

ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการ  
ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2561  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF SOCIOSCIENTIFIC ISSUES BASED-LEARNING ON SCIENTIFIC REASONING  
ABILITY OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction

Department of Curriculum and Instruction

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
โดย	น.ส.พิชญา ศิลาอม
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤติรัตน์ ชุษณะโชติ

---

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ จิตระดับ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤติรัตน์ ชุษณะโชติ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิสารานนท์)

พิชญา ศิลาอม่อม : ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็น  
 ฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา  
 ตอนต้น. ( EFFECTS OF SOCIOSCIENTIFIC ISSUES BASED-LEARNING ON  
 SCIENTIFIC REASONING ABILITY OF LOWER SECONDARY SCHOOL  
 STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.ฤดีรัตน์ ชูขณะโชติ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการให้  
 เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้อง  
 กับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
 ระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานกับกลุ่มที่เรียนรู้แบบปกติ กลุ่ม  
 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ กรุงเทพมหานคร ได้มา  
 ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงและดำเนินการเลือก 2 ห้องเรียน จากนั้นทำการสุ่มห้องเรียนได้กลุ่มทดลองจำนวน  
 40 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง  
 วิทยาศาสตร์ และ 2) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานและ  
 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ใช้เวลาทั้งสิ้น 9 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบน  
 มาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

- 1) นักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีความสามารถ  
 ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 2) นักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีความสามารถ  
 ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาขาวิชา      หลักสูตรและการสอน  
 ปีการศึกษา    2561

ลายมือชื่อนิสิต .....  
 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

# # 5883901227 : MAJOR CURRICULUM AND INSTRUCTION

KEYWORD: SOCIOSCIENTIFIC ISSUES-BASED LEARNING, SCIENTIFIC REASONING ABILITY

Pitchaya Silamom : EFFECTS OF SOCIOSCIENTIFIC ISSUES BASED-LEARNING ON SCIENTIFIC REASONING ABILITY OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. Advisor: Asst. Prof. Dr. Ruedeerath Chusanachoti, Ph.D.

This study was quasi-experimental research. The purposes of this research were to 1) compare the scientific reasoning ability of students who learn science through Socioscientific Issues based-learning before and after experiment and 2) compare the scientific reasoning ability of students between experimental group and controlled group. The samples were 8<sup>th</sup> grade students of large-sized secondary school in Bangkok, selected by purposive sampling into two classrooms, which were divided into experimental group of 40 students and controlled group of 38 students. The research instruments were (1) the scientific reasoning ability test and (2) Socioscientific Issues based-learning lesson plans and traditional lesson plans. The experimental period was 9 weeks. The collected data were analyzed by arithmetic mean, standard deviation, paired-samples t-test and analysis of covariance (ANCOVA).

The results of this study showed that

1) after experiment, students who learned Science through Socioscientific Issues based-learning had higher mean scores of scientific reasoning ability than before the experiment at .05 level of significance

2) after experiment, students who learned science through Socioscientific Issues based-learning had higher mean scores of scientific reasoning ability than students who learned Science with traditional instruction at .05 level of significance.

Field of Study: Curriculum and Instruction

Student's Signature .....

Academic Year: 2018

Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี จากความกรุณาและความช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤทธิรัตน์ ชูขณะโชติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ รวมไปถึงคำแนะนำและกำลังใจในการทำงาน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณอาจารย์มา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ จิตระดับ ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิสวธีรานนท์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมถึงคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจและคำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์นี้ให้สำเร็จ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนที่ได้อนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในครั้งนี้และขอขอบคุณคณาจารย์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 และ 2/2 ปีการศึกษา 2561 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี รวมทั้งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 และ 3/2 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อปรับปรุงและพัฒนาจนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ดูแล ห่วงใย ให้กำลังใจ รวมทั้งให้การสนับสนุนทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยตลอดมา รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อน พี่ และน้อง สาขาหลักสูตรและการสอนทุกคนที่คอยให้กำลังใจในการเรียน การทำงาน และการทำวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต ครั้งที่ 3/2561 ภาคการศึกษาปลายปีการศึกษา 2560 ปีงบประมาณ 2561 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยจนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

พิชญา ศิลาอม่อม

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญแผนภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามของการวิจัย.....	7
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
สมมติฐานของการวิจัย.....	8
ขอบเขตของการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	13
1.1 ความหมายของการให้เหตุผล.....	13
1.2 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	14
1.3 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	15
1.4 องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	16
1.5 การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	18
2. การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน.....	21

2.1 ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน.....	21
2.2 ทฤษฎีที่เป็นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน.....	22
2.3 การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน.....	23
2.3.1 รูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน.....	24
2.3.2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน.....	31
2.3.3 เกณฑ์ในการเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์.....	32
2.3.4 การวัดและการประเมินผลของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน.....	37
2.3.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	38
3. การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อการรู้วิทยาศาสตร์.....	39
4. การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	40
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	42
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	46
1. รูปแบบการวิจัย.....	46
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	47
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	59
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	62



ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน.....	62
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานกับการเรียนรู้แบบปกติ .....	63
บทที่ 5 สรุปผลวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	64
สรุปผลวิจัย .....	64
อภิปรายผล.....	65
ข้อเสนอแนะ .....	72
ข้อเสนอแนะสำหรับการนำวิจัยไปใช้ .....	72
ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป .....	74
บรรณานุกรม.....	76
ภาคผนวก.....	81
รายการภาคผนวก .....	82
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	83
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้วิจัย.....	85
ประวัติผู้เขียน.....	142

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 นิยามเชิงปฏิบัติการและองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	16
ตารางที่ 2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานจาก นักการศึกษาต่าง ๆ .....	28
ตารางที่ 3 กรอบแนวคิดเชิงมโนทัศน์ของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์เป็นฐาน .....	33
ตารางที่ 4 ตัวอย่างของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ .....	34
ตารางที่ 5 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็น ฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ .....	38
ตารางที่ 6 นิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ..	49
ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ .....	50
ตารางที่ 8 หน่วยการเรียนรู้ สาระ ประเด็นที่เกี่ยวข้องและจำนวนคาบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ .....	54
ตารางที่ 9 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานและ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	58
ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (t-test) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อน เรียนและหลังเรียน .....	62
ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการวิเคราะห์ความแปรปรวน ร่วม (ANCOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผล เชิง วิทยาศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม .....	63

## สารบัญแผนภาพ

	หน้า
แผนภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของพฤติกรรมบ่งชี้ของความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์.....	17
แผนภาพที่ 2 แสดงกรอบแนวคิดของการวิจัย .....	45



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์หนึ่งที่มีบทบาทและความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของผู้คน ตลอดจนเกี่ยวข้องกับพัฒนาด้านเทคโนโลยี เนื่องจากอุปกรณ์ เครื่องอำนวยความสะดวก รวมไปถึงผลผลิตต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันล้วนเป็นผลมาจากความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพสามารถพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ประชาชนเป็นทุนมนุษย์ที่สามารถเป็นแรงขับเคลื่อนหลักในการพัฒนาประเทศได้ สอดคล้องกับเป้าหมายของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560 - 2564) ที่มุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพทุนมนุษย์ของประเทศ โดยพัฒนาคนให้เหมาะสมตามช่วงวัย เพื่อให้เติบโตอย่างมีคุณภาพ หล่อหลอมให้คนไทยมีค่านิยมตามบรรทัดฐานที่ดีทางสังคม เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์พร้อมทั้งร่างกาย จิตใจ มีคุณธรรมจริยธรรม และมีจิตสำนึกที่ดีต่อสังคมส่วนรวม มีทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงานและทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560)

วิทยาศาสตร์ถูกยกให้เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ทุกคนต้องถูกพัฒนาให้เป็นผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งการรู้วิทยาศาสตร์นั้นคือการที่บุคคลสามารถรู้และเข้าใจในวิทยาศาสตร์ทั้งด้านความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันอย่างมีคุณภาพ สามารถมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในสังคมและสามารถให้เหตุผลบนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ได้ (Heinsen, 2011; Holbrook & Rannikmae, 2009; National Research Council, 1996; Organisation for Economic Co-operation and Development, 2015; The American Association for the Advancement of Science, 1990; UNESCO, 2001; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) โดยลักษณะหนึ่งของผู้รู้วิทยาศาสตร์ควรมีคือ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Lawson, 2004)

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการแสวงหาหลักฐานหรือประจักษ์พยาน รวมทั้งแนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน ซึ่งนำไปสู่การได้มโนทัศน์หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Schen, 2007) หลายประเทศได้กำหนดให้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถหลักในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์มาอย่างยาวนาน (Lawson, 2004) เพราะความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นี้สามารถพัฒนาผู้คนให้กลายเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learners) เป็นบุคคลที่มีคุณภาพของสังคม (Gerber, Cavallo, & Marek, 2001) โดยผู้ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะสามารถอธิบายปรากฏการณ์ และตัดสินใจเรื่องราวต่าง ๆ ได้โดยใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องเหมาะสมหรือได้จากการอภิปรายโต้แย้ง แลกเปลี่ยนมุมมองจนนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) นอกจากนี้ผู้ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะสามารถนำมโนทัศน์ หลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาสร้างความรู้ความเข้าใจของตนได้โดยการเชื่อมโยงมโนทัศน์ หลักการ หรือทฤษฎีเหล่านั้นกับสมมติฐานตั้งต้นของตน และผู้ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะสามารถแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของตนได้โดยพิจารณาโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แล้วแสวงหาหลักฐานมาสนับสนุนมโนทัศน์ใหม่ที่ต้องการ (Lawson, 2004) ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะเอื้อให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนได้

การศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) เป็นโครงการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในระดับนานาชาติ ดำเนินการร่วมกับประเทศสมาชิกเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Grade 8) โดยการประเมินเริ่มมีขึ้นในปี พ.ศ.2538 และประเมินต่อเนื่องทุกสี่ปี พบว่าคะแนนเฉลี่ยของวิชาวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มทำการประเมิน ถึงแม้ว่าจะมีผลคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในปี พ.ศ. 2558 คือได้คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์เท่ากับ 456 คะแนน แต่ยังไม่ถึงค่ากลางของการประเมินซึ่งกำหนดไว้ที่ 500 คะแนน ทั้งนี้องค์ประกอบหนึ่งซึ่ง TIMSS ได้ทำการประเมินในวิชาวิทยาศาสตร์คือพฤติกรรมการเรียนรู้ ซึ่งได้แก่ ความรู้ การแก้ปัญหาและการใช้เหตุผล ซึ่งการ

ใช้เหตุผลนี้สอดคล้องกับความหมายของการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ให้นักเรียนแสดงหลักฐานหรือประจักษ์พยานมายืนยันสมมติฐานของตน โดยทดสอบในรูปของการให้เหตุผลที่มีต่อสถานการณ์วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552, 2558 )

องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (The Organization for Economic Cooperation and Development : OECD) ได้ดำเนินโครงการประเมินผลร่วมกันนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment : PISA) เพื่อประเมินความรู้และทักษะในการเป็นพลเมืองในโลกปัจจุบันของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปีบริบูรณ์ที่กำลังจบการศึกษาภาคบังคับของแต่ละประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 เป็นต้นมา พบว่าคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย OECD ทุกรอบและมีแนวโน้มลดต่ำลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) และในการประเมินรอบล่าสุดซึ่งคือ PISA ปี ค.ศ. 2015 (พ.ศ. 2558) พบว่านักเรียนไทยมีผลการประเมินความสามารถด้านการรู้วิทยาศาสตร์ที่มากกว่าระดับพื้นฐานเพียงร้อยละ 21 จากนักเรียนที่เข้าประเมินทั้งหมด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) แสดงให้เห็นว่าการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังอยู่ในระดับต่ำ โดยในโครงการ PISA 2015 ได้จำแนกสมรรถนะของผู้รู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain phenomena scientifically) คือ การที่นักเรียนสามารถระลึกความรู้ที่เกี่ยวข้องต่อปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พบสามารถนำเสนอคำอธิบายที่มีต่อปรากฏการณ์รวมทั้งประเมินคำอธิบายนั้นได้ 2) การประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and design scientific enquiry) คือ การที่นักเรียนสามารถพรรณนาและประเมินการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ได้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการตรวจสอบปัญหาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและหลักฐานอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (Interpret data and evidence scientifically) คือ การที่นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลรวมทั้งลงข้อสรุปในรูปแบบการนำเสนอที่หลากหลายได้อย่างเหมาะสม (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2015) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากความสามารถที่ผู้รู้วิทยาศาสตร์ของ PISA จะต้องแสดงออกมาทั้ง 3 ด้านแล้วพบว่ามีความสอดคล้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องมีการรวบรวมหลักฐานมาแปลความหมาย และลงข้อสรุปเพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือยืนยันความคิดและสมมติฐานของตน ดังนั้นผลการประเมินที่ออกมาทั้ง

จาก TIMSS และ PISA จึงสะท้อนให้เห็นว่าการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังต้องถูกพัฒนาให้สูงขึ้น

นอกจากนี้สถานการณ์ในสังคมไทยปัจจุบันได้สะท้อนให้เห็นถึงลักษณะการไม่รู้วิทยาศาสตร์ของประชาชนบางส่วน เช่น การหลงเชื่อการโฆษณาเกินจริงในสินค้าและบริการต่าง ๆ โดยขาดการไตร่ตรองอย่างเหมาะสม การหลงเชื่อสิ่งเหนือธรรมชาติและปรากฏการณ์ที่ไม่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์อธิบายอย่างชัดเจน หรือการหลงเชื่อในสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบบนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ได้ (เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์, 2554) ซึ่งเกิดจากการที่ประชาชนบางส่วนไม่สามารถใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถประเมินและตรวจสอบกระบวนการสืบสอบหาความรู้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งไม่สามารถแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ได้ บ่งบอกถึงลักษณะของผู้ที่ไม่รู้วิทยาศาสตร์และไม่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งถึงแม้ว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จะมีการจัดทำมาตรฐานและตัวชี้วัดเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน แต่พบว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้นเน้นที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นหลัก มากกว่าการเน้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน (Yuenyong & Narjaikeaw, 2009) ทำให้การส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการสร้างให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จ

จากปัญหาที่เกิดขึ้นจึงนำไปสู่การพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย และพบว่างานวิจัยที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ ดังที่ภคพร อิศระ (2557) ได้ทำวิจัยเรื่องผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2558) ได้ทำวิจัย

เรื่องการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้พัฒนาสูงขึ้นได้

และเมื่อพิจารณาข้อเสนอแนะของงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ากิจกรรมสำคัญที่สามารถส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีคือกิจกรรมการโต้แย้งที่ถูกจัดขึ้นในชั้นเรียน (ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558; ภาคพร อิศระ, 2557) เนื่องจากการโต้แย้งจะเน้นการใช้ความรู้ในการสื่อสารเพื่อยืนยันความคิดหรือความเชื่อของตนอย่างมีเหตุผลพร้อมทั้งมีหลักฐานประกอบ เป็นการใช้ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและกระบวนการทางปัญญา (cognitive process) ในการเรียนรู้ ดังที่ณรงค์ชัย พงษ์ชนะ (2559) ได้ทำวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมินที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับที่ (Gerber et al., 2001) ได้กล่าวว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ถูกพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการสร้างความขัดแย้งทางปัญญาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคม นอกจากนี้สิ่งที่ควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นในงานวิจัยอีกประการคือการกระตุ้นให้เกิดการเชื่อมโยงการฝึกปฏิบัติในห้องเรียนกับชีวิตจริง โดยใช้บริบทหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคม (ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) เพื่อส่งเสริมการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์อื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้

นอกเหนือจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ การจัดการเรียนรู้อีกประการที่น่าจะส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน (Socioscientific Issue approach : SSI) เนื่องจากมีการนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคม เช่น ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม ด้านการแพทย์ ด้านโภชนาการ และด้านพันธุวิศวกรรม เป็นต้น มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประเด็นที่นำมาต้องเป็น



ประเด็นที่มีลักษณะเฉพาะ คือเป็นประเด็นที่มีการโต้แย้งกันในสังคมเนื่องจากเป็นประเด็นที่มีทั้งข้อดีและข้อจำกัด ทั้งนี้ในการลงข้อสรุปหรือหาคำตอบเกี่ยวกับประเด็นนั้นอาจไม่ได้มีเพียงคำตอบเดียว แต่มีความหลากหลายตามบริบทและมุมมอง รวมทั้งหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ค้นพบ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานนี้จะมีการกระตุ้นนักเรียนให้รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อช่วยในการตัดสินใจรวมทั้งโต้แย้งอย่างมีเหตุผลบนฐานของวิทยาศาสตร์และบรรทัดฐานของสังคม (Saad, Baharom, Mokshien, & Setambah, 2017; Zeidler & Nichols, 2009) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากความหมายข้างต้น การนำเสนอประเด็นที่เป็นที่ถกเถียงและไม่มีข้อสรุปที่แน่นอนในสังคมเป็นกระบวนการหนึ่งที่สร้างความขัดแย้งทางปัญญาแก่นักเรียน เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีประสบการณ์และพื้นหลังต่อประเด็นที่แตกต่างกันซึ่งประเด็นนั้นอาจจะไปขัดต่อความรู้หรือความเชื่อเดิมของนักเรียน จากนั้นนักเรียนจึงต้องมีการแสวงหาข้อมูลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำมาอภิปรายหรือโต้แย้งกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ในการสนับสนุนความคิดของตน ซึ่งกระบวนการนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน หรือส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนให้เกิดขึ้นได้

เมื่อพิจารณารูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ แล้ววิเคราะห์หาลักษณะร่วมกัน ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการสอนตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นวิเคราะห์ประเด็นเป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์และระบุปัญหาจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ครูนำเสนอในชั้นเรียน 2) ขั้นสำรวจประเด็นและแสวงหาความรู้พื้นฐาน เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสำรวจและสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นในหลายมิติ ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรม รวมทั้งสร้างความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็น 3) ขั้นนำเสนอความรู้และอภิปราย เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้สืบค้นในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำมาอภิปรายโต้แย้งโดยแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ 4) ขั้นสะท้อนความคิดและสร้างแนวปฏิบัติต่อประเด็น เป็นขั้นที่นักเรียนมีการสะท้อนความคิดจากมุมมองของตนและสร้างแนวทางปฏิบัติต่อประเด็นนั้น ๆ โดยขั้นตอนดังกล่าวสอดคล้องกับกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ที่มีการระบุปัญหาและมีการออกแบบการสืบสอบ ไปจนถึงการรวบรวมข้อมูลเพื่อตีความ และลงข้อสรุป เพื่อตอบปัญหาที่สงสัยในขั้นต้น โดย Bao et al. (2009) ได้กล่าวว่างานวิจัยต่าง ๆ ได้บ่งชี้ว่าการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริม

ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่จุดเด่นสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่แตกต่างจากการเรียนรู้แบบสืบสอบทั่วไป คือการนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ถกเถียงในสังคมมาใช้ในห้องเรียน เป็นการเรียนการสอนที่อิงกับบริบทชีวิตจริงมากขึ้นและน่าจะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และนำความสามารถนี้ไปใช้ในบริบทอื่น ๆ โดยเฉพาะการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น และเสนอรูปแบบในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์อันเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน

### คำถามของการวิจัย

การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานสามารถส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นได้หรือไม่ อย่างไร

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานกับกลุ่มที่เรียนรู้แบบปกติ

### สมมติฐานของการวิจัย

การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเป็นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการนำประเด็นที่มีการถกเถียงหรือให้ความสนใจในสังคม ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความรู้ทางสังคมและวัฒนธรรมมาอธิบายหรือลงข้อสรุป ซึ่งข้อสรุปนั้นอาจไม่ได้มีเพียงคำตอบเดียว แต่มีความหลากหลายตามบริบทของสังคม ซึ่งประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อช่วยในการตัดสินใจ รวมทั้งโต้แย้งอย่างมีเหตุผลบนฐานของวิทยาศาสตร์และบรรทัดฐานของสังคม (Sadler, 2011a; Zeidler & Nichols, 2009) การนำเสนอประเด็นที่เป็นที่ถกเถียงและไม่มีข้อสรุปที่แน่นอนในสังคมเป็นกระบวนการหนึ่งซึ่งสร้างความขัดแย้งทางปัญญาแก่นักเรียน เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีประสบการณ์และพื้นหลังต่อประเด็นที่อาจจะเหมือนหรือแตกต่างกันก็ได้ซึ่งประเด็นนั้นอาจจะไปขัดต่อความรู้หรือความเชื่อเดิมของนักเรียน จากนั้นนักเรียนต้องมีการแสวงหาข้อมูลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำมาอภิปรายหรือโต้แย้งกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ในการสนับสนุนความคิดของตนหรือปฏิเสธความคิดของเพื่อน ซึ่งกระบวนการนี้จำเป็นต้องมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนและครู ซึ่งการเรียนรู้ที่มีการจัดประสบการณ์เพื่อสร้างความขัดแย้งทางปัญญาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมให้เกิดขึ้น สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ (Piaget, 1964 อ้างถึงใน Gerber et al., 2001)

ทั้งนี้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานได้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นวิเคราะห์ประเด็น 2) ขั้นสำรวจประเด็นและแสวงหาความรู้พื้นฐาน 3) ขั้นนำเสนอความรู้และอภิปรายและ 4) ขั้นสะท้อนความคิดและสร้างแนวปฏิบัติต่อประเด็น ซึ่งทั้ง 4 ขั้นมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ที่มีการระบุปัญหา ไปจนถึงการรวบรวมข้อมูลเพื่อตีความ และลงข้อสรุป เพื่อตอบปัญหาที่สงสัยในขั้นต้น ซึ่ง Bao et al. (2009) ได้กล่าวว่างานวิจัยต่าง ๆ บ่งชี้ว่าการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่ง Bao และคณะ ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบความรู้ด้านเนื้อหาและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาจีนและนักศึกษาอเมริกันพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มมีความใกล้เคียงกันมาก แต่สิ่งที่มีผลต่อระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ

นักศึกษาคือรูปแบบในการจัดการเรียนรู้ที่นักศึกษาได้ประสบมา โดยนักศึกษาที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ โดยการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์จะมีระดับของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้เรียนแบบสืบสอบ นอกจากนี้ที่นี่ยัง การประกอบ (2556) ได้ทำวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนผสมผสานกับรูปแบบการเรียนปกติที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งทั้งการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์จำเป็นต้องมีการรวบรวมข้อมูลและหลักฐานเพื่อนำมาโต้แย้งหรือตัดสินใจอย่างมีเหตุผลซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เช่นกัน

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ที่มีการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จังหวัดกรุงเทพมหานคร

2. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

- 2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปกติ

## 2.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา คือ เนื้อหาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แนวทางตามหนังสือแบบเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล โดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า การสำรวจตรวจสอบ หรือการปฏิบัติการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือเพื่อยืนยันข้อสรุปของตนอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยสามารถระบอบองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้ 1) การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ 2) การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ซึ่งความสามารถนี้วัดได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการนำประเด็นที่มีการถกเถียงหรือให้ความสนใจในสังคม ซึ่งสามารถอธิบายหรือลงข้อสรุปได้ด้วยหลักการหรือมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนจะถูกกระตุ้นให้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ และนำมาโต้แย้งหรือยืนยันความคิดของตนในหลากหลายมุมมอง ทั้งด้านวิทยาศาสตร์และสังคมวัฒนธรรม ซึ่งจากการวิเคราะห์ของผู้วิจัยเพื่อหาจุดร่วมของขั้นตอนในรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ Ratcliffe (1997), Eilks (2010), Sadler, Foulk, and Friedrichsen (2017) และ ประสาท เนืองเฉลิม (2558) ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการสอนออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1) **ชั้นวิเคราะห์ประเด็น** เป็นชั้นที่นักเรียนวิเคราะห์และระบุปัญหาจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ครูหยิบยกมานำเสนอในชั้นเรียนจากสื่อต่าง ๆ เช่น บทความ วิดีทัศน์ เป็นต้น

2) **ชั้นสำรวจประเด็นและแสวงหาความรู้พื้นฐาน** เป็นชั้นที่นักเรียนทำการสำรวจและสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นในหลายมิติ ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรม รวมทั้งสร้างความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็น

3) **ชั้นนำเสนอความรู้และอภิปราย** เป็นชั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้สำรวจและสืบค้นข้อมูลมานำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำมาอภิปรายโต้แย้งโดยแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์

4) **ชั้นสะท้อนความคิดและสร้างแนวปฏิบัติต่อประเด็น** เป็นชั้นที่นักเรียนมีการสะท้อนความคิดจากมุมมองของตนและสร้างแนวทางปฏิบัติต่อประเด็นนั้น ๆ

3. **การเรียนรู้แบบปกติ** หมายถึง การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนได้ ดังนี้

1) **ชั้นนำ** เป็นชั้นที่ครูใช้คำถาม ประเด็นการสนทนา หรือสื่อประกอบการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน

2) **ชั้นกิจกรรม** เป็นชั้นที่ครูใช้กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือคำตอบของปัญหา โดยนำผลหรือข้อมูลที่รวบรวมมาอภิปรายร่วมกัน

3) **ชั้นสรุป** เป็นชั้นที่ครูนำนักเรียนให้สรุปความรู้ร่วมกันโดยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดในคาบเรียนนั้น

4. **นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น** หมายถึง นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดกรุงเทพมหานคร

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากตำรา เอกสาร บทความ และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

#### 1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

- 1.1 ความหมายของการให้เหตุผล
- 1.2 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 1.3 องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 1.4 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 1.5 การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

#### 2. การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

- 2.1 ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
- 2.2 ทฤษฎีที่เป็นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
- 2.3 การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
  - 2.3.1 รูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
  - 2.3.2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
  - 2.3.3 เกณฑ์ในการเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2.3.4 การวัดและการประเมินผลของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

2.3.5 การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อการรู้วิทยาศาสตร์

4. การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของการให้เหตุผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลว่า การให้เหตุผล หมายถึง การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันว่าข้อสรุปนั้นเป็นความจริง โดยการให้เหตุผลจะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นหลักฐานหรือเหตุผล และส่วนที่เป็นข้อสรุปซึ่งเป็นผลหรือสิ่งที่เราต้องการบอกว่าเป็นจริง

Walton (1990) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลว่า การให้เหตุผลเป็นการสร้างข้อกล่าวอ้าง (premise) เพื่อสนับสนุนสมมติฐานซึ่งเป็นจุดเริ่มต้น และมีกระบวนการที่นำไปสู่ข้อสรุปเพื่อยืนยันสมมติฐานหรือข้อกล่าวอ้างนั้น



โดยสรุปการให้เหตุผล คือการอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันข้อสรุป โดยประกอบด้วยส่วนที่เป็นข้อกล่าวอ้าง มีหลักฐานหรือเหตุผลประกอบ และส่วนที่เป็นข้อสรุปเพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างนั้น ๆ

## 1.2 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Klahr and Dunbar (1988) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ใหม่ จากหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้าทดลองในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยกระบวนการคิดของนักวิทยาศาสตร์

Frank (2005) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกตและระบุปัญหา การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย การสร้างสมมติฐาน การทดลอง การตีความ การลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล และการประเมินเชิงวิพากษ์

Zimmerman (2005) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการคิดและการให้เหตุผลซึ่งเกี่ยวข้องกับการสืบสอบ การทดลอง การประเมินหลักฐาน การอนุมาน และการโต้แย้งที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์หรือส่งเสริมความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์

Schen (2007) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการให้เหตุผลโดยมีหลักฐาน ซึ่งอาจเป็นการให้เหตุผลแบบอุปนัยหรือนิรนัย

Zeineddin and Abd-El-Khalick (2010) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้าหาสาเหตุจนกระทั่งอนุมานไปถึงข้อสรุป โดยให้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทฤษฎีกับหลักฐานเชิงประจักษ์

โดยสรุปการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล โดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า การสำรวจตรวจสอบ หรือการปฏิบัติการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

### 1.3 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Holyoak and Morrison (2005) ได้จำแนกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deductive reasoning) เป็นกระบวนการในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์โดยการตั้งสมมติฐานจากข้อมูลหรือกฎเกณฑ์ทั่วไป แล้วทำการทดสอบสมมติฐานจนได้ข้อสรุป 2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลโดยใช้การสังเกตจนได้ความรู้ที่จำเพาะแล้วมีการทดสอบผลจนกระทั่งเป็นกฎเกณฑ์ที่นำไปสู่ทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

Hausmann and Schroder (2010) ได้จำแนกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) คือการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงตามเงื่อนไขของข้ออ้าง ซึ่งข้อสรุปนั้นจะเป็นเท็จไม่ได้ 2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการอ้างเหตุผลที่มีข้ออ้างจริงทุกข้อ แต่ข้ออ้างอาจไม่ได้สนับสนุนข้อสรุปทั้งหมด ดังนั้นข้อสรุปจึงอาจเป็นเท็จได้

Lawson (2010) จำแนกประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภท ได้แก่ 1) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Abduction (Abductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสรุปเปรียบเทียบสมมติฐานหรือข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐานนั้น 2) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Retroduction (Retroductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกิดจากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Abduction ก่อน แล้วจึงมีการอนุมานเพิ่มเติมเพื่อหาข้อสรุปสุดท้าย 3) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเพื่อทดสอบสมมติฐานที่สามารถทำนายปรากฏการณ์ในอนาคต โดยเป็นกระบวนการคิดจากความรู้ทั่วไปสู่ความรู้ในเรื่องที่มีความจำเพาะ 4) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ช่วยสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุป โดยเป็นกระบวนการคิดจากความรู้ที่มีความจำเพาะไปสู่ความรู้ทั่วไป

โดยสรุปประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกได้ 4 ประเภท ได้แก่ 1) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Abduction (Abductive Reasoning) 2) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Retroduction (Retroductive Reasoning) 3) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบนิรนัย (Deductive Reasoning) และ 4) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (Inductive Reasoning)

#### 1.4 องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล โดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า การสำรวจตรวจสอบ หรือการปฏิบัติการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับโมเดลการโต้แย้งของ Toulmin ซึ่งใช้ในการโต้แย้งและการแสดงเหตุผลอย่างเป็นระบบ (Simon, 2008) โดยโมเดลการโต้แย้งของ Toulmin มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการด้วยกัน ได้แก่ 1) การอ้างข้อสรุป (Claim) เป็นการระบุข้อความในการยืนยันหรือลงข้อสรุป 2) การระบุข้อมูลและหลักฐาน (Data) เป็นการระบุหลักฐาน ข้อเท็จจริง ข้อมูลพื้นหลังรวมทั้งข้อมูลอื่น ๆ ในการสนับสนุนข้อสรุป และ 3) การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการอ้างข้อสรุป (Claim) กับข้อมูลและหลักฐาน (Data) ข้างต้นอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยอาจใช้กฎ ทฤษฎี หรือข้อมูลพื้นฐานอื่น ๆ ในการสนับสนุน ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมบ่งชี้ที่ได้จากการวิเคราะห์นิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับองค์ประกอบสำคัญจากโมเดลการโต้แย้งของ Toulmin แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 นิยามเชิงปฏิบัติการและองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นิยามเชิงปฏิบัติการ	องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	องค์ประกอบสำคัญจากโมเดลการโต้แย้งของ Toulmin
ความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล โดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐาน ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า การสำรวจตรวจสอบ หรือการปฏิบัติการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1. ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	1) การอ้างข้อสรุป (Claim)
	2. ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	2) การระบุข้อมูลและหลักฐาน (Data)
	3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป	3) การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)

### องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการแสดงข้อความเพื่อยืนยันหรือลงข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น

2. การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการแสดงหลักฐานและข้อเท็จจริงที่สนับสนุนข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

3. การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป เป็นการแสดงความสอดคล้องกันของข้อสรุปที่มีต่อเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์กับหลักฐานและข้อเท็จจริงที่ใช้สนับสนุน โดยอาจใช้ข้อมูล หลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายความสอดคล้องนั้น

ความสัมพันธ์ของพฤติกรรมบ่งชี้ของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งสามข้อข้างต้นแสดงได้ดังแผนผังที่ 1



แผนภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของพฤติกรรมบ่งชี้ของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

### 1.5 การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) (Lawson & Worsnop, 1992) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดระดับของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยแบบสอบวินิจฉัยตัวเลือกลองลำดับชั้น (two-tier diagnostic test) เป็นวิธีที่ถูกนำมาใช้ในการประเมินนักเรียน เนื่องจากประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าข้อสอบแบบหลายตัวเลือก ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ยอมรับใช้ในการวัดความมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เนื่องจากสามารถนำมาใช้กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ได้ แต่ข้อสอบแบบหลายตัวเลือกมีข้อจำกัดคือไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจของนักเรียนได้โดยตรง Treagust (2012) แบบสอบวินิจฉัยตัวเลือกลองลำดับชั้นจะประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นตัวเลือกคำตอบ เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหา และส่วนที่สองจะถามนักเรียนเกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกตัวเลือกคำตอบในส่วนแรก โดยการประเมินเช่นนี้จะเป็นการประเมินเพื่อวัดความเข้าใจมากกว่าความรู้ความจำ นักการศึกษาจึงมักใช้แบบสอบการให้เหตุผลของ Lawson โดยในปีคริสต์ศักราช 2000 ในการทดสอบจะมีการให้คะแนนแบบจับคู่ ซึ่งหากนักเรียนตอบถูกทั้งสองข้อที่คู่กันก็จะได้รับ 1 คะแนน โดยข้อที่คู่กันนั้นจะเป็นข้อสรุป และเหตุผลสนับสนุนข้อสรุปนั้น

### แนวทางการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (TIMSS)

การศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (TIMSS) วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการให้เหตุผล โดยจำแนกเป็นหัวข้อได้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558 )

1) วิเคราะห์/แก้ปัญหา (Analyze/Solve Problems) เป็นการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อกำหนดความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง แนวคิด และขั้นตอนการแก้ปัญหา รวมถึงการพัฒนาและอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา

2) สังเคราะห์ (Integrate/Synthesize) เป็นการพิจารณาเพื่อหาแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยดูจากปัจจัยหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาสาระแตกต่างกัน แสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระทาง

วิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน รวมถึงบูรณาการแนวคิดหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3) ตั้งสมมติฐาน (Hypothesize/Predict) เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากข้อมูลและประสบการณ์ หรือข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเพื่อสร้างคำถามที่ค้นหาคำตอบจากการทดลอง มีการตั้งสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้โดยใช้ความรู้จากการสังเกตหรือจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ทำนายเกี่ยวกับผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะทางชีวภาพหรือทางกายภาพโดยอาศัยประจักษ์พยานและความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

4) ออกแบบ (Design) เป็นการวางแผนหรือออกแบบเพื่อการสำรวจตรวจสอบในการหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐาน อธิบายลักษณะของการสำรวจตรวจสอบที่ดีซึ่งรวมทั้งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น รวมทั้งตัดสินใจเกี่ยวกับการวัดหรือวิธีการที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบ

5) สรุป (Draw Conclusions) เป็นการตรวจหารูปแบบของข้อมูล อธิบายหรือสรุป และทำนายแนวโน้มของข้อมูลหรือข้อสนเทศที่กำหนดให้ใช้หลักฐานหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการลงข้อสรุปเพื่อตอบคำถามหรือพิสูจน์สมมติฐาน และแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น

6) สร้างข้อสรุปทั่วไป (Generalize) เป็นการสร้างข้อสรุปที่ได้จากการทดลองภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ แล้วประยุกต์ใช้ข้อสรุปนั้นกับสถานการณ์ใหม่ รวมถึงการกำหนดรูปแบบทั่วไปเพื่อแสดงความสัมพันธ์ทางกายภาพ

(7) ประเมิน (Evaluate) เป็นการประเมินข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบเพื่อใช้ในการตัดสินใจ พิจารณาปัจจัยทางวิทยาศาสตร์และปัจจัยทางสังคมเพื่อประเมินผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อระบบทางชีวภาพและกายภาพ ประเมินความเป็นไปได้อื่น ๆ เกี่ยวกับการอธิบายและวิธีการแก้ปัญหา ประเมินผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบโดยอาศัยข้อมูลที่เพียงพอเพื่อสนับสนุนข้อสรุป

8) ตรวจสอบ (Justify) เป็นการใช้ประจักษ์พยานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบคำอธิบายและวิธีการแก้ปัญหา และให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในการแก้ปัญหา ข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบหรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

รูปแบบของข้อสอบประกอบด้วยข้อคำถามที่มีบริบทเป็นสถานการณ์ หรือเนื้อความที่มีตาราง แผนภาพ หรือกราฟประกอบ ซึ่งมีทั้งที่เป็นแบบเลือกตอบและเขียนตอบสั้น ๆ

### แนวทางการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA)

โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ได้ระบุว่าการใช้เหตุผลเป็นการวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ที่มากกว่าปัญหาหรือสถานการณ์ที่เคยชินไปสู่สถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคยในบริบทที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เทียบได้กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่มีการประเมินใน PISA ซึ่งได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ส่วนรูปแบบของข้อสอบในแต่ละหน่วยจะประกอบด้วยบริบทที่เป็นสถานการณ์ของข้อสอบ ซึ่งอาจจะเป็นในรูปแบบของข้อเขียนสั้น ๆ หรือเนื้อความที่มีตาราง แผนภาพ หรือกราฟประกอบ ข้อสอบมีทั้งที่เป็นแบบเลือกตอบ และเขียนตอบสั้น ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

ภคพร อิศระ (2557) ได้ทำการค้นคว้าและสรุปได้ว่า แนวทางการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีการใช้เครื่องมือ 2 แบบ ได้แก่ 1) แบบสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice) มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ที่ตัวคำถาม มีเครื่องมือสื่อความหมายเป็นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้คำถามมีความชัดเจนและมีสภาพจริงที่ต้องการให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปได้ โดยมีการใช้ ตาราง กราฟ แผนภาพ บทความ ในการสื่อความหมายโดยข้อสอบ ตัวอย่างเช่น ข้อสอบ Scientific Reasoning Test (SRT) โดยพัฒนามาจาก Lawson's scientific reasoning test แบบประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีฐานมาจากรูปแบบการให้เหตุผลที่สัมพันธ์กับการทดสอบสมมติฐาน เป็นต้น และ 2) แบบสอบแบบเขียนตอบ (Essay) มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบที่มีตัวคำถาม (Stem) ซึ่งมีเครื่องมือสื่อความหมายเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในคำถามมีความชัดเจนและมีสภาพจริงที่ต้องการให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปได้ โดยมีการใช้ ตาราง กราฟ

แผนภาพ บทความในการสื่อความหมาย เช่น ข้อสอบประเมินผลวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ PISA เป็นต้น

โดยสรุปแนวทางการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีการใช้เครื่องมือ 2 แบบ ได้แก่ แบบสอบแบบหลายตัวเลือก ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ และแบบสอบแบบเขียนตอบ ทั้งนี้ ตัวข้อสอบจะระบุสถานการณ์ที่ให้นักเรียนประยุกต์ความรู้และแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการตอบคำถาม โดยมีการใช้ ตาราง กราฟ แผนภาพ บทความในการสื่อความหมาย

## 2. การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

### 2.1 ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มาจากภาษาอังกฤษคำว่า Socioscientific Issues ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัยจากตำรา บทความ และเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ พบว่ามีผู้ใช้คำอื่นในความหมายเดียวกัน เช่น ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ ประเด็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เป็นต้น ในที่นี้จะใช้คำว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นี้เป็นแนวคิดหนึ่งในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยได้มีผู้ให้คำจำกัดความไว้ ดังนี้

Zeidler and Nichols (2009) ได้กล่าวถึงประเด็นวิทยาศาสตร์ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นการนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียนได้สนทนา อภิปราย หรือโต้แย้งกัน ซึ่งจะต้องเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสังคมหรือความกังวลด้านศีลธรรม และมีข้อสรุปที่เป็นไปได้ โดยประเด็นเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่นำไปให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยความหมาย ส่งเสริมให้นักเรียนมีการใช้เหตุผลในการตัดสินใจและทำความเข้าใจข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง

Sadler (2011b) ได้กล่าวถึงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นประเด็นที่มีการถกเถียงกันในสังคมซึ่งประเด็นนี้จะเกี่ยวข้องกับมนทัศน์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นปัญหาและถูกระบุด้วยคำถามปลายเปิดโดยไม่ได้มีคำตอบหรือข้อสรุปที่ชัดเจน ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่สามารถมีคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ โดยข้อสรุปหรือคำตอบของปัญหาอาจได้มาจากหลักการ ทฤษฎี และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และต้องเป็นประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือได้รับอิทธิพลจาก



ปัจจัยทางสังคม อาทิ การเมือง เศรษฐกิจ หรือศีลธรรม ซึ่งประเด็นทางวิทยาศาสตร์สังคมอาจเป็นประเด็นที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์ วิกฤติด้านสภาพแวดล้อม หรือการหาตำแหน่งสำหรับก่อตั้งโรงไฟฟ้าแห่งใหม่ เป็นต้น

Kaplan and Çavuş (2016) ได้กล่าวถึงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสังคม เป็นความกังวลที่เกิดขึ้นในชุมชนหรือสังคม ซึ่งจะต้องมีกระบวนการที่นำไปให้เกิดการมีส่วนร่วมในประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น มีกระบวนการตัดสินใจที่นำไปสู่การพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ได้

โดยสรุปประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่มีการถกเถียงหรือให้ความสนใจในสังคม ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลทางสังคม วัฒนธรรม รวมทั้งศีลธรรมมาอธิบายหรือลงข้อสรุป ซึ่งข้อสรุปนั้นอาจไม่ได้มีเพียงคำตอบเดียว แต่มีความหลากหลายตามบริบทของสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ และตัดสินใจรวมทั้งโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

2.2 ทฤษฎีที่เป็นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

จากการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยพบว่าแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีทฤษฎีทางการศึกษาที่เป็นฐาน คือทฤษฎีการเรียนรู้ในบริบทจริง (Situated Learning) (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

การเรียนรู้ในบริบทจริงเป็นแนวคิดทางการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมาโดย Jean Lave และ Etienne Wenger ในช่วงทศวรรษที่ 1990 โดยมีฐานการพัฒนามาจากงานของ Dewey, Vygotsky และนักการศึกษาอื่น ๆ (Clancey, 1995) ซึ่งได้กล่าวร่วมกันว่านักเรียนมีแนวโน้มที่จะเกิดการเรียนรู้จากการมีส่วนร่วมผ่านประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ในบริบทจริงซึ่งมีการจัดประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันให้แก่แก่นักเรียนได้เรียนรู้ (Stein, 1998)

โดย Stein (1998) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้ที่มีการนำการเรียนรู้ในบริบทจริงไปใช้จะเป็นชั้นเรียนที่มีการนำสถานการณ์เป็นสิ่งกระตุ้นและนำนักเรียนไปสู่กิจกรรมการแก้ปัญหาจาก

สถานการณ์นั้น โดยครูจะมีการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) เพื่อให้แก่นักเรียนรู้และเข้าใจในสถานการณ์นั้น รวมทั้งทำให้นักเรียนรู้ได้รับทักษะที่จำเป็นในชั้นเรียน ซึ่งครูได้เปลี่ยนบทบาทจากผู้ถ่ายทอดเนื้อหาเป็นผู้อำนวยความสะดวกซึ่งทำการติดตามความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียน มีการกระตุ้นการสะท้อนคิดให้เกิดขึ้น และให้ความช่วยเหลือในการทำให้นักเรียนรู้ได้รับความรู้และทักษะที่จำเป็น

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) ได้กล่าวว่าการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานนั้นอยู่ภายใต้กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical framework) ของการเรียนรู้ในบริบทจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้โดยใช้สถานการณ์ที่กำหนด

Sadler (2011b) กล่าวว่าตัวผู้เรียน ทรัพยากรที่ใช้ในการเรียนรู้ และบรรทัดฐานทางสังคม (norm) ที่เกี่ยวข้องจะเป็นสิ่งที่กำหนดสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการเรียนรู้ในบริบทจริง ซึ่งการเรียนรู้ในบริบทจริง นั้นเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเป็นพลเมืองแก่นักเรียนได้ นอกจากนี้หากมีเป้าหมายในการจัดการศึกษาเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถโต้แย้ง และตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ จะต้องมีการจัดบริบทที่เหมาะสมสอดคล้องกับประเด็นที่สนใจ มีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนและเจรจา

โดยสรุปการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ในบริบทจริง เนื่องจากการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีการนำสถานการณ์ซึ่งเป็นประเด็นปัญหาในสังคมเป็นตัวนำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาโต้แย้งและแสดงเหตุผลบนฐานของวิทยาศาสตร์ สังคม และหลักศีลธรรมในการอธิบายและลงข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น ๆ

### 2.3 การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

จากการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัยพบว่าการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีรูปแบบ องค์ประกอบ บทบาทของครูกับนักเรียน การวัดและการประเมินผล รวมทั้งมีความแตกต่างจากการเรียนรู้โดยทั่วไป ดังนี้

2.3.1 รูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์  
เป็นฐาน

Ratcliffe (1997) ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ  
วิทยาศาสตร์เป็นฐาน ดังนี้

1. **ขั้นสร้างทางเลือก** เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างทางเลือกในการปฏิบัติ  
เกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ครูหยิบยกขึ้น
2. **ขั้นสร้างเกณฑ์** เป็นขั้นที่นักเรียนพัฒนาเกณฑ์ที่เหมาะสมในการ  
นำมาใช้เปรียบเทียบทางเลือกในการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหานั้น ๆ
3. **ขั้นค้นหาข้อมูล** เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลหลักฐานมาใช้ประกอบ  
เกณฑ์การเลือกในการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหาให้ชัดเจน
4. **ขั้นสำรวจทางเลือก** เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสำรวจและประเมินข้อดี  
รวมทั้งข้อจำกัดของทางเลือกที่ถูกพัฒนาขึ้น
5. **ขั้นตัดสินใจเลือก** เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลหลักฐานที่มีและ  
ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด
6. **ขั้นตรวจสอบ** เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบการตัดสินใจให้ถี่ถ้วนอีกครั้ง  
เพื่อระบุข้อผิดพลาดและทำการปรับปรุงแก้ไข

Elks (2010 อ้างถึงใน Sadler, 2011b) ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ประเด็น  
ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานไว้ ดังนี้

1. **ขั้นวิเคราะห์ปัญหา** ในขั้นนี้ครูจะเสนอปัญหาให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ซึ่ง  
ต้องเป็นปัญหาจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นผ่านทางสื่อต่าง ๆ หรือครู  
อาจใช้กลยุทธ์อื่น ๆ ในการนำเสนอประเด็นหรือปัญหาแก่นักเรียน
2. **ขั้นทำให้ชัดเจนโดยใช้วิทยาศาสตร์** ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูช่วยให้นักเรียน  
เข้าใจวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้นำเสนอไป

**3. ขั้นสำรวจประเด็นวิทยาศาสตร์สังคม** นักเรียนมุ่งพิจารณาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ครูนำเสนอว่าเป็นปัญหาหรือข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นในสังคมอย่างไร

**4. ขั้นแสดงบทบาทสมมติ** นักเรียนได้รับบทบาทที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ กัน แล้วมาโต้เถียงกันในมุมต่าง ๆ ตามบทบาทที่ตนได้รับ ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะของการแบ่งฝ่ายเพื่อโต้แย้งหรือสร้างสื่อต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับประเด็นนั้น เพื่อนำเสนอปัญหา

**5. ขั้นกิจกรรมสะท้อนคิด** ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ โดยจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558) ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานไว้ ดังนี้

**1. ขั้นค้นหาประเด็นปัญหา** เป็นขั้นที่เน้นให้ครูหาความรู้เพิ่มเติมในประเด็นที่กำลังเป็นที่โต้แย้งในสังคมซึ่งต้องเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยค้นคว้าในสื่อต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หรือสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เป็นต้น

**2. ขั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ** เป็นขั้นที่ครูนำประเด็นปัญหาที่สืบค้นมาจัดกลุ่มตามความสำคัญเรียงจากปัญหาที่สำคัญมากที่สุดไปหาปัญหาที่มีความสำคัญน้อยที่สุด เพื่อนำมาคัดเลือกโดยเลือกประเด็นปัญหาที่มีความสำคัญมากที่สุด เพื่อนำมาวิพากษ์และหาคำตอบร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน

**3. ขั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา** เป็นขั้นครูที่วิเคราะห์ว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับประเด็นปัญหาอย่างไรบ้าง มีข้อสงสัยหรือต้องการทำความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาในแง่มุมใดเพิ่มเติม เป็นการฝึกให้นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ตนรู้และสิ่งที่อยากรู้ออกมา

**4. ขั้นวางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา** เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาแนวทางแก้ไขเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากกระบวนการกลุ่ม มีการฝึกทักษะการคิดแบบต่าง ๆ เช่น คิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ และคิดอย่างสร้างสรรค์

**5. ชั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้** เป็นชั้นที่ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนแสวงหาคำความรู้ที่จะสนับสนุนเหตุผลของตนที่มีต่อประเด็นปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง และคุณธรรมจริยธรรมที่จะส่งเสริมให้นักเรียน

**6. ชั้นประเมินผล** เป็นชั้นที่ครูประเมินผลนักเรียนตามสภาพจริง โดยต้องมีหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาคำความรู้ มีกระบวนการคิดขั้นสูง และสอดคล้องกับการมีคุณธรรม จริยธรรม

ซึ่งเมื่อพิจารณาในแต่ละชั้นของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่าเป็นกิจกรรมที่ครูปฏิบัติในการเตรียมตัวเพื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และเมื่อวิเคราะห์ว่าขั้นตอนใดที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติ พบว่าในชั้นที่ 3-6 เป็นชั้นที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติซึ่งอาจสรุปได้ว่าขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบนี้มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา 2) ชั้นวางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา 3) ชั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และ 4) ชั้นประเมินผล

Sadler et al. (2017) ได้เสนอรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

**1. ชั้นเผชิญกับประเด็นที่น่าสนใจ** โดยชั้นนี้นักเรียนจะได้เผชิญกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งคุณครูได้หยิบยกมานำเสนอในห้องเรียนผ่านทางสื่อต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะได้ทำสำรวจประเด็นเพื่อวิเคราะห์ปัญหา มองแนวทางการสืบสอบหาคำรู้ที่เกี่ยวข้อง

**2. ชั้นเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์** ในชั้นนี้นักเรียนจะได้เข้าสู่กระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ได้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ชั้นนี้ได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ การนำเข้าสู่ใจความสำคัญของเนื้อหา (engaging with disciplinary core ideas : DCI) การเรียนรู้ข้ามศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (crosscutting concepts : CCC), และการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (science practices :SP) เช่น การรวบรวมและประเมินข้อมูล การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

**3. ชั้นให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์** ในชั้นนี้นักเรียนจะได้เข้าสู่กิจกรรมที่ได้วิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ

วิทยาศาสตร์ในหลากหลายมุมมอง โดยการสืบสอบหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ และมาอธิบายและสำรวจว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ อย่างไรบ้าง

**4. ชั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ** เป็นชั้นที่นักเรียนได้สังเคราะห์ความคิดหลักและแนวทางปฏิบัติที่ได้จากการกระบวนการเรียนรู้ในคาบเรียนนั้นออกมา โดยนักเรียนได้สะท้อนความคิดของตนจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ ซึ่งจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากรูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานจากนักการศึกษาข้างต้น สามารถนำมาวิเคราะห์หาจุดร่วมของขั้นตอนการเรียนรู้ได้ ดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานจากนัการศึกษาต่าง ๆ

Ratcliffe (1997)	Eilks (2010)	ประสาธ เมืองเฉลิม (2558)	Sadler, Fouk and Friedrichsen (2017)	สรุปหลัก ในการจัดการเรียนรู้
1. ชั้นสร้างทางเลือก	1. ชั้นวิเคราะห์ปัญหา	1. ชั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา	1. ชั้นเผชิญกับประเด็นที่น่าสนใจ	1. มีการวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
2. ชั้นสร้างเกณฑ์				
3. ชั้นค้นหาข้อมูล	2. ชั้นทำให้ชัดเจนโดยใช้วิทยาศาสตร์	3. ชั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้	2. ชั้นเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	2. มีการให้ความรู้พื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์
4. ชั้นสำรวจทางเลือก	3. ชั้นสำรวจประเด็นวิทยาศาสตร์สังคม			
5. ชั้นตัดสินใจเลือก	4. ชั้นแสดงบทบาทสมมติ	4. ชั้นประเมินผล	4. ชั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางการปฏิบัติ	4. มีการสะท้อนความคิดจากมุมมองของนักเรียนและสร้างแนวทางปฏิบัติต่อประเด็น รวมทั้งประเมินผล
6. ชั้นตรวจสอบทางเลือก	5. ชั้นกิจกรรมสะท้อนคิด			

จากตารางที่ 2 สามารถสรุปหลักในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานได้ คือ 1) เป็นการเรียนการสอนที่มีการนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ถกเถียงกันในสังคมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งนักเรียนจะได้วิเคราะห์ประเด็นดังกล่าวว่าเป็นปัญหา หรือมีบทบาทความสำคัญอย่างไรต่อตัวนักเรียนและสังคม 2) มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รับความรู้พื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอในการพิจารณาประเด็นนั้น ๆ 3) มีการสำรวจประเด็นโดยการสืบค้นข้อมูลในหลายมิติ ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรม จากนั้นจึงนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ 4) มีการสะท้อนความคิดจากมุมมองของนักเรียนและสร้างแนวทางปฏิบัติต่อประเด็นนั้น ๆ รวมทั้งมีการประเมินการเรียนรู้ที่หลากหลายจากการทำกิจกรรม โดยเมื่อนำมาสรุปเป็นขั้นตอนการสอนจะได้ 4 ขั้น ดังนี้

1) **ขั้นวิเคราะห์ประเด็น** ในขั้นนี้ครูจะเสนอปัญหาให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ซึ่งต้องเป็นปัญหาจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยนำเสนอผ่านทางสื่อต่าง ๆ หรือครูอาจใช้กลยุทธ์อื่น ๆ ในการนำเสนอประเด็นหรือปัญหาแก่นักเรียน

2) **ขั้นสำรวจประเด็นและแสวงหาความรู้พื้นฐาน** เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้นำเสนอไปแก่นักเรียน จากนั้นนักเรียนมุ่งพิจารณาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ครูนำเสนอว่าเป็นปัญหาหรือข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นในสังคมอย่างไรจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

3) **ขั้นนำเสนอความรู้และอภิปราย** เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้สืบค้นมานำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อยืนยันหรือสนับสนุนความคิดของตนที่มีต่อประเด็นนั้น ๆ ในมุมมองที่หลากหลายตามบทบาทที่ตนได้รับ ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะของการแบ่งฝ่ายเพื่อโต้แย้งหรือสร้างสื่อต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับประเด็นนั้น

4) **ขั้นสะท้อนความคิดและสร้างแนวปฏิบัติต่อประเด็น** เป็นขั้นที่นักเรียนสังเคราะห์ความคิดหลักและแนวทางปฏิบัติที่ได้จากการกระบวนการเรียนรู้ในคาบเรียนนั้นออกมา โดยนักเรียนได้สะท้อนความคิดของตนจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ ซึ่งจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีการประเมินผลนักเรียนตามสภาพจริงจากหลักฐานที่บ่งชี้ว่านักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ มีกระบวนการคิดขั้นสูง และสอดคล้องกับการมีคุณธรรม จริยธรรม



Sadler (2011b) ยังได้เสนอต่อว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานต้องสร้างกิจกรรมในการต่อยอดความรู้นักเรียน (Scaffolding) เช่น ใช้การโต้แย้ง การให้เหตุผล และการตัดสินใจ นอกจากนี้ครูยังสามารถใช้สื่อต่าง ๆ เพื่อเชื่อมโยงกิจกรรมในห้องเรียนสู่โลกจริง สามารถใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ได้

Zeidler and Applebaum (2011) ได้เสนอกกลยุทธ์ที่ครูจะใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพไว้ ดังนี้

1. ครูแสดงให้เห็นว่าครูเคารพในการตั้งข้อสันนิษฐานของนักเรียน เพราะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนนั้นสะท้อนให้เห็นถึงการคิดและการให้ความหมายที่สัมพันธ์กับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง รวมทั้งทำให้มองเห็นถึงลำดับขั้นในการที่จะพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนต่อไป ซึ่งถ้าหากครูไม่เคารพการตั้งข้อสันนิษฐานของนักเรียนแล้ว จะทำให้นักเรียนสนใจประเด็นที่หยิบยกขึ้นมาน้อยลง และไม่ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมเท่าที่ควร

2. ใช้การอภิปรายโดยการโต้แย้งกัน โดยนำประเด็นปัญหามาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรจัดแหล่งเรียนรู้หรือสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมและเพียงพอในการนำข้อมูลมาอภิปราย โดยให้นักเรียนแสดงหรือเสนอข้อมูลที่ได้อย่างมีเหตุผล หลากมุมมอง

3. สร้างโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์ห้มุมมองหรือหลักฐานจากนักเรียนอื่น เพื่อพัฒนาหรือปรับมุมมอง รวมทั้งหลักฐานสนับสนุนที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งของตน

4. สอนให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ ตรวจสอบและประเมินข้อมูลที่ได้มา รวมทั้งนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาใช้ในการโต้แย้ง

5. ช่วยนักเรียนให้นำข้อมูลมาสนับสนุนเหตุผลของตนได้อย่างชัดเจน โดยการให้นักเรียนใช้ความรู้ตรวจสอบข้อสันนิษฐานของตน และคิดหาวิธีการได้มาซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุน

Eilks and Mark (2009) ได้กล่าวถึงกิจกรรมที่ใช้ในการอภิปรายในชั้นเรียนที่มีการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ว่าในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะจัดเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้รับบทบาทเป็นกลุ่มอิทธิพลต่าง ๆ ในสังคม ได้เป็นนักข่าว เป็นเจ้าของ

กิจกรรมโฆษณาสินค้า หรือถูกดึงเข้ามาในสถานการณ์ที่ต้องมีการตัดสินใจ ซึ่งในการรวบรวมข้อมูลนั้น อาจมีการทำงานเป็นแบบร่วมมือ (Co-operative learning) เพื่อสืบค้นข้อมูลแล้วจึงนำมาอภิปรายรวมทั้งโต้แย้งในมุมมองของตนเอง

โดยสรุปเมื่อพิจารณาจุดร่วมของแต่ละรูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการเรียนการสอนออกเป็น 4 ชั้น ได้แก่ 1) ชั้นวิเคราะห์ประเด็น เป็นชั้นที่นักเรียนวิเคราะห์และระบุปัญหาจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ครูหยิบยกมานำเสนอในชั้นเรียน 2) ชั้นสำรวจประเด็นและแสวงหาความรู้พื้นฐาน เป็นชั้นที่ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ จากนั้นนักเรียนไปสำรวจและสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นในหลากหลายมิติ 3) ชั้นนำเสนอความรู้และอภิปราย เป็นชั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและสืบค้นข้อมูลมานำเสนอ และอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ และ 4) ชั้นสะท้อนความคิดและสร้างแนวปฏิบัติต่อประเด็น เป็นชั้นที่นักเรียนสังเคราะห์ความคิดหลักและแนวทางปฏิบัติที่ได้จากการกระบวนการเรียนรู้

2.3.2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

Zeidler and Nichols (2009) ได้กล่าวถึงบทบาทของครู และนักเรียนที่มีต่อประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ดังนี้

#### บทบาทของครู

ครูจะต้องจัดกิจกรรมโดยให้ความสำคัญกับการโต้แย้งโดยใช้หลักฐาน ซึ่งคุณครูที่สนใจในการจัดกิจกรรมโดยเน้นการอภิปรายหรือสนทนาต้องมีการส่งเสริมให้มีการใช้ข้อมูลวิจัยหรือข้อมูลปัจจุบันมาสนับสนุนโดยคำถามที่ใช้กระตุ้นต้องนำนักเรียนให้ไปสู่แง่มุมต่าง ๆ ของประเด็นที่ยกขึ้นมาได้

### บทบาทของนักเรียน

การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาสู่การปฏิบัติจะต้องมีการทำให้นักเรียนนำเสนอเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และสังคมวัฒนธรรม นักเรียนจะเป็นผู้ปรับเปลี่ยนระบบความเชื่อของตนเองโดยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหลายแง่มุม แต่การปรับเปลี่ยนที่เกิดขึ้นอาจจะไม่ได้เกิดขึ้นที่ทันใด แต่จะเป็นการใช้หลักฐานมาหักล้างหรือสนับสนุนความเชื่อเดิมของตนเอง ซึ่งประเด็นวิทยาศาสตร์สังคมนี้จะทำให้นักเรียนต้องการข้อมูลข่าวสารมากยิ่งขึ้น ต้องคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสร้างข้อโต้แย้งรวมทั้งหาหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างเหมาะสม

โดยสรุปบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน จะต้องมีการทำให้นักเรียนให้ได้อภิปรายและนำเสนอเหตุผลในหลากหลายมุมมอง และบทบาทของนักเรียนจะต้องเป็นผู้รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาส่งเสริมหรือปรับเปลี่ยนระบบความเชื่อของตนที่เกี่ยวข้องประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น ๆ

#### 2.3.3 เกณฑ์ในการเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

Elks and Mark (2009) ได้ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีศักยภาพ โดยการคัดเลือกประเด็นจะเริ่มด้วยปัญหาหรือข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน โดยประเด็นนั้นจะต้องปรากฏในสื่อต่าง ๆ ที่หลากหลาย เช่น บทความในหน้าหนังสือพิมพ์ แผ่นพับจากกลุ่มที่มีอิทธิพลต่อประเด็นนั้น โฆษณาต่าง ๆ รายการโทรทัศน์และอื่น ๆ ซึ่งสามารถนำมาเป็นคำถามกระตุ้นและนำอธิบายในช่วงต้นของบทเรียนได้

ประเด็นนั้นมีการให้ความคิดเห็นจากกลุ่มที่เกี่ยวข้องหรือได้ผลประโยชน์ที่หลากหลาย ซึ่งประเด็นที่ไม่เหมาะสมคือประเด็นที่มีข้อสรุปเพียงด้านเดียว หรือเป็นประเด็นด้านวิทยาศาสตร์ จารีตประเพณี หรือสังคมที่ไม่ได้รับการยอมรับจากนักเรียนส่วนใหญ่จากครูหรือจากผู้ปกครอง

โดยประเด็นที่เลือกต้องเอื้อต่อกระบวนการตัดสินใจแบบเปิด (Open – decision making process) ซึ่งกิจกรรมที่ครูจัดให้มีการทำท่ายให้นักเรียนตัดสินใจและร่วมแสดงความคิดเห็น (Open forum) โดยวิธีการนี้ต้องแน่ใจว่าผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นของตนโดยไม่ตัดสิน หรือขัดต่อศีลธรรม จรรยาบรรณ หรือเป็นการวิพากษ์วิจารณ์ที่รุนแรงนอกเหนือจากที่กำหนดในกลุ่มหรือกำหนดโดยครู อย่างไรก็ตามบทเรียนทั้งหมดจะมีการสอนทฤษฎีทางเคมีพื้นฐาน ซึ่งองค์ความรู้จะถูกสร้างโดยการทำปฏิบัติการของนักเรียน เป็นการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) เช่น จิ๊กซอว์ (Jigsaw) หรือการเรียนรู้โดยใช้ศูนย์การเรียนรู้ (The Learning at Stations method) มีการใช้เทคนิคการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย โดยพิจารณาถึงความคิดเห็นที่ตรงข้ามว่าส่งผลและมีอิทธิพลต่อสังคมอย่างไร โดยกรอบแนวคิดเชิงมโนทัศน์ของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน แสดงดังตารางที่ 3 ซึ่งปรับมาจากกรอบแนวคิดเชิงมโนทัศน์ของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานในการสอนเคมี และตัวอย่างประเด็นและเนื้อหาสาระที่นำไปใช้ในการเรียนการสอน แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 กรอบแนวคิดเชิงมโนทัศน์ของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

มโนทัศน์ของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน			
วัตถุประสงค์	เกณฑ์ใน	วิธีการนำ	โครงสร้างของ
	การเลือกประเด็น	ไปจัดการเรียนรู้	แผนการสอน
การศึกษาผ่านทางวิทยาศาสตร์	เป็นประเด็นที่เกิดขึ้นจริง (Authenticity)	มาจากสื่อจริง	มีการตีความตัวอักษร (Textual approach) และการวิเคราะห์ปัญหา
การรู้วิทยาศาสตร์ (ในหลายมิติ)	มีความสัมพันธ์กับชีวิต (Relevance)	มีการเรียนรู้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	เข้าใจพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ผ่านการทำปฏิบัติการ

มโนทัศน์ของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน			
วัตถุประสงค์	เกณฑ์ในการเลือกประเด็น	วิธีการนำไปจัดการเรียนรู้	โครงสร้างของแผนการสอน
		และทำปฏิบัติการ	
ส่งเสริมทักษะการประเมินข้อมูล	ประเมินภายใต้การเคารพทั้งมุมมองด้านสังคมและวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและเรียนรู้แบบร่วมมือ	มีมิติของความเป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร	มีการอภิปรายอย่างเปิดเผย	มีการโต้แย้งกัน	อภิปรายและประเมินในมุมมองต่าง ๆ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์	มีการตั้งประเด็นคำถามจากวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	มีการกระตุ้นให้แต่ละคนแสดงความคิดเห็น	มีการสะท้อนคิด (Meta-reflexive)

ตารางที่ 4 ตัวอย่างของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ประเด็น	สาระทางวิทยาศาสตร์	ปฏิบัติการ/การทดลอง	ข้อขัดแย้งทางสังคม
ไบโอดีเซล (Biodiesel) (Eilks 2000, 2002 อ้างถึงใน Marks and Eilks, 2009)	ไขมัน อุตสาหกรรมผลิตเอสเตอร์ การสังเคราะห์สารเคมี สมดุลเคมี	การสังเคราะห์ไบโอดีเซลจากน้ำมันที่มาจากเมล็ดพืช การเปรียบเทียบความหนืดกับการเผาไหม้	การรับรู้ของสังคมต่อรายงานในเรื่องสมดุลของระบบนิเวศ การใช้ประโยชน์จากข้อขัดแย้งของกลุ่มที่มีส่วนร่วมในผลประโยชน์ซึ่งมี

ประเด็น	สาระทาง วิทยาศาสตร์	ปฏิบัติการ/การ ทดลอง	ข้อขัดแย้งทางสังคม
			ความกดดันต่อ ผลิตภัณฑ์ที่แตกต่าง กัน และการโต้แย้ง ของผู้ประกอบการต่อ สาธารณะ
ขนมขบเคี้ยว (Light Crisps) (Eilks, Marks and Feirabend, 2008; Marks, Bertram and Eilks. 2008 อ้าง ถึงใน Marks and Eilks, 2009)	ไขมันและ คาร์โบไฮเดรต การศึกษาเกี่ยวกับ พลังงาน	การวัดปริมาณไขมัน และน้ำตาลในอาหารที่ ต่างกัน	การโต้แย้งในเรื่องของ ผลิตภัณฑ์ไขมันต่ำกับ ผลิตภัณฑ์ลดแป้ง สื่อ โฆษณาของผลิตภัณฑ์ ต่าง ๆ ดังกล่าว
เครื่องดื่ม แอลกอฮอล์ สำหรับเยาวชน (Alcopops) (Mark and Eilks, 2008; Marks, Siol & Eilks, 2006 อ้าง ถึงใน Marks and Eilks, 2009)	แอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์ในร่างกาย คาเฟอีน	การวิเคราะห์เชิง ปริมาณของเครื่องดื่ม โดยคำนึงถึง แอลกอฮอล์และ น้ำตาล การวิเคราะห์ เชิงคุณภาพใน คาเฟอีน	ข้อห้ามและการเสีย ภาษีของเครื่องดื่ม แอลกอฮอล์สำหรับ เยาวชน (Alcopops) ในประเทศเยอรมนี ปฏิกิริยาของผู้ผลิต โดยการนำเสนอ ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้รับ ผลกระทบจาก กฎหมายใหม่ และ การใช้กลยุทธ์โฆษณา ที่เหมือนเดิม

ประเด็น	สาระทาง วิทยาศาสตร์	ปฏิบัติการ/การ ทดลอง	ข้อขัดแย้งทางสังคม
เจลอาบน้ำ (Shower gels) ( Marks and Eilks, 2008; Marks & Witte and Eilks, 2007 อ้างถึงใน Marks and Eilks, 2009)	สบู่ สารทำความสะอาด สะอาด และน้ำหอม	คุณสมบัติของสารทำ ความสะอาด น้ำหอม และส่วนผสมอื่น ๆ	หัวน้ำหอมระเหย สังเคราะห์ ซึ่งมีผลต่อ การทำงานของ ฮอร์โมน และความ เป็นไปได้ที่จะเป็นสาร ก่อมะเร็ง การใช้งาน ในเครื่องสำอาง น้ำหอม และการ ประเมินจากผู้บริโภค
รถพลังงาน ไฮโดรเจน (Hydrogen car) (Eilks, Evlogimanos, Olympios and Valanides, 2003 อ้างถึงใน Marks and Eilks, 2009)	เซลล์ไฟฟ้าเคมี เซลล์ พลังงาน เทคโนโลยี ไฮโดรเจน	การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า การสร้างเซลล์ พลังงาน	การใช้ไฮโดรเจนเป็น เชื้อเพลิงและคำถาม ในสังคมถึงที่มาของ ไฮโดรเจนและแหล่ง พลังงานที่ใช้ในการ สร้างไฮโดรเจน
ไบโเอทานอล (Bio-Ethanol) (Feierabend and Eilks, 2008 อ้างถึงใน Marks and Eilks, 2009 )	แอลกอฮอล์ การหมัก และการกลั่น	การหมัก คุณสมบัติ ของแอลกอฮอล์ การ เปรียบเทียบปริมาณ พลังงานสำหรับการ เผาไหม้แก๊สโซลีนและ แอลกอฮอล์	การแข่งขันระหว่าง อุตสาหกรรมอาหาร กับการผลิตเชื้อเพลิง ผลกระทบจากการ เปลี่ยนไปใช้พลังงาน ชีวภาพซึ่งส่งผลต่อ ราคาอาหารใน ประเทศที่กำลังพัฒนา

ประเด็น	สาระทาง วิทยาศาสตร์	ปฏิบัติการ/การ ทดลอง	ข้อขัดแย้งทางสังคม
			ผลกระทบของการผลิตไบโอเอทานอลในป่าฝนประเทศบราซิลและมาตรฐานทางสังคมต่อการผลิตไบโอเอทานอลในบางประเทศ

โดยสรุปเกณฑ์ในการเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะเริ่มด้วยปัญหาหรือข้อโต้แย้งซึ่งเกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน โดยประเด็นนั้นจะต้องปรากฏในสื่อต่าง ๆ ประเด็นนั้นมีการให้ความคิดเห็นจากกลุ่มที่เกี่ยวข้องหรือได้ผลประโยชน์ที่หลากหลาย ไม่ใช่ประเด็นที่มีข้อสรุปเพียงด้านเดียวและไม่ได้รับการยอมรับในสังคม นอกจากนี้ยังเป็นประเด็นที่เอื้อต่อการตัดสินใจและสามารถร่วมแสดงความคิดเห็นได้

2.3.4 การวัดและการประเมินผลของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) ได้กล่าวถึงการวัดและการประเมินผลของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ไว้ว่าต้องมีการวัดและประเมินผลควบคู่ไปกับการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ซึ่งต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม และค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินผลงานของตนเองและเพื่อน มีการประเมินความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ของนักเรียนไปสู่บริบทชีวิตจริง ซึ่งการประเมินสามารถทำได้โดยใช้วิธีการที่หลากหลายในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูกำหนด เช่น การสังเกตพฤติกรรม การสัมภาษณ์ การประเมินผลงานหรือชิ้นงาน การประเมินแฟ้มสะสมงาน บันทึกการเรียนรู้ หรือรายงานการประชุมจากการปรึกษาหารือกันของนักเรียน



### 2.3.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ

วิทยาศาสตร์เป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

Zeidler and Applebaum (2011) ได้ทำการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติในประเด็นต่าง ๆ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ประเด็นเปรียบเทียบ	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ	การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
แนวคิด	แนวคิดการสอนแบบดั้งเดิม: ใช้ประเด็นเนื้อหาตามหนังสือ หรือข้อบทที่ปรากฏอยู่ในเล่ม	ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์: เนื้อหาสัมพันธ์กับประเด็นที่มาจากสังคมโดยมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ด้วย
วิธีการสอน	การบรรยาย การปฏิบัติการ (Lab) การอภิปรายเนื้อหาที่สัมพันธ์กับมโนทัศน์ แบบฝึกหัด หรือกิจกรรมตามปฏิบัติการ (Lab) ที่ออกแบบไว้แล้ว	เน้นการโต้แย้งเกี่ยวกับประเด็นที่สนใจ กิจกรรมกลุ่มเล็ก บทบาทสมมติ หรือทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีการบรรยายและการทำปฏิบัติการที่จำกัด
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	มีกิจกรรมที่ชัดเจน และเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์	มีกิจกรรมที่ชัดเจน และเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์
ผลที่คาดหวัง	ได้เรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้น	ได้พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการตัดสินใจในบริบทที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนสนใจในประเด็นที่

ประเด็น เปรียบเทียบ	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ	การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
		เป็นที่ถกเถียงซึ่งสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ และสังคม นอกจากนี้ยังรู้และเข้าใจใน ส่วนของเนื้อหา ได้มุมมองธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้น

ที่มาตาราง : Zeidler, Applebaum and Sadler (2011)

จากตารางที่ 5 สรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน แตกต่างจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปกติ โดยจะเป็นการสอนที่เน้นการโต้แย้งเกี่ยวกับประเด็นที่สนใจ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก โดยให้แสดงบทบาทสมมติ หรือทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีการบรรยายและการทำปฏิบัติการที่จำกัดต่างจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปกติ และมีเป้าหมายในการพัฒนานักเรียนให้มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสามารถตัดสินใจในบริบทที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้

### 3. การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อการรู้วิทยาศาสตร์

Zeidler and Nichols (2009) ได้กล่าวว่าในการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้มีการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นการเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมในการกระทำหรือมีการแสดงออกอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาความสามารถในการประเมินข้อมูลข่าวสารในชีวิตประจำวันเพื่อนำมาตัดสินใจ สามารถเข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการโต้แย้งในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้

Heinsen (2011) กล่าวว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน การจัดสถานการณ์เพื่อให้เด็กสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตสถานการณ์จริงได้ โดยผู้เชี่ยวชาญหลายคนเสนอว่าการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งในการสร้างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

Sadler (2011b) ได้กล่าวว่ามีนักเรียนที่มีประสบการณ์การเรียนรู้จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่มีการเตรียมพร้อมในการรับมือกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งเกิดขึ้นในชีวิตจริง นักเรียนจะมีแนวโน้มที่จะตระหนักถึงความสำคัญของประเด็นนั้น ๆ มีการจัดเตรียมหรือหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ดี และมีประสบการณ์จากการฝึกปฏิบัติในการที่จะเจรจาหรือโต้แย้งประเด็นวิทยาศาสตร์สังคมที่ซับซ้อน โดยสิ่งเหล่านี้จะส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์หรือมีการรู้วิทยาศาสตร์

โดยสรุปการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเป็นแนวคิดทางการศึกษาที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ผ่านการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานหรือข้อมูลข่าวสารที่เหมาะสม สามารถเลือกสรรข้อมูลข่าวสารที่เป็นประโยชน์ และเข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการถกเถียงประเด็นวิทยาศาสตร์สังคมได้ ซึ่งเหล่านี้เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นแก่นักเรียน ทำให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพและมีเหตุผล สามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือในชีวิตจริงได้

4. การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน มีหลักการในการนำไปจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558)

1. เป็นการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับประเด็นที่สนใจ โดยเป็นประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งหลักการจัดการเรียนรู้ข้อนี้จะเป็นการนำนักเรียนด้วยประเด็นปัญหาปลายเปิดที่เป็นสถานการณ์ปัจจุบัน เพื่อกระตุ้นนักเรียนเข้าสู่บทเรียน และส่งเสริมนักเรียนในการระบุปัญหาและแยกแยะประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ออกจากประเด็นอื่น ๆ

2. กิจกรรมการเรียนรู้จะมีการส่งเสริมให้นักเรียนเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และทางสังคมวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา โดยนักเรียนมีการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนความคิดของตน รวมทั้งเสนอหลักฐานที่สืบค้นหรือจัดกระทำแล้วกับกลุ่มอื่น

3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติขั้นสูง (Higher-order practice) เช่น การให้เหตุผล การโต้แย้ง การตัดสินใจ หรือการระบุดูดีของตนเอง (Position taking) โดยเน้นการร่วมมือและการมีปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน ซึ่งในการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมข้างต้น นักเรียนต้องมีการนำข้อมูลที่รวบรวมและวิเคราะห์ที่ได้แล้ว มาตีความรวมทั้งลงข้อสรุปในรูปของคำอธิบายต่าง ๆ เพื่อโต้แย้งหรือแสดงเหตุผล รวมทั้งนำไปใช้ในการตัดสินใจ

ซึ่งเมื่อพิจารณาหลักการนำไปจัดการเรียนรู้ข้างต้น พบว่าการหยิบยกประเด็นปัญหาหรือประเด็นในสังคมที่น่าสนใจมาใช้เป็นประเด็นขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้จะเป็นการสร้างความรู้ที่ชัดเจนทางปัญญาแก่นักเรียน นักเรียนจึงต้องแสวงหาข้อมูลเพื่อปรับสมดุลของโครงสร้างความรู้ของตน ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับเพื่อนร่วมชั้นและครู ซึ่งนักเรียนต้องหาประจักษ์พยานและสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลในการยืนยันความคิดหรือสมมติฐานของตน สอดคล้องกับความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Schen, 2007; Zimmerman, 2005) นอกจากนี้ Gerber et al. (2001) ได้กล่าวไว้ว่าประสบการณ์ที่สร้างความชัดเจนทางปัญญาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

โดยสรุปการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน มีหลักในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ต้องมีการนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ และมีการกระตุ้นให้นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ในหลายมิติเพื่อนำมาโต้แย้ง ตัดสินใจ หรือระบุดูดีของตนเองที่มีต่อประเด็นนั้น ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้สามารถส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ภคพร อิศระ (2557) ได้ทำวิจัยเรื่องผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและแบบประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบ ได้ผลการวิจัยคือ (1) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 (2) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (4) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ณรงค์ชัย พงษ์ธนะ (2559) ได้ทำวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมินที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษาเขต 2 จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ

ค่าที่ได้ผลการวิจัยคือ 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2.45 คะแนน จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน สูงกว่าก่อนทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา 18.72 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 62.4 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 แต่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Bao et al. (2009) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบความรู้ด้านเนื้อหาและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาจีนและนักศึกษามาเมริกันพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มมีความใกล้เคียงกันมาก แต่สิ่งที่มีผลต่อระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาคือรูปแบบในการเรียนการสอนที่นักศึกษาได้ประสบมา โดยนักศึกษาที่ผ่านการเรียนการสอนโดยการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์จะมีระดับของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้เรียนแบบสืบสอบ ซึ่ง Bao และคณะได้สรุปว่าการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

ธัญญา การประกอบ (2556) ได้ทำวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนผสมผสานกับรูปแบบการเรียนปกติที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

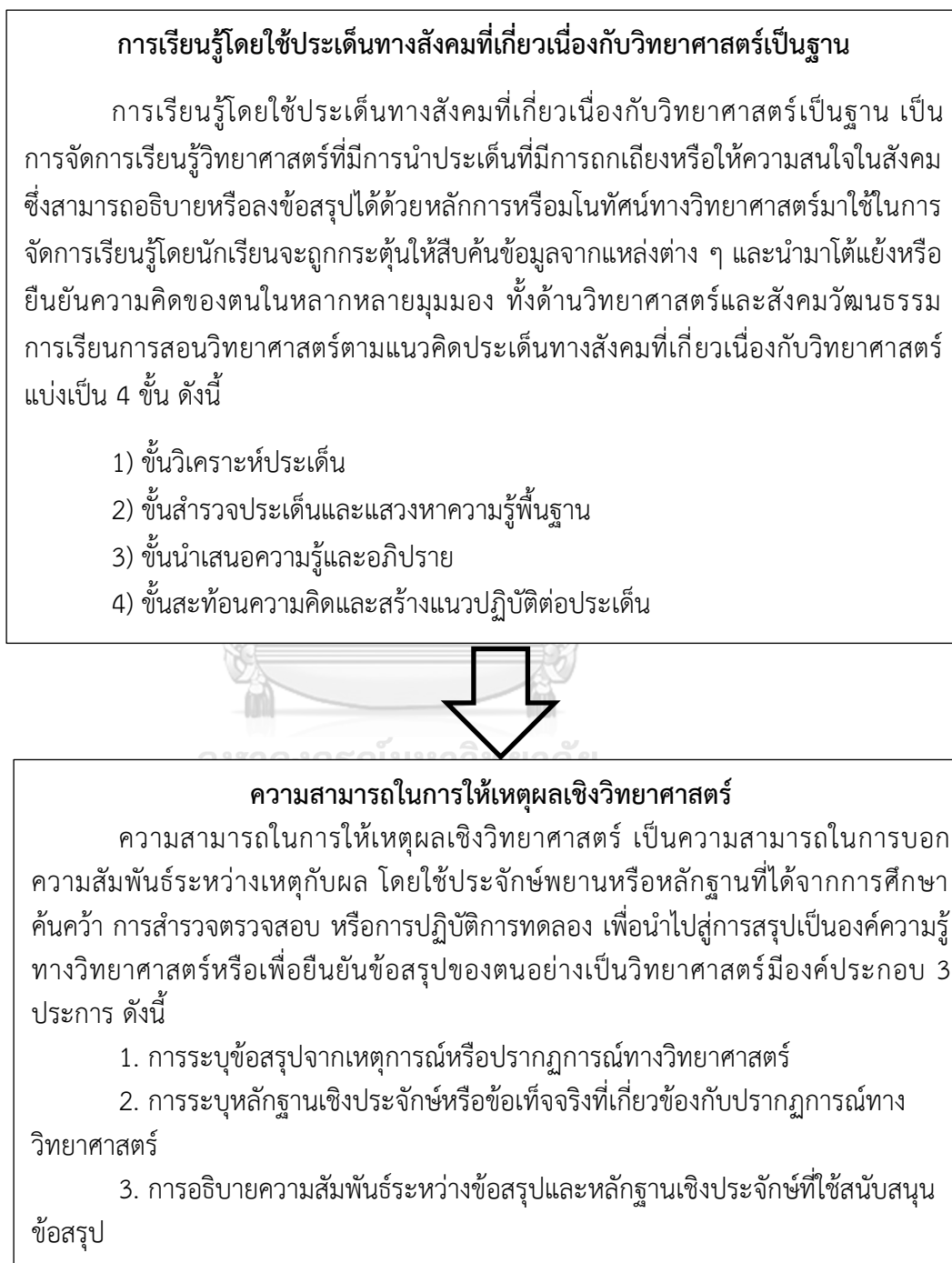
พรพรรณ พลเยี่ยม (2556) ได้ทำวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนผสมผสานกับรูปแบบการเรียนปกติที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีเพศต่างกัน โดยใช้เครื่องมือในเก็บรวบรวมข้อมูล 1) แบบประเมินความสามารถในการโต้แย้ง 2) แบบทดสอบวัดการคิดวิพากษ์วิจารณ์ 5 ด้าน คือ ด้านการอนุมาน ด้านการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น ด้านการนิรนัย ด้านการตีความ และด้านการประเมินข้อโต้แย้ง ผลการวิจัยพบว่านักเรียน

โดยส่วนใหญ่ทั้งนักเรียนชายและหญิง หลังเรียนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ผสมผสานกับรูปแบบการเรียนรู้ปกติมีการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งเพิ่มขึ้นจากการสอบครั้งที่ 1-4 ตามลำดับ และมากกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบปกติ และมีคะแนนการคิดวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนเฉลี่ยและแยกเป็นรายด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมากกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบปกติ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ผสมผสานกับรูปแบบการเรียนรู้ปกติมีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์รายด้านทั้ง 5 ด้าน ไม่แตกต่างกัน

พงศ์กรณ์ พันธุ์โยศรี (2558) ได้ทำวิจัยเรื่องผลของการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีผลต่อความสามารถในการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยจำแนกองค์ประกอบการรู้สิ่งแวดล้อมเป็น 3 ด้านคือ ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม ใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล ได้แก่ 1) แบบทดสอบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม 2) แบบวัดเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และ 3) แบบรายงานพฤติกรรมตนเองด้านสิ่งแวดล้อม ได้ผลวิจัยออกมาว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมมีความสามารถในการรู้สิ่งแวดล้อมดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป โดยมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมสูงกว่านักเรียนอีกกลุ่มหนึ่ง

## กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยเรื่องผลของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้ดังแผนภาพต่อไปนี้





### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยเรื่อง ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) มีรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest - posttest design โดยมีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง เป็นกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบปกติ โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการทดลองทั้งสองกลุ่ม

รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design	
กลุ่มทดลอง	$O_1$ ----- X ----- $O_2$
กลุ่มควบคุม	$O_1$ ----- $O_2$

- $O_1$  หมายถึง การเก็บข้อมูลก่อนการทดลองของตัวแปรความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- X หมายถึง การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
- $O_2$  หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังการทดลองของตัวแปรความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

## 2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ที่มีการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จังหวัดกรุงเทพมหานคร

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งกำลังศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ที่มีการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยดำเนินการตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

#### 2.1 การเลือกโรงเรียน

ผู้วิจัยกำหนดโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้โรงเรียนมัธยมวัดบึงทองหลาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกโรงเรียน มีดังนี้

2.1.1 เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ที่มีการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แล้วมีการเปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2.1.2 มีการรับนักเรียนเข้าศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเท่ากับจำนวนที่แสดงความจำนงค์สมัครเรียนโดยไม่ได้คัดนักเรียนเป็นกรณีพิเศษ

#### 2.2 การเลือกระดับชั้นเรียน

ผู้วิจัยกำหนดระดับชั้นเรียนที่ทำการทดลอง โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกระดับชั้นเรียน มีดังนี้

2.2.1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 2 เป็นระดับชั้นที่นักเรียนผ่านการเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษามาแล้ว 1 ปี มีการปรับตัวเข้ากับบริบทของสถานศึกษาพอสมควร และมีพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกปรับให้ใกล้เคียงกันจากการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านมา

2.2.2 เนื้อหาที่เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามที่จัดในหนังสือแบบเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีหลายเนื้อหาที่สามารถนำมาจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานได้

### 2.3 การเลือกห้องเรียน

โรงเรียนที่คัดเลือกมีนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 11 ห้องเรียน โดยผู้วิจัยมีการดำเนินการคัดเลือกห้องเรียนเพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยนำคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ทั้ง 11 ห้องเรียน มาทำการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้อง 1 และห้อง 2 มีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่ห้องเรียนอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยคะแนนที่แตกต่างจากทั้งสองห้องมาก ผู้วิจัยจึงเลือกห้องเรียนทั้งสองที่มีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกันมาดำเนินการวิจัยในปีการศึกษา 2561 จากนั้นจึงจับสลากเพื่อสุ่มเลือกห้องเรียนที่จะใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยห้องม. 2/1 ได้เป็นกลุ่มทดลองซึ่งจะได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ส่วนห้องม. 2/2 เป็นกลุ่มควบคุมโดยจะได้เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ

1) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ

1.1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ มี 2 แบบ ดังนี้

2.1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

## 2.2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รายละเอียดของขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือมีดังนี้

### 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

3.1.1 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดความสามารถที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบสอบอัตนัยประกอบด้วยข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ จำนวน 10 ข้อ เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนพร้อมทั้งระบุเหตุผลยืนยันความคิดเห็นหรือสมมติฐานของตน แบบวัดนี้มีขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา รวมทั้งบทความทางวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 นิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นิยามเชิงปฏิบัติการ	องค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
เป็นความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล โดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า การสำรวจ ตรวจสอบ หรือการปฏิบัติการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือเพื่อยืนยันข้อสรุปของตนอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยสามารถระบุองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ 3 องค์ประกอบ	1. การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์
	2. การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์
	3. การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

2. ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์รายข้อตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การประเมิน (Rubrics scoring) 4 ระดับ กำหนดค่าคะแนนตั้งแต่ 0-3 คะแนน ซึ่งข้อคำถามทุกข้อใช้การประเมินเดียวกัน ข้อละ 9 คะแนน รวม 90 คะแนน โดยเกณฑ์ การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เกณฑ์ การประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1.ความครบถ้วน ขององค์ประกอบ ในการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ (3 คะแนน)	มีองค์ประกอบ ครบถ้วนทั้ง 3 องค์ประกอบ	มีการระบุ คำตอบตาม องค์ประกอบ ของการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ แต่ไม่ครบถ้วน โดยขาดไป 1 องค์ประกอบ	มีการระบุคำตอบ ตามองค์ประกอบ ของการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ แต่ไม่ครบถ้วน โดยขาดไป 2 องค์ประกอบ	ไม่ได้ระบุ ข้อความแสดง เหตุผล เชิง วิทยาศาสตร์ ตาม องค์ประกอบ ของการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์
2. ความสอดคล้อง ของหลักฐานเชิง ประจักษ์หรือ ข้อเท็จจริงกับ มโนทัศน์ หลักการ หรือทฤษฎี		หลักฐานเชิง ประจักษ์หรือ ข้อเท็จจริงที่ระบุ ลงในเนื้อความ มีความ สอดคล้องกับ	หลักฐานเชิง ประจักษ์หรือ ข้อเท็จจริงที่ระบุ ลงในเนื้อความ	นักเรียนไม่ได้ ระบุหลักฐาน เชิงประจักษ์ หรือ ข้อเท็จจริงเลย

เกณฑ์ การประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
ทางวิทยาศาสตร์ (2 คะแนน)		มโนทัศน์ หลักการ หรือ ทฤษฎีทางวิทยา วิทยาศาสตร์ ทั้งหมด	มีความสอดคล้อง กับมโนทัศน์ หลักการ หรือ ทฤษฎีทางวิทยา วิทยาศาสตร์ บางส่วน	หรือ ข้อเท็จจริง และหลักฐาน เชิงประจักษ์ที่ ระบุลงใน เนื้อความไม่มี ความ สอดคล้องกับ มโนทัศน์ หลักการ หรือ ทฤษฎีทาง วิทยา วิทยาศาสตร์
3. ความถูกต้องของ มโนทัศน์ หลักการ หรือทฤษฎีทาง วิทยาวิทยาศาสตร์ (2 คะแนน)		หลักฐานเชิง ประจักษ์หรือ ข้อเท็จจริงที่ระบุ ลงในเนื้อความ มีความถูกต้อง ตามมโนทัศน์ หลักการ หรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ ทั้งหมด	หลักฐานเชิง ประจักษ์หรือ ข้อเท็จจริงที่ระบุ ลงในเนื้อความ มีความถูกต้อง ตามมโนทัศน์ หลักการ หรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ บางส่วน	หลักฐานเชิง ประจักษ์หรือ ข้อเท็จจริงที่ ระบุลงใน เนื้อความ ไม่มีความ ถูกต้องตาม มโนทัศน์ หลักการ หรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์

เกณฑ์ การประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
4. การอธิบาย เหตุผล เชื่อมโยง หลักฐานและข้อสรุป (2 คะแนน)		มีการอธิบาย เหตุผลเชื่อมโยง หลักฐานกับ ข้อสรุปอย่างเป็น เหตุเป็นผล ชัดเจน	มีการอธิบาย เหตุผลเชื่อมโยง หลักฐานกับ ข้อสรุป แต่มีบางส่วน ไม่เป็นเหตุเป็นผล หรือไม่ชัดเจน	ไม่มีการ อธิบายเหตุผล เชื่อมโยง หลักฐานกับ ข้อสรุปอย่าง เป็นเหตุเป็น ผล

3. นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์และปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน (รายนามในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามและเกณฑ์การประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิมากกว่าหรือเท่ากับ .05 (ไซติกา ภาชีผล ณีภูษกรณณ์ หลาวทอง และ กมลวรรณ ตั้งธณานนท์, 2558) และปรับปรุงแบบวัดตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยผู้ทรงคุณวุฒิพบว่ามีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 และมีความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ทั้งนี้สามารถสรุปข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขของผู้ทรงคุณวุฒิ ได้ดังนี้

1) คำถามข้อที่ 2 เปลี่ยนคำว่า “ดีจิตอล” เป็น “ดีจิตัล”

2) คำถามข้อที่ 2 ในส่วนของเกณฑ์คำตอบ ให้ตัดข้อความ “นอกจากนี้การที่กล้องถ่ายภาพเงาสีขาวได้ อาจเกิดจากการประมวลผลที่ผิดพลาดของกล้องดิจิทัลทำให้ได้ภาพที่มีสีเพี้ยนจากความเป็นจริง”

3) คำถามข้อที่ 3 ในส่วนของเกณฑ์คำตอบให้ระบุถึงการเกิด หินแปรและการเกิดแร่ด้วย

4) คำถามข้อที่ 7 แก่คำว่า “หายใจเต้นเร็ว” เป็น “หัวใจเต้นเร็ว”

5. นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไข แล้วไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความถูกต้องอีกครั้ง ก่อนนำไปทดลองใช้จริง

6. นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุง แล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าข้อสอบมีความยากอยู่ในช่วง 0.29-0.59 แสดงว่าข้อสอบอยู่ในช่วงยากปานกลางถึงค่อนข้างยาก ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.30 ซึ่งมีความหมายว่าคุณภาพของข้อสอบอยู่ในช่วงพอใช้ได้ มีอำนาจจำแนกปานกลางและแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.70 ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงที่สามารถใช้ได้ (โชติกา ภาษิมผล ญัฐภรณ์ หลาวทอง และ กมลวรรณ ดงธนภานนท์, 2558)

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 2 แบบ คือ (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานสำหรับกลุ่มทดลอง และ (2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนการสอนและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน



แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีขั้นตอนการสอนจากการที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์แล้วหาจุดร่วมของขั้นตอนในรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ Ratcliffe (1997), Eilks (2010), Sadler et al. (2017) และ ประสาท เนืองเฉลิม (2558) โดยผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการเรียนรู้ออกเป็น 4 ชั้น ได้แก่ 1) ชั้นวิเคราะห์ประเด็น 2) ชั้นสำรวจประเด็นและแสวงหาความรู้พื้นฐาน 3) ชั้นนำเสนอความรู้และอภิปราย และ 4) ชั้นสะท้อนความคิดและสร้างแนวปฏิบัติต่อประเด็น จากนั้นจึงดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานและตัวชี้วัด จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเพื่อนำมาวิเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2) จัดเนื้อหาและคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับสาระที่กำหนด เพื่อนำมาใช้ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรายประเด็นจำนวน 6 แผน รวม 27 คาบเรียน แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 8 หน่วยการเรียนรู้ สาระ ประเด็นที่เกี่ยวข้องและจำนวนคาบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

หน่วยการเรียนรู้	สาระ	ประเด็นที่เกี่ยวข้อง	จำนวนคาบ
1. อาหารกับสารอาหาร (6 คาบ)	อาหารและสารอาหาร	ความจำเป็นของการรับประทานผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร	6
2. ระบบต่าง ๆ ของมนุษย์และสัตว์ (21 คาบ)	ระบบหายใจ	บุหรีไฟฟ้า	4
	ระบบไหลเวียนเลือด	ยาจากเลือดของสัตว์ทดลอง	4
	ระบบขับถ่าย	การขยายอวัยวะ (ไต)	4
	ระบบประสาทและพฤติกรรม	ยาเสพติดถูกกฎหมาย	4
	ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต	การอุ้มบุญ	5
รวม			27

2) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจพิจารณาความตรงตามเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และความเหมาะสมกับเวลา จากนั้นนำมาแก้ไขปรับปรุงตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้

3) นำแผนการจัดการเรียนรู้อันได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 4 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาถูกต้องตามหลักสูตร แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล และความเหมาะสมของเวลา แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการตรวจคุณภาพเครื่องมือพบว่าผู้ทรงคุณวุฒิให้คะแนนความสอดคล้องของรายละเอียดกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานตั้งแต่ 0.50-1.00 และผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะในการแก้ไข สรุปได้ดังนี้

1) แก้ไขคำว่า “จุดประสงค์การเรียนรู้” เป็น “วัตถุประสงค์การเรียนรู้”

2) วัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้านเจตพิสัยให้ระบุด้วยว่าครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกด้วยวิธีการใด

3) ลดเวลาที่ใช้ในชั้นที่ 3 แล้วไปเพิ่มในชั้นที่ 2 เพื่อที่นักเรียนจะได้มีเวลาในการดำเนินกิจกรรมในการแสวงหาความรู้พื้นฐานตามที่ครูกำหนดเพิ่มขึ้น

4) ในชั้นนำเสนอความรู้และอภิปราย ควรระบุคำถามที่เน้นให้นักเรียนแสดงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยม ความเชื่อด้านสังคมและวัฒนธรรม

5) แบบบันทึกกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานให้เพิ่มเติมการบันทึกด้านที่เกี่ยวข้องกับสังคมด้วย

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบ

จากนั้นแก้ไขปรับปรุงแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 20 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คนเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

5) ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้อีกครั้งก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง

### 3.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ม. 2 เล่ม 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นเนื้อหาเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานทุกประการ มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรม และขั้นสรุป ดังนี้

1) เป็นขั้นที่ครูใช้คำถาม ประเด็นการสนทนา หรือสื่อประกอบการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน

2) ขั้นกิจกรรม เป็นขั้นที่ครูใช้กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือคำตอบของปัญหา โดยนำผลหรือข้อมูลที่รวบรวมมาอภิปรายร่วมกัน

3) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูนำนักเรียนให้สรุปความรู้ร่วมกันโดยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดในคาบเรียนนั้น

การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีรายละเอียด ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานและตัวชี้วัด จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาวิเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระที่กำหนด เพื่อนำมาใช้ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแผนทดลองจำนวน 6 แผน รวม 27 คาบเรียน

3) นำแผนการจัดการเรียนการสอนที่ได้ออกแบบแล้วเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 4 ท่าน เพื่อพิจารณา ตรวจสอบความตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาถูกต้องตามหลักสูตร แนวทางการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล และความเหมาะสมของเวลา แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการตรวจคุณภาพเครื่องมือพบว่าผู้ทรงคุณวุฒิให้คะแนนความสอดคล้องของรายละเอียดกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีตั้งแต่ 0.50-1.00 และผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะในการแก้ไข สรุปได้ดังนี้

1) แก้ไขคำว่า “จุดประสงค์การเรียนรู้” เป็น “วัตถุประสงค์การเรียนรู้”

2) วัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้านเจตพิสัยให้ระบุด้วยว่าครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกด้วยวิธีการใด

3) ปรับเวลาในชั้นกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ

โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีความสอดคล้องของแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้ แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
<p><b>1) ชั้นวิเคราะห์ประเด็น</b></p> <p>นำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ผ่านทางสื่อต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ประเด็นนั้นว่าเป็นปัญหา หรือมีบทบาทหรือความสำคัญอย่างไรต่อนักเรียนและสังคม</p>	<p><b>1) ชั้นนำ</b></p> <p>ใช้คำถาม ประเด็นการสนทนา หรือสื่อประกอบการเรียนการสอนต่าง ๆ เพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน</p>
<p><b>2) ชั้นสำรวจประเด็นและแสวงหาความรู้พื้นฐาน</b></p> <p>นักเรียนมุ่งพิจารณาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ครูนำเสนอว่าเป็นปัญหาหรือข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นในสังคมอย่างไร มีความรู้พื้นฐานใดที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รับความรู้พื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอในการพิจารณาประเด็นนั้น ๆ</p>	<p><b>2) ชั้นกิจกรรม</b></p> <p>ใช้กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือคำตอบของปัญหา โดยนำผลหรือข้อมูลที่รวบรวมมาอภิปรายร่วมกัน</p>
<p><b>3) ชั้นนำเสนอความรู้และอภิปราย</b></p> <p>นักเรียนนำข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้สืบค้นมานำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อยืนยันหรือสนับสนุนความคิดของตนที่มีต่อประเด็นนั้น ๆ ในมุมมองที่หลากหลายตามบทบาทที่ตนได้รับ</p>	
<p><b>4) ชั้นสะท้อนความคิดและสร้างแนวปฏิบัติต่อประเด็น</b></p> <p>นักเรียนสังเคราะห์ความคิดหลักและแนวทางปฏิบัติที่ได้จากการกระบวนการเรียนรู้ในคาบเรียนนั้นออกมา โดยนักเรียนได้สะท้อนความคิดของตน</p>	<p><b>3) ชั้นสรุป</b></p> <p>นักเรียนสรุปความรู้ร่วมกันโดยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดในคาบเรียนนั้น</p>

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
จากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ ซึ่งจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์	

โดยในการนำรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ผู้วิจัยมีการศึกษาและค้นคว้าประเด็นต่าง ๆ ที่เป็นที่ยุติถึงในสังคม โดยคำนึงถึงความสอดคล้องของประเด็นนั้นกับหลักการ ทฤษฎี หรือโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นที่สามารถนำมาโต้แย้งโดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลด้านสังคมและวัฒนธรรม จากนั้นผู้วิจัยจึงคัดเลือกประเด็นที่สอดคล้องกับมาตรฐาน ตัวชี้วัดและเนื้อหาสาระตามหลักสูตรที่ผู้วิจัยกำหนด แล้วจึงนำประเด็นที่เลือกมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับขั้นตอนตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

#### 4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามขั้นตอน ดังนี้

##### 4.1 ชั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการสอน

###### 4.1.1 สำหรับกลุ่มทดลอง ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

(1) แนะนำรายวิชา ชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมถึงวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานให้นักเรียนกลุ่มทดลอง

###### 4.1.2 สำหรับกลุ่มควบคุม แนะนำรายวิชา และชี้แจงจุดประสงค์การเรียนการสอน

4.1.3 ให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อเก็บเป็นคะแนนก่อนเรียน

4.1.4 ผู้วิจัยทำการตรวจแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยสถิติค่าที (t-test) พบว่าคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หมายความว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ไม่เท่ากัน

#### 4.2 ขั้นตอนการสอน

ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และดำเนินการสอนกลุ่มควบคุมโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปกติ จำนวน 6 แผน และใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 9 สัปดาห์ จำนวน 27 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที โดยทดลองสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

#### 4.3 ขั้นหลังสอน

4.3.1 เมื่อดำเนินการสอนครบตามจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงดำเนินการทดสอบหลังเรียนทั้งนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพร้อมกัน ด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

4.3.2 นำคะแนนหลังเรียนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

### 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูป เพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นดำเนินการดังนี้

5.1 ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยสถิติค่าที (t-test) แบบมีทิศทาง โดยทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

5.2 ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการทดลองของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) เนื่องจากนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีพื้นฐานของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ไม่เท่ากัน





#### บทที่ 4

##### ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 รายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน ผู้วิจัยนำเสนอผลวิจัยเป็น 2 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานกับการเรียนรู้แบบปกติ

ข้อมูลทั้งสองตอน นำเสนอได้ดังนี้

ผลของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (t-test) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มทดลอง	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	P
ก่อนเรียน	90	38.05	10.22	-10.17	.00*
หลังเรียน	90	52.80	9.88		

\*p<.05

จากตารางที่ 10 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 38.05 และ 52.80 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.22 และ 9.88 ตามลำดับ และจากการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนพบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานกับการเรียนรู้แบบปกติ**

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	F	P
กลุ่มทดลอง	90	52.80	9.88	4.51	0.04
กลุ่มควบคุม	90	44.82	7.32		

\* $p < .05$

จากตารางที่ 11 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน เท่ากับ 52.80 และ 44.82 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 9.88 และ 7.32 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของคะแนนพบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## บทที่ 5

### สรุปผลวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานกับกลุ่มที่เรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ กรุงเทพมหานคร ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงและดำเนินการสุ่มห้องเรียน 2 ห้องเรียนเพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยห้องเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองมีนักเรียนจำนวน 40 คน และห้องเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุมมีนักเรียนจำนวน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ 2) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบที (Paired sample t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ผู้วิจัยแสดงรายละเอียดสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ไว้ดังนี้

#### สรุปผลวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 นักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 นักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ซึ่งได้แก่ 1) ขั้นวิเคราะห์ประเด็น 2) ขั้นสำรวจประเด็นและแสวงหาความรู้พื้นฐาน 3) ขั้นเสนอความรู้และอภิปราย และ 4) ขั้นสะท้อนความคิดและสร้างแนวปฏิบัติต่อประเด็น นั้นส่งเสริมให้นักเรียนได้วิเคราะห์ประเด็นที่ครูหยิบยกขึ้นมาในแต่ละคาบเรียนว่าเป็นประเด็นเกี่ยวกับอะไรแล้วมีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนอย่างไรบ้างตามความรู้เดิมและประสบการณ์ของนักเรียน จากนั้นนักเรียนร่วมกันระบุมหาความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องแล้วออกแบบวิธีแสวงหาข้อมูลในหลากหลายมิติ นักเรียนสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้วนำมาเสนอและอภิปรายร่วมกันซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นที่นักเรียนได้ปรับเปลี่ยนหรือยืนยันความเชื่อของตนโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้ไปสืบค้นมาทั้ง หลักฐานด้านวิทยาศาสตร์รวมทั้งหลักฐานในมิติด้านสังคมและวัฒนธรรมซึ่งนักเรียนต้องโต้แย้งอย่างมีเหตุผลโดยนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนข้อโต้แย้งของตนเป็นการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพราะนักเรียนได้ใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่อยืนยันความคิดเห็นของตน นอกจากนี้ในขั้นสุดท้าย ขั้นสะท้อนความคิดและสร้างแนวปฏิบัติต่อประเด็น จะเป็นการให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อประเด็นเป็นรายบุคคลเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลซึ่งช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้พัฒนาสูงขึ้นทั้งนี้สามารถอภิปรายผลโดยจำแนกตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่ 2 การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

มีรายละเอียดของการอภิปรายผลจำแนกตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

## ตอนที่ 1 การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการแสดงข้อความเพื่อยืนยันหรือลงข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น ซึ่งในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ในขั้นที่ 1 ชั้นวิเคราะห์ประเด็น นักเรียนจะได้ทำการวิเคราะห์ประเด็นที่ครูนำเสนอว่าเป็นปัญหา มีบทบาทหรือความสำคัญอย่างไรต่อนักเรียนและสังคมโดยประเด็นนั้นต้องเป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมหรือความกังวลด้านศีลธรรม รวมทั้งมีข้อสรุปที่เป็นไปได้ มาให้นักเรียนได้สนทนา อภิปราย หรือโต้แย้งกัน ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนใช้เหตุผลบนหลักฐานเชิงประจักษ์ อันนำไปสู่การลงข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับที่ Zeidler and Nichols (2009) ได้กล่าวไว้ว่าประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยความหมาย ส่งเสริมให้นักเรียนมีการใช้เหตุผลในการตัดสินใจและทำความเข้าใจข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง โดยจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีการระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนขึ้นจากพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของนักเรียนโดยในช่วงแรกนักเรียนมีการใส่ความคิดเห็นส่วนตัวและขาดการใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็น ทั้งนี้เมื่อสังเกตพฤติกรรมในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นในช่วงหลังของการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความพยายามในการอ้างอิงทฤษฎีหลักการและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในการบอกว่าประเด็นที่ครูหยิบยกขึ้นมาเป็นปัญหาหรือมีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนอย่างไรมากขึ้น ซึ่งนั่นอาจเป็นเพราะว่านักเรียนมีโอกาสได้วิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากการจัดประสบการณ์เรียนรู้หลายวงจรโดยผ่านการอภิปรายโต้แย้งในการปรับปรุงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของตนที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับประเด็นเพื่อสนับสนุนสมมติฐานของตน ส่งผลให้การลงข้อสรุปของนักเรียนเป็นเหตุเป็นผลและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Lawson (2004) ที่กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีต้องผ่านการฝึกฝนรวมทั้งการมีส่วนร่วมในการร่วมกันอภิปรายบนพื้นฐานของความรู้และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

## ตอนที่ 2 การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการแสดงหลักฐานและข้อเท็จจริงที่สนับสนุนข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ๆ ซึ่งจากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่าในขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจประเด็นและแสวงหาความรู้พื้นฐาน เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันระบุงค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ครูนำเสนอทั้งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ด้านสังคมวัฒนธรรม จากนั้นนักเรียนร่วมกันออกแบบวิธีการแสวงหาข้อมูลซึ่งจะต้องครอบคลุมความรู้ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และความรู้ด้านสังคมวัฒนธรรม การที่นักเรียนต้องแสวงหาข้อมูลในหลากหลายมิติส่งผลให้นักเรียนมีข้อมูลสนับสนุนสมมติฐานของตนในแง่มุมต่าง ๆ ส่งเสริมให้นักเรียนมีการสืบเสาะแสวงหาข้อมูลที่หลากหลายขึ้นไม่จำกัดแค่ด้านวิทยาศาสตร์อย่างเดียวจากนั้นนักเรียนนำข้อมูลที่ได้รับมาจัดระบบเพื่อวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องกันของข้อมูลที่นักเรียนได้สืบค้นกับประเด็นเพื่อเตรียมนำมาอภิปรายและนำเสนอเป็นลำดับต่อไป สอดคล้องกับที่ Zeidler, Applebaum and Sadler (2011) กล่าวว่านักเรียนได้แสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อนำข้อมูลหลักฐานมาใช้ในการตัดสินใจนั้นช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการรวบรวมข้อมูลหลักฐานอย่างเป็นระบบ สามารถตรวจสอบและประเมินข้อมูลที่ได้อาเป็นเหตุเป็นผล

จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้นำข้อมูลที่สืบค้นได้มานำเสนอความรู้และอภิปรายในขั้นที่ 3 และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในห้องร่วมกัน โดยอภิปรายถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และบทบาทของความรู้ นั้น กับประเด็น นอกจากนี้ครูได้ร่วมเสริมต่อในบางประเด็นที่เพิ่มเติมจากที่นักเรียนได้สืบค้นมา เพื่อสรุปเป็นมโนทัศน์ที่สำคัญของคาบเรียนนั้น สร้างโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์มุมมองหรือหลักฐานจากการปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนคนอื่น รวมทั้งหลักฐานสนับสนุนที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งของตนเพื่อพัฒนาหรือปรับมุมมอง เป็นการสร้างองค์ความรู้จากความขัดแย้งทางปัญญาผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันเพื่อให้นักเรียนคัดกรองข้อมูลที่ถูกต้องและสมเหตุสมผลสัมพันธ์กับความเชื่อของตน หรือปรับเปลี่ยนความเชื่อเดิมสู่การสร้างองค์ความรู้ที่ถูกต้อง สอดคล้องกับที่ Zeidler and Nichols (2009) ได้กล่าวไว้ว่าประสบการณ์ที่สร้างความขัดแย้งทางปัญญาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับครูจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

### ตอนที่ 3 การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปเป็นการแสดงความสอดคล้องกันของข้อสรุปที่มีต่อเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์กับหลักฐานและข้อเท็จจริงที่ใช้สนับสนุน โดยอาจใช้ข้อมูล หลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายความสอดคล้องนั้น โดยองค์ประกอบนี้ถูกส่งเสริมให้พัฒนาขึ้นได้จากขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนความคิดและสร้างแนวปฏิบัติต่อประเด็น โดยในขั้นนี้ครูจะให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสะท้อนความคิดเห็นของตนที่มีต่อประเด็นที่ครูได้นำเสนอไปในขั้นที่ 1 รวมทั้งแนวทางในการปฏิบัติต่อประเด็นอย่างเหมาะสม โดยนักเรียนจะได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาจากในขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาสนับสนุนความคิดเห็นของตนที่มีต่อประเด็น เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปให้ออกมาในรูปแบบของสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลในการยืนยันความคิดหรือสมมติฐานของตน สอดคล้องกับ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) ได้กล่าวไว้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผล นักเรียนต้องมีการนำข้อมูลที่รวบรวมและวิเคราะห์ให้ได้แล้ว มาตีความรวมทั้งลงข้อสรุปในรูปแบบของคำอธิบายต่าง ๆ เพื่อโต้แย้งหรือแสดงผลสนับสนุนสมมติฐานของตนอย่างไรก็ตามจากการพิจารณาการให้เหตุผลของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนหลายคนยังขาดการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปที่ชัดเจน โดยนักเรียนบางส่วนได้ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีการอ้างถึงหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายความสัมพันธ์เชื่อมโยงทั้งสองส่วน หรืออธิบายความสัมพันธ์อย่างสมเหตุสมผล

นอกจากนี้จากการตรวจแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนและหลังเรียน ปรากฏข้อค้นพบที่น่าสนใจ ดังนี้

1. นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบครบถ้วนมากขึ้น แสดงดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ปรากฏในแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 3  
 คำถามคือนักเรียนเชื่อหรือไม่ว่า มีหินสีเกิดขึ้นภายในดอกบัวได้  
 ให้นักเรียนระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้นพร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน  
 ก่อนเรียน

“ผมคิดว่า หินสีในดอกบัวอาจจะทำขึ้นเพื่อให้ชาวบ้านครุฑธาเฉย ๆ ไม่ได้ต้องการ  
 ที่จะค้าขาย” (นักเรียนคนที่ 1 กลุ่มทดลอง)

หลังเรียน

“ไม่เชื่อเพราะหินสีที่พบอาจเป็นเศษกรวดก็ได้ ไม่มีดอกบัวที่จะมีเพชรที่ตกผลึก  
 ขึ้นเองตามธรรมชาติบนดอกบัวแน่นอน” (นักเรียนคนที่ 1 กลุ่มทดลอง)

จากนักเรียนคนที่ 1 กลุ่มทดลอง พบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่ได้ระบุข้อสรุปจากคำถามของ  
 สถานการณ์ที่กำหนด และแสดงเหตุผลโดยใช้ความคิดเห็นส่วนตัว ไม่ได้ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือ  
 ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาคำตอบหลังเรียนของนักเรียนพบว่านักเรียนมีการระบุ  
 ข้อสรุปจากคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดและมีความพยายามในการระบุข้อเท็จจริงทาง  
 วิทยาศาสตร์ว่าเพชรหรือหินสีที่โจทย์กล่าวถึงไม่สามารถเกิดขึ้นบนดอกบัวได้ การที่นักเรียน  
 ใช้ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนความคิดเห็นของตน แสดงให้เห็นถึงการมีความสามารถ  
 ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ทั้งนี้ในส่วนของคำตอบหลังเรียนของนักเรียนยังขาดการอธิบาย  
 ความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานเชิงประจักษ์กับข้อสรุปจากปรากฏการณ์ที่ชัดเจนและสมเหตุสมผล

2. นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน ทำให้คำตอบจากแบบวัดความสามารถ  
 ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังไม่ชัดเจนเพียงพอ แสดงดังตัวอย่างคำตอบของ  
 นักเรียนที่ปรากฏในแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 5  
 คำถามคือจากปรากฏการณ์พลาณาเรียงอกหัวแผลที่เกิดขึ้น นักเรียนคิดว่า  
 เป็นอิทธิพลจากการนำพลาณาเรียไปเลี้ยงไว้บนสถานีอวกาศใช่หรือไม่  
 ให้นักเรียนระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้นพร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน



ก่อนเรียน

“ใช่ เพราะสถานีอวกาศมีอากาศที่เบาบางกว่าโลกจึงอาจทำให้มีการงอกหัวแฝดออกมา” (นักเรียนคนที่ 2 กลุ่มทดลอง)

หลังเรียน

“ใช่ เพราะระหว่างสถานีโลกและสถานีอวกาศนั้น มีสภาพอากาศที่ต่างกัน สถานีอวกาศ มีอากาศที่เบาบางกว่าโลก ทำให้พลาสมาเรียดิบโตได้ดีก็ว่าได้” (นักเรียนคนที่ 2 กลุ่มทดลอง)

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 6

คำถามคือจากรายงานการรุกรานของหนอนตัวแบนนิวกินีในประเทศไทยข้างต้นจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศประเทศไทยหรือไม่ ให้นักเรียนระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้นพร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

ก่อนเรียน

“ส่งผลเสีย เพราะทำให้หอยทากนั้นสามารถสูญพันธุ์ และทำให้สภาพแวดล้อมเกิดความไม่สมดุลขึ้นได้” (นักเรียนคนที่ 3 กลุ่มทดลอง)

หลังเรียน

“ส่งผล เพราะจะทำให้ระบบนิเวศเกิดความไม่สมดุล การที่หนอนนิวกินีกินไส้เดือนดินทำให้ไส้เดือนดินลดลง ไส้เดือนดินมีหน้าทำให้ดินร่วนซุย เกิดเป็นช่องให้ดินได้รับแก๊ส แต่ถ้าหากไส้เดือนดินหมดไป จะทำให้ไม่มีตัวที่ทำให้ดินร่วนซุย ทำให้ดินมีปัญหาและส่งผลกระทบต่อเกษตรกรรมและทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนไป” (นักเรียนคนที่ 3 กลุ่มทดลอง)

จากการตอบแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนมีการระบุข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์และมีความพยายามในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปจากสถานการณ์ที่กำหนดกับหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ แต่ทั้งนี้มนทัศน์บางส่วนที่นักเรียนนำมาอธิบายมีความคลาดเคลื่อน เช่น จากคำตอบของ

นักเรียนคนที่ 2 กลุ่มทดลอง นักเรียนได้ระบุข้อสรุปจากสถานการณ์ รวมทั้งระบุข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสภาพอากาศที่แตกต่างกันของสถานีอวกาศและบนโลกซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพลาสมาเรีย แต่ทั้งนี้การรอกหัวแปดของพลาสมาเรียบนสถานีอวกาศไม่ใช่สิ่งที่บ่งบอกถึงการเจริญเติบโตได้ดีดังที่นักเรียนระบุไว้ในคำตอบ นอกจากนี้จากคำตอบของนักเรียนคนที่ 3 กลุ่มทดลอง โดยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้ส่งผลให้คุณภาพ ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนลดลงแม้นักเรียนจะมีหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์มายืนยันข้อสรุปของนักเรียน แต่การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นยังไม่สมเหตุสมผลหรือถูกต้องตามหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

โดยสรุปนักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น พิจารณาได้จากการตอบแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ฉบับหลังเรียนของนักเรียนที่มีองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ครบถ้วนและสมบูรณ์มากขึ้น แต่ทั้งนี้นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนจะมีการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อสรุปจากสถานการณ์ที่ไม่สมเหตุสมผลไปด้วยซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และส่งผลต่อคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพราะถึงแม้กลุ่มทดลองจะมีคะแนนหลังเรียนที่สูงขึ้น และกลุ่มทดลองมีคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่คะแนนเฉลี่ยกลับอยู่ที่ 52.80 คะแนน จากคะแนนเต็ม 90 คะแนน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยคะแนนที่ไม่สูงมากนัก นอกจากนี้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แล้ว ในด้านการปรับตัวของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานได้ส่งผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยเพราะนักเรียนจะเริ่มคุ้นชินกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเงื่อนไขของเวลานี้ส่งผลให้พัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังพัฒนาได้ไม่เต็มที่ และส่งผลให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังไม่สูงมากนัก

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะสำหรับการนำวิจัยไปใช้

การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานนั้นสามารถพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้ทั้งนี้ในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้มีขั้นตอน ดังนี้

#### 1. การเตรียมประเด็น

ขั้นที่ครูหาความรู้เพิ่มเติมในประเด็นที่กำลังเป็นที่โต้แย้งในสังคมโดยเป็นประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถค้นคว้าได้จากสื่อต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หรือสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เป็นต้น จากนั้นนำประเด็นต่าง ๆ มาวิเคราะห์ถึงความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหาสาระที่ต้องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และทำการเลือกประเด็นที่เหมาะสมที่สุด โดยมีหลักในการพิจารณาประเด็นดังนี้

1.1 เป็นประเด็นที่มีการพูดถึงอย่างแพร่หลายในสังคม โดยปรากฏอยู่ตามสื่อต่าง ๆ เช่น บทความในวารสารหรือหนังสือพิมพ์ รายการโทรทัศน์ หรือในสังคมออนไลน์ เป็นต้น

1.2 ประเด็นที่เลือกมานั้นต้องมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยสามารถใช้ทฤษฎี หลักการหรือโมเดลทางวิทยาศาสตร์มาเป็นส่วนหนึ่งในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับประเด็นนั้นได้

1.3 เป็นประเด็นที่ไม่สามารถลงข้อสรุปได้เพียงด้านเดียว แต่สามารถใช้เหตุผลในหลากหลายมิติทั้งด้านวิทยาศาสตร์และสังคมวัฒนธรรมมาประกอบตามบริบท ความเชื่อและค่านิยมของบุคคล

1.4 เป็นประเด็นที่เอื้อต่อการนำมาอภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

1.5 ประเด็นนั้นมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจัดประสบการณ์การเรียนรู้

## 2. การวิเคราะห์ประเด็น

ในขั้นนี้ครูต้องนำประเด็นที่เลือกมาเสนอนักเรียนและนำเข้าสู่บทเรียน โดยอาจนำประเด็นเข้ามาใช้ผ่านสื่อต่าง ๆ เช่น ข่าว บทความ วิดีทัศน์ หรือรูปภาพ เป็นต้น จากนั้นให้นักเรียนทำการวิเคราะห์ว่าประเด็นที่ครูหยิบยกมานั้นเกี่ยวข้องกับอะไร และมีบทบาทหรือความสำคัญอย่างไรกับตัวนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนตอบคำถามดังกล่าว จากนั้นครูทำการประเมินคำตอบของนักเรียนเพื่อวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานและแนวโน้มของความเชื่อของนักเรียนว่าเอนเอียงไปในทิศทางใด

## 3. การสำรวจประเด็นและแสวงหาความรู้พื้นฐาน

ครูให้นักเรียนร่วมกันระบุนิยามพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็น โดยครูพยายามใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนระบุนิยามที่เกี่ยวของมาให้ครบถ้วน จากนั้นให้นักเรียนระบุนิยามที่เกี่ยวของในมิติอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากด้านวิทยาศาสตร์ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ทำงานเป็นกลุ่มย่อย โดยร่วมกันออกแบบวิธีการแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและแหล่งความรู้ต่าง ๆ จากนั้นนักเรียนทำการแสวงหาข้อมูลตามที่ออกแบบไว้ ทั้งนี้ในขั้นตอนนี้ครูยังสามารถจัดกิจกรรมหรือปฏิบัติการเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องให้ครบถ้วน

## 4. การเสนอความรู้และอภิปราย

ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้สืบค้นและความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมหรือปฏิบัติการมานำเสนอ โดยเน้นการแสดงข้อค้นพบที่เกี่ยวข้องกับประเด็นในมิติต่าง ๆ ทั้งนี้ครูควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเสนอข้อมูลในทุกมิติทั้งด้านวิทยาศาสตร์และด้านสังคมวัฒนธรรม ให้นักเรียนได้ร่วมกันประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน และร่วมกันแสดงความคิดเห็นที่มีต่อประเด็นผ่านบทบาทต่าง ๆ เช่น บทบาทของผู้ผลิต บทบาทของผู้บริโภค หรือบทบาทขององค์กรนอกภาครัฐ (Non-governmental organization) เป็นต้น

## 5. การสะท้อนความคิดและสร้างแนวปฏิบัติต่อประเด็น

ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อประเด็นโดยเป็นความคิดเห็นที่มาจากตัวตนของนักเรียนโดยใช้ความรู้ที่ได้จากในคาบเรียนรวมทั้งความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนซึ่ง

ความคิดเห็นของนักเรียนนั้นไม่มีผิดหรือถูกต้องที่สุด แต่เป็นไปตามค่านิยมและความเชื่อของนักเรียน โดยอาจให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในรูปของบันทึกการเรียนรู้ท้ายคาบหรือใช้การสัมภาษณ์ นักเรียนรายบุคคลถึงมุมมองที่นักเรียนมีต่อประเด็นต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นทุกคน

ทั้งนี้ในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมเป็นฐานไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ลักษณะของครูที่เอื้อให้การจัดการเรียนรู้นี้มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลที่ดีต่อนักเรียนคือ ครูจะต้องเป็นผู้ที่มีความสนใจต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ รอบตัว ทันทต่อเหตุการณ์ที่เป็นประเด็นและเป็นที่ยกเถียงในสังคม เพื่อที่จะสามารถหยิบยกประเด็นรอบ ๆ ตัวนั้นมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ นอกจากนี้ครูต้องเคารพในการตั้งข้อสันนิษฐานที่มีต่อประเด็นของนักเรียน เพราะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนนั้นสะท้อนให้เห็นถึงการคิดและการให้ความหมายที่สัมพันธ์กับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง รวมทั้งทำให้มองเห็นถึงลำดับขั้นในการที่จะพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนต่อไป นอกจากนี้ครูควรมีการจัดแหล่งเรียนรู้ที่มีข้อมูลเพียงพอหรือสามารถแนะนำแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถไปสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้ทั้งนี้ครูต้องเป็นผู้สร้างบรรยากาศของการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นของตนได้อย่างเต็มที่ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์มุมมองหรือหลักฐานจากนักเรียนคนอื่น เพื่อพัฒนาหรือปรับมุมมองของตนจากการเรียนรู้ร่วมกัน

### ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน มีข้อสังเกตที่นำไปสู่การวิจัยต่อไป ดังนี้

1) ในการทำวิจัยนี้ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ไม่เท่ากัน แต่มีคะแนนเฉลี่ยจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นไปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน ซึ่งจากข้อสังเกตนี้อาจนำไปสู่การวิจัยแก่ผู้ที่สนใจต่อไป

2) ในการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยอาจศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น ความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น

3) ในการทำวิจัยครั้งต่อไปอาจมีการศึกษาประเด็นและเนื้อหาที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจากงานวิจัยนี้



## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย.
- เจษฎา เต็มดวงบริพันธ์. (2554). *วิทยาศาสตร์ลวงโลก (Pseudoscience)*. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเยาวชน ครั้งที่ 6 (วทท. เพื่อเยาวชน ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา.
- โชติกา ภาษีผล, ณิชฐกรณ หลาวทอง และ กมลวรรณ ตั้งธนานนท์. (2558). *การวัดและประเมินผล การเรียนรู้*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณรงค์ชัย พงษ์ชนะ. (2559). *ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมินที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (ปริญาครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐมน สุชัยรัตน์. (2558). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และ การถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. (ปริญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญญา การประกอบ. (2556). การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนผสมผสานกับรูปแบบการเรียนปกติที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *journal of environmental education*, 4(8), 42 – 52.
- ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงศ์กรณ์ พันธุ์โยศรี. (2558). *ผลของการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีผลต่อความสามารถในการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. (ปริญาครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- พรพรรณ พลเยี่ยม. (2556). การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนผสมผสานกับการเรียนปกติที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีเพศต่างกัน. *วารสารบัณฑิตศึกษา*, 47, 201-210.

ภคพร อิศระ. (2557). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค. (ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21. (พิมพ์ครั้งที่ 1). สมุทรปราการ: บริษัท เนว่าเอ็ดดูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ตัวอย่างข้อสอบที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์นานาชาติ: PISA และ TIMSS. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดอรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นานาชาติ. กรุงเทพมหานคร: บริษัทสมมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2009. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดอรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). [ออนไลน์]. รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 วิชาวิทยาศาสตร์. แหล่งที่มา <http://timssthailand.ipst.ac.th/?p=145> [9 เมษายน 2560].

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). ผลการประเมิน PISA 2015 บอกระยะถึงระดับนโยบาย. Focus ประเด็นจาก PISA, 14, 1-4.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). [ออนไลน์]. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 – 2564. แหล่งที่มา [http://www.nesdb.go.th/ewt\\_dl\\_link.php?nid=6422](http://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422) [9 เมษายน 2560].

## ภาษาอังกฤษ

Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., . . . Wu, N. (2009). Learning and Scientific Reasoning. *Sciencemag*, 323, 1-9.



- Clancey, W. J. (1995). A tutorial on situated learning. [Online]. Retrieved from [http://methodenpool.uni-koeln.de/situierteslernen/clancey\\_situated\\_learning.PDF](http://methodenpool.uni-koeln.de/situierteslernen/clancey_situated_learning.PDF) [2017, May 1]
- Eilks. (2010). *Making chemistry teaching relevant and promoting scientific literacy by focusing on authentic and controversial socio-scientific issues*. Paper presented at the The society for didactics in chemistry and physics, Potsdam, Germany
- Eilks, & Mark, R. (2009). Promoting Scientific Literacy Using a Sociocritical and Problem-Oriented Approach to Chemistry Teaching: Concepts, Examples, Experiences. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4: 3 231-245.
- Frank, A. (2005). Basic proficiencies in scientific reasoning. [Online]. Retrieved from [http://www.frostburg.edu/fsu/assets/File/Administration/pair/student-learningoutcomes/Basic\\_Skills/SCI\\_REASONING\\_guide.pdf](http://www.frostburg.edu/fsu/assets/File/Administration/pair/student-learningoutcomes/Basic_Skills/SCI_REASONING_guide.pdf) [2017, May 1]
- Gerber, B. L., Cavallo, A. M., & Marek, E. A. (2001). Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education*, 23:5, 535-549
- Hausmann, D., & Schröder, L. (2010). Optimizing Conditional Logic Reasoning within CoLoSS. *Theoretical Computer Science* 262, 157-171.
- Heinsen, L. D. (2011). Why Scientific Literacy Must Be a Focus of Science Education: An Argument for the Literate Citizen. *ASEJ*, 42 : 1, 28-33. .
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of science literacy. *International Journal of environment and science education*, 4:3, 275-287.
- Holyoak, K. J., & Morrison, R. G. (2005). The Cambridge handbook of thinking reasoning. USA [Press release]
- Kaplan, A. O., & Çavuş, R. (2016). Perspectives of 8th Grade Students with Different Epistemological Beliefs on Genetic Themed Socio-scientific Issues. *International Online Journal of Educational Sciences*, 8 (4), 178-198.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual Space During Scientific Reasoning. *Cognition Science*, 12, 1-48.

- Lawson. (2004). The Nature and Development of Scientific Reasoning : A Synthetic View. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 307-338.
- Lawson. (2010). Basic Inferences of Scientific Reasoning, Argumentation, and Discovery. *Science Education*, 94, 336-364.
- Lawson, & Worsnop. (1992). Learning about evolution and rejecting a belief in special creation: Effects of reflective reasoning skill, prior knowledge, prior belief and religious commitment. *Journal of research in science teaching*, 29(2), 143-166.
- National Research Council. (1996). National science education standards [Press release]
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2015). The 2015 Definition of Scientific Literacy. [Online]. *PISA 2015 draft science framework*. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf> [2017, January 16]
- Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision-making about socioscientific issues within the science curriculum *International Journal of Science Education*, 19(2), 167-182.
- Saad, M. I. M., Baharom, S., Mokshien, S. E., & Setambah, M. A. B. (2017). The Study of Used Socio - Scientific issues (SSI) in Biology. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7 (3), 348-355.
- Sadler (Ed.) (2011a). *Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education*. New York: Springer.
- Sadler (Ed.) (2011b). *Socio-scientific Issues- Based Education: What We Know About Science Education in the Context of SSI*. New York: Springer.
- Sadler, Foulk, J. A., & Friedrichsen, P. J. (2017). Evolution of a model for socioscientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 75-87.
- Schen, M. S. (2007). *Scientific reasoning skills development in the introductory biology courses for undergraduates*. Retrieved from
- Simon, S. (2008). Using Toulmin's Argument Pattern in the evaluation of argumentation in school science. *International Journal of Research & Method in Education*, 31:3, 277-289.

- Stein, D. (1998). Situated learning in adult education. [Online]. Retrieved from <http://www.ericdigests.org/1998-3/adult-education.html> [2017, May 1]
- The American Association for the Advancement of Science. (1990). Science for all Americans, Project 2061 [Press release]
- Treagust, D. F. (2012). *Diagnostic assessment in science as a means to improving teaching, learning and retention*. Paper presented at the Proceedings of The Australian Conference on Science and Mathematics Education
- UNESCO. (2001). *The training of trainers manual: for promoting scientific and technological literacy (STL) for all*. Retrieved from Bangkok:
- Walton, D. N. (1990). What is reasoning? What is an argument? . *The Journal of Philosophy*, 87(8) 399-419.
- Yuenyong, C., & Narjaikeaw, P. (2009). Scientific Literacy and Thailand Science Education. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3) 335-349.
- Zeidler, D. L., & Applebaum, S. M. S., T.D. (Eds.). (2011). *Enacting a Socioscientific Issues Classroom: Transformative Transformation*. New York: Springer.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practices. *Journal of mentary Science Education*, 21: 2, 49-58.
- Zeineddin, A., & Abd-El-Khalick, F. (2010). Scientific Reasoning and Epistemological Commitments: Coordination of Theory and Evidence Among College Science Students. *Journal of Research in Science Teaching* 47, 1064-1093
- Zimmerman, C. (2005). *The development of scientific reasoning: What psychologists contribute to an understanding of elementary science learning*. Retrieved from



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

**รายการภาคผนวก****ภาคผนวก ก**    **รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ****ภาคผนวก ข**    **เครื่องมือที่ใช้วิจัย**

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง



### ภาคผนวก ก

#### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

- |   |   |
|---|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม        | อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน<br>คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย               |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง      | อาจารย์ประจำสาขาวิชาการวัดและ<br>ประเมินทางการศึกษา<br>คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมุข | อาจารย์ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ                                |
| 4. อาจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์             | อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์<br>โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย<br>ฝ่ายมัธยม |
| 5. อาจารย์วนาภรณ์ ละออสวรรณ                   | อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์<br>โรงเรียนปทุมคงคา                                |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

### แผนการจัดการเรียนรู้

- |  |  |
|--|--|
| 1. อาจารย์ ดร.ปรีณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ | อาจารย์ประจำสาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์    |
|  | คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย     |
| 2. อาจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์        | อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ |
|  | โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย     |
|  | ฝ่ายมัธยม                              |
| 3. อาจารย์วนาภรณ์ ละออสวรรณ              | อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ |
|  | โรงเรียนปทุมคงคา                       |
| 4. อาจารย์อารียา บุญทวีคุณ               | อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ |
|  | โรงเรียนปทุมคงคา                       |



ภาคผนวก ข  
เครื่องมือที่ใช้วิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1.2 แนวคำตอบจากตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1.3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ  
วิทยาศาสตร์เป็นฐาน

2.2 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ



### ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ชื่อ \_\_\_\_\_ ชั้น \_\_\_\_\_ เลขที่ \_\_\_\_\_

#### 1. น้ำมะนาวโซดารักษามะเร็ง

โรคมะเร็งเป็นโรคหนึ่งที่มีผู้ป่วยเป็นจำนวนมาก โดยปัจจุบันมีวิธีการที่หลากหลายในการใช้รักษาโรคมะเร็ง เช่น การผ่าตัด การใช้รังสีรักษา และการใช้เคมีบำบัด เป็นต้น ซึ่งพบว่าหลายวิธีมีผลข้างเคียงต่อผู้ป่วย และบางวิธีอาจมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะหาทางบำบัดรักษาโรคมะเร็งด้วยวิธีอื่น ๆ ทั้งจากวิทยาการทางการแพทย์และสูตรยาต่าง ๆ ที่มีการถ่ายทอดมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยมีการเปิดเผยถึงสูตรน้ำมะนาวโซดารักษามะเร็งว่าเป็นสูตรยาที่ถูกปกปิดเป็นความลับมานาน เนื่องจากในห้องทดลองมีการค้นพบว่าสารสกัดในพืชตระกูลส้มและมะนาวนี้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของมะเร็งในสัตว์ทดลอง เซลล์มะเร็งเต้านมของคน รวมไปถึงสามารถยับยั้งการเกิดมะเร็งในเด็กได้ ทั้งนี้สารสกัดจากพืชตระกูลส้มและมะนาวนี้ยังไม่เป็นพิษต่อเซลล์ปกติของมนุษย์เหมือนเคมีบำบัดและการรักษาด้วยรังสีอีกด้วย ดังนั้นจึงมีสูตรการทำน้ำมะนาวโซดาเพื่อรักษามะเร็งทุกชนิด โดยสูตรคือให้ผ่านมะนาวเป็นชิ้นบาง ๆ ผสมกับโซดาแล้วดื่มเข้ากลางวัน เย็น หรือก่อนนอนจะช่วยรักษาและป้องกันมะเร็งอย่างได้ผล

นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่าน้ำมะนาวโซดารักษามะเร็งได้ทุกชนิด ให้นักเรียนระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

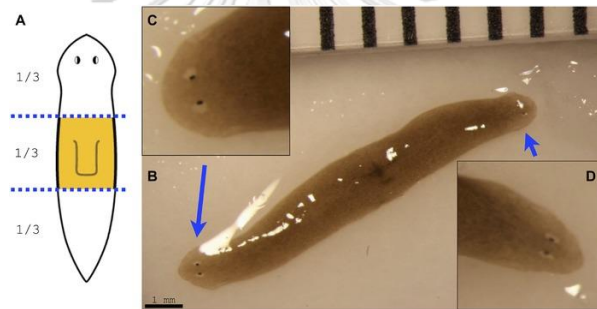
.....

.....

.....

## 2. พลาณาเรียสองหัว

นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองโดยนำหนอนตัวแบนหรือพลาณาเรีย (Planarian) ซึ่งมีความสามารถในการงอกส่วนของลำตัวได้ใหม่เมื่อถูกหั่นเป็นชิ้นไปเลี้ยงไว้ในสถานีวิถีอากาศ การทดลองนี้ได้ดำเนินการโดยแบ่งพลาณาเรียออกเป็น 2 กลุ่ม โดยทั้งสองกลุ่มถูกเอียงลำตัวออก กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มโลก เป็นพลาณาเรียที่ถูกเก็บไว้ในน้ำแร่ที่มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และนำไปไว้ในที่มืดเพื่อจำลองความมืดให้เหมือนในอวกาศ และกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มท่องอวกาศ กลุ่มนี้ถูกเก็บไว้ในน้ำแร่เช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1 แต่ถูกส่งไปเก็บยังสถานีวิถีอากาศซึ่งมีอากาศที่เบาบางกว่าบนโลก เมื่อเวลาผ่านไป 5 สัปดาห์พบว่าพลาณาเรียกลุ่มอวกาศมีการงอกหัวแฝดออกมา กล่าวคือพลาณาเรีย 1 ตัว งอกใหม่ออกมา 2 หัว ดังภาพที่ 1 ซึ่งไม่ใช่ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อยในธรรมชาติ แม้แต่ที่นักวิจัยที่เลี้ยงพลาณาเรียมากกว่า 18 ปี ได้กล่าวว่ยังไม่เคยพบปรากฏการณ์เช่นนี้มาก่อน



ภาพที่ 1 ลักษณะของพลาณาเรียที่ถูกส่งไปเก็บยังสถานีวิถีอากาศ

ที่มาเรื่องและภาพ : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28616247>

จากปรากฏการณ์พลาณาเรียงอกหัวแฝดที่เกิดขึ้น นักเรียนคิดว่าเป็นอิทธิพลจากการนำพลาณาเรียไปเลี้ยงไว้บนสถานีวิถีอากาศใช่หรือไม่ ให้นักเรียนระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

.....

.....

.....

.....

.....

แนวคำตอบจากตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

### 1. น้ำมะนาวโซดารักษามะเร็ง

การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

ไม่เชื่อว่าน้ำมะนาวโซดาสามารถรักษามะเร็งได้ทุกชนิด

การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

มีการระบุเกี่ยวกับการทดลองข้างต้นว่าไม่ได้ครอบคลุมการยับยั้งเซลล์มะเร็งทุกชนิด หรือการยับยั้งเซลล์มะเร็งในมนุษย์ที่เจริญเติบโตเต็มที่ได้ผล การนำมะนาวโซดามาใช้รักษามะเร็งอย่างแพร่หลายในวงการแพทย์ หรือการกำหนดสัดส่วนในการรับประทานอย่างชัดเจน น่าเชื่อถือ

การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

เกณฑ์คำตอบ

น้ำมะนาวโซดาไม่สามารถรักษามะเร็งได้ทุกชนิด เพราะถ้ามะนาวโซดาสามารถยับยั้งการเกิดมะเร็งทุกชนิดอย่างได้ผลจริง น่าจะมีการนำมะนาวโซดามาใช้ทางการแพทย์ในการรักษาผู้ป่วยมะเร็งอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้แม้สารสกัดจากส้มและมะนาวจะสามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งเต้านมหรือเซลล์มะเร็งของสัตว์ทดลองได้ แต่ยังไม่มีการยืนยันว่ามีการยับยั้งเซลล์มะเร็งทุกชนิดของมนุษย์ที่โตเต็มวัยอย่างได้ผล หรือมีการระบุสัดส่วนของการใช้สารสกัดจากส้มและมะนาวนี้อย่างชัดเจน

### 2. พลานาเรียสองหัว

การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

ปรากฏการณ์พลานาเรียงอกหัวแฝดนี้เกิดขึ้นจากการนำพลานาเรียไปเลี้ยงไว้บนสถานีอวกาศ

การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

มีการระบุเกี่ยวกับสภาพของอวกาศที่แตกต่างจากโลก และส่งผลต่อความผิดปกติของพลาสมาเรีย

การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

เกณฑ์คำตอบ

การที่พลาสมาเรียอกหัวแผ่คนี้เกิดขึ้นจากการนำพลาสมาเรียไปเลี้ยงไว้บนสถานีอวกาศ เพราะสภาพของอวกาศแตกต่างจากบนโลกมาก แม้ว่าพลาสมาเรียจะอยู่ในสถานีอวกาศแต่อากาศภายในสถานีอวกาศบางเบาว่าบนโลก และอยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก รวมทั้งพลาสมาเรียน่าจะได้รับอิทธิพลจากรังสีต่าง ๆ รวมทั้งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในอวกาศที่มากกว่าบนโลก ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการแบ่งเซลล์และฟื้นฟูเนื้อเยื่อของพลาสมาเรีย ทำให้เกิดความผิดปกติดังกล่าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เกณฑ์ในการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1. ความครบถ้วนขององค์ประกอบในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (3 คะแนน)	มีองค์ประกอบครบถ้วนทั้ง 3 องค์ประกอบ	มีการระบุคำตอบตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ครบถ้วน โดยขาดไป 1 องค์ประกอบ	มีการระบุคำตอบตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ครบถ้วน โดยขาดไป 2 องค์ประกอบ	ไม่ได้ระบุข้อความแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
2. ความสอดคล้องของหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงกับมโนทัศน์ หลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (2 คะแนน)		หลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่ระบุลงในข้อความมีความสอดคล้องกับมโนทัศน์ หลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด	หลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่ระบุลงในข้อความมีความสอดคล้องกับมโนทัศน์ หลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน	นักเรียนไม่ได้ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงเลย หรือข้อเท็จจริงและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ระบุลงในข้อความไม่มี ความสอดคล้องกับมโนทัศน์ หลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์ในการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
3. ความถูกต้องของ มโนทัศน์ หลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยา วิทยาศาสตร์ (2 คะแนน)		หลักฐานเชิง ประจักษ์หรือ ข้อเท็จจริงที่ ระบุลงใน เนื้อความ มีความถูกต้อง ตามมโนทัศน์ หลักการ หรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ ทั้งหมด	หลักฐานเชิง ประจักษ์หรือ ข้อเท็จจริงที่ระบุ ลงในเนื้อความ มีความถูกต้อง ตามมโนทัศน์ หลักการ หรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ บางส่วน	หลักฐานเชิง ประจักษ์หรือ ข้อเท็จจริงที่ ระบุลงใน เนื้อความ ไม่มีความ ถูกต้องตามมโน ทัศน์ หลักการ หรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์
4. การอธิบายเหตุผล เชื่อมโยง หลักฐานและข้อสรุป (2 คะแนน)		มีการอธิบาย เหตุผลเชื่อมโยง หลักฐานกับ ข้อสรุปอย่าง เป็นเหตุเป็นผล ชัดเจน	มีการอธิบาย เหตุผลเชื่อมโยง หลักฐานกับ ข้อสรุป แต่มีบางส่วน ไม่เป็นเหตุเป็นผล หรือไม่ชัดเจน	ไม่มีการอธิบาย เหตุผลเชื่อมโยง หลักฐานกับ ข้อสรุปอย่าง เป็นเหตุเป็นผล

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

เรื่อง อาหารกับสารอาหาร

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 22101)
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561
ระยะเวลา 6 คาบ (300 นาที)	ผู้สอน นางสาวพิชญา ศิลาม่อม

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1

เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัดชั้นปี ว 1.1 ม. 1/5

ทดลอง วิเคราะห์ และอธิบายสารอาหารในอาหารมีปริมาณพลังงานและสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

1. แบ่ง น้ำตาล ไขมัน โปรตีน วิตามินเป็นสารอาหารและสามารถทดสอบได้
2. การบริโภคอาหารจำเป็นต้องให้ได้สารอาหารที่ครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัยและได้รับปริมาณพลังงานที่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย

## สาระสำคัญ

อาหาร หมายถึงสิ่งที่รับประทานแล้วมีประโยชน์ต่อร่างกาย ส่วนสารอาหาร หมายถึง สารเคมีที่ประกอบอยู่ในอาหาร ซึ่งสารอาหารได้ถูกจำแนกออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ โดยแต่ละประเภทล้วนมีความจำเป็นและให้ประโยชน์ต่อร่างกาย

การทดสอบสารอาหาร สามารถกระทำได้โดย 1) การทดสอบคาร์โบไฮเดรตประเภทแป้ง ทดสอบโดยใช้สารละลายไอโอดีน สารละลายไอโอดีนจะเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเป็นสีน้ำเงินอมม่วง ส่วนการทดสอบคาร์โบไฮเดรตประเภทน้ำตาลกลูโคส ทดสอบโดยใช้สารละลายเบนเดคิท์หยดลงในสารที่ต้องการทดสอบแล้วนำไปต้ม ถ้ามีน้ำตาลมากสารจะเปลี่ยนเป็นสีแดงอิฐ ถ้ามีน้ำตาลน้อย สารจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว 2) การทดสอบโปรตีน ทดสอบโดยใช้สารละลายไบยูเรต ถ้าพบโปรตีน สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง 3) การทดสอบไขมัน ทดสอบโดยเกลี่ยสารที่ต้องการทดสอบลงบนกระดาษขาวทึบแสง ถ้ากระดาษมีลักษณะโปร่งแสง แสดงว่ามีไขมัน และ 4) การทดสอบวิตามินซี ทดสอบโดยนำน้ำแบ่งสุกที่หยดด้วยสารละลายไอโอดีน ไปหยดลงในสารที่ต้องการทดสอบ ถ้าสารที่ต้องการทดสอบเปลี่ยนเป็นสารใสไม่มีสีด้วยจำนวนหยดที่น้อยกว่าแสดงว่ามีปริมาณวิตามินซีมากกว่า

## วัตถุประสงค์การเรียนรู้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อเรียนจบแล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของอาหารและสารอาหารได้
2. จำแนกประเภทของสารอาหารโดยใช้การให้พลังงานเป็นเกณฑ์ได้
3. บอกความสำคัญของสารอาหารแต่ละชนิดได้
4. ทดสอบแป้ง น้ำตาล โปรตีน ไขมัน และวิตามินซีได้
5. มีส่วนร่วมในชั้นเรียนและร่วมตอบคำถามในกิจกรรมได้



## สาระการเรียนรู้

อาหาร (Food) หมายถึง สิ่งที่รับประทานได้แล้วก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งอาหารนั้นมีความสำคัญเพราะใช้ในการเจริญเติบโตของร่างกาย ช่วยซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่สึกหรอ และเป็นแหล่งพลังงานเพื่อใช้ในกระบวนการต่าง ๆ รวมทั้งใช้ในปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ภายในเซลล์

สารอาหาร (Nutrient) หมายถึง สารเคมีที่มีอยู่ในอาหาร สามารถจำแนกประเภทของสารอาหารโดยใช้การให้พลังงานเป็นเกณฑ์ได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. สารอาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต
2. สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ

### 1. สารอาหารที่ให้พลังงาน

เราใช้พลังงานในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยแหล่งของพลังงานนั้นมาจากสารอาหารที่ประกอบอยู่ในอาหารต่าง ๆ ดังนี้

#### 1.1 คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

แหล่งอาหาร ได้แก่ แป้งและน้ำตาล ซึ่งประกอบอยู่ในพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด มัน เผือก ซึ่งสามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารได้หลายชนิด เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยวและขนมปัง เป็นต้น นอกจากนี้น้ำตาลซึ่งเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตสามารถพบในธรรมชาติ เช่น ผลไม้สุก อ้อย และมะพร้าว เป็นต้น

#### องค์ประกอบทางเคมี

คาร์โบไฮเดรต เป็นสารเคมีที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) มีอัตราส่วนของอะตอมไฮโดรเจนต่อออกซิเจนเท่ากับ 2 : 1 โดยหน่วยย่อยของคาร์โบไฮเดรตนั้น คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

คาร์โบไฮเดรตสามารถแบ่งตามขนาดของโมเลกุลได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharide) พบมากในธรรมชาติ มีขนาดโมเลกุลที่เล็กที่สุด โดยทั่วไปมีคาร์บอน 6 อะตอม เช่น น้ำตาลกลูโคส (glucose) น้ำตาลฟรุกโทส (fructose) ซึ่งพบในผักผลไม้ น้ำผึ้ง ข้าวโพด และน้ำตาลกาแลกโทส (galactose) ซึ่งพบในน้ำนมและผลิตภัณฑ์จากนม

2. น้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide) เกิดจากการรวมตัวของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล เช่น

2.1 น้ำตาลซูโครส (Sucrose) ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโทส พบในน้ำตาลอ้อย (น้ำตาลทราย) น้ำตาลมะพร้าวและตาล (น้ำตาลปีบ)

2.2 น้ำตาลแลกโทส (Lactose) ประกอบด้วยน้ำตาลกาแลกโทสร่วมกับน้ำตาลกลูโคส พบในนม

2.3 น้ำตาลมอลโทส (Maltose) ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส 2 โมเลกุลรวมตัวกัน พบในข้าวมอลต์และได้จากการย่อยแป้ง

3. คาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ (Polysaccharide) เกิดจากน้ำตาลกลูโคสเรียงต่อกันตั้งแต่ 11 – 1,000 โมเลกุล มีหลายชนิด โดยแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันที่จำนวนและรูปร่างของการเรียงตัว เช่น

3.1 แป้ง (Starch) พบได้ในพืชโดยถูกเก็บสะสมไว้ภายในเซลล์ประกอบด้วยกลูโคสต่อกันเป็นสายยาว

3.2 ไกลโคเจน (Glycogen) พบได้ในเซลล์คนและสัตว์ ประกอบด้วยกลูโคสต่อกันเป็นสายยาว และมีแขนงแตกกิ่งก้านออกไปเป็นสายสั้นๆ

3.3 เซลลูโลส (Cellulose) เป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ที่พบมากที่สุด เพราะเป็นโครงสร้างหลักของผนังเซลล์ของพืช พบในผัก ผลไม้ และธัญพืช เป็นต้น

### ความสำคัญของคาร์โบไฮเดรต มีดังนี้

1. ให้พลังงานแก่ร่างกาย โดยคาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี
2. เก็บสะสมไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อในรูปของไกลโคเจน ซึ่งสามารถนำมาใช้สร้างพลังงานเมื่อร่างกายขาดอาหารได้
3. เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารอื่น เช่น น้ำตาลไรโบส ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มีคาร์บอน 5 อะตอม ใช้ในการสังเคราะห์สารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอ
4. ช่วยในการขับถ่าย เพราะเซลล์โลสหรือใยอาหารไม่สามารถย่อยได้ แต่ช่วยขับกากอาหารออกมาทางทวารหนัก
5. สามารถเปลี่ยนเป็นสารอาหารชนิดอื่นได้ เช่น ไขมัน และโปรตีน

### **1.2 โปรตีน (Protein)**

แหล่งอาหาร เนื้อสัตว์ ไข่ นม ถั่ว และธัญพืช เป็นต้น

องค์ประกอบทางเคมี

โปรตีนเป็นสารอินทรีย์ที่ประกอบขึ้นจากหน่วยย่อยที่เรียกว่า กรดอะมิโน (Amino acid) ซึ่งมีหลายชนิดเรียงต่อกัน แต่ละโมเลกุลของกรดอะมิโนประกอบด้วยอะตอมของธาตุหลัก 4 ชนิด ได้แก่ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N) นอกจากนี้กรดอะมิโนบางชนิดยังประกอบด้วยธาตุอื่น เช่น กำมะถัน (S) ฟอสฟอรัส (P) และเหล็ก (Fe)

### ความสำคัญของโปรตีน มีดังนี้

1. เป็นส่วนประกอบสำคัญของเซลล์ทุกเซลล์ โดยเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์
2. ช่วยในการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
3. เป็นเอนไซม์ที่ช่วยเร่งและควบคุมปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์
4. เป็นส่วนประกอบของแอนติบอดีซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย

5. เป็นโครงสร้างสำคัญของเซลล์บางชนิด เช่น ฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง
6. เป็นฮอร์โมนบางชนิด เช่น ฮอร์โมนอินซูลิน
7. เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย โดยโปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี
8. สามารถเปลี่ยนไปเป็นอาหารชนิดอื่นได้ เช่น ไขมัน คาร์โบไฮเดรต

### 1.3 ไขมัน (Fat)

แหล่งอาหาร เนย กะทิ น้ำมันจากพืชและสัตว์ อาหารที่ใช้ไขมันในการผัดและทอด เป็นต้น

#### องค์ประกอบทางเคมี

ไขมันเป็นสารอินทรีย์ ประกอบด้วยหน่วยย่อย 2 ชนิด ได้แก่ กรดไขมัน (Fatty acid) และ กลีเซอรอล (Glycerol) โดยทั่วไปไขมันจะประกอบมาจากธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และ ออกซิเจน (O) ไขมันที่พบมากที่สุดในสัตว์และพืชคือไขมันที่เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ซึ่งประกอบมาจากจากกลีเซอรอล 1 โมเลกุล กับกรดไขมัน 3 โมเลกุล

#### ความสำคัญของไขมัน มีดังนี้

1. ให้พลังงานแก่ร่างกาย โดยไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี
2. เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มออร์แกเนลต่าง ๆ
3. ไขมันที่อยู่ใต้ผิวหนังช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกาย และเป็นฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน
4. ไขมันที่ห่อหุ้มรอบอวัยวะภายในช่วยลดแรงสั่นสะเทือนเมื่ออวัยวะภายในถูกกระแทก
5. ช่วยดูดซึมวิตามินบางชนิด ได้แก่ วิตามิน A วิตามิน D วิตามิน E และวิตามิน K
6. เป็นแหล่งพลังงานสำรองโดยสะสมไว้ใต้ผิวหนังและรอบอวัยวะภายใน

## 2. สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน

สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ ร่างกายต้องการสารอาหารเหล่านี้เพื่อนำมาเป็นส่วนประกอบของร่างกาย เช่น กระดูก และฟัน รวมทั้งช่วยควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายให้ทำงานเป็นปกติ

### 2.1 วิตามิน (Vitamin)

#### องค์ประกอบทางเคมี

วิตามินเป็นสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก แต่มีโครงสร้างค่อนข้างซับซ้อนและมีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต วิตามินมีหน้าที่ควบคุมการทำงานต่าง ๆ ในร่างกายให้ปกติ วิตามินส่วนใหญ่ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นเองไม่ได้ ต้องได้รับการรับประทานอาหารที่มีวิตามินหรือสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามิน สามารถจำแนกวิตามินโดยใช้ชนิดของตัวทำละลายเป็นเกณฑ์ได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. วิตามินที่ละลายในไขมัน (Fat-soluble vitamins) ได้แก่ วิตามิน A วิตามิน D วิตามิน E และวิตามิน K
2. วิตามินที่ละลายในน้ำ (Water-soluble vitamins) ได้แก่ วิตามินบี และวิตามินซี

### 2.2 แร่ธาตุ (Mineral)

#### องค์ประกอบทางเคมี

แร่ธาตุเป็นสารอนินทรีย์ ซึ่งร่างกายจะได้รับแร่ธาตุมาพร้อมกับอาหารและเครื่องดื่มในรูปของไอออนที่ละลายน้ำได้ เช่น โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (C) และฟอสฟอรัส (P) เป็นต้น แร่ธาตุมีความจำเป็นต่อร่างกาย โดยร่างกายต้องการแร่ธาตุหลายชนิดในปริมาณที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะแร่ธาตุเป็นส่วนประกอบของสารละลายภายนอกและภายในเซลล์ ช่วยรักษาสมดุลของสารละลายและน้ำในร่างกาย รวมทั้งเป็นส่วนประกอบหลักของเนื้อเยื่อต่าง ๆ และโปรตีนหลายชนิด

### 2.3 น้ำ (Water)

#### องค์ประกอบทางเคมี

น้ำเป็นสารอนินทรีย์ ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน (H) และธาตุออกซิเจน (O) มีสูตรโมเลกุลคือ  $H_2O$  ร่างกายของคนเรา 3 ใน 4 ส่วน ประกอบด้วยน้ำ น้ำที่ร่างกายได้รับมาจาก เครื่องดื่ม อาหาร และผักผลไม้ โดยทั่วไปผู้ใหญ่ควรดื่มน้ำวันละ 2 ลิตร หรือประมาณ 6 – 8 แก้ว เมื่อร่างกายได้รับน้ำ

ไม่เพียงพอจากการดื่มน้ำ หรือสูญเสียน้ำจากการเสียเหงื่อ จึงจำเป็นต้องได้รับน้ำเข้าไปทดแทนเพื่อให้ร่างกายสมดุล

ความสำคัญของน้ำ มีดังนี้

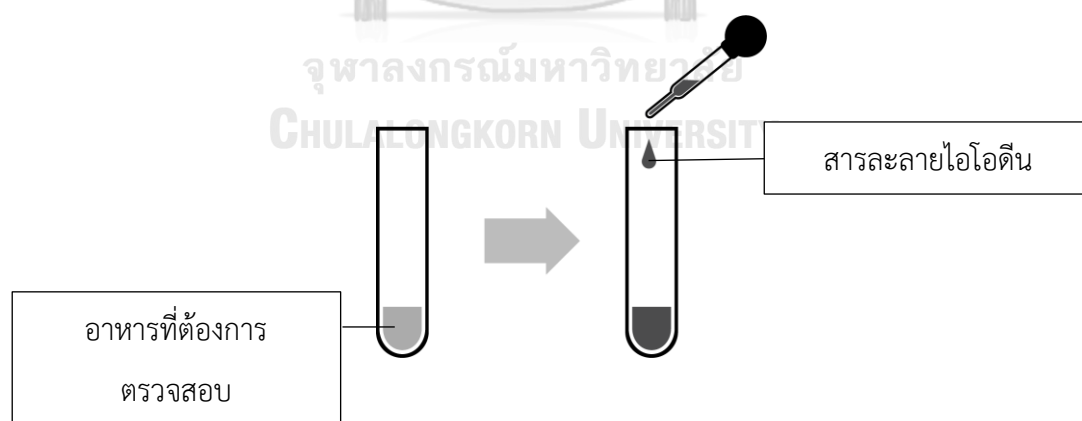
1. เป็นส่วนประกอบของของเหลวในเซลล์ร่างกาย
2. เป็นตัวทำละลายที่ดีสามารถละลายสารต่าง ๆ ภายในร่างกายได้
3. ช่วยรักษาสมดุลความเข้มข้นของสารละลายในร่างกาย
4. ช่วยลำเลียงสารต่าง ๆ เช่น อาหาร แก๊ส ฮอร์โมน ของเสีย
5. ช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย โดยระบายความร้อนจากการระเหยของเหงื่อ
6. ช่วยในการขับถ่ายกากอาหารและของเสีย เช่น การขับถ่ายอุจจาระและปัสสาวะ

#### การทดสอบสารอาหาร

##### 1. การทดสอบคาร์โบไฮเดรต

การทดสอบคาร์โบไฮเดรตจะแบ่งการทดสอบตามชนิดของคาร์โบไฮเดรต ดังนี้

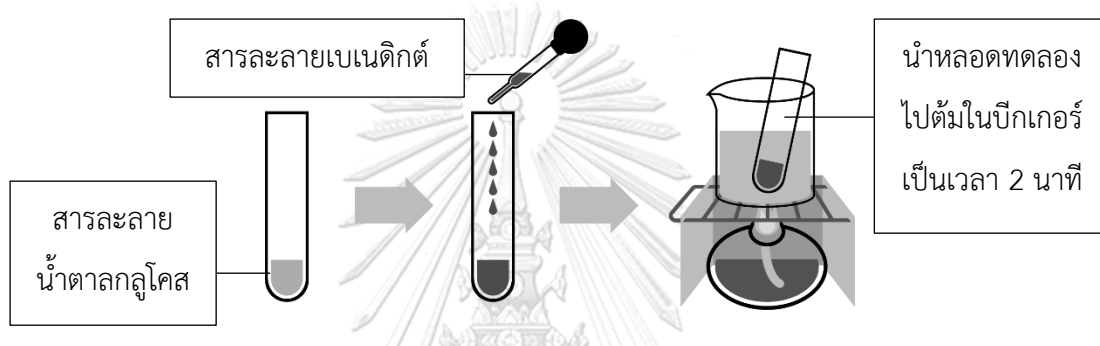
**1.1 การทดสอบแป้ง สารที่ใช้ทดสอบ** คือ สารละลายไอโอดีน ทดสอบโดยนำสารละลายไอโอดีนไปหยดบนอาหารที่ต้องการทดสอบ ถ้าอาหารเปลี่ยนสีสารละลายไอโอดีนจากสีน้ำตาลเป็นสีน้ำเงินอมม่วง แสดงว่า อาหารชนิดนั้นมีแป้งเป็นส่วนประกอบ



รูปแสดงการทดสอบแป้ง

## 2. การทดสอบน้ำตาลกลูโคส ทดสอบโดยใช้สารละลายเบนเดกต์ มีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

- 1) หยดสารละลายเบนเดกต์ซึ่งมีสีฟ้าลงในสารละลายที่ต้องการทดสอบจำนวนประมาณ 10 หยด
- 2) เขย่าหลอดให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือดประมาณ 1 – 2 นาที
- 3) สังเกตการเปลี่ยนแปลง ถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสารละลายสีฟ้าเป็นตะกอนสีส้มหรือสีแดง แสดงว่าสารที่นำมาทดสอบเป็นน้ำตาลกลูโคส โดยสีของตะกอนจะมีความแตกต่างกันตามปริมาณของน้ำตาลกลูโคส โดยเรียงสีของตะกอนจากปริมาณกลูโคสน้อยไปอย่างมากได้ดังนี้ เขียว เหลือง ส้ม แดง และแดงอิฐ

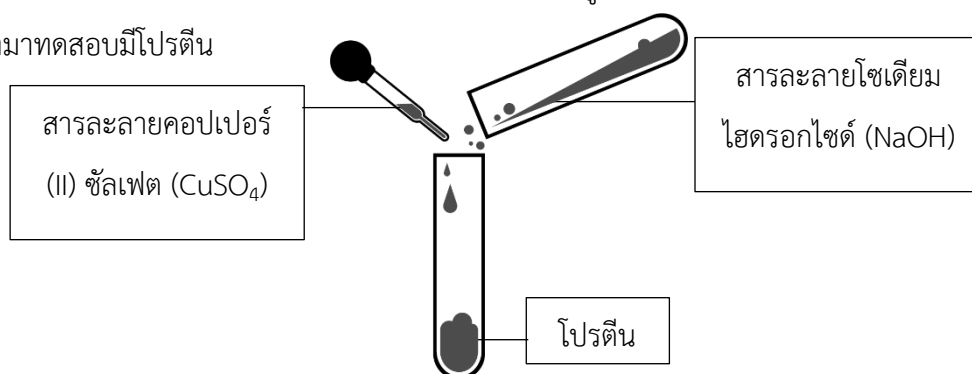


รูปแสดงการทดสอบน้ำตาลกลูโคส

## 2. การทดสอบโปรตีน เป็นการทดสอบโปรตีนกับสารละลายไบยูเรต มีขั้นตอนในการทดสอบ ดังนี้

- 1) เตรียมสารละลายไบยูเรต จากสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ( $\text{CuSO}_4$ ) 1 ส่วน ผสมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) 2 ส่วน
- 2) นำสารละลายไบยูเรตไปหยดบนอาหารที่ต้องการทดสอบ
- 3) สังเกตการเปลี่ยนแปลง ถ้าเปลี่ยนจากสารละลายไบยูเรตที่มีสีฟ้าเป็นสีม่วง แสดงว่า

อาหารที่นำมาทดสอบมีโปรตีน

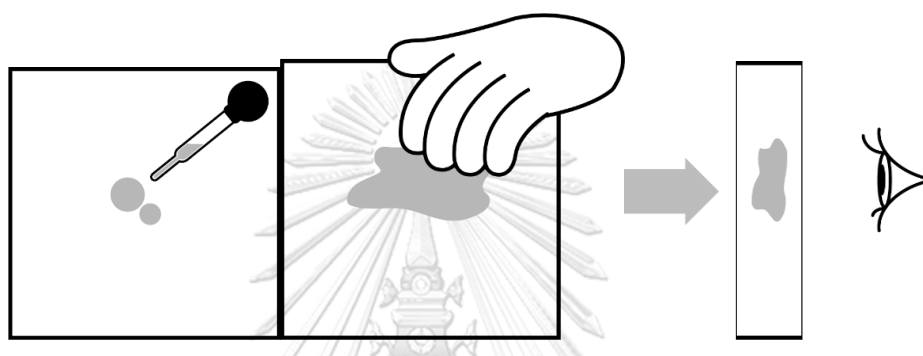


รูปแสดงการทดสอบโปรตีนด้วยสารละลายไบยูเรต

### 3. การทดสอบไขมัน

การทดสอบอาหารว่ามีสารอาหารประเภทไขมันหรือไม่ สามารถทำได้ดังนี้

1. ทดสอบโดยใช้กระดาษสีขาวลักษณะทึบแสง
2. นำเอาอาหารที่ต้องการทดสอบหยดใส่กระดาษแล้วเกลี่ยหรือนำอาหารมาถูกับกระดาษที่เตรียมไว้
3. สังเกตลักษณะของกระดาษ ถ้ามีลักษณะโปร่งแสง แสดงว่า มีสารอาหารประเภทไขมัน เนื่องจากไขมันจะไปละลายเยื่อกระดาษให้บางลง กระดาษจึงโปร่งแสง

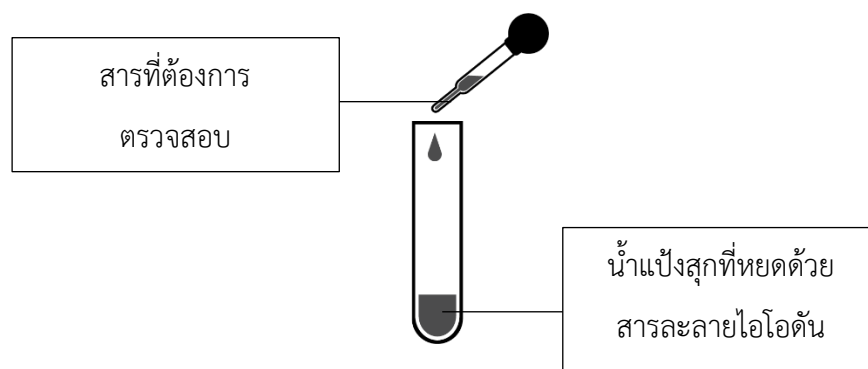


รูปแสดงการทดสอบไขมันด้วยกระดาษโปร่งแสง

### 4. การทดสอบวิตามินซี

การทดสอบวิตามินซี มีขั้นตอนดังนี้

1. นำน้ำแป้งสุกหยดด้วยสารละลายไอโอดีน จะได้สารสีน้ำเงิน
2. นำสารละลายที่ต้องการตรวจสอบวิตามินซีหยดลงในสารละลายสีน้ำเงินที่เตรียมได้ในข้อ 1 ถ้าสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี แสดงว่ามีวิตามินซี ถ้าสารละลายไม่เปลี่ยนสี แสดงว่าไม่มีวิตามินซี ถ้าสารที่นำมาทดสอบใช้จำนวนหยดไม่กี่หยดแล้วเปลี่ยนสี แสดงว่ามีวิตามินซีเข้มข้น แต่ถ้าจำนวนหยดที่ใช้จำนวนมากจึงจะเปลี่ยนสีแสดงว่ามีวิตามินซีน้อย



รูปแสดงการทดสอบวิตามินซีโดยใช้น้ำแป้งสุกที่หยดด้วยสารละลายไอโอดีน



## กระบวนการเรียนรู้

### 1. ชั้นวิเคราะห์ประเด็น (15 นาที)

1.1 ครูแสดงภาพผลิตภัณฑ์เสริมอาหารชนิดต่าง ๆ แก่นักเรียน และถามคำถาม ดังนี้



ภาพแสดงผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

(ที่มาภาพ: <http://iam.hunsa.com/vitaminmore/article/97906>)

- 1) ภาพที่นักเรียนเห็นคือภาพอะไร (ภาพผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร)
- 2) นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารหรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามประสบการณ์เดิมของนักเรียน)
- 3) ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารมีความจำเป็นต่อร่างกายของเราหรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน)

1.2 ครูนำบทความที่กล่าวถึงสรรพคุณของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและบทความที่กล่าวถึงโทษของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารมานำเสนอนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมองเห็นถึงกระแสของสังคมที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับการใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ดังนี้

1) ครูให้นักเรียนอ่านกระทู้ เรื่อง “[CR]รีวิว สารพัดอาหารเสริม 13 ตัว ฉบับชาวออฟฟิศหน้าคอมพ์ มีตั้งแต่วิตามินบำรุงผิวยันสารสกัดเพื่อสุขภาพ” และถามนักเรียนว่ากระทู้นี้กล่าวถึงอะไร (ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร)

2) ครูให้นักเรียนอ่านบทความ เรื่อง “เตือนวัยรุ่นกิน “อาหารเสริม” มาก เสี่ยงไอคิวต่ำทำตับไตพัง” และถามนักเรียนว่าบทความนี้กล่าวถึงอะไร (โทษของผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร)

1.3 ครูให้นักเรียนพิจารณาถึงความแตกต่างของกระทู้และบทความที่ครูหยิบยกมาแล้วถามคำถามนักเรียนว่า จากกระทู้และบทความที่นักเรียนอ่านไปเมื่อครู มีข้อขัดแย้งอย่างไร (นักเรียนตอบตามความคิดเห็นของตน)

1.4 ครูนำนักเรียนสู่ขั้นต่อไปโดยกล่าวแก่นักเรียนว่าแล้วอาหารที่เรารับประทานในชีวิตประจำวันให้สารอาหารเพียงพอแล้วหรือไม่ เราจำเป็นต้องได้รับอาหารเสริมมากน้อยเพียงใด เราจะได้ศึกษาจากกิจกรรมต่อไปนี้

## 2. ขั้นสำรวจประเด็นและแสวงหาความรู้พื้นฐาน (205 นาที)

2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน

2.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันระบุนความรู้ที่เกี่ยวข้องจากคำถาม “อาหารที่เรารับประทานในชีวิตประจำวันให้สารอาหารเพียงพอแล้วหรือไม่ เราจำเป็นต้องได้รับอาหารเสริมมากน้อยเพียงใด” แล้วบันทึกลงบนกระดาน

2.3 ครูแจกกระดาษปรีฟ กระดาษ A4 รวมทั้งปากกาเคมีให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด

2.4 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลและแสวงหาความรู้ตามที่ได้ออกแบบไว้จากสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่นหนังสือเรียน และจากอินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดยให้นักเรียนสืบเสาะแสวงหาข้อมูลให้ครอบคลุมข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์ และข้อมูลด้านสังคมวัฒนธรรม ซึ่งจะต้องประกอบด้วยประเด็นสำคัญ ดังนี้

- 1) ความหมายของอาหารและสารอาหาร
- 2) การจำแนกประเภทของสารอาหารโดยใช้การให้พลังงานเป็นเกณฑ์
- 3) ความสำคัญของสารอาหารประเภทต่าง ๆ
- 4) ปริมาณสารอาหารที่ร่างกายต้องการ

2.6 ครูใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมส่วนต่อไปว่า อาหารที่นักเรียนรับประทานโดยทั่วไปมีสารอาหารใดประกอบอยู่บ้าง แล้วเรามีวิธีการทดสอบสารอาหารเหล่านั้นได้อย่างไร เราจะได้มาศึกษากันจากปฏิบัติการ การทดสอบสารอาหาร

2.7 ครูชี้แจงวิธีการปฏิบัติกิจกรรม ข้อควรระวัง รวมทั้งแจกอุปกรณ์และแบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การทดสอบสารอาหารแก่นักเรียน

2.8 นักเรียนบันทึกผลการทดสอบสารอาหารลงในแบบบันทึกกิจกรรม และตอบคำถามลงในแบบบันทึกกิจกรรม

2.9 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดสอบสารอาหาร โดยมาบันทึกผลหน้าชั้นเรียน

2.10 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันบันทึกข้อมูลที่สืบค้นได้และข้อมูลที่ได้จากการทำปฏิบัติการทดสอบสารอาหารลงในกระดาษปฐูพี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 3. ขั้่นนำเสนอความรู้และอภิปราย (60 นาที)

3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อมูลที่ตนสืบค้นและสรุปลงในกระดาษปฐูพีที่หน้าชั้นเรียน โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงแหล่งที่มาของข้อมูล วิธีการแสวงหาข้อมูล ความน่าเชื่อถือของข้อมูล รวมถึงบทบาทและความสำคัญของข้อมูลที่มีต่อประเด็นที่สืบค้น

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยครูใช้คำถาม ดังนี้

1) อาหารที่นักเรียนรับประทานโดยทั่วไปประกอบด้วยสารอาหารใดบ้าง (คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ)

2) หากเลือกรับประทานอาหารเพียงชนิดเดียว จะได้รับสารอาหารครบถ้วนหรือไม่ (อาหารบางอย่างอาจให้สารอาหารที่ร่างกายครบถ้วน แต่โดยส่วนใหญ่แล้วอาหารเพียงชนิดเดียวจะให้สารอาหารได้ไม่ครบหรือไม่เพียงพอ จำเป็นต้องได้รับเพิ่มเติมจากอาหารอื่น ๆ)

3) ถ้านักเรียนต้องการได้รับสารอาหารอย่างครบถ้วน นักเรียนมีวิธีการอย่างไร (นักเรียนตอบตามทัศนะของนักเรียน โดยบางส่วนอาจตอบว่าถ้าต้องการได้รับสารอาหารครบถ้วน ควรรับประทานอาหารที่หลากหลาย บางส่วนอาจตอบว่าอาจรับสารอาหารบางอย่างเพิ่มเติมจากการรับประทานผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เป็นต้น)

4) ในเมื่อนักเรียนสามารถรับสารอาหารได้ครบถ้วนจากการรับประทานอาหารที่หลากหลาย เหตุใดจึงยังต้องมีผลิตภัณฑ์เสริมอาหารขายในท้องตลาด (นักเรียนตอบตามความรู้เดิมหรือจากประสบการณ์ โดยแสดงทัศนะอื่น ๆ ทั้งมุมมองด้านสังคมวัฒนธรรม และมุมมองด้านวิทยาศาสตร์ เช่น ในผู้ป่วยบางรายที่มีปัญหาด้านการย่อยอาหารอาจมีความจำเป็นต้องรับผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพิ่มเพื่อให้ร่างกายดูดซึมและนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย หรือด้วยวิถีชีวิตของคนเมืองที่เร่งรีบทำให้ไม่มีเวลาพิถีพิถันในการเลือกอาหารรับประทาน จึงต้องรับประทานผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพิ่ม หรืออาจจะเป็นเพราะความนิยมหรือความเชื่อบางอย่างที่สืบทอดกันมาทำให้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารบางอย่างเป็นที่นิยม ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมยังมีขายและเป็นที่นิยมในท้องตลาด)

3.3 ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันพิจารณาประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจากคำถามเมื่อต้นคาบเรียน ซึ่งได้แก่ “อาหารในชีวิตประจำวันให้สารอาหารเพียงพอแล้วหรือไม่ และเราจำเป็นต้องได้รับสารอาหารจากผลิตภัณฑ์เสริมอาหารมากน้อยเพียงใด” อีกครั้งและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นโดยให้แสดงความคิดเห็นใน 2 มุมมอง ได้แก่ มุมมองที่มาจากหลักฐานและข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมุมมองจากค่านิยมและความเชื่อส่วนบุคคล

3.4 ครูแจกกระดาษปฎิรูปและปากกาเคมีให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด เพื่อให้นักเรียนบันทึกคำตอบของกลุ่มตนเองไป

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอทัศนะของตนที่มีต่อประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและร่วมกันอภิปรายถึงความเป็นเหตุเป็นผลและความน่าเชื่อถือของแหล่งที่มาของข้อมูล

#### 4. ขั้นสะท้อนความคิดและสร้างแนวปฏิบัติต่อประเด็น (20 นาที)

4.1 ครูให้นักเรียนสะท้อนคิดและแสดงทัศนะของตนโดยบันทึกลงในอนุทินของนักเรียนในประเด็นดังนี้

1) นักเรียนมีแนวทางในการเลือกรับประทานอาหารให้ได้รับสารอาหารครบถ้วนอย่างไรบ้าง

2) นักเรียนมีแนวปฏิบัติในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารอย่างไร

4.2 ครูให้นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ได้รับจากคาบเรียนนี้ โดยให้ตัวแทนนักเรียนเป็นผู้กล่าวสะท้อน และถามความคิดเห็นจากเพื่อนร่วมชั้น

#### สื่อการเรียนรู้

1. PowerPoint นำเสนอเรื่อง อาหารและสารอาหาร
2. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 (สสวท.)
3. แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทดสอบสารอาหาร
4. บทความและกระชู้ที่กล่าวถึงสรรพคุณของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมและบทความที่กล่าวถึงโทษของอาหารเสริม ซึ่งได้แก่

4.1 [CR]รีวิว สารพัดอาหารเสริม 13 ตัว ฉบับชาวออฟฟิศหน้าคอมพ์ มีตั้งแต่วิตามินบำรุงผิวยันสารสกัดเพื่อสุขภาพ

## 4.2 เตือนวัยรุ่นกิน “อาหารเสริม” มาก เสี่ยงไอคิวต่ำทำตับไตพัง

5. ชุดกิจกรรมการทดสอบสารอาหาร

6. กระดาษปรู๊ฟ

7. ปากกาเคมี

## การประเมินการเรียนรู้

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การประเมินผล
1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอาหารและสารอาหารได้	1. แบบประเมินผลงานและการนำเสนอ	นักเรียนนำเสนอข้อมูลได้อย่างครบถ้วนและถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80
2. นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของสารอาหารโดยใช้การให้พลังงานเป็นเกณฑ์ได้		
3. นักเรียนสามารถบอกความสำคัญของสารอาหารแต่ละชนิดได้		
4. นักเรียนสามารถทดสอบแป้ง น้ำตาล โปรตีน ไขมัน และวิตามินซีได้	2. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำปฏิบัติการ	นักเรียนมีส่วนร่วมตลอดการทำกิจกรรมจึงจะผ่านเกณฑ์
	3. แบบบันทึกกิจกรรมการทำปฏิบัติการ	นักเรียนบันทึกข้อมูลได้อย่างครบถ้วนและถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80
5. นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและร่วมตอบคำถามในกิจกรรมได้	4. แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	นักเรียนมีส่วนร่วมตลอดการทำกิจกรรมจึงจะผ่านเกณฑ์

### แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การตรวจสอบสารอาหาร (แผนทดลอง)

1. ชื่อ.....ชั้น ม. 2/.....เลขที่.....กลุ่มที่.....
2. ชื่อ.....ชั้น ม. 2/.....เลขที่.....กลุ่มที่.....
3. ชื่อ.....ชั้น ม. 2/.....เลขที่.....กลุ่มที่.....
4. ชื่อ.....ชั้น ม. 2/.....เลขที่.....กลุ่มที่.....
5. ชื่อ.....ชั้น ม. 2/.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตรวจสอบสารอาหารตามวิธีการที่กำหนด และบันทึกผลลงในแบบบันทึกกิจกรรม

#### คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. สารอาหารมีกี่ชนิด ได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. เราสามารถตรวจสอบสารอาหารได้อย่างไรบ้าง (นักเรียนยกตัวอย่างมา 1 วิธี)

.....

.....

.....

3. ข้อควรระวังในการทดลอง

.....

.....

.....

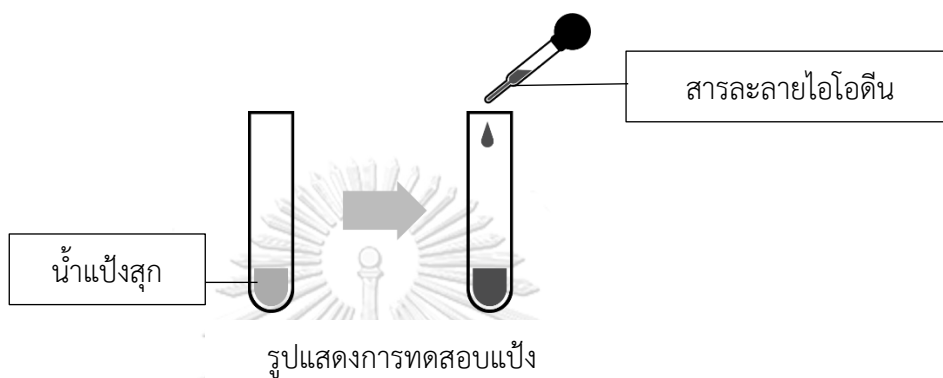
.....

## วิธีการปฏิบัติกิจกรรม

### 1. การทดสอบคาร์โบไฮเดรต

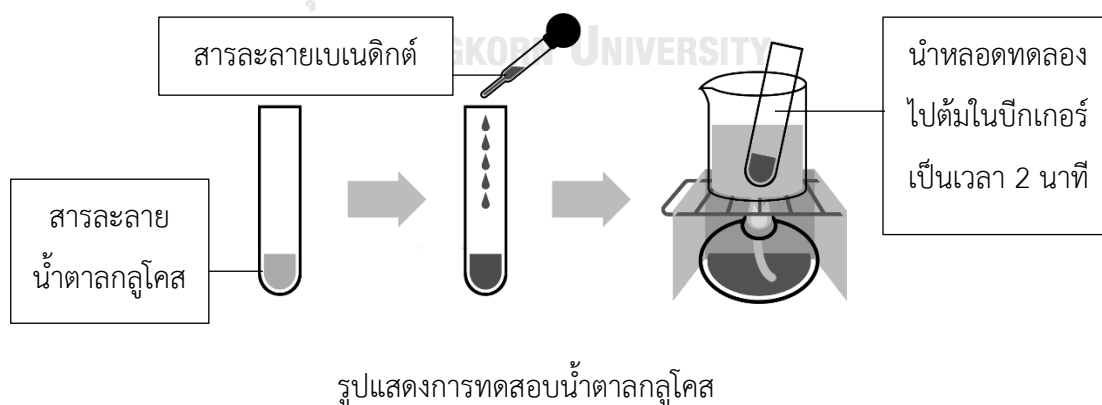
การทดสอบคาร์โบไฮเดรตจะแบ่งการทดสอบตามชนิดของคาร์โบไฮเดรต ได้แก่

1. การทดสอบแป้ง สารที่ใช้ทดสอบ คือ สารละลายไอโอดีน โดยนำสารละลายไอโอดีนไปหยดบนน้ำแป้งสุก แล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงพร้อมทั้งบันทึกผล



2. การทดสอบน้ำตาลกลูโคส ทดสอบโดยใช้สารละลายเบนดิคต์ ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

- 1) หยดสารละลายเบนดิคต์ซึ่งมีสีฟ้าลงในสารละลายที่ต้องการทดสอบ จำนวนประมาณ 10 หยด
- 2) เขย่าหลอดให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือดประมาณ 1 – 2 นาที
- 3) สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

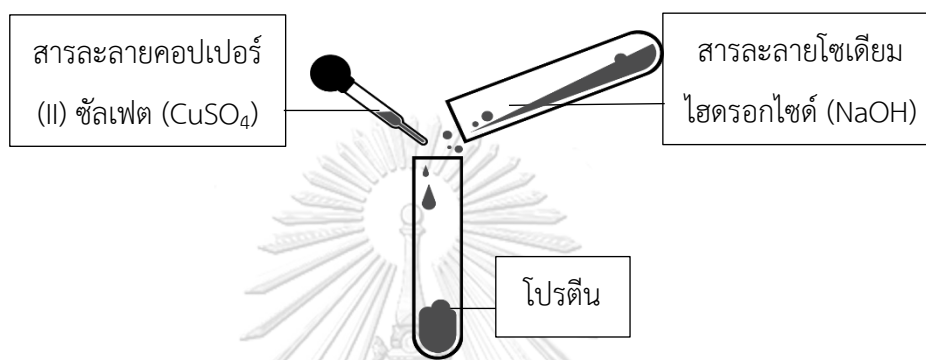




## 2. การทดสอบโปรตีน

ทดสอบโปรตีนกับสารละลายไบยูเรต มีขั้นตอนในการทดสอบ ดังนี้

- 1) เตรียมสารละลายไบยูเรต โดยเตรียมจากสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ( $\text{CuSO}_4$ ) 1 ส่วน ผสมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) 2 ส่วน
- 2) นำสารละลายไบยูเรตไปหยดบนอาหารที่ต้องการทดสอบ
- 3) สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

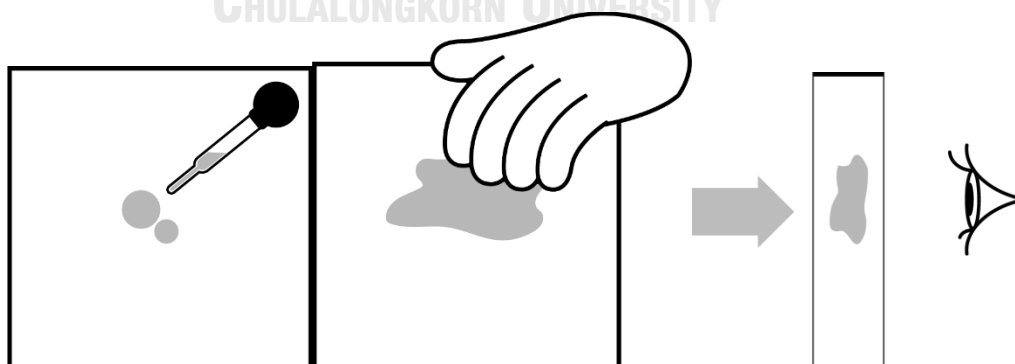


รูปแสดงการทดสอบโปรตีนด้วยสารละลายไบยูเรต

## 3. การทดสอบไขมัน

การทดสอบอาหารว่ามีสารอาหารประเภทไขมันหรือไม่ ทำได้ดังนี้

1. ทดสอบโดยใช้กระดาษสีขาวลักษณะทึบแสง
2. นำอาหารที่ต้องการทดสอบหยดใส่กระดาษแล้วเกลี่ยหรือถูกับกระดาษ
3. สังเกตลักษณะของกระดาษเมื่อยกขึ้นให้แสงส่องผ่าน

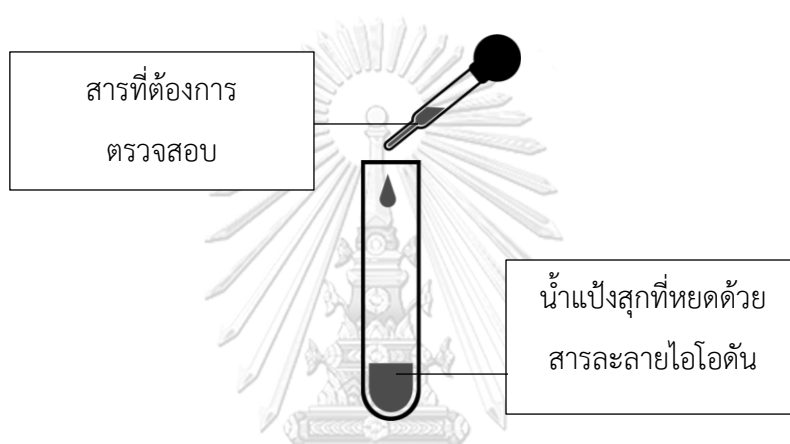


รูปแสดงการทดสอบไขมันด้วยกระดาษโปร่งแสง

#### 4. การทดสอบวิตามินซี

การทดสอบวิตามินซี มีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้

1. ชั้นเตรียมสารทดสอบ ได้จากการหยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำแป้งสุก จะได้สารสีน้ำเงิน
2. ชั้นทดสอบ นำสารละลายที่ต้องการตรวจสอบวิตามินซีหยดลงในสารละลายสีน้ำเงินที่เตรียมได้ในข้อ 1 แล้วนับจำนวนหยดของสารละลายที่ทำให้สารละลายสีน้ำเงินใส แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผล



รูปแสดงการทดสอบวิตามินซีโดยใช้น้ำแป้งสุกที่หยดด้วยสารละลายไอโอดีน

## ผลการปฏิบัติกิจกรรม

### 1) การตรวจสอบแป้งและน้ำตาล

ตารางบันทึกสิ่งที่สังเกตได้จากการตรวจสอบน้ำแป้งสุก สารละลายกลูโคส และน้ำ กับสารละลายไอโอดีนและสารละลายเบเนดิกต์

สารที่นำมา ตรวจสอบ	สิ่งที่สังเกตได้		
	ก่อนตรวจสอบ	เมื่อหยดสารละลาย ไอโอดีน	เมื่อต้มกับสารละลาย เบเนดิกต์
1. น้ำแป้งสุก			
2. สารละลาย น้ำตาลกลูโคส			
3. น้ำ			

#### 1.1 ผลการทดสอบเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

#### 1.2 การทดลองนี้สรุปผลได้อย่างไร

.....

.....

.....

## 2) การตรวจสอบโปรตีน

ตารางบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ก่อนและหลังตรวจสอบไข่ขาวดิบและน้ำด้วยสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  และสารละลาย  $\text{NaOH}$

สารที่นำมา ตรวจสอบ	สิ่งที่สังเกตได้	
	ก่อนการตรวจสอบ	เมื่อหยดสารละลาย $\text{CuSO}_4$ และสารละลาย $\text{NaOH}$
1. ไข่ขาวดิบ		
2. น้ำ		

### 2.1 ผลการทดสอบเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

### 2.2 การทดลองนี้สรุปผลได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

### 3) การตรวจสอบไขมัน

ตารางบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ก่อนและหลังตรวจสอบน้ำมันพืชและน้ำด้วยการหยดลงบนกระดาษและยกขึ้นให้แสงส่องผ่าน

สารที่นำมา ตรวจสอบ	สิ่งที่สังเกตได้	
	ก่อนการตรวจสอบ	เมื่อหยดลงบนกระดาษ และยกขึ้นให้แสงส่องผ่าน
1. น้ำมันพืช		
2. น้ำ		

#### 3.1 ผลการทดสอบเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### 3.2 การทดลองนี้สรุปผลได้อย่างไร

.....

.....


.....

#### 4) การตรวจสอบวิตามินซี

ตารางบันทึกจำนวนหยดของสารที่ทำให้สีน้ำเงินของน้ำแป้งสูกซึ่งหยดด้วยไอโอดีนจางหายไป

สารละลายที่นำมาตรวจสอบ	จำนวนหยดที่ทำให้สีน้ำเงินจางหายไป (หยด)
สารละลายวิตามินซี	

##### 4.1 ผลการทดสอบเป็นอย่างไร



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

##### 4.2 การทดลองนี้สรุปผลได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

### คำถามหลังทำกิจกรรม

1. การตรวจสอบสารอาหารชนิดต่าง ๆ ให้ผลเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. อาหารที่นักเรียนรับประทานโดยทั่วไปประกอบด้วยสารอาหารใดบ้าง

.....

.....

4. หากนักเรียนเลือกรับประทานอาหารเพียงชนิดเดียว จะได้รับสารอาหารครบถ้วนหรือไม่

.....

.....

.....

5. ถ้านักเรียนต้องการได้รับสารอาหารอย่างครบถ้วน นักเรียนมีวิธีการอย่างไร

.....

.....

.....

6. ในเมื่อนักเรียนสามารถรับสารอาหารได้ครบถ้วนจากการรับประทานอาหารที่หลากหลาย เหตุใดจึง  
ยังต้องมีผลิตภัณฑ์เสริมอาหารขายในท้องตลาด

.....

.....

.....

.....

.....

.....





## แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

### เรื่อง อาหารกับสารอาหาร

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 22101)
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561
ระยะเวลา 6 คาบ (300 นาที)	ผู้สอน นางสาวพิชญา ศิลาหม่อม

### มาตรฐานการเรียนรู้

#### มาตรฐาน ว 1.1

เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

#### ตัวชี้วัดชั้นปี ว 1.1 ม. 1/5

ทดลอง วิเคราะห์ และอธิบายสารอาหารในอาหารมีปริมาณพลังงานและสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย

#### สาระการเรียนรู้แกนกลาง

1. แ่่งน้ำตาล ไขมัน โปรตีน วิตามินเป็นสารอาหารและสามารถทดสอบได้
2. การบริโภคอาหารจำเป็นต้องให้ได้สารอาหารที่ครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัยและได้รับปริมาณพลังงานที่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย

## สาระสำคัญ

### สาระสำคัญ

อาหาร หมายถึงสิ่งที่รับประทานแล้วมีประโยชน์ต่อร่างกาย ส่วนสารอาหาร หมายถึงสารเคมีที่ประกอบอยู่ในอาหาร ซึ่งสารอาหารได้ถูกจำแนกออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ โดยแต่ละประเภทล้วนมีความจำเป็นและให้ประโยชน์ต่อร่างกาย

การทดสอบสารอาหาร สามารถกระทำได้โดย 1) การทดสอบคาร์โบไฮเดรตประเภทแป้ง ทดสอบโดยใช้สารละลายไอโอดีน สารละลายไอโอดีนจะเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเป็นสีน้ำเงินอมม่วง ส่วนการทดสอบคาร์โบไฮเดรตประเภทน้ำตาลกลูโคสทดสอบโดยใช้สารละลายเบเนดิกต์หยดลงในสารที่ต้องการทดสอบแล้วนำไปต้ม ถ้ามีน้ำตาลมากจะเปลี่ยนเป็นสีแดงอิฐ ถ้ามีน้ำตาลน้อยจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว 2) การทดสอบโปรตีน ทดสอบโดยใช้สารละลายไบยูเรต ถ้าพบโปรตีน สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง 3) การทดสอบไขมัน ทดสอบโดยเกลี่ยสารที่ต้องการทดสอบลงบนกระดาษขาวทึบแสง ถ้ากระดาษมีลักษณะโปร่งแสง แสดงว่ามีไขมัน และ 4) การทดสอบวิตามินซี ทดสอบโดยนำน้ำแป้งสุกที่หยดด้วยสารละลายไอโอดีน ไปหยดลงในสารที่ต้องการทดสอบ ถ้าสารที่ต้องการทดสอบเปลี่ยนเป็นสารใสไม่มีสีด้วยจำนวนหยดที่น้อยกว่า แสดงว่ามีปริมาณวิตามินซีมากกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบแล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของอาหารและสารอาหารได้
2. จำแนกประเภทของสารอาหารโดยใช้การให้พลังงานเป็นเกณฑ์ได้
3. บอกความสำคัญของสารอาหารแต่ละชนิดได้
4. ทดสอบแป้ง น้ำตาล โปรตีน ไขมัน และวิตามินซีได้

5. มีส่วนร่วมในชั้นเรียนและร่วมตอบคำถามในกิจกรรม

### สาระการเรียนรู้

อาหาร (Food) หมายถึง สิ่งที่รับประทานได้แล้วก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งอาหารนั้นมีความสำคัญเพราะใช้ในการเจริญเติบโตของร่างกาย ช่วยซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่สึกหรอ และเป็นแหล่งพลังงานเพื่อใช้ในกระบวนการต่าง ๆ รวมทั้งใช้ในปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ภายในเซลล์

สารอาหาร (Nutrient) หมายถึง สารเคมีที่มีอยู่ในอาหาร สามารถจำแนกประเภทของสารอาหารโดยใช้การให้พลังงานเป็นเกณฑ์ได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. สารอาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต
2. สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ

#### 1. สารอาหารที่ให้พลังงาน

เราใช้พลังงานในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยแหล่งของพลังงานนั้นมาจากสารอาหารที่ประกอบอยู่ในอาหารต่าง ๆ ดังนี้

##### 1.1 คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

แหล่งอาหาร ได้แก่ แป้งและน้ำตาล ซึ่งประกอบอยู่ในพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด มัน เผือก ซึ่งสามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารได้หลายชนิด เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยวและขนมปัง เป็นต้น นอกจากนี้น้ำตาลซึ่งเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตสามารถพบในธรรมชาติ เช่น ผลไม้สุก อ้อย และมะพร้าว เป็นต้น

### องค์ประกอบทางเคมี

คาร์โบไฮเดรต เป็นสารเคมีที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) มีอัตราส่วนของอะตอมไฮโดรเจนต่อออกซิเจนเท่ากับ 2 : 1 โดยหน่วยย่อยของคาร์โบไฮเดรต คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

คาร์โบไฮเดรตสามารถแบ่งตามขนาดของโมเลกุลได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharide) พบมากในธรรมชาติ มีขนาดโมเลกุลที่เล็กที่สุด โดยทั่วไปมีคาร์บอน 6 อะตอม เช่น น้ำตาลกลูโคส (glucose) น้ำตาลฟรุกโทส (fructose) ซึ่งพบในผักผลไม้ น้ำผึ้ง ข้าวโพด และน้ำตาลกาแลกโทส (galactose) ซึ่งพบในน้ำนมและผลิตภัณฑ์จากนม

2. น้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide) เกิดจากการรวมตัวของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล เช่น

2.1 น้ำตาลซูโครส (Sucrose) ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโทส พบในน้ำตาลอ้อย (น้ำตาลทราย) น้ำตาลมะพร้าวและตาล (น้ำตาลปีบ)

2.2 น้ำตาลแลกโทส (Lactose) ประกอบด้วยน้ำตาลกาแลกโทสรวมกับน้ำตาลกลูโคส พบในนม

2.3 น้ำตาลมอลโทส (Maltose) ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส 2 โมเลกุลรวมตัวกัน พบในข้าวมอลต์และได้จากการย่อยแป้ง

3. คาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ (Polysaccharide) เกิดจากน้ำตาลกลูโคสเรียงต่อกัน ตั้งแต่ 11 – 1,000 โมเลกุล มีหลายชนิด โดยแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันที่จำนวนและรูปร่างของการเรียงตัว เช่น

3.1 แป้ง (Starch) พบได้ในพืชโดยถูกเก็บสะสมไว้ภายในเซลล์ ประกอบด้วยกลูโคสต่อกันเป็นสายยาว

3.2 ไกลโคเจน (Glycogen) พบได้ในเซลล์คนและสัตว์ ประกอบด้วยกลูโคสต่อกันเป็นสายยาว และมีแขนงแตกกิ่งก้านออกไปเป็นสายสั้นๆ

3.3 เซลลูโลส (Cellulose) เป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ที่พบมากที่สุด เพราะเป็นโครงสร้างหลักของผนังเซลล์ของพืช พบในผัก ผลไม้ และธัญพืช เป็นต้น

#### ความสำคัญของคาร์โบไฮเดรต มีดังนี้

1. ให้พลังงานแก่ร่างกาย โดยคาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี
2. เก็บสะสมไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อในรูปของไกลโคเจน ซึ่งสามารถนำมาใช้สร้างพลังงานเมื่อร่างกายขาดอาหารได้
3. เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารอื่น เช่น น้ำตาลไรโบส ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มีคาร์บอน 5 อะตอม ใช้ในการสังเคราะห์สารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอ
4. ช่วยในการขับถ่าย เพราะเซลลูโลสหรือใยอาหารไม่สามารถย่อยได้ แต่ช่วยขับกากอาหารออกมาทางทวารหนัก
5. สามารถเปลี่ยนเป็นสารอาหารชนิดอื่นได้ เช่น ไขมัน และโปรตีน

#### 1.2 โปรตีน (Protein)

แหล่งอาหาร เนื้อสัตว์ ไข่ นม ถั่ว และธัญพืช เป็นต้น

องค์ประกอบทางเคมี

โปรตีนเป็นสารอินทรีย์ที่ประกอบขึ้นจากหน่วยย่อยที่เรียกว่า กรดอะมิโน (Amino acid) ซึ่งมีหลายชนิดเรียงต่อกัน แต่ละโมเลกุลของกรดอะมิโนประกอบด้วยอะตอมของธาตุหลัก 4 ชนิด ได้แก่ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N) นอกจากนี้กรดอะมิโนบางชนิดยังประกอบด้วยธาตุอื่น เช่น กำมะถัน (S) ฟอสฟอรัส (P) และเหล็ก (Fe)

#### ความสำคัญของโปรตีน มีดังนี้

1. เป็นส่วนประกอบสำคัญของเซลล์ทุกเซลล์ โดยเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์
2. ช่วยในการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
3. เป็นเอนไซม์ที่ช่วยเร่งและควบคุมปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์

4. เป็นส่วนประกอบของแอนติบอดีซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย
5. เป็นโครงสร้างสำคัญของเซลล์บางชนิด เช่น ฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง
6. เป็นฮอร์โมนบางชนิด เช่น ฮอร์โมนอินซูลิน
7. เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย โดยโปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี
8. สามารถเปลี่ยนไปเป็นอาหารชนิดอื่นได้ เช่น ไขมัน คาร์โบไฮเดรต

### 1.3 ไขมัน (Fat)

แหล่งอาหาร เนย กะทิ น้ำมันจากพืชและสัตว์ อาหารที่ใช้ไขมันในการผัดและทอด เป็นต้น

#### องค์ประกอบทางเคมี

ไขมันเป็นสารอินทรีย์ ประกอบด้วยหน่วยย่อย 2 ชนิด ได้แก่ กรดไขมัน (Fatty acid) และ กลีเซอรอล (Glycerol) โดยทั่วไปไขมันจะประกอบมาจากธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และ ออกซิเจน (O) ไขมันที่พบมากที่สุดในสัตว์และพืชคือไขมันที่เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ซึ่งประกอบมาจากจากกลีเซอรอล 1 โมเลกุล กับกรดไขมัน 3 โมเลกุล

#### ความสำคัญของไขมัน มีดังนี้

1. ให้พลังงานแก่ร่างกาย โดยไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี
2. เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์ต่าง ๆ
3. ไขมันที่อยู่ใต้ผิวหนังช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกาย และเป็นฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน
4. ไขมันที่ห่อหุ้มรอบอวัยวะภายในช่วยลดแรงสั่นสะเทือนเมื่ออวัยวะภายในถูกกระแทก
5. ช่วยดูดซึมวิตามินบางชนิด ได้แก่ วิตามิน A วิตามิน D วิตามิน E และวิตามิน K
6. เป็นแหล่งพลังงานสำรองโดยสะสมไว้ใต้ผิวหนังและรอบอวัยวะภายใน

## 2. สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน

สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ ร่างกายต้องการสารอาหารเหล่านี้เพื่อนำมาเป็นส่วนประกอบของร่างกาย เช่น กระดูก และฟัน รวมทั้งช่วยควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายให้ทำงานเป็นปกติ

### 2.1 วิตามิน (Vitamin)

#### องค์ประกอบทางเคมี

วิตามินเป็นสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก แต่มีโครงสร้างค่อนข้างซับซ้อนและมีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต วิตามินมีหน้าที่ควบคุมการทำงานต่าง ๆ ในร่างกายให้ปกติ วิตามินส่วนใหญ่ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นเองไม่ได้ ต้องได้รับจากการรับประทานอาหารที่มีวิตามินหรือสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามิน เช่น ผัก ผลไม้ ธัญพืช ไข่ และเนื้อสัตว์ เป็นต้น สามารถจำแนกวิตามินโดยใช้ชนิดของตัวทำละลายเป็นเกณฑ์ได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. วิตามินที่ละลายในไขมัน (Fat-soluble vitamins) ได้แก่ วิตามิน A วิตามิน D วิตามิน E และวิตามิน K
2. วิตามินที่ละลายในน้ำ (Water-soluble vitamins) ได้แก่ วิตามินบี และวิตามินซี

### 2.2 แร่ธาตุ (Mineral)

#### องค์ประกอบทางเคมี

แร่ธาตุเป็นสารอนินทรีย์ ซึ่งร่างกายจะได้รับแร่ธาตุมาพร้อมกับอาหารและเครื่องดื่มในรูปของไอออนที่ละลายน้ำได้ เช่น โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (C) และฟอสฟอรัส (P) เป็นต้น แร่ธาตุมีความจำเป็นต่อร่างกาย โดยร่างกายต้องการแร่ธาตุหลายชนิดในปริมาณที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะแร่ธาตุเป็นส่วนประกอบของสารละลายภายนอกและภายในเซลล์ ช่วยรักษาสมดุลของสารละลายและน้ำในร่างกาย รวมทั้งเป็นส่วนประกอบหลักของเนื้อเยื่อต่าง ๆ และโปรตีนหลายชนิด

## 2.3 น้ำ (Water)

### องค์ประกอบทางเคมี

น้ำเป็นสารอนินทรีย์ ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน (H) และธาตุออกซิเจน (O) มีสูตรโมเลกุลคือ  $H_2O$  ร่างกายของคนเรา 3 ใน 4 ส่วน ประกอบด้วยน้ำ น้ำที่ร่างกายได้รับมาจาก เครื่องดื่ม อาหาร และผักผลไม้ โดยทั่วไปผู้ใหญ่ควรดื่มน้ำวันละ 2 ลิตร หรือประมาณ 6 – 8 แก้ว เมื่อร่างกายได้รับน้ำไม่เพียงพอจากการดื่มน้ำ หรือสูญเสียน้ำจากการเสียเหงื่อ จึงจำเป็นต้องได้รับน้ำเข้าไปทดแทนเพื่อให้ร่างกายสมดุล

### ความสำคัญของน้ำ มีดังนี้

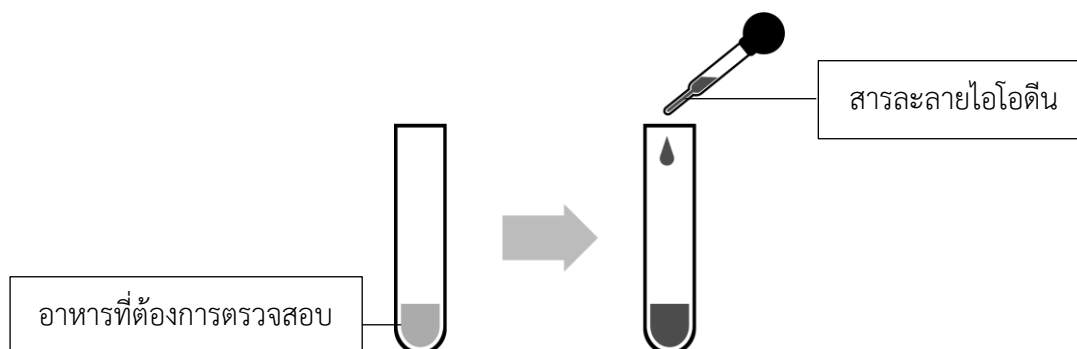
1. เป็นส่วนประกอบของของเหลวในเซลล์ร่างกาย
2. เป็นตัวทำละลายที่สามารถละลายสารต่าง ๆ ภายในร่างกายได้
3. ช่วยรักษาสมดุลความเข้มข้นของสารละลายในร่างกาย
4. ช่วยลำเลียงสารต่าง ๆ เช่น อาหาร แก๊ส ฮอร์โมน ของเสีย
5. ช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย โดยระบายความร้อนจากการระเหยของเหงื่อ
6. ช่วยในการขับถ่ายกากอาหารและของเสีย เช่น การขับถ่ายอุจจาระและปัสสาวะ

### **การทดสอบสารอาหาร**

#### **1. การทดสอบคาร์โบไฮเดรต**

การทดสอบคาร์โบไฮเดรตจะแบ่งการทดสอบตามชนิดของคาร์โบไฮเดรต ดังนี้

**1.1 การทดสอบแป้ง** สารที่ใช้ทดสอบ คือ สารละลายไอโอดีน ทดสอบโดยนำสารละลายไอโอดีนไปหยดบนอาหารที่ต้องการทดสอบ ถ้าอาหารเปลี่ยนสีสารละลายไอโอดีนจากสีน้ำตาลเป็นสีน้ำเงินอมม่วง แสดงว่า อาหารชนิดนั้นมีแป้งเป็นส่วนประกอบ

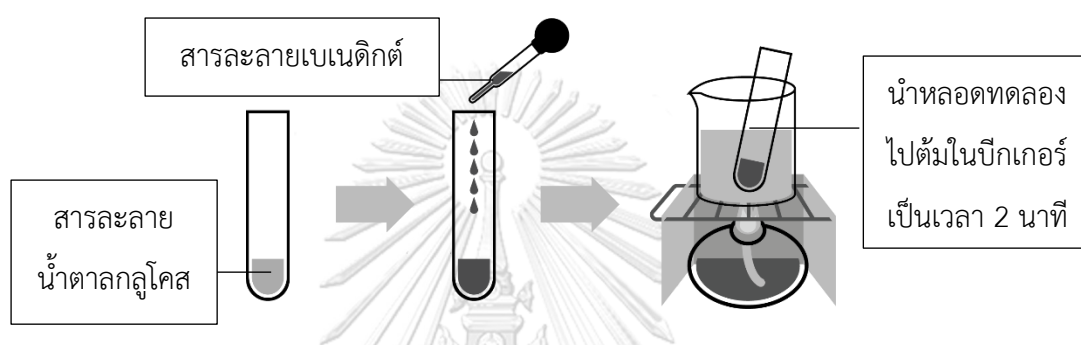


รูปแสดงการทดสอบแป้ง



## 2. การทดสอบน้ำตาลกลูโคส ทดสอบโดยใช้สารละลายเบนดิคต์ มีขั้นตอนการ ดังนี้

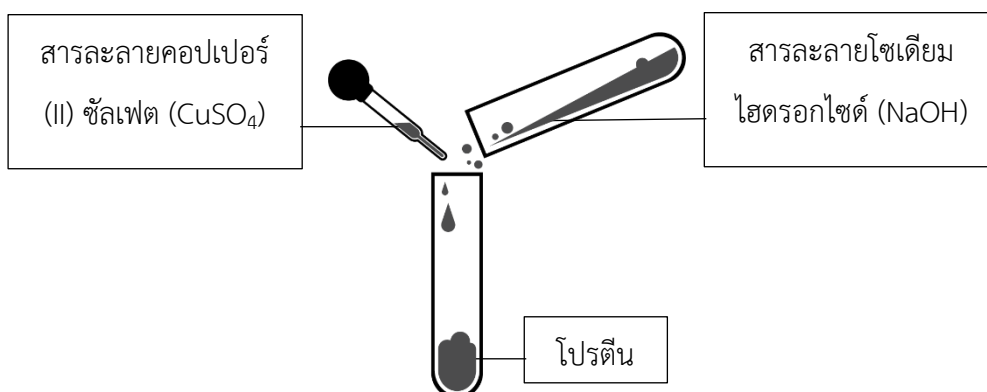
- 1) หยดสารละลายเบนดิคต์ซึ่งมีสีฟ้าลงในสารละลายที่ต้องการทดสอบจำนวน 10 หยด
- 2) เขย่าหลอดให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือดประมาณ 1 – 2 นาที
- 3) สังเกตการเปลี่ยนแปลง ถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสารละลายสีฟ้าเป็นตะกอนสีส้มหรือสีแดง แสดงว่าสารที่นำมาทดสอบเป็นน้ำตาลกลูโคส โดยสีของตะกอนจะมีความแตกต่างกันตามปริมาณของน้ำตาลกลูโคส โดยเรียงสีของตะกอนจากปริมาณกลูโคสน้อยไปเรื่อยๆได้ดังนี้ เขียว เหลือง ส้ม แดง และแดงอิฐ



รูปแสดงการทดสอบน้ำตาลกลูโคส

## 2. การทดสอบโปรตีน เป็นการทดสอบโปรตีนกับสารละลายไบยูเรต มีขั้นตอนในการทดสอบ ดังนี้

- 1) เตรียมสารละลายไบยูเรต จากสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ( $\text{CuSO}_4$ ) 1 ส่วน ผสมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) 2 ส่วน
- 2) นำสารละลายไบยูเรตไปหยดบนอาหารที่ต้องการทดสอบ
- 3) สังเกตการเปลี่ยนแปลง ถ้าเปลี่ยนจากสารละลายไบยูเรตที่มีสีฟ้าเป็นสีม่วง แสดงว่าอาหารที่นำมาทดสอบมีโปรตีน

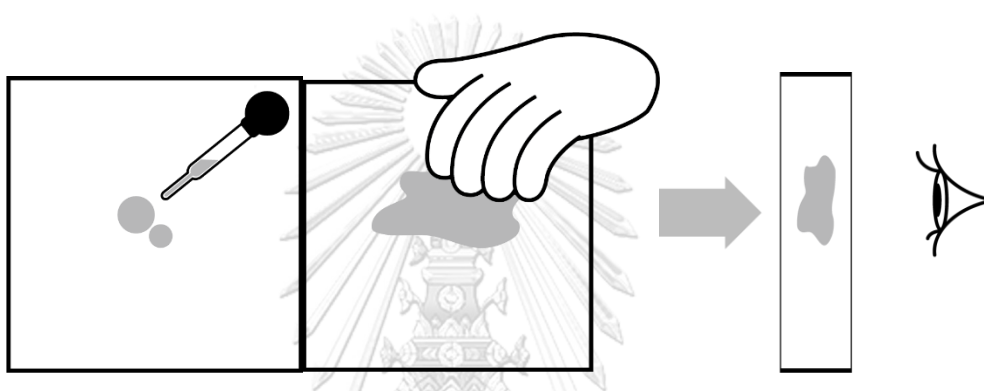


รูปแสดงการทดสอบโปรตีนด้วยสารละลายไบยูเรต

### 3. การทดสอบไขมัน

การทดสอบอาหารว่ามีสารอาหารประเภทไขมันหรือไม่ สามารถทำได้ดังนี้

1. ทดสอบโดยใช้กระดาษสีขาวลักษณะทึบแสง
2. นำเอาอาหารที่ต้องการทดสอบหยดใส่กระดาษแล้วเกลี่ยหรือนำอาหารมาถูกับกระดาษที่เตรียมไว้
3. สังเกตลักษณะของกระดาษ ถ้ามีลักษณะโปร่งแสง แสดงว่า มีสารอาหารประเภทไขมัน เนื่องจากไขมันจะไปละลายเยื่อกระดาษให้บางลง กระดาษจึงโปร่งแสง

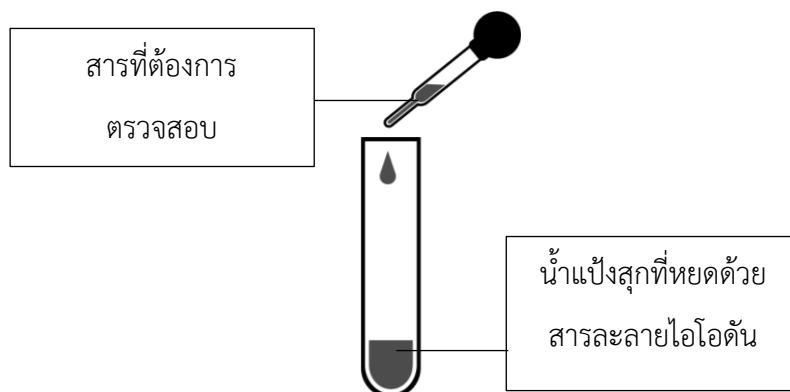


รูปแสดงการทดสอบไขมันด้วยกระดาษโปร่งแสง

### 4. การทดสอบวิตามินซี

การทดสอบวิตามินซี มีขั้นตอนดังนี้

1. นำน้ำแป้งสุกหยดด้วยสารละลายไอโอดีน จะได้สารสีน้ำเงิน
2. นำสารละลายที่ต้องการตรวจสอบวิตามินซีหยดลงในสารละลายสีน้ำเงินที่เตรียมได้ในข้อ 1 ถ้าสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี แสดงว่ามีวิตามินซี ถ้าสารละลายไม่เปลี่ยนสี แสดงว่าไม่มีวิตามินซี ถ้าสารที่นำมาทดสอบใช้จำนวนหยดไม่กี่หยดแล้วเปลี่ยนสี แสดงว่ามีวิตามินซีเข้มข้น แต่ถ้าจำนวนหยดที่ใช้จำนวนมากจึงจะเปลี่ยนสีแสดงว่ามีวิตามินซีน้อย



รูปแสดงการทดสอบวิตามินซีโดยใช้แป้งสุกที่หยดด้วยสารละลายไอโอดีน

## กระบวนการเรียนรู้

### 1. ชี้นำ (10 นาที)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) ในวันนี้ นักเรียนรับประทานอาหารเช้ามาบ้าง (นักเรียนตอบตามประสบการณ์ของตนเอง)

2) เพราะเหตุใดเราจึงต้องรับประทานอาหารเช้า (เพื่อให้ได้สารอาหารและพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และการดำเนินชีวิตประจำวัน) วิทยาลัย

1.2 ครูใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่า อาหารมีอะไรเป็นส่วนประกอบบ้าง เราจะได้มาศึกษาร่วมกัน

## 2. ชั้นกิจกรรม (275 นาที)

### ตอนที่ 1 อาหารและสารอาหาร (75 นาที)

2.1. ครูให้นักเรียนสังเกตภาพอาหารหลัก 5 หมู่จากนั้นทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยใช้คำถามดังนี้



ภาพแสดงอาหารหลัก 5 หมู่

(ที่มาภาพ: <http://www.thaifoodworld.com/อาหารหลัก5หมู่/>)

2.2 อาหารหลักทั้ง 5 หมู่ ที่นักเรียนรู้จักมีอะไรบ้าง (คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุ)

2.3 ให้นักเรียนยกตัวอย่างอาหารแต่ละหมู่ว่ามีอะไรบ้าง (คาร์โบไฮเดรต เช่น แป้ง น้ำตาล โปรตีน เช่น เนื้อ นม ไข่ เป็นต้น)

2.4 ครูกล่าวว่า อาหารหลักทั้ง 5 หมู่ ที่นักเรียนตอบมานั้น เรียกว่า สารอาหาร จากนั้นครูถามนักเรียนว่า อาหารกับสารอาหารเหมือนหรือต่างกัน (ต่างกัน)

2.5 ครูให้นักเรียนร่วมกันตอบความหมายของอาหารและสารอาหาร จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของอาหารและสารอาหาร

2.6. ครูใช้คำถามนำว่า สารอาหารที่อยู่ในอาหารนั้นสามารถจำแนกได้กี่ประเภท อะไรบ้าง จากนั้น ครูอธิบายประเภทของสารอาหารเมื่อใช้ความสามารถในการให้พลังงานและองค์ประกอบทางเคมีเป็นเกณฑ์จำแนก

2.7 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยแต่ละกลุ่มให้นักเรียนแบ่งกันว่าใครจะเป็นหมายเลข 1 2 3 4 และ 5

2.8 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้และหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 (สสวท.) โดย

หมายเลข 1 ศึกษาคาร์โบไฮเดรต

หมายเลข 2 ศึกษาโปรตีน

หมายเลข 3 ศึกษาไขมัน

หมายเลข 4 ศึกษาวิตามิน (กลุ่มที่ไม่มีสมาชิกหมายเลข 5 ให้สมาชิกหมายเลข 4 ศึกษาแร่ธาตุและน้ำด้วย)

หมายเลข 5 ศึกษาแร่ธาตุและน้ำ

โดยให้นักเรียนศึกษาในประเด็นต่อไปนี้ คือ องค์ประกอบทางเคมี แหล่งอาหาร และ ความสำคัญของสารอาหารนั้นต่อร่างกาย

2.9 ครูให้นักเรียนเก็บเอกสารความรู้ทั้งหมด แล้วให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้กันภายใน กลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนเขียนสรุป องค์ประกอบทางเคมี แหล่งอาหาร และความสำคัญของสารอาหาร นั้นต่อร่างกายเป็นของกลุ่มลงในกระดาษปฐพี

2.10 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยให้เวลากลุ่มละ 10 นาที

2.11 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงองค์ประกอบทางเคมี แหล่งอาหาร และความสำคัญของ สารอาหารนั้นต่อร่างกาย

2.12 ครูใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมต่อไปว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่า เรามีวิธีการ ตรวจสอบสารอาหารอย่างไรบ้าง เราจะได้มาศึกษาร่วมกันในกิจกรรมต่อไป

## ตอนที่ 2 การทดสอบสารอาหาร (200 นาที)

2.13 ครูชี้แจงวิธีการปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง การทดสอบสารอาหาร ข้อควรระวัง รวมทั้งแจก อุปกรณ์และแบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การทดสอบสารอาหารแก่นักเรียน

2.14 นักเรียนบันทึกผลการทดสอบสารอาหารลงในแบบบันทึกกิจกรรม และตอบคำถามลงในแบบบันทึกกิจกรรม

2.15 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดสอบสารอาหาร โดยมาบันทึกผลหน้าชั้นเรียน

2.16 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดสอบสารอาหารในประเด็นดังนี้

- 1) วิธีการตรวจสอบสารอาหาร และ 2) ผลการทดสอบที่เกิดขึ้น

### 3. ชั้นสรุป (15 นาที)

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ความหมายของอาหารและสารอาหาร
2. การจำแนกประเภทของสารอาหารโดยใช้การให้พลังงานเป็นเกณฑ์
3. ความสำคัญของสารอาหารแต่ละชนิด
4. การทดสอบสารอาหาร ซึ่งได้แก่ การทดสอบแป้ง น้ำตาล โปรตีน ไขมัน และ

วิตามินซี

### สื่อการเรียนรู้

1. PowerPoint นำเสนอเรื่อง อาหารและสารอาหาร
2. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 (สสวท.)
3. แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การทดสอบสารอาหาร
4. ชุดกิจกรรมการทดสอบสารอาหาร
5. กระดาษปรีฟ
6. ปากกาเคมี

## การประเมินการเรียนรู้

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การประเมินผล
1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอาหารและสารอาหารได้	1. แบบประเมินผลงานและการนำเสนอ	นักเรียนนำเสนอข้อมูลได้อย่างครบถ้วนและถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80
2. นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของสารอาหารโดยใช้การให้พลังงานเป็นเกณฑ์ได้		
3. นักเรียนสามารถบอกความสำคัญของสารอาหารแต่ละชนิดได้		
4. นักเรียนสามารถทดสอบแป้ง น้ำตาล โปรตีน ไขมัน และวิตามินซีได้	2. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำปฏิบัติการ	นักเรียนมีส่วนร่วมตลอดการทำกิจกรรมจึงจะผ่านเกณฑ์
	3. แบบบันทึกกิจกรรมการทำปฏิบัติการ	นักเรียนบันทึกข้อมูลได้อย่างครบถ้วนและถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80
5. นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและร่วมตอบคำถามในกิจกรรมได้	4. แบบสังเกตพฤติกรรม การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	นักเรียนมีส่วนร่วมตลอดการทำกิจกรรมจึงจะผ่านเกณฑ์

### แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การตรวจสอบสารอาหาร (แผนปกติ)

1. ชื่อ.....ชั้น ม. 2/.....เลขที่.....กลุ่มที่.....
2. ชื่อ.....ชั้น ม. 2/.....เลขที่.....กลุ่มที่.....
3. ชื่อ.....ชั้น ม. 2/.....เลขที่.....กลุ่มที่.....
4. ชื่อ.....ชั้น ม. 2/.....เลขที่.....กลุ่มที่.....
5. ชื่อ.....ชั้น ม. 2/.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตรวจสอบสารอาหารตามวิธีการที่กำหนด และบันทึกผลลงในแบบบันทึกกิจกรรม

#### คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. สารอาหารมีกี่ชนิด ได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. เราสามารถตรวจสอบสารอาหารได้อย่างไรบ้าง (นักเรียนยกตัวอย่างมา 1 วิธี)

.....

.....

.....

3. ข้อควรระวังในการทดลอง

.....

.....

.....

.....

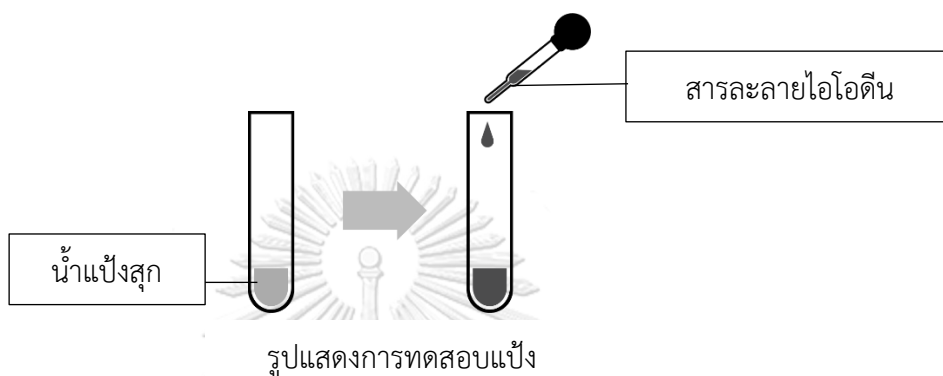


## วิธีการปฏิบัติกิจกรรม

### 1. การทดสอบคาร์โบไฮเดรต

การทดสอบคาร์โบไฮเดรตจะแบ่งการทดสอบตามชนิดของคาร์โบไฮเดรต ได้แก่

1. การทดสอบแป้ง สารที่ใช้ทดสอบ คือ สารละลายไอโอดีน โดยนำสารละลายไอโอดีนไปหยดบนน้ำแป้งสุก แล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงพร้อมทั้งบันทึกผล

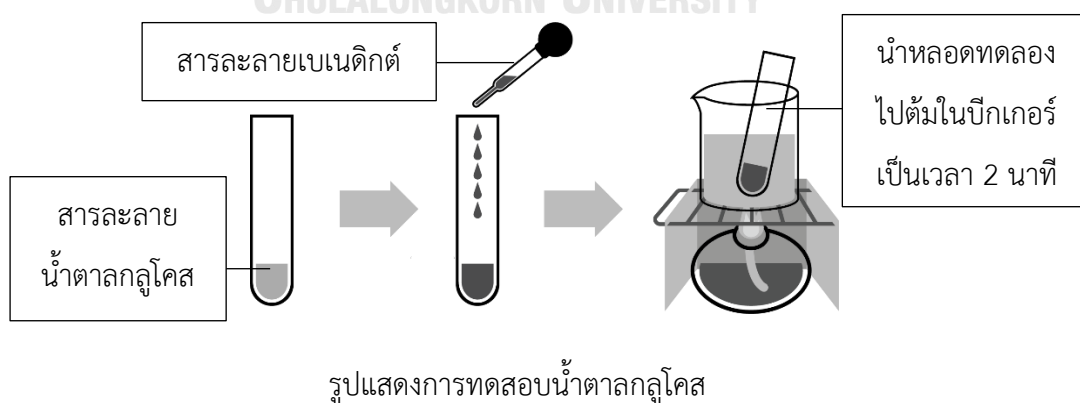


2. การทดสอบน้ำตาลกลูโคส ทดสอบโดยใช้สารละลายเบนเนดิกต์ ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

1) หยดสารละลายเบนเนดิกต์ซึ่งมีสีฟ้าลงในสารละลายที่ต้องการทดสอบ จำนวนประมาณ 10 หยด

2) เขย่าหลอดให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือดประมาณ 1 - 2 นาที

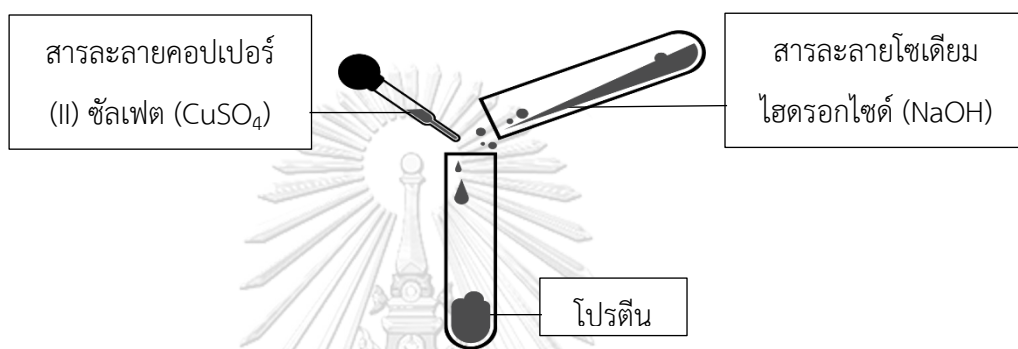
3) สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล



## 2. การทดสอบโปรตีน

ทดสอบโปรตีนกับสารละลายไบยูเรต มีขั้นตอนในการทดสอบ ดังนี้

- 1) เตรียมสารละลายไบยูเรต โดยเตรียมจากสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ( $\text{CuSO}_4$ ) 1 ส่วน ผสมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) 2 ส่วน
- 2) นำสารละลายไบยูเรตไปหยดบนอาหารที่ต้องการทดสอบ
- 3) สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

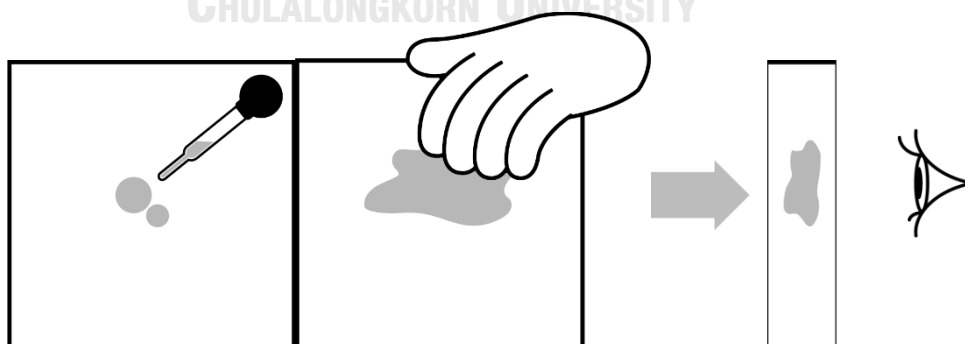


รูปแสดงการทดสอบโปรตีนด้วยสารละลายไบยูเรต

## 3. การทดสอบไขมัน

การทดสอบอาหารว่ามีสารอาหารประเภทไขมันหรือไม่ ทำได้ดังนี้

1. ทดสอบโดยใช้กระดาษสีขาวลักษณะทึบแสง
2. นำอาหารที่ต้องการทดสอบหยดใส่กระดาษแล้วเกลี่ยหรือถูกับกระดาษ
3. สังเกตลักษณะของกระดาษเมื่อยกขึ้นให้แสงส่องผ่าน

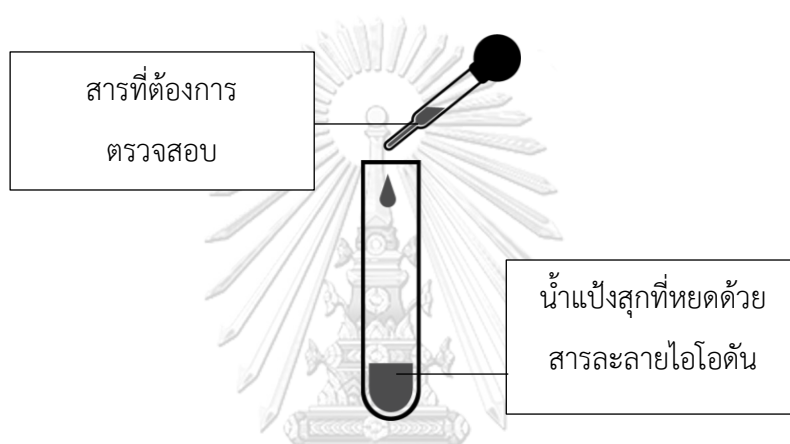


รูปแสดงการทดสอบไขมันด้วยกระดาษโปร่งแสง

#### 4. การทดสอบวิตามินซี

การทดสอบวิตามินซี มีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้

1. ชั้นเตรียมสารทดสอบ ได้จากการหยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำแป้งสุก จะได้สารสีน้ำเงิน
2. ชั้นทดสอบ นำสารละลายที่ต้องการตรวจสอบวิตามินซีหยดลงในสารละลายสีน้ำเงินที่เตรียมได้ในข้อ 1 แล้วนับจำนวนหยดของสารละลายที่ทำให้สารละลายสีน้ำเงินใส แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผล



รูปแสดงการทดสอบวิตามินซีโดยใช้น้ำแป้งสุกที่หยดด้วยสารละลายไอโอดีน

## ผลการปฏิบัติกิจกรรม

### 1) การตรวจสอบแป้งและน้ำตาล

ตารางบันทึกสิ่งที่สังเกตได้จากการตรวจสอบน้ำแป้งสุก สารละลายกลูโคส และน้ำ กับสารละลายไอโอดีนและสารละลายเบเนดิกต์

สารที่นำมาตรวจสอบ	สิ่งที่สังเกตได้		
	ก่อนตรวจสอบ	เมื่อหยดสารละลายไอโอดีน	เมื่อต้มกับสารละลายเบเนดิกต์
1. น้ำแป้งสุก			
2. สารละลายน้ำตาลกลูโคส			
3. น้ำ			

#### 1.1 ผลการทดสอบเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

#### 1.2 การทดลองนี้สรุปผลได้อย่างไร

.....

.....

## 2) การตรวจสอบโปรตีน

ตารางบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ก่อนและหลังตรวจสอบไข่ขาวดิบและน้ำด้วยสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  และสารละลาย  $\text{NaOH}$

สารที่นำมา ตรวจสอบ	สิ่งที่สังเกตได้	
	ก่อนการตรวจสอบ	เมื่อหยดสารละลาย $\text{CuSO}_4$ และสารละลาย $\text{NaOH}$
1. ไข่ขาวดิบ		
2. น้ำ		

### 2.1 ผลการทดสอบเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

### 2.2 การทดลองนี้สรุปผลได้อย่างไร

.....

.....

.....

### 3) การตรวจสอบไขมัน

ตารางบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ก่อนและหลังตรวจสอบน้ำมันพืชและน้ำด้วยการหยดลงบนกระดาษและยกขึ้นให้แสงส่องผ่าน

สารที่นำมา ตรวจสอบ	สิ่งที่สังเกตได้	
	ก่อนการตรวจสอบ	เมื่อหยดลงบนกระดาษ และยกขึ้นให้แสงส่องผ่าน
1. น้ำมันพืช		
2. น้ำ		

#### 3.1 ผลการทดสอบเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### 3.2 การทดลองนี้สรุปผลได้อย่างไร

.....

.....

.....

#### 4) การตรวจสอบวิตามินซี

ตารางบันทึกจำนวนหยดของสารที่ทำให้สีน้ำเงินของน้ำแป้งซึ่งหยุดด้วยไอโอดีนจางหายไป

สารละลายที่นำมาตรวจสอบ	จำนวนหยดที่ทำให้สีน้ำเงินจางหายไป (หยด)
สารละลายวิตามินซี	

##### 4.1 ผลการทดสอบเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

##### 4.2 การทดลองนี้สรุปผลได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

### คำถามหลังทำกิจกรรม

1. การตรวจสอบสารอาหารชนิดต่าง ๆ ให้ผลเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. อาหารที่นักเรียนรับประทานโดยทั่วไปประกอบด้วยสารอาหารใดบ้าง

.....

.....

4. หากนักเรียนเลือกรับประทานอาหารเพียงชนิดเดียว จะได้รับสารอาหารครบถ้วนหรือไม่

.....

.....

.....

5. ถ้านักเรียนต้องการได้รับสารอาหารอย่างครบถ้วน นักเรียนมีวิธีการอย่างไร

.....

.....

.....

.....



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	พิชญา ศิลาม่อม
วัน เดือน ปี เกิด	9 พฤศจิกายน 2533
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	6/891 ซอยเสรีไทย 89 เขตมีนบุรี แขวงมีนบุรี กรุงเทพมหานคร



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY