกับกระดาษโปสเตอร์ได้แผนผังสมบูรณ์ดังตัวอย่างในภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 แผนผังมโนคติ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสารเคมี

### ข้ออภิปรายหลังทำกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนคติ เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับความหมายและวิธีสร้างแผนผังมโนคติ

### สื่อการเรียนรู้การสอน

1. บัตรคำมโนคติ ชุดที่ 1 จำนวน 12 บัตร ได้แก่ น้ำ, แม่น้ำ, ทะเล, สถานะ, ของแข็ง, ของเหลว, ก๊าซ, ปลา, ปะการัง, หิมะ, น้ำค้าง, ไอน้ำ
2. บัตรคำมโนคติ ชุดที่ 2 จำนวน 9 บัตร ประกอบด้วยบัตรคำสีเขียว ได้แก่ คำว่ารถยนต์, สุนัข, แก้ว, ต้นไม้, เมฆ, หนังสือ และบัตรคำสีเหลือง ได้แก่ คำว่า ผงตัก, การเดิน, กระโดดเชือก
3. บัตรคำและบัตรข้อความประโยคสั้น ๆ ได้แก่ เป็น, เช่น, คือ, ด้วย, ได้แก่, ซึ่ง, เมื่อ, ห้องฟาร์มิเมฆ, ห้องฟาร์มิสิน้ำเงิน, น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง

4. บัตรคำมโนคติชุด ที่ 3 จำนวน 11 บัตร ได้แก่ พืช, ลำต้น, ราก, ใบ, ดอก, กลีบ, แสงอาทิตย์, เขียว, น้ำ, แดง, อากาศ
5. กระดาษ สำหรับเขียนแผนผังมโนคติที่สำคัญ ขนาด 5 cm x 10 cm
6. บัตรเนื้อเรื่อง “การเปลี่ยนแปลงของสารเคมี”
7. ตาราง 1 แสดง มโนคติที่สำคัญ
8. ตาราง 2 แสดง การจัดเรียงลำดับมโนคติและจัดกลุ่มมโนคติที่สัมพันธ์กัน
9. กระดาษโปสเตอร์
10. กาวและสีเมจิก
11. แผนผังมโนคติ 1 แสดงเรื่อง น้ำ
12. แผนผังมโนคติ 2 แสดงเรื่อง พืช
13. แผนผังมโนคติ 3 แสดงเรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสารเคมี

### การประเมินผล

1. พฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม ได้แก่ การให้ความร่วมมือและความกระตือรือร้น
2. แผนผังมโนคติเรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสารเคมี ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้น
3. การนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง อาหาร สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

## แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ครั้งที่ 1 คาบที่ 1 – 3

เรื่อง	การทดสอบอาหาร มโนมติ	เวลา 150 นาที
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. อาหารเป็นสิ่งที่กินได้และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย</li> <li>2. สารอาหารเป็นสารเคมีที่ประกอบอยู่ในอาหารที่เรากิน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ น้ำ</li> <li>3. สารอาหารสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ               <ul style="list-style-type: none"> <li>- สารอาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต เช่น น้ำตาล ทดสอบได้โดยใช้สารละลายเบเนดิกต์ แป้งทดสอบได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน</li> <li>- โปรตีน ทดสอบได้โดยใช้สารละลาย <math>\text{CuSO}_4</math>, <math>\text{NaOH}</math> หรือเรียกว่าการทดสอบแบบไบยูเรต</li> <li>- ไขมัน ทดสอบได้โดยนำสารที่ต้องการทดสอบไปถูกกับกระดาษ</li> <li>- สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ น้ำ</li> </ul> </li> </ol>	

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของคำว่าอาหารและสารอาหารได้
2. ปฏิบัติการทดลอง บันทึกข้อมูล ตีความหมายของข้อมูลลงข้อสรุปได้
3. สรุปสมบัติของสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันได้
4. บอกตัวอย่างแหล่งที่มาของสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันได้
5. จำแนกประเภทของอาหารตามสมบัติบางประการได้

### เนื้อหา

อาหารเป็นสิ่งที่ร่างกายต้องการและขาดไม่ได้ ในอาหารแต่ละชนิดจะประกอบไปด้วยสารอาหารที่ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ

อาหาร คือ สิ่งที่กินได้และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย

สารอาหาร คือ สารเคมีที่ประกอบอยู่ในอาหาร แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. สารอาหารที่ให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต ได้แก่
  - คาร์โบไฮเดรต พบในอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล แป้งทดสอบโดยใช้สารละลายไอโอดีน จะได้สารละลายสีน้ำเงิน ส่วนน้ำตาลใช้สารละลายเบเนดิกต์และต้มให้ร้อนจะเปลี่ยนเป็นตะกอนสีแดงอิฐ
  - ไขมัน พบมากในอาหารจำพวกเครื่องในสัตว์ ไขมันจากพืช ทดสอบโดยถูกกับกระดาษจะ

### ไปรงแสง

- โปรตีน พบมากในอาหารจำพวกเนื้อสัตว์และถั่วต่าง ๆ ทดสอบโดยใช้สารละลาย

ไบยูเรต จะเปลี่ยนเป็นสีม่วง

2. สารอาหารที่ไม่ให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต แต่ร่างกายขาดไม่ได้ ได้แก่
  - แร่ธาตุ พบในอาหารเกือบทุกประเภท เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์
  - วิตามิน พบในอาหารจำพวกผักใบเขียว ผลไม้
  - น้ำ

### กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนทำการทดลอง
  - 1.1 นักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับอาหารแล้วร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์เกี่ยวกับอาหาร เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน
  - 1.2 นักเรียนเขียนแผนผังความคิดเรื่อง อาหารลงในเอกสารหมายเลข 1
  - 1.3 นักเรียนออกแบบการทดลองเกี่ยวกับอาหารโดยเตรียมอุปกรณ์ให้
2. ขั้นทำการทดลอง
  - 2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองเรื่อง การทดสอบสารอาหาร
  - 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทำการทดลอง
3. ขั้นอภิปรายหลังทำการทดลอง
  - 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองและเอกสารประกอบการสอนเรื่อง การทดสอบสารอาหารมาอภิปรายเพื่อระบุมโนมติที่สำคัญ
  - 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนมติโดยมโนมติใดมีความหมายกว้างที่สุด คัดเลือกเป็นมโนมติหลัก มโนมติอื่น ๆ จัดลำดับเป็นมโนมติรอง และมโนมติเฉพาะเจาะจง
  - 3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนมติว่าควรสร้างแบบใด จึงจะเหมาะสมและถูกต้องที่สุด แล้วนำมโนมติที่กำหนดไว้มาสร้างแผนผังมโนมติตามรูปแบบที่พิจารณาร่วมกัน เชื่อมโยงมโนมติต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยเส้นและคำเชื่อม
  - 3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนมติที่สร้างครั้งแรกว่าควรแก้ไขหรือปรับปรุงหรือไม่ ซึ่งการสร้างแผนผังมโนมติบางครั้งต้องสร้างแผนผังมโนมติใหม่ 2 – 3 ครั้ง นักเรียนช่วยกันแก้ไขปรับปรุงแผนผังมโนมติให้ถูกต้องและเหมาะสม
  - 3.5 นำแผนผังมโนมติที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วเขียนลงในแผ่นใสและนำเสนอหน้าชั้นเรียน
  - 3.6 ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือกแผนผังมโนมติที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุดมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ของนักเรียนทั้งหมดในคาบนั้น และนักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนมติ บทสรุปลงในเอกสารหมายเลข 2
  - 3.7 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เอกสารประกอบการสอนโดยกิจกรรมการสร้างแผนผังมโนมติ
2. แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม
3. แผ่นโปร่งใส
4. อุปกรณ์เรื่อง การทดสอบสารอาหาร

## การประเมิน

1. สังเกตจากการร่วมมือการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายซักถามและการตอบคำถามของนักเรียน
3. ครูพิจารณาให้คะแนนโดยพิจารณาจากแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้นตามเกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์
4. ครูประเมินการรายงานหน้าชั้นเรียนว่าผู้รายงานสามารถอธิบายแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นให้เกิดความชัดเจนหรือทำให้ผู้ฟังเข้าใจหรือไม่
5. ตรวจสอบแผนผังมโนดับทสรูป (เอกสารหมายเลข 2)
6. ตรวจสอบแบบฝึกหัด

## แผนการสอนกลุ่มควบคุม

ครั้งที่ 1

คาบที่ 1-3

เรื่อง	การทดสอบอาหาร มโนมติ	เวลา 150 นาที
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. อาหารเป็นสิ่งที่กินได้และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย</li> <li>2. สารอาหารเป็นสารเคมีที่ประกอบอยู่ในอาหารที่เรากิน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ น้ำ</li> </ol>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. สารอาหารสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ               <ul style="list-style-type: none"> <li>- สารอาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต เช่น น้ำตาล ทดสอบได้โดยใช้สารละลายเบเนดิกต์ แบ่งทดสอบได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน</li> <li>โปรตีน ทดสอบได้โดยใช้สารละลาย <math>\text{CuSO}_4</math>, <math>\text{NaOH}</math> หรือเรียกว่าการทดสอบแบบไบยูเรต</li> <li>ไขมัน ทดสอบได้โดยนำสารที่ต้องการทดสอบไปถูกับกระดาษ</li> <li>- สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ น้ำ</li> </ul> </li> </ol>	

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของคำว่าอาหารและสารอาหารได้
2. ปฏิบัติการทดลอง บันทึกข้อมูล ตีความหมายของข้อมูลลงข้อสรุปได้
3. สรุปสมบัติของสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันได้
4. บอกตัวอย่างแหล่งที่มาของสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันได้
5. จำแนกประเภทของอาหารตามสมบัติบางประการได้

### เนื้อหา

อาหารเป็นสิ่งที่ร่างกายต้องการและขาดไม่ได้ ในอาหารแต่ละชนิดจะประกอบไปด้วย สารอาหารที่ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ

อาหาร คือ สิ่งที่กินได้และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย

สารอาหาร คือ สารเคมีที่ประกอบอยู่ในอาหาร แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. สารอาหารที่ให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต ได้แก่

- คาร์โบไฮเดรต พบในอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล แบ่งทดสอบโดยใช้สารละลาย

ไอโอดีนจะได้สารละลายสีน้ำเงินม่วง ส่วนน้ำตาลใช้สารละลายเบเนดิกต์และต้มให้ร้อน จะเปลี่ยนเป็นตะกอนสีแดงอิฐ

- ไขมัน พบมากในอาหารจำพวกเครื่องในสัตว์ ไขมันจากพืช ทดสอบโดยถูกับกระดาษจะ

โปร่งแสง

- โปรตีน พบมากในอาหารจำพวกเนื้อสัตว์และถั่วต่าง ๆ ทดสอบโดยใช้สารละลาย

ไบยูเรต จะเปลี่ยนเป็นสีม่วง

2. สารอาหารที่ไม่ให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต แต่ร่างกายขาดไม่ได้ ได้แก่
  - แร่ธาตุ พบในอาหารเกือบทุกประเภท เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์
  - วิตามิน พบในอาหารจำพวกผักใบเขียว ผลไม้
  - น้ำ

### กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
  - ครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับอาหารแล้วร่วมกันอภิปรายปัญหาและตั้งสมมติฐาน
  - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลองตามแบบเรียน ระยะเวลาในการทำและข้อควรระวังความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นจากการทดลอง
2. ขั้นทดลอง
  - นักเรียนปฏิบัติการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามแบบเรียน
3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง
  - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่
  - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ประจำวัน

### สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์เรื่อง การทดสอบสารอาหาร
3. แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม
4. สถานการณ์เกี่ยวกับอาหาร

### การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง
2. จากการตอบคำถามของนักเรียน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดทบทวน

## แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ครั้งที่ 2

คาบที่ 4 – 6

เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน  
มโนมติ

เวลา 150 นาที

1. สารอาหารที่ให้พลังงานได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน
2. การทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การแปร่งฟัน การเล่นเกม การนั่งพักผ่อน แม้กระทั่งการนอนหลับ ก็ต้องใช้พลังงาน
3. เครื่องมือที่ใช้ทดลองเพื่อหาค่าพลังงานจากอาหาร คือ บอมแคลอรีมิเตอร์
4. พลังงานที่อยู่ในอาหารจะอยู่ในรูปของพลังงานความร้อน
5. สารอาหารคาร์โบไฮเดรต 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี  
โปรตีน 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี  
ไขมัน 1 กรัมให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี
6. พลังงานความร้อน 1 แคลอรี หมายถึงปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1 กรัมมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส
7. พลังงานความร้อน 1 กิโลแคลอรี เท่ากับ 4.2 จูล

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกชนิดของสารอาหารที่ให้พลังงานได้
2. ออกแบบการทดลองเพื่อหาปริมาณความร้อนได้
3. ปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลอง ตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปเกี่ยวกับพลังงานจากอาหารได้
4. คำนวณค่าปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาถั่วลิสงและอาหารต่าง ๆ ได้
5. อธิบายความหมายของค่าต่อไปนี้ เช่น แคลอรี จูล ได้

### เนื้อหา

- ร่างกายของคนเราได้รับพลังงานอาหารในอาหารมีพลังงานสะสมอยู่ สังเกตได้จากพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาอาหาร
- พลังงานความร้อน 1 กิโลแคลอรี เท่ากับ 4.2 จูล หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส
- อาหารต่างชนิดกันให้ปริมาณความร้อนแตกต่างกัน

## กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนทำการทดลอง
  - 1.1 ให้นักเรียนลองเล่ากิจกรรมใน 1 วันให้เพื่อน ๆ ฟัง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ถ้านักเรียนไม่ได้กินอาหารใน 1 วัน จะทำกิจกรรมเหล่านั้นได้หรือไม่? อย่างไร? แสดงว่าเราได้พลังงานมาจากไหน? เราจะทดสอบได้อย่างไร? ว่าอาหารนั้นมีพลังงาน
 

จากปัญหาให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน เช่น อาหารแต่ละชนิดให้พลังงานความร้อนในการต้ม น้ำ ได้ไม่เท่ากัน
  - 1.2 นักเรียนเขียนแผนผังความคิดลงในเอกสารหมายเลข 1
  - 1.3 นักเรียนออกแบบการทดลองเกี่ยวกับอาหาร มีพลังงานสะสมหรือไม่ ตามที่มีอุปกรณ์ให้
2. ขั้นทำการทดลอง
  - 2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเอกสารเกี่ยวกับสารอาหารที่ให้พลังงาน และทำการทดลองตามที่นักเรียนออกแบบไว้ในข้อ 1.3 เรื่อง อาหารมีพลังงานสะสมหรือไม่
  - 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลอง
3. ขั้นอภิปรายหลังทำการทดลอง
  - 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายเพื่อระบุมโนมติที่สำคัญ
  - 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนมติ โดยมโนมติใดที่มีความหมายกว้างสุด จัดเป็นมโนมติหลัก มโนมติอื่น ๆ จัดลำดับเป็นมโนมติรอง และมีมโนมติเฉพาะเจาะจง
  - 3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาว่าควรสร้างแผนผังมโนมติแบบใด จึงจะเหมาะสม และถูกต้องที่สุด แล้วนำมโนมติที่กำหนดไว้มาสร้างแผนผังมโนมติตามรูปแบบที่พิจารณาร่วมกัน แล้วเชื่อมโยงมโนมติต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยเส้นและคำเชื่อม
  - 3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนมติที่สร้างครั้งแรกว่า ควรแก้ไขหรือปรับปรุงหรือไม่ ซึ่งการสร้างแผนผังมโนมติที่ดี บางครั้งต้องสร้างแผนผังมโนมติใหม่ 2 – 3 ครั้ง นักเรียนช่วยกันแก้ไขปรับปรุงแผนผังมโนมติให้ถูกต้องและเหมาะสม
  - 3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนผังมโนมติที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว เขียนลงในแผ่นใสและนำเสนอหน้าชั้นเรียน
  - 3.6 ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือก แผนผังมโนมติที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ ของนักเรียนและให้นักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนมติบทสรุป ลงในเอกสารหมายเลข 2
  - 3.7 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

## สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เอกสารประกอบการสอน โดยกิจกรรมการสร้างแผนผังมโนมติ
2. แผ่นโปรงใส
3. อุปกรณ์การทดลองเรื่อง อาหารมีพลังงานสะสมหรือไม่
4. ถั่วลิสง

### การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมมือการปฏิบัติของนักเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายซักถาม และการตอบคำถามของนักเรียน
3. ครูให้คะแนนโดยพิจารณาจากแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้น ตามเกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์
4. ครูประเมินผลการรายงานหน้าชั้นเรียนว่าผู้รายงานสามารถอธิบายแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นให้เกิดความชัดเจนหรือทำให้ผู้อื่นเข้าใจหรือไม่
5. ตรวจสอบแผนผังมโนทัศน์บทสรุป (เอกสารหมายเลข 2)
6. ตรวจสอบแบบฝึกหัด

## แผนการสอนกลุ่มควบคุม

ครั้งที่ 2

คาบที่ 4-6

- เรื่อง สารอาหารที่ให้พลังงาน เวลา 150 นาที  
มโนมติ
1. สารอาหารที่ให้พลังงานได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน
  2. การทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การแปร่งฟัน การเล่นเกม การนั่งพักผ่อน  
แม้กระทั่งการนอนหลับ ก็ต้องใช้พลังงาน
  3. เครื่องมือที่ใช้ทดลองเพื่อหาค่าพลังงานจากอาหาร คือ บอมแคลอรีมิเตอร์
  4. พลังงานที่อยู่ในอาหารจะอยู่ในรูปของพลังงานความร้อน
  5. สารอาหารคาร์โบไฮเดรต 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี  
โปรตีน 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี  
ไขมัน 1 กรัมให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี
  6. พลังงานความร้อน 1 แคลอรี หมายถึงปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1 กรัมมีอุณหภูมิสูงขึ้น  
1 องศาเซลเซียส
  7. พลังงานความร้อน 1 กิโลแคลอรี เท่ากับ 4.2 จูล

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกชนิดของสารอาหารที่ให้พลังงานได้
2. ออกแบบการทดลองเพื่อหาปริมาณความร้อนได้
3. ปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลอง ตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปเกี่ยวกับ  
พลังงานจากอาหารได้
4. คำนวณค่าปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาถั่วลิสงและอาหารต่าง ๆ ได้
5. อธิบายความหมายของค่าต่อไปนี้ เช่น แคลอรี จูล ได้

### เนื้อหา

- ร่างกายของคนเราได้รับพลังงานอาหารในอาหารมีพลังงานสะสมอยู่ สังเกตได้จากพลังงาน  
ความร้อนที่ได้จากการเผาอาหาร
- พลังงานความร้อน 1 กิโลแคลอรี เท่ากับ 4.2 จูล หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้  
น้ำ 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส
- อาหารต่างชนิดกันให้ปริมาณความร้อนแตกต่างกัน

## กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนทำการทดลอง
  - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในแบบเรียน เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน
  - นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองในแบบเรียน
  - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ถึงวิธีการทดลองในแบบเรียนระยะเวลาในการทำและข้อควรระวังความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นจากการทดลอง
2. ขั้นทดลอง
  - นักเรียนปฏิบัติการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง
3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง
  - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ที่ได้นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

## สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จัดทำโดย สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารมีพลังงานสะสมหรือไม่
3. ถั่วลิสง

## การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
2. สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดทบทวน

## แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ครั้งที่ 3 คาบที่ 7 – 9

เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน  
มโนมติ

เวลา 150 นาที

1. สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ น้ำ
2. วิตามินซี ทดสอบได้โดยหยดสารละลายที่ต้องการทดสอบลงในน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีน
3. ถ้าต้องการทราบว่าน้ำผลไม้มีวิตามินซีมาก หรือน้อย ทำได้โดยเทียบจำนวนหยดของน้ำผลไม้กับจำนวนหยดของวิตามินซีสังเคราะห์
4. ปัจจัยที่ทำให้วิตามินซีเกิดการสลายตัวได้แก่ ความร้อน แสงสว่างและน้ำ
5. วิตามินแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ วิตามินที่ละลายน้ำ วิตามินที่ละลายในไขมัน
6. วิตามิน เกลือแร่ เป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน แต่ร่างกายขาดไม่ได้
7. ประโยชน์ของแร่ธาตุ ที่มีต่อร่างกายได้แก่
  - 7.1 เป็นส่วนประกอบของอวัยวะบางอย่าง เช่น กระดูก, ฟัน, กล้ามเนื้อและเซลล์ประสาท
  - 7.2 เป็นส่วนประกอบของสารต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น เลือด และน้ำในเซลล์
  - 7.3 ช่วยในการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ให้ทำหน้าที่เป็นปกติ
8. ร่างกายของคนเรามีความต้องการแร่ธาตุต่างกัน

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกชนิดของสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานได้
2. ชี้บ่ง แหล่งที่มาของสารอาหารประเภทวิตามินซีและเกลือแร่ได้
3. อธิบายประโยชน์และโทษของวิตามินซีและเกลือแร่ได้
4. ออกแบบการปฏิบัติการทดลอง เพื่อหาปริมาณวิตามินซีในอาหารได้
5. ปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลอง ตีความหมายของข้อมูล ลงข้อสรุปได้
6. บอกประโยชน์ของแร่ธาตุที่มีต่อร่างกายได้

### เนื้อหา

วิตามิน เกลือแร่ และน้ำเป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน แต่ร่างกายขาดไม่ได้ วิตามินมีหลายชนิด วิตามินบางชนิดเราสามารถทดสอบได้ เช่น วิตามินซี เราสามารถทดสอบได้ว่ามีอยู่ในอาหารนั้น ๆ โดยใช้สารละลายไอโอดีน ในน้ำแป้ง

ผัก ผลไม้สด ให้วิตามินซีมากกว่าผัก ผลไม้ที่ผ่านความร้อนแล้วอาหารที่ให้วิตามินและเกลือแร่ มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีความสำคัญและประโยชน์แตกต่างกันไป การขาดหรือได้รับวิตามินและเกลือแร่มากเกินไปอาจทำให้เกิดโรคได้

## กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

### 1. ขั้นอภิปรายก่อนทำการทดลอง

1.1 นักเรียนศึกษา ผัก ผลไม้ ทั้งที่เป็นของจริงและรูปภาพ แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุปัญหา เช่น

- จากของจริงหรือรูปภาพ ผักและผลไม้ให้สารอาหารอะไร
- นักเรียนคิดว่า ผักและผลไม้ใดบ้างที่ให้วิตามินซีและเกลือแร่
- วิตามินซีที่อยู่ในผักและผลไม้ แต่ละชนิดมีปริมาณเท่ากันหรือไม่
- นักเรียนเคยทดสอบสารอาหารประเภทแป้งมาแล้ว โดยใช้สารละลายไอโอดีน ได้ผลเป็นอย่างไร
- ถ้านักเรียนหยดสารละลายวิตามินซี ลงในน้ำแป้งที่หยดสารละลายไอโอดีน จะได้ผลอย่างไร และผลจะเหมือนกันหมดหรือไม่กับวิตามินซีที่อยู่ในผักและผลไม้

จากคำถามปัญหาให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน เช่น จำนวนหยดของวิตามินซีที่อยู่ในผัก และผลไม้และวิตามินซีสังเคราะห์ ให้ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำแป้งที่ผสมไอโอดีนไม่เท่ากัน

1.2 นักเรียนเขียนแผนผังความคิดเกี่ยวกับวิตามินซี ลงในเอกสารหมายเลข 1

1.3 นักเรียนออกแบบการทดลอง การทดสอบวิตามินซี โดยครูเตรียมอุปกรณ์ให้

### 2. ขั้นทำการทดลอง

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเอกสารเกี่ยวกับสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานและทำการทดลองตามที่นักเรียนออกแบบไว้ในข้อ 1.3 เรื่องการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่าง ๆ

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลอง

### 3. ขั้นอภิปรายหลังทำการทดลอง

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายเพื่อระบุนิยามที่สำคัญ

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับนิยาม โดยนิยามใดที่ความหมายกว้างสุด จัดเป็นนิยามหลัก มโนมติอื่น ๆ จัดลำดับเป็นนิยามรอง และมโนมติเฉพาะเจาะจง

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาว่าควรสร้างแผนผังมโนมติแบบใด จึงจะเหมาะสมและถูกต้องที่สุด แล้วนำนิยามที่กำหนดไว้มาสร้างแผนผังมโนมติตามรูปแบบที่พิจารณาร่วมกันแล้ว เชื่อมโยงมโนมติต่าง ๆ เข้าด้วยเส้นและคำเชื่อม

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณารูปแบบแผนผังมโนมติที่สร้างครั้งแรกว่า ควรแก้ไขหรือปรับปรุงหรือไม่ ซึ่งการสร้างแผนผังมโนมติที่ดีบางครั้งต้องสร้างแผนผังมโนมติใหม่ 2 – 3 ครั้ง นักเรียนช่วยกันแก้ไขปรับปรุง แผนผังมโนมติให้ถูกต้องและเหมาะสม

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนผังมโนมติที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วลงในแผ่นใส และนำเสนอหน้าชั้นเรียน

3.6 ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือก แผนผังมโนมติที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ของนักเรียน และให้นักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนมติบทสรุปลงในเอกสารหมายเลข 2

3.7 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปในชีวิตประจำวัน

## สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน โดยกิจกรรมการสร้างแผนผังมโนคติ
2. แผ่นโป่งใส
3. อุปกรณ์การทดลองเรื่อง การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่าง ๆ
4. ผักและผลไม้ต่าง ๆ (ของจริง, รูปภาพ)

## การประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมมือการปฏิบัติของนักเรียน
2. สังเกตจากการร่วมมืออภิปราย ชักถาม และการตอบคำถามของนักเรียน
3. ครูให้คะแนนโดยพิจารณาจากแผนผังมโนคติที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้น ตามเกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนคติ
4. ครูประเมินผลการรายงานหน้าชั้นเรียนว่า ผู้รายงานสามารถอธิบายแผนผังมโนคติที่สร้างขึ้นให้เกิดความชัดเจนหรือทำให้ผู้อื่นเข้าใจหรือไม่
5. ตรวจสอบแผนผังมโนคติบทสรุป (เอกสารหมายเลข 2)
6. ตรวจสอบแบบฝึกหัด

## แผนการสอนกลุ่มควบคุม

ครั้งที่ 3 คาบที่ 7-9

- เรื่อง สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน เวลา 150 นาที  
มโนมติ
1. สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ น้ำ
  2. วิตามินซี ทดสอบได้โดยหยดสารละลายที่ต้องการทดสอบลงไปบนน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีน
  3. ถ้าต้องการทราบว่าน้ำผลไม้มีวิตามินซีมาก หรือน้อย ทำได้โดยเทียบจำนวนหยดของน้ำผลไม้กับจำนวนหยดของวิตามินซีสังเคราะห์
  4. ปัจจัยที่ทำให้วิตามินซีเกิดการสลายตัวได้แก่ ความร้อน แสงสว่างและน้ำ
  5. วิตามินแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ วิตามินที่ละลายน้ำ วิตามินที่ละลายในไขมัน
  6. วิตามิน เกลือแร่ เป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน แต่ร่างกายขาดไม่ได้
  7. ประโยชน์ของแร่ธาตุ ที่มีต่อร่างกายได้แก่
    - 7.1 เป็นส่วนประกอบของอวัยวะบางอย่าง เช่น กระดูก, ฟัน, กล้ามเนื้อและเซลล์ประสาท
    - 7.2 เป็นส่วนประกอบของสารต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น เลือด และน้ำในเซลล์
    - 7.3 ช่วยในการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ให้ทำหน้าที่เป็นปกติ
  8. ร่างกายของคนเรามีความต้องการแร่ธาตุต่างกัน

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกชนิดของสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานได้
2. ชี้บ่ง แหล่งที่มาของสารอาหารประเภทวิตามินซีและเกลือแร่ได้
3. อธิบายประโยชน์และโทษของวิตามินซีและเกลือแร่ได้
4. ออกแบบการปฏิบัติการทดลอง เพื่อหาปริมาณวิตามินซีในอาหารได้
5. ปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลอง ตีความหมายของข้อมูล ลงข้อสรุปได้
6. บอกประโยชน์ของแร่ธาตุที่มีต่อร่างกายได้

### เนื้อหา

วิตามิน เกลือแร่ และน้ำเป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน แต่ร่างกายขาดไม่ได้ วิตามินมีหลายชนิด วิตามินบางชนิดเราสามารถทดสอบได้ เช่น วิตามินซี เราสามารถทดสอบได้ว่ามีอยู่ในอาหารนั้น ๆ โดยใช้สารละลายไอโอดีน ในน้ำแป้ง

ผัก ผลไม้สด ให้วิตามินซีมากกว่าผัก ผลไม้ที่ผ่านความร้อนแล้วอาหารที่ให้วิตามินและเกลือแร่ มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีความสำคัญและประโยชน์แตกต่างกันไป การขาดหรือได้รับวิตามินและเกลือแร่มากเกินไปอาจทำให้เกิดโรคได้

## กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนทำการทดลอง
  - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบเรียน เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน
  - นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองในแบบเรียน
  - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลองในแบบเรียน ระยะเวลาในการทำและข้อควรระวังความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นจากการทดลอง
2. ขั้นทดลอง
  - นักเรียนปฏิบัติการทดลอง และบันทึกผลตามแบบเรียน
3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง
  - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

## สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่าง ๆ
3. ผัก และผลไม้ชนิดต่าง ๆ

## การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดทบทวน

## แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ครั้งที่ 4 คาบที่ 10 – 11

เรื่อง ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของอาหาร  
มโนมติ เวลา 100 นาที

1. ธาตุสำคัญที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานในอาหารมี 3 ธาตุคือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O)
2. สารอาหารประเภทโปรตีน นอกจากจะมี C H O แล้วยังมี N เป็นส่วนประกอบสำคัญอยู่ด้วย
3. ในการเผาอาหารจะได้สารสีดำ คือ คาร์บอน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ออกแบบการทดลอง เพื่อหาส่วนประกอบของอาหารได้
2. ปฏิบัติการทดลอง บันทึกข้อมูล ตีความหมายของข้อมูล และลงสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบที่สำคัญได้
3. สรุปเกี่ยวกับธาตุที่สำคัญที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหารได้

### เนื้อหา

อาหารส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารประกอบ สามารถทดสอบได้และพบว่าเมื่อเผาอาหารจะได้ คาร์บอน (C) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) และน้ำ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ซึ่งธาตุที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหาร คือ คาร์บอน (C) ออกซิเจน (O) และไฮโดรเจน (H) และสารอาหารโปรตีน มีไนโตรเจน (N) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกธาตุหนึ่ง

### กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนทำการทดลอง
  - 1.1 นักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับอาหารหลักทั้ง 5 หมู่ที่เรียนมาแล้ว ร่วมกันอภิปราย เช่น อาหารเป็นธาตุหรือสารประกอบ ถ้าเป็นธาตุประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง ทำอย่างไรจึงจะรู้ได้ หลังจากนั้นให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน เช่น เมื่อเผาอาหารแต่ละชนิด หลังเผาได้สารที่ต่างกัน
    - ก๊าซที่ได้จากการเผาอาหาร เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำปูนใสได้ผลแตกต่างกัน
    - ของเหลวที่ได้จากการเผา เมื่อนำไปหยดบนจุนสีจะดูให้ผลแตกต่างกัน
  - 1.2 นักเรียนเขียนแผนผังความคิด ลงในเอกสารหมายเลข 1
  - 1.3 นักเรียนร่วมกันออกแบบการทดสอบส่วนประกอบของอาหาร ตามที่มีอุปกรณ์ให้
2. ขั้นทำการทดลอง
  - นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเอกสารเกี่ยวกับธาตุที่เป็นส่วนประกอบของอาหาร และทำการทดลองตามที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ในข้อ 1.3 เรื่องอาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง
  - นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทำกิจกรรม

### 3. ชั้นอภิปรายหลังทำการทดลอง

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลองมาอภิปราย เพื่อเลือกคำมโนคติที่สำคัญ

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมมโนคติที่สำคัญของกิจกรรม

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนคติ โดยมโนคติใดที่มีความหมายกว้างสุดจัดเป็นมโนคติหลัก มโนคติอื่น ๆ จัดลำดับเป็นมโนติรอง และมโนคติเฉพาะเจาะจง

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาว่า ควรสร้างแผนผังมโนคติแบบใดจึงจะเหมาะสม และถูกต้องที่สุด และนำมโนคติที่กำหนดไว้มาสร้างแผนผังมโนคติตามรูปแบบ ที่พิจารณาร่วมกันแล้วเชื่อมโยงมโนคติต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยเส้นและคำเชื่อม

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนคติที่สร้างขึ้นครั้งแรกว่า ควรแก้ไขหรือปรับปรุงหรือไม่ ซึ่งการสร้างแผนผังมโนคติที่ดีบางครั้งต้องสร้างแผนผังมโนคติใหม่ 2 – 3 ครั้ง นักเรียนช่วยกันแก้ไขปรับปรุงแผนผังมโนคติ นำแผนผังมโนคติที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วเขียนลงในแผ่นโปรงใส และนำเสนอหน้าชั้นเรียน

3.6 ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือกแผนผังมโนคติที่เหมาะสมที่สุด มาสรุปเป็นความรู้ใหม่ ของนักเรียนและให้นักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนคติบทสรุปลงในเอกสารหมายเลข 2

3.7 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน โดยกิจกรรมการสร้างแผนผังมโนคติ
2. แผ่นโปรงใส
3. อุปกรณ์การทดลองเรื่องอาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง
  - ใบผักบุงสด, ใบผักคะน้า, ใบผักกวางตุ้ง, ผักกาดขาว, กะหล่ำปลี
  - แป้งมัน, แป้งข้าวโพด, แป้งข้าวเจ้า, แป้งข้าวเหนียว, แป้งสาลี
  - ไข่ขาวสุกบด, เนื้อวัว, เนื้อหมู, ปลา, กุ้ง
  - น้ำตาลทราย, น้ำตาลกลูโคส

### การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน
2. สังเกตการร่วมมืออภิปราย ชักถาม และการตอบคำถามของนักเรียน
3. ครูให้คะแนนโดยพิจารณาแผนผังมโนคติที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้นตามเกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนคติ
4. ครูประเมินผลการรายงานหน้าชั้นเรียนว่าผู้รายงานสามารถอธิบายแผนผังมโนคติสร้างที่ขึ้นให้เกิดความชัดเจนหรือทำให้ผู้อื่นเข้าใจหรือไม่
5. ตรวจแผนผังมโนคติบทสรุป (เอกสารหมายเลข 2)
6. ตรวจแบบฝึกหัด

## แผนการสอนกลุ่มควบคุม

ครั้งที่ 4 คาบที่ 10 – 11

เรื่อง ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของอาหาร  
มโนมติ เวลา 100 นาที

1. ธาตุสำคัญที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานในอาหารมี 3 ธาตุคือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O)
2. สารอาหารประเภทโปรตีน นอกจากจะมี C H O แล้วยังมี N เป็นส่วนประกอบสำคัญอยู่ด้วย
3. ในการเผาอาหารจะได้สารสีดำ คือ คาร์บอน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ออกแบบการทดลอง เพื่อหาส่วนประกอบของอาหารได้
2. ปฏิบัติการทดลอง บันทึกข้อมูล ตีความหมายของข้อมูล และลงสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบที่สำคัญได้
3. สรุปเกี่ยวกับธาตุที่สำคัญที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหารได้

### เนื้อหา

อาหารส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารประกอบ สามารถทดสอบได้และพบว่าเมื่อเผาอาหารจะได้ คาร์บอน (C) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) และน้ำ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ซึ่งธาตุที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหารคือ คาร์บอน (C) ออกซิเจน (O) และไฮโดรเจน (H) และสารอาหารโปรตีน มีไนโตรเจน (N) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกธาตุหนึ่ง

### กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนทำการทดลอง
  - > ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในแบบเรียน เพื่อระบุปัญหาและตั้งสมมติฐาน
  - นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองในแบบเรียน
  - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลองในแบบเรียน ระยะเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมและข้อควรระวังและความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นจากการทดลอง
2. ขั้นทดลอง
  - นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามแบบเรียนและบันทึกผล
3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง
  - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ใหม่ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

## สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง
3. ใบผักบุงสด, ใบผักคะน้า, ใบผักกวางตุ้ง, ผักกาดขาว, กะหล่ำปลี
4. แป้งมัน, แป้งข้าวโพด, แป้งข้าวเจ้า, แป้งข้าวเหนียว, แป้งสาลี
5. ไข่ขาวสุกบด, เนื้อวัว, เนื้อหมู, ปลา, กุ้ง
6. น้ำตาลทราย, น้ำตาลกลูโคส

## การวัดผลประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดทบทวน

## แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ครั้งที่ 5

คาบที่ 12

เวลา 50 นาที

เรื่อง การกินอาหารให้ถูกสัดส่วน และพลังงานจากอาหารกับกิจกรรมต่าง ๆ  
มโนคติ

บุคคลต่าง ๆ ต้องการสารอาหารและพลังงานในแต่ละวันแตกต่างกันตามลักษณะ  
กิจกรรม เพศ และน้ำหนักตัว การกินอาหารในปริมาณไม่เพียงพอหรือไม่ถูกสัดส่วนทำให้เกิดโทษ  
ต่อร่างกาย

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบบทนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกถึงความจำเป็นที่จะต้องกินสารอาหารทุกประเภทในแต่ละวันได้
2. อธิบายเหตุผลเกี่ยวกับความต้องการของสารอาหารของวันต่างกันและสภาพต่างกันได้
3. สรุปเกี่ยวกับความต้องการพลังงานในแต่ละวันของแต่ละบุคคลได้
4. อธิบายแหล่งที่มาของพลังงานที่ร่างกายใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้
5. เขียนแผนภูมิแสดงพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้

### เนื้อหา

บุคคลในวัยต่าง ๆ กันต้องการสารอาหารและพลังงานในแต่ละวันแตกต่างกัน การใช้พลังงานของ  
แต่ละบุคคลแตกต่างกันตามลักษณะกิจกรรม เพศ น้ำหนักตัว ผู้ที่มีน้ำหนักมากต้องใช้พลังงานมาก และ  
เพศชายใช้พลังงานมากกว่าเพศหญิง ในการทำกิจกรรมประเภทเดียวกันหญิงและชายตั้งแต่วัยวัยรุ่นจน  
ถึงวัยกลางคนต้องการพลังงานสำหรับกิจกรรมในวันหนึ่ง ๆ มากกว่าวัยอื่น ๆ จึงมีความต้องการสารอาหาร  
บางชนิดที่มีปริมาณเท่ากัน จะให้ค่าพลังงานและสารอาหารปริมาณแตกต่างกัน

### กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ช้้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม
  - 1.1 ให้นักเรียนดูภาพเปรียบเทียบเด็กอายุเท่ากัน คนหนึ่งสมบูรณ์ อีกคนเป็นโรคขาด  
โปรตีน แล้วสนทนาซักถามไปสู่การกินอาหารไม่ถูกสัดส่วน การกินอาหารในปริมาณไม่เพียงพอ
  - 1.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้รูปภาพอาหารหลัก 5 หมู่ประกอบการอภิปรายว่าอาหาร  
แต่ละชนิดให้สารอาหารและพลังงานเท่ากันหรือไม่

จากคำถามดังกล่าวให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน เช่น พลังงานจากสารอาหารแต่ละชนิดไม่เท่ากัน

  - 1.3 นักเรียนเขียนแผนผังความคิดลงในเอกสารหมายเลข 1
2. ช้้นทำการกิจกรรม
  - นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการกินอาหารให้ถูกสัดส่วนและให้พลังงานจาก  
อาหารกับกิจกรรมต่าง ๆ

### 3. ขั้นตอนิปรายหลังทำกิจกรรม

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับอาหารมาอภิปรายเพื่อเลือกคำมโนคติที่สำคัญ

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุมโนคติที่สำคัญของกิจกรรม

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนคติ โดยมีมโนคติใดที่มีความหมายกว้างสุดจัดเป็นมโนคติหลัก มโนคติอื่น ๆ จัดลำดับเป็นมโนติรอง และมโนคติเฉพาะเจาะจง

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาว่า ควรสร้างแผนผังมโนคติแบบใด จึงจะเหมาะสมและถูกต้องที่สุด แล้วนำมโนคติที่กำหนดไว้มาสร้างแผนผังมโนคติตามรูปแบบที่พิจารณาว่าร่วมกัน แล้วเชื่อมโยงมโนคติต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยเส้นและคำเชื่อม

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนคติที่สร้างครั้งแรกว่า ควรแก้ไขหรือปรับปรุงหรือไม่ ซึ่งการสร้างแผนผังมโนคติที่ดีบางครั้งต้องสร้างแผนผังมโนคติใหม่ 2 – 3 ครั้ง นักเรียนช่วยกันแก้ไขปรับปรุงแผนผังมโนคติให้ถูกต้องและเหมาะสม

3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนผังมโนคติที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วเขียนลงในแผ่นโป่งใส และนำเสนอหน้าชั้นเรียน

3.7 ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือกแผนผังมโนคติที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ ของนักเรียนและให้นักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนคติมาสรุปลงในเอกสารหมายเลข 2

3.8 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน โดยกิจกรรมการสร้างแผนผังมโนคติ
2. แผ่นโป่งใส
3. แผ่นภาพต่าง ๆ เกี่ยวกับการกินอาหารให้ถูกสัดส่วนและพลังงานจากอาหารกับกิจกรรมต่าง ๆ

### การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน
2. สังเกตการร่วมอภิปรายซักถาม และการตอบคำถามของนักเรียน
3. ครูให้คะแนนโดยพิจารณาแผนผังมโนคติที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้น ตามเกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนคติ
4. ครูประเมินผลการรายงานหน้าชั้นเรียนว่าผู้รายงานสามารถอธิบายแผนผังมโนคติที่สร้างขึ้นให้เกิดความเข้าใจหรือทำให้ผู้อื่นเข้าใจหรือไม่
5. ตรวจแผนผังมโนคติบทสรุป (เอกสารหมายเลข 2)
6. ตรวจแบบฝึกหัด

## แผนการสอนกลุ่มควบคุม

ครั้งที่ 5

คาบที่ 12

เวลา 50 นาที

เรื่อง การกินอาหารให้ถูกสัดส่วน และพลังงานจากอาหารกับกิจกรรมต่าง ๆ  
มโนมติ

บุคคลต่าง ๆ ต้องการสารอาหารและพลังงานในแต่ละวันแตกต่างกันตามลักษณะ  
กิจกรรม เพศ และน้ำหนักตัว การกินอาหารในปริมาณไม่เพียงพอหรือไม่ถูกสัดส่วนทำให้เกิดโทษ  
ต่อร่างกาย

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนจบบทนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกถึงความจำเป็นที่จะต้องกินสารอาหารทุกประเภทในแต่ละวันได้
2. อธิบายเหตุผลเกี่ยวกับความต้องการของสารอาหารของวันต่างกันและสภาพต่างกันได้
3. สรุปเกี่ยวกับความต้องการพลังงานในแต่ละวันของแต่ละบุคคลได้
4. อธิบายแหล่งที่มาของพลังงานที่ร่างกายใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้
5. เขียนแผนภูมิแสดงพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้

### เนื้อหา

บุคคลในวัยต่าง ๆ ก็ต้องการสารอาหารและพลังงานในแต่ละวันแตกต่างกัน การใช้พลังงานของ  
แต่ละบุคคลแตกต่างกันตามลักษณะกิจกรรม เพศ น้ำหนักตัว ผู้ที่มีน้ำหนักมากต้องใช้พลังงานมาก และ  
เพศชายใช้พลังงานมากกว่าเพศหญิง ในการทำกิจกรรมประเภทเดียวกันหญิงและชายตั้งแต่วัยวัยรุ่นจน  
ถึงวัยกลางคนต้องการพลังงานสำหรับกิจกรรมในวันหนึ่ง ๆ มากกว่าวัยอื่น ๆ จึงมีความต้องการสารอาหาร  
บางชนิดที่มีปริมาณเท่ากัน จะให้ค่าพลังงานและสารอาหารปริมาณแตกต่างกัน

### กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ชื่นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม
  - 1.1 ให้นักเรียนดูภาพเปรียบเทียบเด็กอายุเท่ากัน คนหนึ่งสมบูรณ์ อีกคนเป็นโรคขาด  
โปรตีน แล้วสนทนาซักถามไปสู่การกินอาหารไม่ถูกสัดส่วน การกินอาหารในปริมาณไม่เพียงพอ
  - 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้รูปภาพอาหารหลัก 5 หมู่ประกอบการอภิปรายว่า  
อาหารแต่ละชนิดให้สารอาหารและพลังงานเท่ากันหรือไม่
2. ชื่นทำกิจกรรม
  - นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแบบเรียนเกี่ยวกับการกินอาหารให้ถูกสัดส่วนและให้พลังงานจาก  
อาหารกับกิจกรรมต่าง ๆ
3. ชื่นอภิปรายหลังทำกิจกรรม
 

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย การกินอาหารให้ถูกสัดส่วนและพลังงานจากอาหารกับ  
กิจกรรมต่าง ๆ เพื่อสรุปบทเรียนและเป็นความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### สื่อการเรียนรู้การสอน

- แบบเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จัดทำโดย สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- รูปภาพต่าง ๆ เกี่ยวกับการกินอาหารให้ถูกสัดส่วน และพลังงานจากอาหารกับกิจกรรมต่าง ๆ

### การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตการตอบคำถาม
2. ตรวจแบบฝึกหัด

## แผนการสอนกลุ่มทดลอง ครั้งที่ 6 คาบที่ 13

- เรื่อง โทษของการขาดสารอาหาร เวลา 50 นาที  
มโนคติ
1. การกินอาหารโดยใช้สารอาหารไม่ครบหรือในปริมาณไม่เพียงพอ อาจทำให้เกิดโทษต่อร่างกาย ทำให้ร่างกายอ่อนแอ ขาดภูมิคุ้มกันโรคติดเชื้อได้ง่าย
  2. สารอาหารบางอย่างถ้าได้รับมากเกินไปก็อาจทำให้เกิดโทษ เช่น ทำให้ร่างกายอ้วนหรือเกิดโรคบางอย่างตามมา

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของสารอาหารที่มีต่อร่างกายได้
2. อธิบายและชี้บ่งเกี่ยวกับโรคและอาการที่เกิดจากการขาดสารอาหารบางชนิดได้
3. อธิบายถึงโทษที่เกิดจากการรับสารอาหารบางประเภท ในปริมาณที่มากเกินไปเกินความต้องการของร่างกายได้
4. ตระหนักถึงความสำคัญของการเลือกปริมาณอาหารเพื่อสุขภาพ

### เนื้อหา

- การกินอาหารเพื่อให้สุขภาพดี ต้องกินให้ได้สารอาหารพอเพียง ถ้าขาดสารอาหารอย่างหนึ่งอย่างใดก็จะเกิดโทษ เช่น ทำให้มีอาการผิวดำคล้ำขึ้น ร่างกายจะอ่อนแอ ขาดภูมิคุ้มกันโรค แต่ถ้ารับสารอาหารบางอย่างมากเกินไปก็จะเกิดโทษ เช่น ไขมัน ถ้ากินมากก็จะเป็นโรคอ้วนมีอาการของโรคเบาหวาน และความดันโลหิตสูงตามมา

- การรับประทานอาหารต้องรับประทานอย่างมีคุณภาพ ให้ได้สารอาหารครบทุกประเภทในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกายในแต่ละวัน

- คนที่กินคาร์โบไฮเดรตประเภทน้ำตาลมากเป็นประจำร่างกายจะเปลี่ยนสารที่ย่อยแล้วไปเป็นไขมัน เพื่อสะสมในร่างกายทำให้เกิดโรคอ้วนได้

### กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม
  - 1.1 ให้นักเรียนดูภาพเด็กที่เป็นโรคขาดสารอาหารต่าง ๆ เช่น ภาพเด็กตาอึกเสบจากการขาดวิตามินเอ ภาพเด็กเป็นโรคคอหอยพอก ภาพเด็กขาดโปรตีน แล้วสนทนาซักถาม
  - 1.2 เสนอข่าวเกี่ยวกับโรคที่เกิดจากการได้รับสารอาหารมากเกินไป เช่น โรคอ้วน
  - 1.3 สนทนาซักถามถึงโรคเหล่านั้น เช่น มีสาเหตุมาจากอะไร ถ้ามีเด็กที่กินวิตามินเอ ในปริมาณเพียงพอ แต่ยังเป็นโรคขาดวิตามินเออีก นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใดจากปัญหาให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน

- 1.4 นักเรียนเขียนแผนผังความคิดเรื่องที่ศึกษา ลงในเอกสารหมายเลข 1
2. ขั้นทำกิจกรรม
  - 2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเอกสารเกี่ยวกับโทษของการขาดสารอาหาร เพื่อคัดเลือกมโนมิตที่สำคัญ
  3. ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม
    - 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาอภิปรายเพื่อเลือกมโนมิตที่สำคัญ
    - 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุปัญหาที่สำคัญของกิจกรรม
    - 3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนมิต โดยมโนมิตใดที่มีความหมายกว้างสุดจัดเป็นมโนมิตหลัก มโนมิตอื่น ๆ จัดลำดับเป็นมโนมิตรอง และมโนมิตเฉพาะเจาะจง
    - 3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาว่าควรสร้างแผนผังแบบใด จึงจะเหมาะสมและถูกต้องที่สุด แล้วนามโนมิตที่กำหนดไว้มาสร้างแผนผังมโนมิตตามรูปแบบที่พิจารณาร่วมกัน แล้วเชื่อมโยงมโนมิตต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยเส้นและคำเชื่อม
    - 3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนมิตที่สร้างครั้งแรกว่า ควรแก้ไขหรือปรับปรุงหรือไม่ ซึ่งการสร้างแผนผังมโนมิตที่ดีบางครั้งต้องสร้างแผนผังมโนมิตใหม่ 2 – 3 ครั้ง นักเรียนช่วยกันแก้ไขปรับปรุงแผนผังมโนมิตให้ถูกต้องและเหมาะสม
    - 3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนผังมโนมิตที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วเขียนลงในแผ่นโปรงใส และนำเสนอหน้าชั้นเรียน
    - 3.7 ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือกแผนผังมโนมิตที่เหมาะสมที่สุด มาสรุปเป็นความรู้ใหม่ ของนักเรียน และให้นักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนมิตมาสรุปลงในเอกสารหมายเลข 2
    - 3.8 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน โดยกิจกรรมการสร้างแผนผังมโนมิต
2. แผ่นโปรงใส
3. แผ่นภาพต่าง ๆ เกี่ยวกับเด็กขาดสารอาหารต่าง ๆ

### การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมมือการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน
2. สังเกตการอภิปราย ชักถาม และการตอบคำถามของนักเรียน
3. ครูให้คะแนนโดยพิจารณาจากแผนผังมโนมิตที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้น ตามเกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนมิต
4. ครูประเมินผลการรายงานหน้าชั้นเรียนว่าผู้รายงาน สามารถอธิบายแผนผังมโนมิตที่สร้างขึ้นให้เกิดความเข้าใจหรือทำให้ผู้อื่นเข้าใจหรือไม่
5. ตรวจสอบแผนผังมโนมิตบทสรุป (เอกสารหมายเลข 2)
6. ตรวจสอบแบบฝึกหัด

## แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ครั้งที่ 6

คาบที่ 13

เรื่อง โทษของการขาดสารอาหาร  
มโนมติ

เวลา 50 นาที

1. การกินอาหารโดยใช้สารอาหารไม่ครบหรือในปริมาณไม่เพียงพอ อาจทำให้เกิดโทษต่อร่างกาย ทำให้ร่างกายอ่อนแอ ขาดภูมิคุ้มกันโรคติดเชื้อได้ง่าย
2. สารอาหารบางอย่างถ้าได้รับมากเกินไปก็อาจทำให้เกิดโทษ เช่น ทำให้ร่างกายอ้วนหรือเกิดโรคบางอย่างตามมา

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของสารอาหารที่มีต่อร่างกายได้
2. อธิบายและชี้บ่งเกี่ยวกับโรคและอาการที่เกิดจากการขาดสารอาหารบางชนิดได้
3. อธิบายถึงโทษที่เกิดจากการรับสารอาหารบางประเภท ในปริมาณที่มากเกินไปเกินความต้องการของร่างกายได้
4. ตระหนักถึงความสำคัญของการเลือกปริมาณอาหารเพื่อสุขภาพ

### เนื้อหา

- การกินอาหารเพื่อให้สุขภาพดี ต้องกินให้ได้สารอาหารพอเพียง ถ้าขาดสารอาหารอย่างหนึ่งอย่างใดก็จะเกิดโทษ เช่น ทำให้มีอาการผิวดำคล้ำขึ้น ร่างกายจะอ่อนแอ ขาดภูมิคุ้มกันโรค แต่ถ้ารับสารอาหารบางอย่างมากเกินไปก็จะเกิดโทษ เช่น ไขมัน ถ้ากินมากก็จะเป็นโรคอ้วนมีอาการของโรคเบาหวาน และความดันโลหิตสูงตามมา

- การรับประทานอาหารต้องรับประทานอย่างมีคุณภาพ ให้ได้สารอาหารครบทุกประเภทในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกายในแต่ละวัน

- คนที่กินคาร์โบไฮเดรตประเภทน้ำตาลมากเป็นประจำร่างกายจะเปลี่ยนสารที่ย่อยแล้วไปเป็นไขมัน เพื่อสะสมในร่างกายทำให้เกิดโรคอ้วนได้

### กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม
  - 1.1 ให้นักเรียนดูภาพเด็กที่เป็นโรคขาดสารอาหารต่าง ๆ เช่น ภาพเด็กตาอึกเสบจากการขาดวิตามินเอ ภาพเด็กเป็นโรคคอหอยพอก ภาพเด็กขาดโปรตีน แล้วสนทนาซักถาม
  - 1.2 เสนอข่าวเกี่ยวกับโรคที่เกิดจากการได้รับสารอาหารมากเกินไป เช่น โรคอ้วน
  - 1.3 สนทนาซักถามถึงโรคเหล่านั้น เช่น มีสาเหตุมาจากอะไร ถ้ามีเด็กที่กินวิตามินเอ ในปริมาณเพียงพอ แต่ยังเป็นโรคขาดวิตามินเออีก

2. **ขั้นทำกิจกรรม**  
นักเรียนศึกษาแบบเรียนเรื่องโทษของการขาดสารอาหาร
3. **ขั้นอภิปรายหลังการทำกิจกรรม**  
ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โทษของการขาดสารอาหารเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### **สื่อการเรียนรู้การสอน**

1. แบบเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จัดทำโดย สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ภาพต่าง ๆ เกี่ยวกับเด็กขาดสารอาหารต่าง ๆ

### **การวัดผลประเมินผล**

1. สังเกตจากการตอบคำถาม
2. ตรวจแบบฝึกหัด

## แผนการสอนกลุ่มทดลอง

ครั้งที่ 7 คาบที่ 14 – 15

เรื่อง สิ่งที่เป็นพิษ และสารเจือปนในอาหาร มโนมติ เวลา 100 นาที  
 สิ่งเป็นพิษต่าง ๆ ที่เจือปนอยู่ในอาหารมีแหล่งที่มาที่สำคัญอยู่ 2 แหล่งคือ สิ่งเป็นพิษที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และสิ่งเป็นพิษที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ชี้บ่งแหล่งที่มาของสิ่งเป็นพิษประเภทต่าง ๆ ได้
2. ยกตัวอย่างสิ่งเป็นพิษที่เจือปนในอาหาร พร้อมทั้งชี้บ่งอาหารที่มักมีสิ่งเป็นพิษปะปนอยู่ได้
3. ยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากสิ่งเป็นพิษได้
4. ตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องหลีกเลี่ยงสิ่งเป็นพิษต่าง ๆ ในอาหารได้

### เนื้อหา

สิ่งเป็นพิษที่เจือปนในอาหารมีอยู่ 2 แหล่งคือ

1. สิ่งเป็นพิษที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น เห็ดบางชนิด, ผักขึ้นนอน
  - จุลินทรีย์บางชนิดที่ปะปนอยู่ในอาหาร เช่น แบคทีเรีย, ไวรัส, ราบางชนิด
  - พยาธิชนิดต่าง ๆ ปะปนอยู่ก็จะทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้เช่นกัน
  - การป้องกันพิษหรืออันตรายจากเชื้อโรคอาจทำได้โดย
    - ควรรับประทานอาหารที่ต้มสุกใหม่ ๆ และอาหารเก็บไว้ที่สะอาด มิดชิด
    - ไม่รับประทานอาหารที่สงสัยว่าเสีย หรือปรุงไว้นานแล้ว
    - หลีกเลี่ยงการซื้ออาหารกระป๋องที่มีลักษณะผิดปกติ
    - อย่ารับประทานอาหารสุก ๆ ดิบ ๆ เป็นอันขาด
2. สิ่งเป็นพิษที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์
  - สารเคมีที่เกษตรกรใช้เกินความจำเป็นแล้วตกค้างในอาหาร
3. สิ่งเจือปนต่าง ๆ ในอาหารแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ
  - สารกันอาหารเสีย เป็นสารที่ช่วยให้อาหารคงสภาพ รส กลิ่นไว้นาน เช่น สารกันหืน
  - สารแต่งกลิ่นหรือรส เพื่อให้ถูกใจผู้บริโภค ได้แก่ เครื่องเทศต่าง ๆ สารกลิ่นผลไม้ชนิด

ต่าง ๆ สารรสหวานพวกน้ำตาลเทียม

- สีผสมอาหาร ได้แก่ สีสังเคราะห์ และสีธรรมชาติ ช่วยเติมแต่งอาหารให้มีลักษณะเหมือนเดิมสิ่งเหล่านี้ถ้าผู้ใช้ไม่ระมัดระวังทั้งในเรื่องปริมาณและคุณภาพอาจเป็นอันตรายต่อร่างกาย

## กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

### 1. ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1.1 นำขนมหรืออาหารสำเร็จรูป หอม กระเทียมที่มีสีดำ ให้นักเรียนดูแล้ว ร่วมกันอภิปรายเพื่อระบุนิยาม เช่น นักเรียนคิดว่าอาหารแต่ละชนิดที่ครูนำมาเติมสารอะไรลงไปบ้าง เป็นสิ่งที่ไม่ได้มีในธรรมชาติบ้างไหม เช่นอะไร ขนมนี้มีกลิ่นอะไร กลิ่นนี้ได้มาจากไหน ถ้าจะสังเคราะห์กลิ่นนี้มาจะได้หรือไม่ นักเรียนสังเกตเห็นสีดำ ๆ ที่ติดอยู่บนหัวหอมและกระเทียม แล้วมักคิดว่าเป็นอะไร และทำให้เกิดโทษหรือไม่ อย่างไร

จากปัญหาให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน

1.2 นักเรียนเขียนแผนผังความคิดเรื่องที่ศึกษาลงในเอกสารหมายเลข 1

### 2. ขั้นทำกิจกรรม

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเอกสารเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นพิษในอาหารสารเจือปนในอาหาร

### 3. ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอภิปรายเพื่อเลือกมโนมติที่สำคัญ

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมมโนมติที่สำคัญของกิจกรรม

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนมติ โดยมโนมติที่มีความหมายกว้างสุดจัดเป็นมโนมติหลัก มโนมติอื่น ๆ จัดลำดับเป็นมโนมติรอง และมโนมติเฉพาะเจาะจง

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาว่า ควรสร้างแผนผังมโนมติแบบใด จึงจะเหมาะสมและถูกต้องที่สุด แล้วนำมโนมติที่กำหนดไว้มาสร้างแผนผังมโนมติตามรูปแบบที่พิจารณาร่วมกัน แล้วเชื่อมโยงมโนมติต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยเส้นและคำเชื่อม

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนมติที่สร้างครั้งแรกว่า ควรแก้ไขหรือปรับปรุงหรือไม่ ซึ่งการสร้างแผนผังมโนมติที่ดีบางครั้งต้องสร้างมโนมติใหม่ 2 – 3 ครั้ง นักเรียนช่วยกันแก้ไขปรับปรุงแผนผังมโนมติให้ถูกต้องและเหมาะสม

3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนผังมโนมติที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วเขียนลงในแผ่นโปสเตอร์ และนำเสนอหน้าชั้นเรียน

3.7 ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือกแผนผังมโนมติที่เหมาะสมที่สุด มาสรุปเป็นความรู้ใหม่ ของนักเรียน และให้นักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนมติมาสรุปลงในเอกสารหมายเลข 2

3.8 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

## สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เอกสารประกอบการสอน โดยกิจกรรมการสร้างแผนผังมโนมติ
2. แผ่นโปสเตอร์
2. อาหารต่าง ๆ ที่มีสิ่งเป็นพิษปน เช่น อาหารสำเร็จรูป, หอม, กระเทียม

## การประเมินผล

1. สังเกตการร่วมมือการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน
2. สังเกตการอภิปราย ชักถาม และการตอบคำถามของนักเรียน

3. ครูให้คะแนนโดยพิจารณาจากแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้น ตามเกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์
4. ครูประเมินผลการรายงานหน้าชั้นเรียนว่าผู้รายงานสามารถอธิบายแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นให้เกิดความเข้าใจหรือทำให้ผู้อื่นเข้าใจหรือไม่
5. ตรวจสอบแผนผังมโนทัศน์บทสรุป (เอกสารหมายเลข 2)
6. ตรวจสอบแบบฝึกหัด

## แผนการสอนกลุ่มควบคุม

ครั้งที่ 7 คาบที่ 14 – 15

เรื่อง สิ่งที่เป็นพิษ และสารเจือปนในอาหาร  
มโนมติ เวลา 100 นาที

สิ่งเป็นพิษต่าง ๆ ที่เจือปนอยู่ในอาหารมีแหล่งที่มาที่สำคัญอยู่ 2 แหล่งคือ สิ่งเป็นพิษที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และสิ่งเป็นพิษที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ชี้บ่งแหล่งที่มาของสิ่งเป็นพิษประเภทต่าง ๆ ได้
2. ยกตัวอย่างสิ่งเป็นพิษที่เจือปนในอาหาร พร้อมทั้งชี้บ่งอาหารที่มักมีสิ่งเป็นพิษปะปนอยู่ได้
3. ยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากสิ่งเป็นพิษได้
4. ตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องหลีกเลี่ยงสิ่งเป็นพิษต่าง ๆ ในอาหารได้

### เนื้อหา

สิ่งเป็นพิษที่เจือปนในอาหารมีอยู่ 2 แหล่งคือ

1. สิ่งเป็นพิษที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น เห็ดบางชนิด, ผักขึ้นนอน
  - จุลินทรีย์บางชนิดที่ปะปนอยู่ในอาหาร เช่น แบคทีเรีย, ไวรัส, ราบางชนิด
  - พยาธิชนิดต่าง ๆ ปะปนอยู่ก็จะทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้เช่นกัน
  - การป้องกันพิษหรืออันตรายจากเชื้อโรคอาจทำได้โดย
    - ควรรับประทานอาหารที่ต้มสุกใหม่ ๆ และอาหารเก็บไว้ที่สะอาด มิดชิด
    - ไม่รับประทานอาหารที่สงสัยว่าเสีย หรือปรุงไว้นานแล้ว
    - หลีกเลี่ยงการซื้ออาหารกระป๋องที่มีลักษณะผิดปกติ
    - อย่ารับประทานอาหารสุก ๆ ดิบ ๆ เป็นอันขาด
2. สิ่งเป็นพิษที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์
  - สารเคมีที่เกษตรกรใช้เกินความจำเป็นแล้วตกค้างในอาหาร
3. สิ่งเจือปนต่าง ๆ ในอาหารแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ
  - สารกันอาหารเสีย เป็นสารที่ช่วยให้อาหารคงสภาพ รส กลิ่นไว้นาน เช่น สารกันหืน
  - สารแต่งกลิ่นหรือรส เพื่อให้ถูกใจผู้บริโภค ได้แก่ เครื่องเทศต่าง ๆ สารกลั่นผลไม้ชนิดต่าง ๆ สารรสหวานพวกน้ำตาลเทียม
  - สีผสมอาหาร ได้แก่ สีสังเคราะห์ และสีธรรมชาติ ช่วยเติมแต่งอาหารให้มีลักษณะเหมือนเดิมสิ่งเหล่านี้ถ้าผู้ใช้ไม่ระมัดระวังทั้งในเรื่องปริมาณและคุณภาพอาจเป็นอันตรายต่อร่างกาย

## กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

### 1. ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

1.1 นำขนมหรืออาหารสำเร็จรูป หอม กระเทียมที่มีสีดำ ให้นักเรียนดูแล้วซักถามดังนี้

นักเรียนคิดว่าอาหารแต่ละชนิดที่ครูนำมาเติมสารอะไรลงไปบ้าง เป็นสิ่งที่ไม่ได้มีในธรรมชาติบ้างไหม เช่นอะไร ขนมนี่มีกลิ่นอะไร กลิ่นนี้ได้มาจากไหน ถ้าจะสังเคราะห์กลิ่นนี้มาจะได้หรือไม่ นักเรียนสังเกตเห็นสีดำ ๆ ที่ติดอยู่บนหัวหอมและกระเทียม แล้วมักคิดว่าเป็นอะไร และทำให้เกิดโทษหรือไม่ อย่างไร

### 2. ขั้นทำกิจกรรม

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแบบเรียนเกี่ยวกับสิ่งเป็นพิษในอาหารสารเจือปนในอาหาร

### 3. ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสิ่งเป็นพิษและสารเจือปนในอาหาร เพื่อสรุปเป็น ความรู้ใหม่และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

## สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แบบเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จัดทำโดย สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. อาหารต่าง ๆ ที่มีสิ่งเป็นพิษปนอยู่ เช่น อาหารสำเร็จรูป, หอม, กระเทียม

## การวัดผลประเมินผล

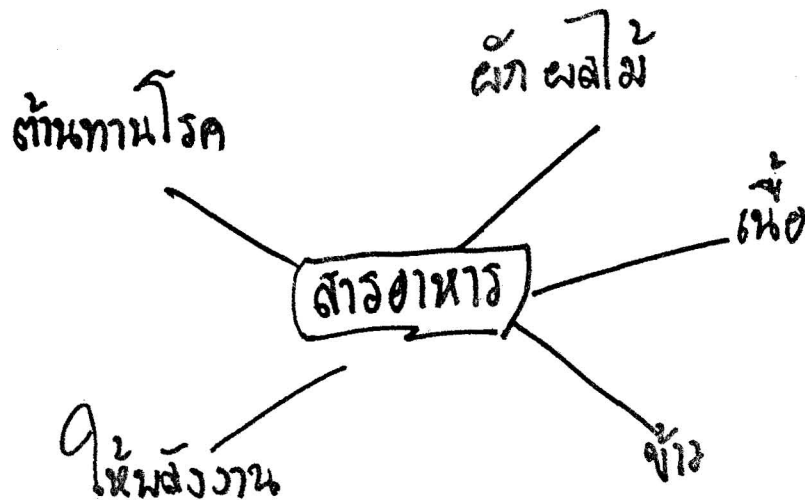
1. สังเกตจากการตอบคำถาม
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัด

ตัวอย่างแผนผังความคิดและแผนผังมโนคติของนักเรียน  
ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ

## เอกสารหมายเลข 1

คำชี้แจง

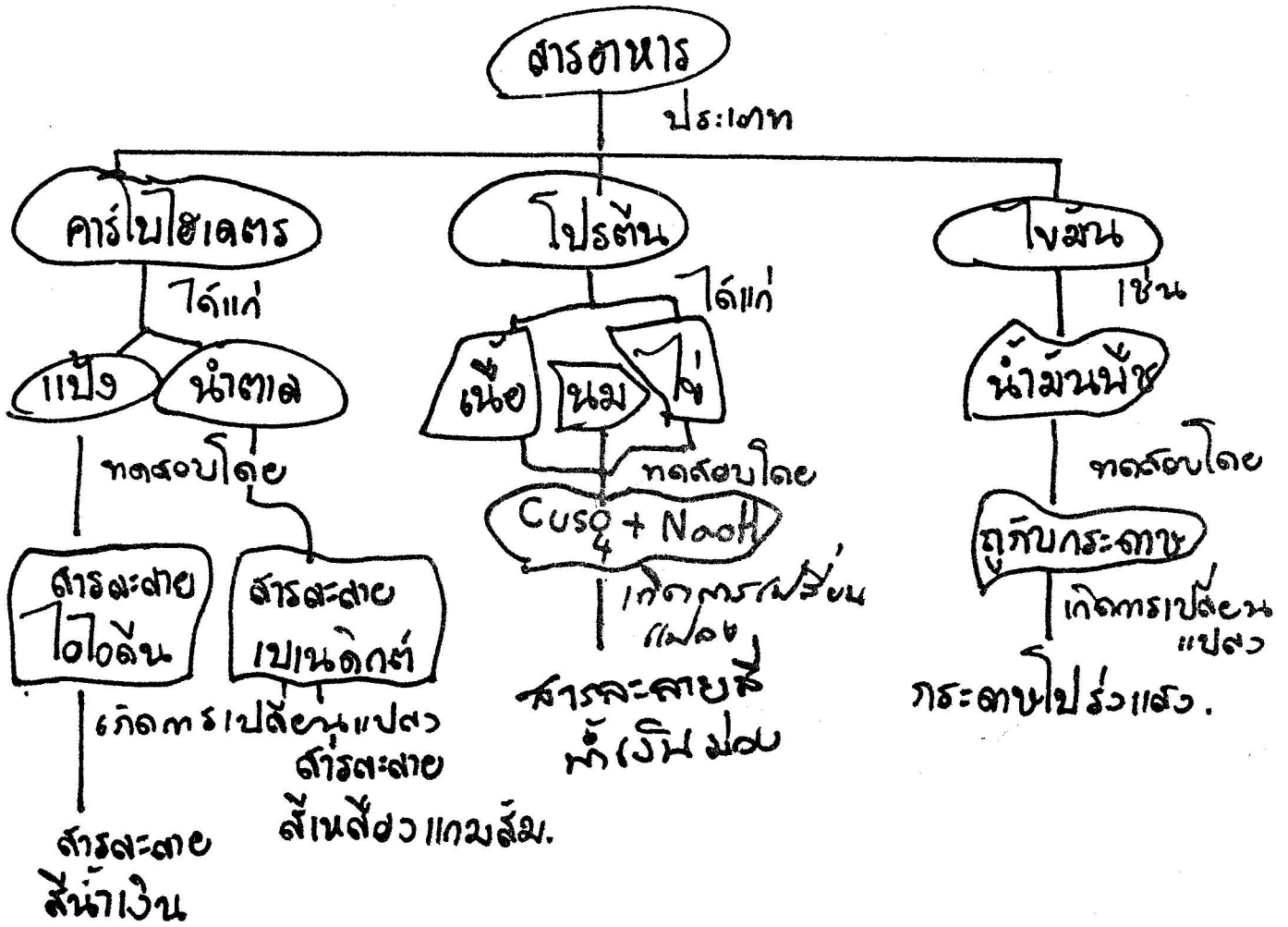
ให้นักเรียนเขียน Mind Mapping ของเรื่องที่ศึกษา



เอกสารหมายเลข 2

คำชี้แจง

ให้นักเรียนเขียนแผนผังมโนคติ บทสรุปของเรื่องที่ศึกษา



ภาคผนวก ค

- ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหาร
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และ  
แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

ตาราง 24 วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหาร

เนื้อเรื่อง	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
การทดสอบสารอาหาร	1, 2	15, 22	35	46, 47, 49, 50, 60
สารอาหารที่ให้พลังงาน	3, 4, 7, 8	16, 20, 21	33, 36, 38, 43, 45	48, 52, 54
สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน	5, 6, 14,	17, 27, 29	41	53
ส่วนประกอบของอาหาร	9, 10	18, 19, 28	34, 37	51, 55, 56, 57
การกินอาหารให้ถูกสัดส่วน		23, 25, 30, 31, 32		
พลังงานจากอาหารกับกิจกรรมต่าง ๆ	11	26	42	59
สิ่งเป็นพิษในอาหาร	12, 13	24	39, 40, 44	58
รวม	14	18	13	15

หมายเหตุ รวมทั้งหมด 60 ข้อ

ตาราง วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้-ความจำ 14 ข้อ คือข้อที่ 1 – 14
2. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจ 18 ข้อ คือข้อที่ 15 – 32
3. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ 13 ข้อ คือข้อที่ 33 – 45
4. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 15 ข้อ คือข้อที่

46 - 60

## แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

## วิชาวิทยาศาสตร์ ว 203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

- คำชี้แจง** 1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง และโรงเรียนลงในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนกากบาทลงบนตัวเลือกที่คิดว่าถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบเพียงคำตอบเดียว
3. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมาย สัญลักษณ์ หรือสิ่งใด ๆ ลงบนแบบทดสอบนี้
4. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 60 ข้อ เวลาสอบ 1 ชั่วโมง
- คำกล่าวใดหมายถึงสารอาหารได้ถูกต้อง (ความรู้-ความจำ)
    - สิ่งที่กินแล้วให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย
    - สารประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่ในอาหารซึ่งช่วยให้ร่างกายแข็งแรง
    - องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่ในอาหารซึ่งช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต
    - สารเคมีต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบในอาหารซึ่งช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต
    - สิ่งที่กินได้และก่อให้เกิดประโยชน์แก่ร่างกาย
  - ถ้าต้องการทดสอบสารอาหารประเภทโปรตีน ควรทดสอบด้วยสารใด (ความรู้-ความจำ)
    - สารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต
    - สารละลายเบเนดิกต์
    - สารละลายไอโอดีน
    - สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต
    - สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
  - สารอาหารหลักที่ให้พลังงานแก่ร่างกายได้แก่อะไร (ความรู้-ความจำ)
    - ไขมัน
    - โปรตีน
    - วิตามิน
    - แร่ธาตุ
    - คาร์โบไฮเดรต
  - “ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส” หมายถึงหน่วยการวัดใด (ความรู้-ความจำ)
    - จูล
    - แคลอรี
    - เคลวิน
    - เซลเซียส
    - โรเมอร์
  - คนที่เป็นโรคปากนกกระจอกเกิดจากการขาดวิตามินชนิดใด (ความรู้-ความจำ)
    - วิตามิน ซี
    - วิตามิน เอ
    - วิตามิน บี 1
    - วิตามิน บี 2
    - วิตามิน บี 6
  - แร่ธาตุใดที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง (ความรู้-ความจำ)
    - เหล็ก
    - ไอโอดีน
    - แคลเซียม
    - ฟอสฟอรัส
    - แมกนีเซียม
  - อาหารใดให้สารอาหารแตกต่างไปจากพวก (ความรู้-ความจำ)
    - น้ำนม
    - น้ำผลไม้
    - น้ำข้าว
    - น้ำหวาน
    - น้ำเชื่อม

8. ถั่วงอก ไข่ นม มีประโยชน์ เหมือนกันในเรื่องใด (ความรู้-ความจำ)
- |                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| ก. ให้พลังงานแก่ร่างกาย        | ข. ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต  |
| ค. ช่วยบำรุงตับและกล้ามเนื้อ   | ง. ช่วยให้ร่างกายมีความอบอุ่น |
| จ. บำรุงกระดูกและฟันให้แข็งแรง |                               |
9. สารที่ใช้ทดสอบของเหลวที่ได้จากการเผาอาหารคืออะไร
- |                      |               |
|----------------------|---------------|
| ก. โซเดียมไฮดรอกไซด์ | ข. น้ำแป้งสุก |
| ค. น้ำปูนใส          | ง. เบเนดิกต์  |
| จ. จุนสีสะตุ         |               |
10. “เมื่อเผาอาหารชนิดหนึ่ง หลังเผาได้สารสีดำ มีของเหลวเกาะอยู่ด้านข้างหลอดทดลอง และเกิดก๊าซชนิดหนึ่งซึ่งทำให้น้ำปูนใสขุ่น” ก๊าซที่เกิดขึ้นคือก๊าซอะไร (ความรู้-ความจำ)
- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| ก. ออกซิเจน         | ข. แอมโมเนีย        |
| ค. ไฮโดรเจนซัลไฟด์  | ง. คาร์บอนไดออกไซด์ |
| จ. คาร์บอนมอนอกไซด์ |                     |
11. ข้อความใดไม่ถูกต้อง (ความรู้-ความจำ)
- |  |
|--|
| ก. มารดาควรให้นมตนเองเลี้ยงทารกเพราะ ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง             |
| ข. เด็กที่ขาดโปรตีน ความเจริญทางด้านสมองจะน้อยกว่าปกติ                   |
| ค. นำนมถั่วเหลืองใช้เลี้ยงทารกได้ เพราะมีโปรตีนสูงช่วยให้ทารกเจริญเติบโต |
| ง. ความผิดปกติทางร่างกาย บางครั้งเป็นผลมาจากการบริโภคอาหารที่ผิด ๆ       |
| จ. ความเชื่อในเรื่องการบริโภคอาหาร ทำให้คนเป็นโรคขาดสารอาหารได้          |
12. โลหะหนักที่มีกจะพบเจือปนอยู่ในสีย้อมผ้าคือโลหะใด (ความรู้-ความจำ)
- |                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| ก. สารตะกั่วและปรอท       | ข. สารปรอทและแคดเมียม   |
| ค. สารตะกั่วและแคดเมียม   | ง. สารตะกั่วและโครเมียม |
| จ. สารแคดเมียมและโครเมียม |                         |
13. น้ำส้มสายชูแท้เป็นสารละลายที่กรดชนิดใดละลายปนอยู่ (ความรู้-ความจำ)
- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| ก. กรดอะซิติก     | ข. กรดฟอร์มิก    |
| ค. กรดซัลฟูริก    | ง. กรดแอสคอร์บิก |
| จ. กรดไฮโดรคลอริก |                  |
14. วิตามินสามารถละลายได้ในสารละลายชนิดใด (ความรู้-ความจำ)
- |                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| ก. ละลายแต่เฉพาะในน้ำนม      | ข. ละลายแต่เฉพาะในไขมัน        |
| ค. ละลายในน้ำและละลายในไขมัน | ง. ละลายในน้ำนมและละลายในไขมัน |
| จ. ละลายในน้ำและละลายในน้ำนม |                                |







28. นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองโดยนำสารอาหาร A, B, C, และ D มาจุดไฟเผาต้มน้ำในหลอดทดลองพบว่า เมื่อสารอาหาร A, B, C และ D ต้ม และวัดอุณหภูมิได้ดังตาราง ในการทดลองนี้ ตัวแปรใดที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันหมด (ความเข้าใจ)

สารอาหาร	อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ ( C )	อุณหภูมิหลังต้ม ( C )
A	25	30
B	25	35
C	25	32
D	25	31

- ก. อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป  
ข. ขนาดของภาชนะที่ใช้  
ค. ปริมาณของสารอาหาร  
ง. ปริมาณของน้ำที่ใช้ต้ม  
จ. ข้อ ข, ค และ ง ถูกต้อง

ตารางผลการทดสอบวิตามินซีในอาหาร 4 ชนิด ตอบคำถามข้อ 29

สารละลายน้ำแป้ง + สารละลายไอโอดีน	จำนวนหยดของน้ำผลไม้
A	15
B	10
C	30
D	9

29. จากตาราง ถ้าต้องการกินอาหารให้ได้ปริมาณวิตามินซีสูง ๆ จะเลือกสารละลายอาหารชนิดใด (ความเข้าใจ)

- ก. A  
ข. B  
ค. C  
ง. D  
จ. B และ C
30. เมื่อทำนรู้สึกหิวจัดจะเป็นลม ควรเลือกรับประทานอะไรก่อน (ความเข้าใจ)
- ก. น้ำอ้อย  
ข. ละครุดสุก  
ค. ข้าว  
ง. นม  
จ. กล้วย
31. ก่อนสงครามโลกครั้งที่สอง ชาวญี่ปุ่นมีรูปร่างเล็ก ช่วงขาสั้น แต่ปัจจุบันคนหนุ่มสาวรุ่นใหม่ ชาวญี่ปุ่นสูงใหญ่ผิวดำเอเชียทั่วไป การที่รูปร่างเปลี่ยนขนาดเช่นนี้ เพราะอะไร (ความเข้าใจ)
- ก. ร่างกายได้รับการบำรุงรักษาอย่างดี  
ข. ได้รับอาหารที่ถูกต้อง  
ค. ได้รับการคัดพันธุ์ที่ดี  
ง. ประชากรญี่ปุ่นมีฐานะดี  
จ. ประชากรญี่ปุ่นมีความขยัน

32. มีผู้แนะนำให้เด็กอายุ 10 – 13 ปี จากครอบครัวที่มีรายได้น้อย ดื่มนมถั่วเหลืองแทนนมวัวเพราะเหตุใด (ความเข้าใจ)
- |                               |                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| ก. ทำจากพืชปราศจากคอเลสเตอรอล | ข. มีวิตามินและเกลือแร่ครบถ้วน    |
| ค. ราคาถูก มีประโยชน์คุ้มค่า  | ง. มีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบทุกชนิด |
| จ. มีสารอาหารครบทุกประเภท     |                                   |
33. กินอาหารโตแล้วมีผลช่วยให้ร่างกายอบอุ่น (การนำไปใช้)
- |                   |           |
|-------------------|-----------|
| ก. น้ำส้ม         | ข. ไข่ดาว |
| ค. ข้าวเหนียวปิ้ง | ง. ปลาเผา |
| จ. หมูย่าง        |           |
34. นาย ก นำข้าวโพดสุกมาบดจำนวน 10 กรัม บรรจุในหลอดขนาดใหญ่จากนั้นนำจุกยางที่ต่อท่อเข้ากับจุ่มลงในน้ำปูนใส แล้วเผาหลอดจนข้าวโพดบดเปลี่ยนสีและมีฟองก๊าซฟุดขึ้นมา พบว่าน้ำปูนใสมีฝ้าขาวในหลอดเผา และข้าวโพดกลายเป็นสีดำ ในการทดลองดังกล่าว นาย ก ต้องการทดสอบอะไร (การนำไปใช้)
- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| ก. ปริมาณของสารในอาหาร                     | ข. ประเภทของสารอาหารชนิดต่าง ๆ   |
| ค. แรงดันของอาหารขณะเผาไหม้                | ง. ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ |
| จ. ชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอาหาร |                                  |
35. จากการศึกษาพบว่า ในใบไม้ไม่มีสารอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตอยู่ เราจะมีวิธีการตรวจสอบอย่างไร จึงจะพิสูจน์ได้ว่า ผลการศึกษานี้เป็นความจริง (การนำไปใช้)
- |   |
|---|
| ก. ทดสอบใบไม้ด้วยไบยูเรตและเบเนดิกต์          |
| ข. ทดสอบใบไม้ด้วยไอโอดีนและเบเนดิกต์          |
| ค. ทดสอบใบไม้ด้วยไบยูเรตและเบเนดิกต์          |
| ง. ทดสอบใบไม้ด้วยไบยูเรตและถูกกับกระดาษ       |
| จ. นำใบไม้ไปทดสอบกับน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีน |
36. อาหารชนิดใดที่ให้สารอาหารประเภทเดียวกัน (การนำไปใช้)
- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| ก. ปลา – ถั่ว    | ข. นม – ข้าว    |
| ค. ตับ – ตำลึง   | ง. ไข่ – ต้นหอม |
| จ. ไข่ – มะพร้าว |                 |
37. เมื่อเผาสารใดต่อไปนี้จึงจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (การนำไปใช้)
- |               |                |
|---------------|----------------|
| ก. สารส้ม     | ข. จุนสีสะตุ   |
| ค. บอแรกซ์    | ง. น้ำส้มสายชู |
| จ. น้ำตาลทราย |                |
38. หากในนยามขาดแคลนเนื้อสัตว์ ไม่สามารถหาบริโภคได้ เราควรบริโภคสิ่งใดทดแทน (การนำไปใช้)
- |                |                |
|----------------|----------------|
| ก. มะเขือเทศสด | ข. มะพร้าวอ่อน |
| ค. ถั่วงอก     | ง. มันฝรั่ง    |
| จ. ข้าวโพดอ่อน |                |

39. ผักชนิดใดที่ท่านมั่นใจว่าปลอดภัยจากสารฆ่าแมลง (การนำไปใช้)
- |               |                |
|---------------|----------------|
| ก. ผักตำลึง   | ข. ผักคะน้า    |
| ค. ถั่วฝักยาว | ง. ผักกวางตุ้ง |
| จ. กระหล่ำปลี |                |
40. เพื่อหลีกเลี่ยงอาหารเป็นพิษ เนื่องจากสารอะฟาทอกซิน ท่านจะเลือกปฏิบัติอย่างไร (การนำไปใช้)
- ก. ไม่รับประทานอาหารที่ขึ้นรา  
 ข. ไม่รับประทานอาหารหมักดองทุกชนิด  
 ค. อุ่นอาหารให้ร้อนก่อนรับประทานทุกครั้ง  
 ง. ไม่รับประทานอาหารที่มีเก็บไว้ที่ชื้อนาน ๆ  
 จ. ไม่รับประทานอาหารที่ทำจากถั่วทุกชนิด
41. แม่ของนาย ก ตั้งครรภ์ได้ 5 เดือน พันเริ่มโยกและผุ นาย ก ควรแนะนำให้แม่รับประทานอาหารใดบำรุงร่างกาย (การนำไปใช้)
- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| ก. นมสด ไข่ทอด               | ข. ไข่ย่าง ต้มยำ           |
| ค. หมูบึ่ง ส้มเขียวหวาน      | ง. เนื้อย่าง ผักกะเฉดไฟแดง |
| จ. ต้มยำปลาหมึก ปลาช่อนแปะชะ |                            |
42. วิธีการใดที่เหมาะสมที่สุดในการหาพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหาร (การนำไปใช้)
- |                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| ก. ชั่งน้ำหนัก         | ข. ใช้การแทนที่น้ำ |
| ค. เผาสารอาหาร         | ง. คำนวณหาปริมาตร  |
| จ. นับจำนวนของสารอาหาร |                    |
43. เมื่อพบเด็กเป็นโรคคอตีบพอก ท่านจะแนะนำอย่างไร (การนำไปใช้)
- |                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| ก. ให้กินข้าวซ้อมมือ  | ข. ให้กินอาหารทะเล  |
| ค. ให้กินน้ำมันตับปลา | ง. ให้กินปลาตัวเล็ก |
| จ. ให้กินผักและผลไม้  |                     |
44. วิธีใดไม่ใช่วิธีล้างกรดลดปริมาณสารพิษที่ตกค้างในผักและผลไม้ได้ (การนำไปใช้)
- |                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| ก. ล้างด้วยน้ำเย็น ๆ           | ข. ล้างด้วยน้ำยาล้างผัก       |
| ค. ล้างด้วยสารละลายน้ำปูนใส    | ง. ล้างด้วยสารละลายต่างทับทิม |
| จ. ล้างด้วยสารละลายน้ำส้มสายชู |                               |
45. คาร์โบไฮเดรตที่พืชสะสมคืออะไร (การนำไปใช้)
- |             |             |
|-------------|-------------|
| ก. แป้ง     | ข. ไกลโคเจน |
| ค. เซลลูโลส | ง. กลูโคส   |
| จ. ซูโครส   |             |

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

46. ผลที่ได้จากการสังเกตเมื่อหยดน้ำมะนาว จำนวน 30 หยด ลงไปในน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีน

2 ลูกบาศก์เซนติเมตร

- ก. น้ำมะนาวมีวิตามินซีมากกว่าร้อยละ 0.01
- ข. ถ้าเพิ่มน้ำมะนาวเป็น 2 เท่า จะได้สารละลายที่เป็นกรดเข้มข้น
- ค. น้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนมีความเข้มข้นน้อยกว่าเดิม
- ง. น้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี
- จ. น้ำมะนาวจะทำให้แป้งผสมสารละลายไอโอดีนมีความเป็นกรดมากขึ้น

47. นายดำ ทดสอบน้ำตาลในน้ำนม โดยเอาน้ำนมใส่แก้วเติมสารละลายเบเนดิกต์ นายดำทดลองผิดพลาดตรงไหน (ทักษะการทดลอง)

- ก. ไม่ได้ต้มน้ำนม + สารละลายเบเนดิกต์
- ข. อุปกรณ์ที่ใช้
- ค. ใช้สารละลายผิด
- ง. ปริมาณสารละลายเบเนดิกต์น้อยเกินไป
- จ. ปริมาณน้ำนมน้อยเกินไป

48. เมื่อพิจารณาอาหารดังต่อไปนี้ ข้าว เนื้อหมู ถั่ว ไข่ ผัก ผักสด น้ำมันหมู ปลา กุ้ง น้ำนม แป้ง มัน ข้าวโพด น้ำมันงา และข้าวเหนียว หากท่านต้องการจัดประเภทอาหารตามชนิดของสารอาหาร ท่านควรเลือกรูปแบบที่จะเสนอข้อมูลอย่างไร (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

- ก. แผนภูมิแท่ง
- ข. ตาราง
- ค. แผนภาพ
- ง. การเขียนบรรยาย
- จ. เขียนกราฟ

49. สารชนิดหนึ่งมีรสหวาน เมื่อนำมาทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ แล้วไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น จะตั้งสมมติฐานอย่างไร (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

- ก. จำนวนหยดของสารละลายเบเนดิกต์มาก
- ข. จำนวนหยดของสารละลายเบเนดิกต์น้อย
- ค. สารที่นำมาทดสอบมีปริมาณน้ำตาลน้อย
- ง. สารที่นำมาทดสอบมีปริมาณน้ำตาลมาก
- จ. สารที่นำมาทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ ไม่ใช่ น้ำตาล

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 50

ในการทดสอบสารอาหารประเภทต่าง ๆ นายดำใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

- 1. หลอดทดลอง
- 2. หลอดหยด
- 3. หลอดฉีดยา
- 4. บีบเกอร์

50. อุปกรณ์ชนิดใดที่ยังจำเป็นต้องใช้เพิ่มเติมอีก (ทักษะการทดลอง)

- ก. เทอร์มอมิเตอร์
- ข. กระป๋องนมและไม้หนีบ
- ค. จุกยางพร้อมหลอดนำก๊าซ
- ง. ขาดังพร้อมที่จับหลอดทดลอง
- จ. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด

51. ในการทดลองหาค่าพลังงาน โดยนำถั่วมาเผามีอุปกรณ์ประกอบการทดลอง ดังนี้ (ทักษะการทดลอง)

- |                                 |                   |                    |
|---------------------------------|-------------------|--------------------|
| 1. หลอดฉีดยา                    | 2. เทอร์มอมิเตอร์ | 3. ที่จับหลอดทดลอง |
| 4. หลอดทดลอง                    | 5. ท่อน้ำก๊าซ     | 6. หลอดหยด         |
| 7. ตะเกียงแอลกอฮอล์และที่กั้นลม |                   |                    |

อุปกรณ์ใดไม่จำเป็นสำหรับการทดลองนี้

- |         |         |
|---------|---------|
| ก. 1, 4 | ข. 3, 4 |
| ค. 5, 6 | ง. 2, 7 |
| จ. 2, 6 |         |

52. กำหนดให้ โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี (ทักษะการคำนวณ)

ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี

คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี

ฟักทองหนัก 100 กรัม มีโปรตีน 2 กรัม ไขมัน 0.1 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 50 กรัม

ถ้าร่างกายปกติของเราต้องการพลังงานเฉลี่ยวันละ 4,500 กิโลแคลอรี เมื่อรับประทานฟักทองหนัก 500 กรัม แล้วควรได้รับพลังงานจากอาหารอื่นอีกกี่กิโลกรัม

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| ก. 1549.5 กิโลกรัม | ข. 1950.5 กิโลกรัม |
| ค. 2950.5 กิโลกรัม | ง. 3455.5 กิโลกรัม |
| จ. 4200.5 กิโลกรัม |                    |

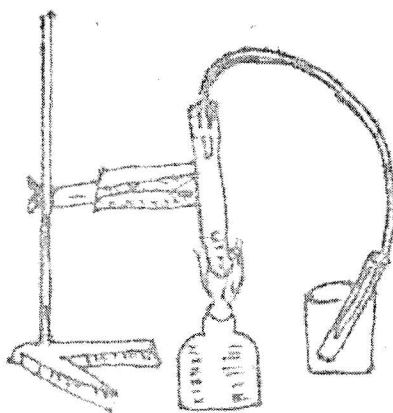
53. จากการศึกษาการจัดประเภทของวิตามินในตัวทำละลายต่าง ๆ เกณฑ์ใดต่อไปนี้สามารถจัดแบ่งได้ถูกต้อง (ทักษะการจำแนก)

- |                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| ก. ละลายในน้ำ และละลายในน้ำมัน   | ข. ละลายในน้ำ และละลายในไขมัน |
| ค. ละลายในน้ำมัน และละลายในไขมัน | ง. ละลายเฉพาะในไขมัน          |
| จ. ละลายเฉพาะในน้ำมัน            |                               |

54. ถ้ำต้มน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิ  $30^{\circ}\text{C}$  จนกระทั่งอุณหภูมิเปลี่ยนเป็น  $80^{\circ}\text{C}$  ใช้พลังงานความร้อนกี่กิโลแคลอรี (ทักษะการคำนวณ)

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| ก. 3 กิโลแคลอรี  | ข. 5 กิโลแคลอรี  |
| ค. 8 กิโลแคลอรี  | ง. 10 กิโลแคลอรี |
| จ. 50 กิโลแคลอรี |                  |

จากรูปให้ตอบคำถามในข้อ 55 - 56



แสดงการเผาอาหาร

55. ลักษณะใดเป็นการลงความเห็นจากข้อมูล (ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล)
- มีสารสีดำอยู่บริเวณก้นหลอดทดลอง
  - มีของเหลวใสเกาะอยู่ข้างหลอดทดลอง
  - ก๊าซที่เกิดขึ้นจากการเผาอาหาร คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
  - อาหารหลังเผามีกลิ่นเหม็นไหม้
  - หลังจากการเผาอาหารจะเกิดก๊าซชนิดหนึ่ง
56. นิยามเชิงปฏิบัติการของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คือข้อใด (ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)
- ก๊าซที่ไม่ช่วยให้ไฟติด
  - ก๊าซที่อยู่ในอากาศประมาณ 0.01 %
  - ก๊าซที่เมื่อผ่านน้ำปูนใส จะทำให้น้ำปูนใสขุ่น
  - ก๊าซที่เกิดจากการเผาผลาญอาหารในสิ่งมีชีวิต
  - ก๊าซที่ผสมอยู่ในเลือดแดงปริมาณน้อย
57. จากการทดสอบการเผาสารอาหารของเหลวใสที่เกาะอยู่ข้างหลอด เมื่อนำไปทดลองพบว่า คือ น้ำ ท่านสรุปผลการทดลองข้างต้นได้อย่างไร (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)
- เมื่อเกิดการเผาไหม้สารแล้วจะเกิดสารใหม่
  - ในอาหารไทยทั่วไปมีพลังงานความร้อนสะสมอยู่
  - มีพลังงานเคมีจำนวนมากสะสมอยู่ในอาหาร
  - อาหารประกอบด้วยธาตุที่สำคัญ คือคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน
  - อาหารทุกชนิดทำให้น้ำปูนใสขุ่น

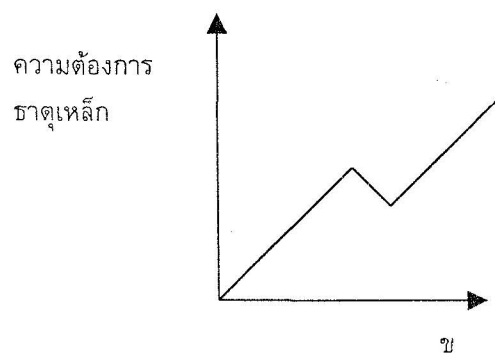
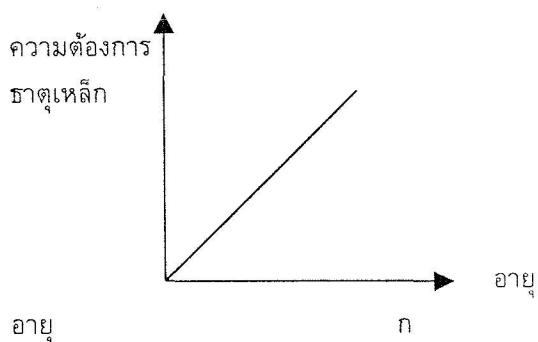
58. จากคำกล่าวที่ว่า “ดื่มกาแฟทุกวันอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ” คำกล่าวนี้ตั้งอยู่บนสมมติฐานใด (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

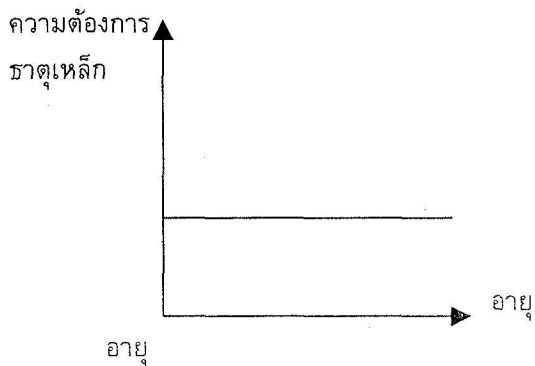
- ก. กาแฟเป็นสารเสพติด
- ข. กาแฟทุกยี่ห้ออันตรายเหมือนกัน
- ค. คนดื่มกาแฟสุขภาพจะไม่แข็งแรง
- ง. ในกาแฟมีสารพิษที่สามารถตรวจสอบได้
- จ. ในกาแฟจะต้องมีสารบางชนิดที่ให้โทษ

อายุ (ปี)	พลังงาน (Kcal)	โปรตีน (g)	เหล็ก (g)	แคลเซียม (g)
7-9	1,900	24	4	50
10-12	2,300	32	8	60
13-15	2,355	38	16	60
16-19	2,200	37	16	50
20-29	1,800	47	16	40
30-39	1,700	47	16	40
40-49	1,650	47	16	40
50-59	1,550	47	6	40
60-69	1,450	47	6	40

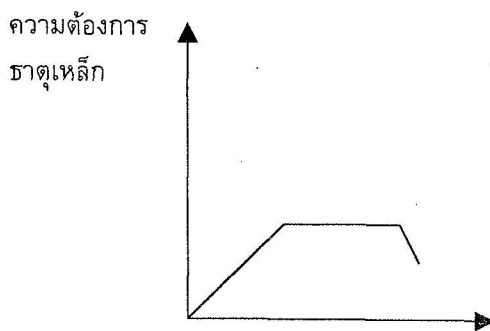
จากตารางข้างบนนี้ ให้ตอบคำถามในข้อ 59

59. จากข้อมูลข้างต้นกราฟใดแสดงความสัมพันธ์ของความต้องการธาตุเหล็กกับอายุได้ถูกต้อง (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

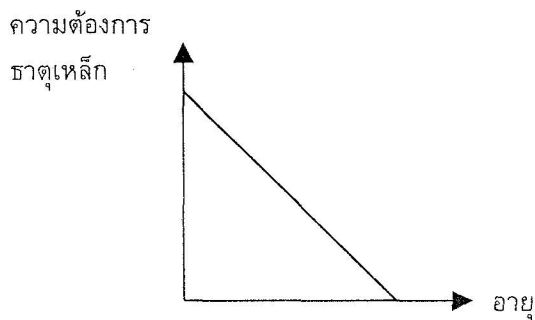




ก



ง



จ

60. ในการทดสอบแป้ง ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมหลอดทดลอง 2 หลอด หลอดที่ 1 ใส่แป้งมัน หลอดที่ 2 ใส่แป้งฝุ่นโรยตัวปริมาณเท่ากัน
2. หยดสารละลายไอโอดีน หลอดละ 1 หยด
3. เขย่าหลอดทดลองทุกหลอด
4. นำหลอดทดลองทั้งสองไปแช่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส
5. สังเกตและบันทึกผล

จากการทดลองนี้ สิ่งใดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารละลายน้ำแป้งมากที่สุด

(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- |                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| ก. อุณหภูมิ              | ข. ชนิดของแป้ง      |
| ค. การเขย่าหลอดทดลอง     | ง. ขนาดของหลอดทดลอง |
| จ. ปริมาณสารละลายไอโอดีน |                     |

\*\*\*\*\*

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ - นามสกุล ชั้น ห้อง และโรงเรียนลงในกระดาษคำตอบ
3. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์แล้วใช้ข้อมูลในสถานการณ์นั้นตอบคำถามโดยเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อละคำตอบเดียว แล้วระบายทึบลงใน
4. ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบ ให้นักเรียนขีดเส้นทับที่คำตอบเดิม ดังนี้ ~~☐~~ แล้วระบายทึบลงใน  ตามข้อที่ต้องการ
5. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้
6. เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบแก่อาจารย์ผู้ควบคุมสอบ

คำแนะนำ ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ตั้งแต่ข้อ 1 - 8

- ก. ข้อสรุปนั้นเป็นจริงหรือเป็นไปได้  
ข. ข้อสรุปนั้นไม่จริง, เป็นไปไม่ได้หรือข้อมูลยังไม่เพียงพอ

สถานการณ์ที่ 1 (ใช้ตอบคำถามข้อ 1 - 4)

นักวิทยาศาสตร์ไทยค้นพบว่าโปรตีนชนิดหนึ่งที่อยู่ในเมล็ดของมะระขึ้นที่แก่จัดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อไวรัส HIV ในหลอดทดลองได้ผลดี

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้ เป็นจริงหรือไม่

1. สารที่อยู่ในเมล็ดมะระขึ้นที่แก่จัดยับยั้งเชื้อไวรัส HIV ในหลอดทดลองได้
2. นักวิทยาศาสตร์ไทยค้นพบโปรตีนชนิดหนึ่งที่รักษาโรคเอดส์ได้สำเร็จ
3. สารโปรตีนในเมล็ดมะระขึ้นที่แก่จัดช่วยยืดอายุของคนที่ยังติดเชื้อ HIV
4. ในอนาคตประเทศไทยจะมีการปลูกมะระขึ้นมากมากขึ้น

สถานการณ์ที่ 2 (ใช้ตอบคำถามข้อ 5 - 6)

“น้ำกำลังจะหมดฟ้า ป่ากำลังจะหมดไป มันจึงร้อนขึ้นและหนาวจับใจอย่างนี้ แต่ชาวดอยอย่างเราก็ต้องสู้ เราจะไม่ทิ้งแผ่นดินเกิด”

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้ เป็นจริงหรือไม่

5. การตัดไม้ทำลายป่าส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้น
6. ชาวดอยต้องอพยพเข้าเมืองเพื่อหนีปัญหาความแห้งแล้ง

สถานการณ์ที่ 3 (ใช้ตอบคำถามข้อ 7 - 8)

ปัญหาอากาศเป็นพิษในกรุงเทพมหานคร รุนแรงขึ้นทุกวันโดยเฉพาะควันพิษจากรถยนต์ แม้จะมีการรณรงค์ใช้น้ำมันไร้สารตะกั่ว การตรวจคุณภาพของเครื่องยนต์มิให้เกิดควันดำ แต่ก็ยังพบว่ามียรถยนต์ควันดำออกมาวิ่งในถนน

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้ เป็นจริงหรือไม่

7. ปัญหาอากาศเป็นพิษในกรุงเทพฯ ลดลงถ้ามีการรณรงค์ใช้น้ำมันไร้สารตะกั่ว
8. ในอนาคตประชาชนในกรุงเทพฯ จะเป็นโรคทางเดินหายใจมากขึ้น

คำแนะนำ ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ข้อ 9 - 16

- ก. เป็นข้อตกลงที่กล่าวไว้ในข้อความ
  - ข. ไม่ได้เป็นข้อตกลงที่กล่าวไว้ในข้อความ
- สถานการณ์ที่ 4 (ใช้ตอบคำถามข้อ 9 - 12)

น้ำเป็นสารประกอบที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส สิ่งมีชีวิตจะขาดน้ำไม่ได้ คนเราถ้าขาดน้ำจะมีชีวิตอยู่ได้ไม่เกิน 2-3 วัน พืชต่าง ๆ ก็ขาดน้ำไม่ได้ ถ้าขาดน้ำจะเหี่ยวเฉาตายหมด

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อความต่อไปนี้ตรงกับเงื่อนไขใด

9. น้ำที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส จัดว่าเป็นน้ำบริสุทธิ์
10. การดื่มน้ำบริสุทธิ์จะทำให้ร่างกายแข็งแรง
11. ทั้งคนและพืชต้องการน้ำบริสุทธิ์เพื่อดำรงชีวิตอยู่รอด
12. คนเราต้องการน้ำเพื่อให้ร่างกายเกิดความสดชื่น

สถานการณ์ที่ 5 (ใช้ตอบคำถามข้อ 13 - 16)

ปกติร่างกายของคนเราเคลื่อนไหวได้ตามที่สมองสั่งการ การเดินหรือการนอนก็อยู่ภายใต้การสั่งการของสมอง

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อความต่อไปนี้ตรงกับเงื่อนไขใด

13. การเคลื่อนไหวของร่างกายเป็นไปโดยอัตโนมัติ
14. การเคลื่อนไหวของร่างกายเกิดจากการกระทำตามจิตใจ
15. เมื่อสมองหยุดสั่งการคนเราก็ไม่สามารถดำรงชีพอยู่ได้
16. การเดินและการนอนเกิดจากการสั่งการของสมองส่วนเดียวกัน

คำแนะนำ ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ข้อ 17 - 24

- ก. สรุปตามข้อความหลักที่เสนอไว้
- ข. ไม่ได้สรุปตามข้อความหลักที่เสนอไว้

สถานการณ์ที่ 6 (ใช้ตอบคำถามข้อ 17 - 20)

คนฉลาดทุกคนอ่านหนังสือออก นาย ก อ่านหนังสือไม่ออก

จากข้อความที่กำหนดให้ สรุปได้อย่างไร

- 17. นาย ก ไม่ใช่คนฉลาด
- 18. นาย ก อาจเป็นคนฉลาด
- 19. คนฉลาดบางคนอ่านหนังสือไม่ออก
- 20. คนฉลาดบางคนไม่อ่านหนังสือ

สถานการณ์ที่ 7 (ใช้ตอบคำถามข้อ 21 - 24)

ถ้ารับประทานอาหารที่มีไขมันมาก จะเป็นสาเหตุให้หลอดเลือดตีบทำให้ความดันในหลอดเลือดสูง และถ้าเกิดขึ้นเป็นเวลานานจะทำให้หัวใจโต นายสมชายมีความดันในหลอดเลือดสูง แต่หัวใจไม่โตเป็นเพราะเหตุใด

จากข้อความที่กำหนดให้ สรุปได้อย่างไร

- 21. หลอดเลือดยังไม่มีไขมัน
- 22. สมชายไม่ได้รับประทานอาหารที่มีไขมันมาก
- 23. สมชายเป็นความดันในหลอดเลือดสูงเป็นเวลานาน
- 24. ความดันในหลอดเลือดสูงไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้หัวใจโต

คำแนะนำ ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ข้อ 25 - 32

- ก. จริงตามข้อความที่เสนอ
  - ข. ไม่จริงตามข้อความที่เสนอ
- สถานการณ์ที่ 8 (ใช้ตอบคำถามข้อ 25 - 26)

เจ้าหน้าที่กระทรวงสาธารณสุข เดินหน้าเร่งตรวจคุณภาพของน้ำประปาและน้ำดื่มที่บรรจุขวดยี่ห้อต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้และผู้ดื่มน้ำมีความมั่นใจในการบริโภคมากขึ้น

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้ เป็นจริงหรือไม่

- 25. คุณภาพของน้ำที่ใช้ในการอุปโภค บริโภคลดลง
- 26. น้ำดื่มที่บรรจุขวดยี่ห้อต่าง ๆ ต้องผ่านการตรวจคุณภาพจากกระทรวงสาธารณสุขก่อนออกจำหน่าย

สถานการณ์ที่ 9 (ใช้ตอบคำถามข้อ 27 - 30)

ตาวนำปลาทองสามตัวมาเลี้ยงไว้ในตู้ปลา เวลาผ่านไปไม่นาน ปลาก็ว่ายน้ำผุดขึ้นผุดลงตลอดเวลา

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้ เป็นจริงหรือไม่

- 27. ปลากำลังขาดอาหาร
- 28. อากาศในน้ำมีไม่เพียงพอ
- 29. การว่ายน้ำผุดขึ้นผุดลงเป็นธรรมชาติในการดำรงชีวิตของปลา
- 30. ปลาขึ้นมาว่ายน้ำเล่นที่ผิวน้ำ

สถานการณ์ที่ 10 (ใช้ตอบคำถามข้อ 31 - 32)

ประธานชมรมสภาวะแวดล้อมกล่าวถึงอันตรายจากพลังงานไฟฟ้าและนิวเคลียร์ว่า ก่อนที่จะนำมาใช้ได้นั้นต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งผู้ใช่มั่นใจได้

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสรุปต่อไปนี้ เป็นจริงหรือไม่

- 31. การใช้พลังงานไฟฟ้าและนิวเคลียร์ได้คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้
- 32. พลังงานไฟฟ้าและนิวเคลียร์มีผลต่อสิ่งแวดล้อมในทางบวกมาก

คำแนะนำ ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ ตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ข้อ 33 - 40

ก. มีเหตุผลเหมาะสมดี

ข. เหตุผลยังไม่เหมาะสม

สถานการณ์ที่ 11 (ใช้ตอบคำถามข้อ 33 - 34)

“ควรให้นักเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือดื่มน้ำผสมเกลือไอโอดีนแทนน้ำ”

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อคิดเห็นต่อไปนี้ มีเหตุผลเหมาะสมหรือไม่

33. เห็นด้วย เพราะจะทำให้นักเรียนไม่เป็นโรคคอพอก

34. ไม่เห็นด้วย เพราะถ้าผสมน้ำกับเกลือจะทำให้ น้ำมีรสเค็ม

สถานการณ์ที่ 12 (ใช้ตอบคำถามข้อ 35 - 36)

“ควรใช้เครื่องจักรแทนแรงงานคนในโรงงานอุตสาหกรรม”

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อคิดเห็นต่อไปนี้ มีเหตุผลเหมาะสมหรือไม่

35. เห็นด้วย เพราะผลผลิตมีคุณภาพและลดต้นทุนการผลิต

36. ไม่เห็นด้วย เพราะงานบางประเภทที่ต้องใช้ความประณีตมาก ๆ จะใช้เครื่องจักรทำแทนคนไม่ได้

สถานการณ์ที่ 13 (ใช้ตอบคำถามข้อ 37 - 40)

“ควรรนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาใช้แทนครู”

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อคิดเห็นต่อไปนี้ มีเหตุผลเหมาะสมหรือไม่

37. เห็นด้วย เพราะนักเรียนสามารถศึกษาเนื้อหาต่าง ๆ ด้วยตนเองได้ตลอดเวลา

38. เห็นด้วย เพราะเร้าความสามารถสนใจของนักเรียนและแบ่งเบาภาระของครูผู้สอนได้มาก

39. ไม่เห็นด้วย เพราะจะทำให้นักเรียนและครูขาดปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

40. ไม่เห็นด้วย เพราะมีราคาแพงและไม่จำเป็นในสังคมปัจจุบัน

ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางมนมนัส สุดสิ้น (สกุลเดิม บุญสม)
วันเดือนปีเกิด	27 กุมภาพันธ์ 2504
สถานที่เกิด	158 หมู่ที่ 4 ตำบลโรง อำเภอกะเสสินธุ์ จังหวัด สงขลา (90270)
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	84/220 หมู่บ้านอุบลชาติ ซอย 1 ตำบลไทรมา ถนนรัตนาริเบศรี อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000 โทร 02-9852646
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนมัธยมสาธิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เลขที่ 1 ถนนอุทองนอก เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300 โทร 02-243246 ต่อ 113, 121
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2521	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนระโนดวิทยา จ.สงขลา
พ.ศ. 2523	มัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จ.สุราษฎร์ธานี
พ.ศ. 2527	ค.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูสงขลา จ.สงขลา
พ.ศ. 2543	กศ.ม. (เอกการมัธยมศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ