ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล ที่มีต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก

เรือเอกหญิง กมลวรรณ ดีอยู่เจริญพร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2561

The Effects of Context-based Learning Management in the Topic of Biomolecules on Scientific Argumentation Skill and Learning Achievement of Second Year Cadets at Armed Forces Academies Preparatory School in Nakhon Nayok Province

Lieutenant Kamonwan Deyucharoenporn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Science Education
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University
2018

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล ที่มีต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก

ชื่อและนามสกุล เรือเอกหญิง กมลวรรณ ดีอยู่เจริญพร

วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป

2. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2562

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จีรวรรณ เกษสิงห์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล ที่มีต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก

ผู้วิจัย เรือเอกหญิง กมลวรรณ ดีอยู่เจริญพร **รหัสนักศึกษา** 2592000422 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2) รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา **ปีการศึกษา** 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ (2) เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 70 คน จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม และจับฉลากห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โรงเรียนเตรียมทหาร

Thesis title: The Effects of Context-based Learning Management in the Topic of Biomolecules on Scientific Argumentation Skill and Learning Achievement of Second Year Cadets at Armed Forces Academies Preparatory School in Nakhon Nayok Province
Researcher: Lieutenant Kamonwan Deyucharoenporn**; ID:** 2592000422**;**
Degree: Master of Education (Science Education);
Thesis advisors: (1) Dr. Jurarat Thammaprateep, Associate Professor;
(2) Dr. Duongdern Suwanjinda, Associate Professor; **Academic year:** 2018

Abstract

The purposes of this research were (1) to compare science learning achievement in the topic of Biomolecules of second year students at Armed Forces Academies Preparatory School, Nakhon Nayok province learning under the context-based learning management with that of students learning under the conventional teaching method; and (2) to compare scientific argumentation skills in the topic of Biomolecules of second year students at Armed Forces Academies Preparatory School, Nakhon Nayok province learning under the context-based learning management with those of students learning under the conventional teaching method.

The research sample consisted of 70 second year students in two intact classrooms of Armed Forces Academies Preparatory School, Nakhon Nayok province during the second semester of academic year 2018, obtained by cluster random sampling. Then the two classrooms were randomly assigned into an experimental group and a control group. The employed research instrument comprised 5 learning management plans in the topic of Biomolecules. The data collecting instruments were a learning achievement test and a scientific argumentation skills test. Data were analyzed using the mean, standard deviation, and t-test.

The research findings showed that (1) science learning achievement in the topic of Biomolecules of second year students at Armed Forces Academies Preparatory School, Nakhon Nayok province learning under the context-based learning management was significantly higher than the counterpart learning achievement of students learning under the conventional teaching method at the .05 level of statistical significance; and (2) scientific argumentation skills in the topic of Biomolecules of second year students at Armed Forces Academies Preparatory School, Nakhon Nayok province learning under the context-based learning management was significantly higher than the counterpart skills of students learning under the conventional teaching method at the .05 level of statistical significance.

Keywords: Context-based learning management, Scientific argumentation skill, Learning achievement, Armed Forces Academies Preparatory School

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาสละเวลาให้ความรู้ ข้อคิด คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ นาวาเอกหญิง ราตรี ต๊ะพันธุ์ พันโทหญิง สุพัตรา สงกลิ่น และคุณสุภาพร ขาวพิมพ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ จนทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลผ่ายไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีใดๆ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา ครอบครัว ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้ให้โอกาสในการศึกษาและการทำวิจัยในครั้งนี้

กมลวรรณ ดีอยู่เจริญพร

มกราคม 2562

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 3
สมมติฐานการวิจัย 4
ขอบเขตการวิจัย 4
นิยามศัพท์เฉพาะ 4
กรอบแนวคิดการวิจัย 6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 8
การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน 9
ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 16
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 29
แนวคิดสำคัญเรื่อง สารชีวโมเลกุล 34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 36
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 43
รูปแบบการวิจัย 43
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 43
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 43
การวิเคราะห์ข้อมูล 56
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 61
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 62

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 64
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 67
สรุปการวิจัย 67
อภิปรายผล 71
ข้อเสนอแนะ 76
บรรณานุกรม 78
ภาคผนวก 85
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย 86
ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 88
ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 99
ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 130
ประวัติผู้วิจัย 160

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 25
ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การประเมินระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 29
ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล 44
ตารางที่ 3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล 46
ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหาร ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 62
ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของ นักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน 63
ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล กับ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 64
ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน เตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับ นักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 65
ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน 65
ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียน เตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับ นักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 66

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 6
ภาพที่ 2.1 แสดงแผนภาพกรอบแนวคิดการวิเคราะห์ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ Christine (2009) 18
ภาพที่ 2.2 แสดงแผนภาพกรอบแนวคิดการวิเคราะห์ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ Lin and Mintzes (2010) 20

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การรับรู้ข้อมูลข่าวสารต่างๆ ของคนสังคมในปัจจุบัน เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วผ่านเทคโนโลยี เช่น ข่าวสื่อออนไลน์ และความรู้ต่างๆ ที่อยู่ในโลกอินเตอร์เน็ต ข้อมูลที่ถูกส่งผ่านเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วส่งผลให้การเรียนรู้ของนักเรียนต้องเปลี่ยนแปลงไป ต้องอาศัยทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล การพิสูจน์ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการตัดสินใจ และการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการรับรู้ข้อมูลอย่างเท่าทันและถูกต้อง ซึ่งการเรียนรู้และรับรู้ข้อมูลอย่างเท่าทันได้นั้นจำเป็นจะต้องอาศัยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Christine, 2009)

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับนักวิทยาศาสตร์ ที่ใช้เป็นกระบวนการตรวจสอบความรู้ ค้นคว้าหาข้อมูล พัฒนาและพิสูจน์ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ (Lin and Mintzes, 2010) ซึ่งทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ที่ควรปลูกฝังให้แก่ผู้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนการสอน (ประสาท เนืองเฉลิม, 2558) เนื่องจากมีกระบวนการที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการทางสติปัญญา การคิด พิจารณาไตร่ตรอง มองประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้อง และการแสดงออกทางความคิดอย่างสมเหตุสมผล (Dawson and Venville, 2010) ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ผ่านการสนทนาอย่างวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และภาษาในการอภิปรายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนด้วยการโต้แย้ง พัฒนาความสามารถในการนำเสนอความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์ และช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้เรียนได้ (Chang and Chen, 2009) กล่าวคือ การส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนมีคุณค่าเหนือกว่าการศึกษาความรู้ เนื่องจากผู้เรียนได้เข้าถึงศักยภาพของการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ และการอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างสร้างสร้างสรรค์ ซึ่งนักเรียนเตรียมทหารเป็นส่วนหนึ่งของประชากรในสังคมจึงจำเป็นต้องอาศัยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจ กระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล การพิสูจน์ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ และการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ

จากการประเมินผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O - NET (Ordinary National Educational Test) พบว่าการสอบ O - NET ไม่ได้มุ่งเน้นการวัดระดับทักษะการโต้แย้งทาง

วิทยาศาสตร์โดยตรง แต่ระดับสมรรถนะของนักเรียนจากการประเมิน O - NET สามารถชี้ให้เห็นถึงระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ด้วยองค์ประกอบด้านกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล การพิสูจน์ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการตัดสินใจ และการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ จากผลการประเมิน O - NET ประจำปีการศึกษา 2560 ของนักเรียนทั่วประเทศ พบว่า นักเรียนเตรียมทหารมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล เท่ากับ 40.84 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุลของนักเรียนเตรียมทหารจากการวัดและประเมินผลในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา พบว่าไม่ได้มุ่งเน้นการวัดระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยตรงเช่นกัน แต่มีการวัดผลด้านกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล การพิสูจน์ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการตัดสินใจ และการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีแนวโน้มลดลง กล่าวคือ นักเรียนมีความสามารถในกระบวนการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ตัวอย่างลดลง มีกระบวนการพิสูจน์ข้อมูลจากแหล่งค้นคว้าลดลง มีลำดับการแก้ปัญหาสถานการณ์ตัวอย่างแบบวิทยาศาสตร์ลดลง มีการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ใหม่และการประยุคใช้ความรู้กับชีวิตประจำวันลดลง นอกจากนี้มีสาเหตุสำคัญบางประการที่ทำให้นักเรียนเตรียมทหารประสบปัญหาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ระเบียบวินัยทางทหาร ทัศนคติต่อการเรียนของนักเรียน การเห็นประโยชน์ของการเรียนรู้ ความเคยชินหรือความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอาจขัดแย้งกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พื้นฐานการตอบสนองต่อข้อมูลข่าวสารที่ได้รับอย่างมีประสิทธิภาพ และการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่ส่งเสริมการพัฒนาด้านการคิด การใช้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ การวิพากษ์วิจารณ์ที่ไม่เพียงพอ (Hanegan and Peterson, 2008)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมการพัฒนาระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแก่นักเรียนไปพร้อมๆ กันได้นั้น ควรมีการนำบริบทรอบตัวนักเรียนเข้ามาเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ โดยบริบทที่นำมาใช้มีความเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กับนักเรียน เช่น สถานการณ์ชีวิตประจำวันของนักเรียน สถานการณ์อาชีพที่นักเรียนสนใจ สถานการณ์สังคมที่นักเรียนอยู่อาศัย และสถานการณ์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน (De Jong, 2006) มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยเชื่อมโยงเนื้อหาบทเรียนทางวิทยาศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันด้วยความสนุกสนานและน่าสนใจ (Osborne, Erduran and Simon, 2004) สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (context-based learning) ที่มีลักษณสำคัญคือ เน้นการจัดการเรียนรู้โดยการนำบริบทหรือสถานการณ์รอบตัวในการดำรงชีวิตของนักเรียนมาเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ พร้อมทั้งมีการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ เพื่อค้นหาความรู้ด้วยตนเอง และสร้างความรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Seel, 2012) รวมทั้งส่งเสริมและพัฒนาระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแก่นักเรียน โดยเฉพาะการพัฒนาความสามารถในการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล การคิดวิเคราะห์

การมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนำไปใช้ในสถานการ์โลกความเป็นจริงได้ (Zhiwei, 2018) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถกระตุ้นความสนใจ ปรับทัศนติที่มีต่อวิชาเคมี ส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนได้ (Simon, Erduran and Osnorne, 2006) ช่วยเพิ่มความสนใจต่อการเรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบที่ใกล้เคียงกับการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้เรียนที่ต้องเผชิญหน้ากับปัญหาต่างๆ ในการดำรงชีวิต (Zeidler and Sadler, 2008) และช่วยพัฒนาการคิดวิเคราะห์ การใช้เหตุผลในการตัดสินใจ เพื่อตอบสนองต่อข้อมูลข่าวสารนั้นๆ ได้ โดยครูผู้สอนอาจนำบริบทหรือเหตุการณ์เสมือนจริงในชีวิตส่วนตัวของนักเรียน การประกอบอาชีพต่างๆ และในการปฏิบัติทางด้านวิทยาศาสตร์ มาเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ของนักเรียน (Gilbert, 2006)

จากการทบทวนเอกสารและบทความทางวิชาการพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถพัฒนาระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแก่นักเรียนไปพร้อมๆ กันได้ โดยพบว่า นักเรียนมีระดับทักษะการโต้แย้งที่สูงขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นสอดคล้องกัน (พัชราภรณ์ บุณยทรรศนีย์, 2558) แต่ไม่พบงานวิจัยที่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่สามารถพัฒนาระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแก่นักเรียนเตรียมทหารในรายวิชาเคมี เมื่อทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน พบว่ายังไม่มีงานวิจัยที่พัฒนาการจัดการเรียนรู้ในบทเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ด้วยบริบทวิชาชีพทหาร

จากการศึกษาความสำคัญ ปัญหา แนวคิด และงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจการใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในการพัฒนาระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3.2 ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดขอบเขตในการศึกษาไว้ดังนี้

4.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย กระทรวงกลาโหม จังหวัดนครนายก ปีการศึกษา 2561 จำนวน 605 คน จำนวน 18 ห้องเรียน

4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่

4.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

4.2.2 ตัวแปรตาม คือ ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3 ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ เนื้อหารายวิชาเคมีพื้นฐาน ว 33121 เคมีเล่ม 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางโรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560 เรื่องสารชีวโมเลกุล

4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลจำนวน 5 แผน ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยทั้งสิ้น เวลา 6 สัปดาห์ รวม 18 คาบ คาบละ 50 นาที ช่วงเวลาที่ใช้คือ เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน หมายถึง การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ผ่านเหตุการณ์สถานการณ์ และประสบการณ์ อาจเป็นการจำลองหรือเรื่องจริง เพื่อให้เกิดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ เข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกันได้ (De Jong, 2006) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

5.1.1 การกำหนดสถานการณ์ (Setting focal event) คือ การเริ่มกิจกรรมด้วยบริบทที่เป็นสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์จำลองที่เกี่ยงข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม อาชีพ และตัวบุคคล ที่เป็นประเด็นปัญหา หรือยังไม่มีข้อยุติ และสอดคล้องกับบทเรียนทางวิทยาศาสตร์ มากระตุ้นความสนใจ ก่อให้เกิดความสงสัย เกิดคำถาม หรือสมมติฐานแนวคำตอบบนพื้นฐานความรู้เดิม

5.1.2 การลงมือปฏิบัติ (Learning task) คือ สืบค้น ค้นคว้า สำรวจ ทดลอง การแก้ปัญหา การทำกิจกรรมภาคสนาม เพื่อหาคำตอบหรือคำอธิบาย ส่งผลให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ สร้างความรู้ หรือกระตุ้นแนวคิดใหม่ๆ ให้เกิดขึ้นได้

5.1.3 การเรียนรู้แนวคิดสำคัญ (Learning key concept) คือ การแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือข้อค้นพบที่ได้จากลงมือปฏิบัติ โดยการอภิปรายโต้แย้ง เพื่อร่วมกันสรุปความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการเรียนรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในห้องเรียน

5.1.4 การนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ (Recontextualise) คือ การเชื่อมโยงแนวคิดสำคัญไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือในชีวิตประจำวันของนักเรียน ในขั้นตอนนี้บริบทจะทำหน้าที่เป็นตัวอย่างประกอบและขยายความรู้หลังจากเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

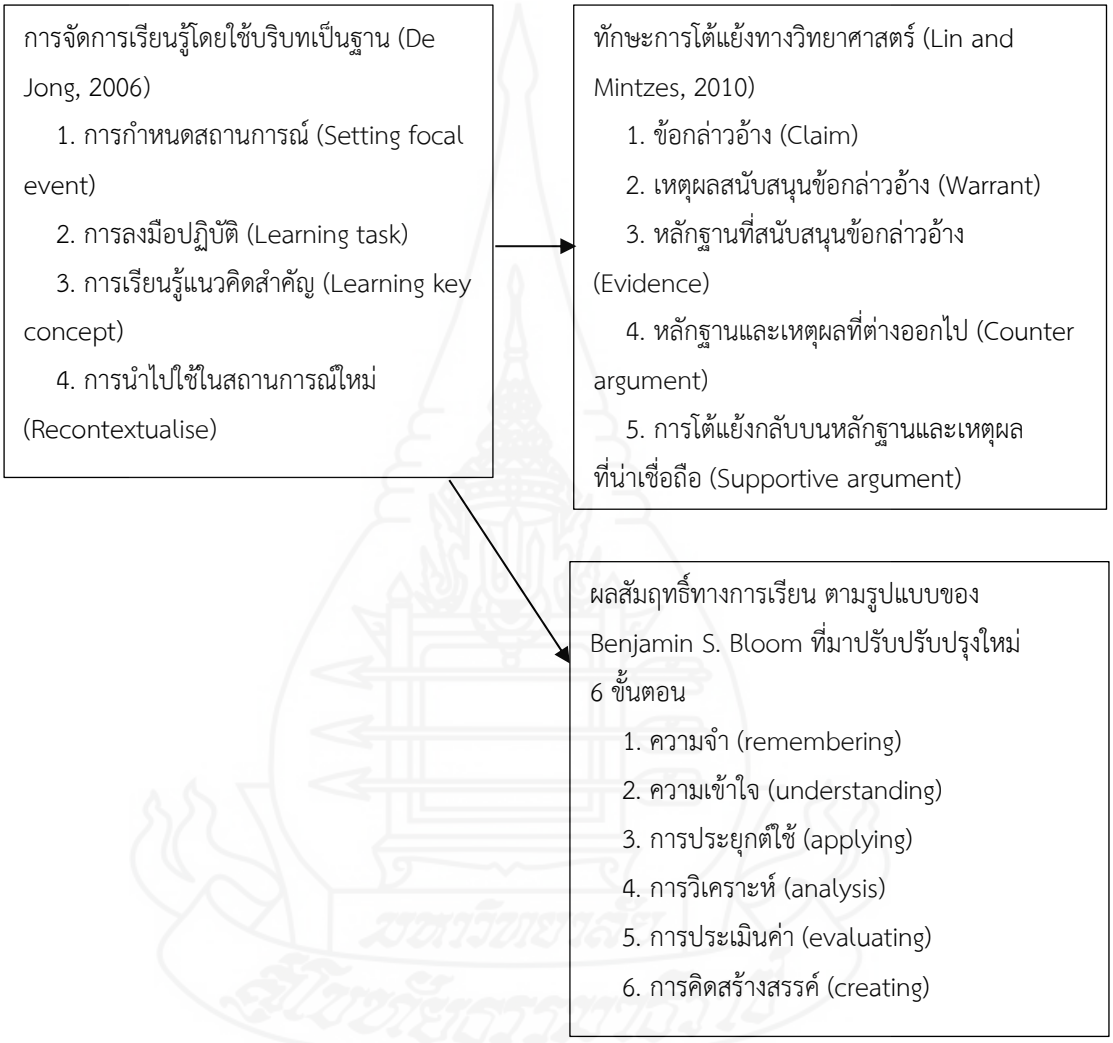
5.2 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแผนการสอนที่ทางโรงเรียนเตรียมทหารจัดทำตามปกติ โดยอาศัยรูปแบบการสอน 5E

5.3 ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Argumentation skills) คือ ความสามารถในการให้เหตุผลและใช้หลักฐานที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนแนวคิด และการประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานและเหตุผลที่ใช้ประกอบการอภิปรายโต้แย้ง โดยอาศัยทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ (Critical Thinking) สามารถวัดได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 5 ระดับ (Lin and Mintzes, 2010)

5.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี คือ ผลการเรียนรู้ที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอน ที่ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงแต่ละบุคคล ด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) เรื่องสารชีวโมเลกุล ประกอบด้วย 5 หน่วยย่อย คือ ความหมายและความสำคัญของสารชีวโมเลกุล คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และกรดนิวคลีอิก วัดได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามรูปแบบของ Benjamin S. Bloom ที่มาปรับปรับปรุงใหม่ มีลำดับ 6 ขั้นตอน เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

6. กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและทฤษฎีที่ได้จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เพื่อนำมาพัฒนาและสร้างเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เพื่อเป็นพื้นฐานของการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงต่อไป

7.2 ครูผู้สอนพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี

7.3 เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนโรงเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ต่อไป

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
   1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
   1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง
   1.3 ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
   1.4 รูปแบบและขั้นตอนการจัดกาเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
2. ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
   2.1 ความหมายเกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
   2.2 องคประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
   2.3 รูปแบบการวัดและประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   3.1 ความหมายเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   3.2 แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แนวคิดสำคัญ เรื่องสารชีวโมเลกุล
   4.1 ความหมายและความสำคัญของสารชีวโมเลกุล
   4.2 คาร์โบไฮเดรต
   4.3 โปรตีน
   4.4 กรดนิวคลิอิก
   4.5 ไขมัน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   5.1 งานวิจัยในประเทศ
   5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

1.1 ความหมายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-based learning) เกิดจากการคำว่า “บริบท” หรือ “context” มีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า “contexere/contextus” มีความหมายว่า “ถักทอเข้าด้วยกัน ความสัมพันธ์กัน เกี่ยวเนื่องกัน เชื่อมต่อกัน” (Gilbert, 2007) ส่วนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน คือการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนเข้ากับสถานกาณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยการจัดสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้เรียนให้สอดคล้องกับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เน้นการเรียนรู้ที่อาศัยการบูรณาการเนื้อหาเข้ากับสถานการณ์ที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ (Ummel et al., 2015)

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน หรือ context-based learning พบว่า มีนักวิชาการให้นิยามความหมายไว้ ดังนี้

De Jong (2008) ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน หมายถึง สถานการณ์ที่ช่วยให้นักเรียนให้ความหมายกับแนวคิด กฎเกณฑ์ กฎหมายและอื่นๆ ช่วยให้นักเรียนให้ความหมายกับกิจกรรมในห้องปฏิบัติการของโรงเรียนได้

Zhiwei (2018) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทว่า เป็นสถานการณ์จริง ทางสังคม สภาพแวดล้อมหรือสถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้นโดยคำนึงถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกระตุ้นการแสดงความคิดเห็น การตัดสินใจบนพื้นฐานของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล

Gutwill-Wise (2001) ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านสถานการณ์จริง หรือ สถานการณ์จำลอง ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของผู้เรียน มีการลงมือปฏิบัติ ค้นหาความรู้ และมีกระบวนการคิดวิเคราะห์ต่อสถานการณ์

Pattanapong Pongchano (2017) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน หมายถึง การใช้ตัวอย่างชีวิตจริงและสมมติฐานในสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนเพื่อที่จะเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงที่เป็นจริงกับเรื่องมากกว่าเพียงแค่ส่วนของทฤษฎีเท่านั้น

Neslihan and Muammer (2012) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน คือ การศึกษาที่มีการเชื่อมโยงระหว่างชีวิตจริงและเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดการค้นหาความรู้ที่เกี่ยวข้องในเชิงลึกและเป็นการตรวจสอบทัศนคติต่อบทเรียนของนักเรียนผ่านบริบทที่ยกมา

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลองที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การงานอาชีพ และชีวิตประจำวันของนักเรียนมาเชื่อมโยงกับ

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ ความรู้ความเข้าใจและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จนสามารถนำไปประยุคใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกันได้ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการแสดงความคิดเห็น เกิดกระบวนการตัดสินใจบนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาศัยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการพัฒนาขึ้นใหม่มากกว่าการต่อยอดจากรูปแบบทฤษฎีการศึกษาที่มีอยู่เดิม (Seel, 2012) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาทฤษฎีทางการศึกษากับรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานพบว่า ทฤษฎีที่สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานอย่างชัดเจน คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญา (Cognitive Constructivism) ของ Jean Piaget นอกจากนี้ยังมีทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสังคม (social constructivism) ของ Lev Vygotsky (Seel, 2012) และ แนวคิดการเรียนรู้โดยการลงมือทำ (learning by doing) ของ John Dewey สนับสนุนอีกด้วย

1.2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญา (Cognitive Constructivism) คือ คนเราทุกคนมีความรู้ได้จากการ คิดไตร่ตรอง ผ่านการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ด้วยการพิสูจน์อย่างมีเหตุผล โดยมีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ อายุ (Ages) และ ลำดับขั้น (Stages) สำหรับอธิบายความสามารถในการเข้าสิ่งหนึ่งสิ่งใดของแต่ละบุคคล เมื่ออายุแตกต่างกัน และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถสร้างความรู้ผ่านประสบการณ์ โดยใช้สถานการณ์ประสบการณ์มากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างโครงสร้างทางปัญญา เรียกว่า สกีมา (Schemas) รูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental Model) ในสมอง สกีมาเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Change) ขยาย (Enlarge) และซับซ้อนขึ้นได้ ซึ่งการเรียนรู้เกิดจากการปรับเข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium) ระหว่างกระบวนการการดูดซึม (Assimilation) คือการตีความหรือรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมมาปรับเข้ากับโครงสร้างทางปัญญา และการปรับเปลี่ยน (Accommodation) คือความสามารถในการปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม โดยเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับสิ่งที่ต้องเรียนรู้ใหม่

1.2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสังคม (Social Constructivism) คือ คนจะเกิดการเรียนรู้เนื่องจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมและวัฒนธรรม เช่น ครู เพื่อน พ่อ แม่ ซึ่งเป็นผู้ที่เชื่อมเครื่องมือทางปัญญา เช่น ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม บริบททางสังคมและภาษา รวมทั้งการเข้าถึงข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่จำเป็นสำหรับการพัฒนารูปแบบและคุณภาพของปัญญา การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาเชื่อมโยงกับบริบททางสังคม เพื่อกระตุ้นและส่งเสริมกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผ่านการแก้ปัญหา การคิดพิจารณาประเด็นคำถาม การลงมือปฏิบัติ และการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยการกระตุ้นให้เกิดข้อแนะนำหรือข้อเสนอแนะ ก่อให้เกิดประสบการณ์จริงแก่นักเรียน ครูผู้สอนจะทำหน้าที่คอยเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเกิดความเจริญทางปัญญา (Cognitive growth) และการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมและรูปแบบอาจมี

การเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสมแก่ผู้เรียน สามารถจัดการเรียนรู้และการพัฒนาด้านสังคมผ่านกิจกรรมการร่วมมือ (Collaborative activity) การจัดหลักสูตรและการวางแผนบทเรียนต้องคำนึงถึงช่วงเวลาของพัฒนาการทางปัญญา (The zone of proximal development) คือ ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันตามช่วง โดยเด็กที่อยู่ในช่วงการเรียนรู้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยต้นเอง โดยไม่ต้องได้รับการช่วยเหลือ สำหรับเด็กที่อยู่ต่ำกว่าช่วงการเรียนรู้อาจไม่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ต้องได้รับความช่วยเหลือจากคนรอบข้างจึงเกิดการเรียนรู้ได้ เพราะฉะนั้นสังคมจึงมีผลต่อการเรียนรู้ นอกจากนี้การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมายและไม่ควรแยกจากการเรียนรู้และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง (Real world) และมีการเชื่อมโยงประสบการณ์นอกโรงเรียนเข้าสู่ประสบการณ์ในห้องเรียนด้วย

1.2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการลงมือทำ (Learning by doing) เป็นการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructionism ผู้เรียนเกิดจากการแสวงหาความรู้ ไม่ใช่เป็นผู้รับข้อมูลความรู้ฝ่ายเดียว และความรู้ที่ดีต้องเกิดจากความรู้เดิมผสมผสานกับประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมภายนอก ผู้เรียนมีการนำไปปฏิบัติประยุกต์ใช้จริง ครูต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกและทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้เรียนสนใจ เกิดการจินตนาการ เกิดการสร้างชิ้นงานใหม่ ๆ และเกิดการสร้างองค์ความรู้ของตนเอง ซึ่งวิธีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ได้แก่ การสำรวจ ค้นคว้า (Explore) การทดลอง (Experiment) การทำเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ (Doing by learning) และการเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by doing) คือ การลงมือปฏิบัติกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือการได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่มีความหมายต่อตนเอง แล้วสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเองขึ้นมา ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับขั้นตอนการดูดซึม (Assimilation) และการปรับความแตกต่าง (Acommodation) เข้าด้วยกัน John Dewey แสดงแนวคิดของ Learning by doing คือ ความเจริญงอกงามทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา และคุณธรรม มีกระบวนการสร้างสรรค์ประสบการณ์ใหม่ที่ต่อเนื่องกับประสบการณ์เก่า ประสบการณ์จึงแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประสบการณ์ปฐมภูมิ (Primary experience) คือ ประสบการณ์ที่ยังไม่เป็นความรู้ หรือยังไม่มีการคิดไตร่ตรอง เป็นเพียงกระบวนการของการกระทำ และการประสบการเปลี่ยนแปลงระหว่างอินทรีย์และสภาพแวดล้อม ประสบการณ์ทุติยภูมิ (Secondary experience) คือ ประสบการณ์ที่เป็นความรู้ ผ่านกระบวนการคิดไตร่ตรองมาแล้ว โดยประสบการณ์ปฐมภูมิจะเป็นเนื้อหาของประสบการณ์ทุติยภูมิ (Seel, 2012)

1.3 ลักษณะและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

ลักษณะของบริบทที่มานำใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แก่นักเรียนในชั้นเรียนมีหลากหลายรูปแบบ ลักษณะของบริบทที่ดีควรสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน นักเรียนเข้าใจบริบทง่าย มีลำดับการเชื่อมโยงเนื้อหาบทเรียนเข้ากับบริบทจากง่ายไปยาก (Gilbert, 2007) ครูผู้สอนต้องให้ความสำคัญต่อการเลือกบริบท เนื่องจากบริบทสามารถส่งเสริมให้นักเรียน เกิดการถ่ายโอนความรู้ความเข้าใจเดิม เข้ากับเนื้อหาบทเรียนและองค์ความรู้ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

(Whitelegg, 2001) นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น (Bennett, 2002) จากการศึกษางานวิจัยของนักวิชาการและนักการศึกษา พบว่า ลักษณะบริบทที่นำมาใช้ประกอบ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีดังนี้

Bennett, Judith & Holman, John (2002) ได้จำแนกลักษณะของบริบทสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. บริบทวิทยาศาสตร์ปฐมภูมิ คือ บริบทที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนระดับประถม เป็นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านบริบทจริง สถานการณ์จริงที่ผ่านการคัดเลือกอย่างพิถีพิถัน ซึ่งบริบทดังกล่าวสามารถขยายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีอิทธิพลต่อทัศนคติของของเด็ก และมีผลต่อการเรียนรู้บทเรียน

2. บริบทวิทยาศาสตร์ทุติยภูมิ คือ บริบทที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนระดับมัธยม เป็นการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ผ่านบริบทที่คุ้นเคย มีส่วนเกี่ยวข้องกับท้องถิ่น สังคมรอบตัวนักเรียน และบริบทเฉพาะด้าน เช่น อาหาร เสื้อผ้า และการขนส่ง เป็นต้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทสามารถใช้ได้ดีในระดับการศึกษามัธยม ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าข้อมูล ทดลอง ค้นพบข้อเท็จจริง ด้วยตนเอง

3. บริบทวิทยาศาสตร์ตติยภูมิ คือ บริบทที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนระดับปริญญาตรีสาขาเคมี ในประเทศอเมริกา เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทที่เน้นการแก้ปัญหา ข้อกังวลทางสังคม และสิ่งแวดล้อม โดยเน้นการตัดสินใจ การแสดงให้เห็นถึงความซับซ้อนที่เพิ่มขึ้นของบริบท

Gilbert, J. K. (2007) ได้จำแนกลักษณะของบริบทที่เหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. บริบทตัวอย่างแนวคิดสำคัญ คือ บริบทที่จำเพาะเจาะจงต่อเนื้อหา ช่วยให้นักเรียนเห็นมุมมองเนื้อหาบทเรียนกว้างขึ้น ช่วยลดกระบวนการเรียนรู้เนื้อหาของนักเรียนและครูผู้สอน ซึ่งเป็นบริบททั่วไปที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโดยตรง ตัวอย่างเช่น กรด-เบสในชีวิตประจำวัน

2. บริบทพัฒนาการเรียนรู้ คือ บริบทที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดแนวคิดสำคัญ กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการเรียนรู้ระหว่าง ตามทฤษฎี constructivism ตัวอย่างเช่น บริบทส่วนบุคคล บริบทสังคม บริบทการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมและทฤษฎี

3. บริบทสอนแนวคิด คือ บริบทที่สนับสนุนกระบวนการสอน สนับสนุนกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน ด้านการคิด วิเคราะห์ กระบวนการแสดงแนวคิด ที่เป็นใจความสำคัญของเรื่อง โดยบริบทจะส่งเสริมให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ความเข้าใจสู่เนื้อหาบทเรียนที่ใกล้เคียง

4. บริบทกระตุ้นความสนใจในบทเรียน คือ บริบทที่มีความเปิดกว้างของแง้มุมและเนื้อหา มีความเป็นปัจจุบัน สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน มุ่งประเด็นชักจูงความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้และกระตุ้นความรู้สึกของนักเรียนให้เกิดความอยากรู้ อยากสืบค้นต่อยอด และอยากค้นหาคำตอบ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดแรงพลักดันที่ดีต่อการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น บริบทด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บริบทข่าวสาร เหตุการณ์ปัจจุบัน

De Jong (2006) ได้จำแนกลักษณะของบริบทที่เหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ ออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. บริบทด้านบุคคล (personal domain)

บริบทด้านบุคคล คือ ประเด็นสถานการณ์เรื่องราวชีวิตประจำวันของผู้เรียน โดยเน้นการเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีเข้ากับชีวิตส่วนตัวของพวกเขา หรือการพัฒนาทรัพยากรนักเรียนในโรงเรียน ซึ่งหลายประเด็นมีประโยชน์ต่อการนำมาใช้ประกอบการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ตัวอย่างเช่น บริบทของการดูแลสุขภาพส่วนบุคคล จะเกี่ยวข้องกับผลกระทบที่เป็นพิษของสารในร่างกายในแง่ของกระบวนการทางชีวเคมี และบริบทของโลชั่นบำรุงผิว บริบทด้านบุคคลสามารถเชื่อมโยงกับลักษณะทางเคมีของส่วนประกอบของของเหลวเหล่านี้ได้

2. บริบทด้านสังคม (social and society domain)

บริบททางสังคม คือ ประเด็นสถานการณ์เรื่องราวเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวผู้เรียน เนื่องจากนักเรียนในฐานะพลเมืองที่รับผิดชอบต่อสังคม โรงเรียนจึงควรมีส่วนร่วมในการจัดเตรียมความพร้อมสำหรับบทบาทของนักเรียนที่มีต่อสังคม ด้วยการนำความรู้ทางเคมีเข้ามาอธิบาย และใช้บทบาทในประเด็นทางสังคม อาจเป็นประเด็นปัญหาที่หลากหลาย ตัวอย่างเช่น บริบทของผลกระทบของฝนกรดต่อสิ่งแวดล้อมสามารถเชื่อมต่อกับหัวข้อทางเคมีของปฏิกิริยากรด - เบส ปฏิกิริยากรดกับโลหะ และปฏิกิริยาสะเทิน บริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอาจเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางเคมีของกระบวนการเผาไหม้หรือปฏิกิริยาระหว่างอนุมูลในโอโซน และชั้นบรรยากาศ

3. บริบทด้านการปฏิบัติวิชาชีพ (professional practice domain)

บริบทด้านการปฏิบัติวิชาชีพ คือ ประเด็นสถานการณ์เรื่องราวเกี่ยวกับแนวทางการประกอบวิชาชีพต่างๆ ในอนาคต บริบทนี้มีความเกี่ยวข้องเนื่องจากโรงเรียนควรเตรียมตัวนักเรียนให้พร้อมสำหรับบทบาทที่จะมาเป็นนักวิชาชีพในพื้นที่สาธารณะหรือเอกชน การปฏิบัติหลายอย่างมีประโยชน์แก่นักเรียน ตัวอย่างเช่น การปฏิบัติของวิศวกรเคมี สามารถเชื่อมโยงกับการออกแบบขนาดเล็กและการทดสอบกระบวนการอุตสาหกรรม เช่น การผลิตกาวหรือโพลิเมอร์ขนาดเล็ก และการปฏิบัติของนักวิเคราะห์เคมีสามารถเกี่ยวข้องกับหัวข้อทางเคมีของการตรวจสอบคุณภาพของน้ำ อาหาร หรือยา

4. บริบทด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (scientific and technological domain)

บริบทด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ ประเด็นสถานการณ์เรื่องราวที่มีการใช้ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาเป็นส่วนสำคัญในวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา โดยเฉพาะประเด็นที่จำเป็นต้องใช้วิธีการอธิบายกระบวนการขั้นตอนจัดการ การให้เหตุผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บริบทนี้มีความเกี่ยวข้องเนื่องจากความเป็นจริงที่ว่าโรงเรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนาความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่นักเรียนอยู่เสมอ ยกตัวอย่างเช่น บริบทของวิธีการวิจัยทางวิทยาศาสตร์สามารถเชื่อมต่อกับการสอบสวนแบบเปิดในห้องปฏิบัติการของโรงเรียน และบริบท

ของการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ในความหมายของแบบจำลองและทฤษฎีในวิชาเคมีอาจเกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบจำลองกรดเบส (แบบจำลองของ Arrhenius, Brønsted และ Lewis) หรือ การเปลี่ยนจากทฤษฎี phlogiston เก่าไปสู่ทฤษฎีการออกซิเดชันที่ทันสมัย

จากการศึกษาลักษณะและความสำคัญของบริบทสำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของบริบท ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และมีเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนเตรียมทหาร ประกอบด้วย 4 รูปแบบ คือ

1. บริบทด้านบุคคล คือ ประเด็นสถานการณ์เรื่องราวเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวผู้เรียน เนื่องจากนักเรียนในฐานะพลเมืองที่รับผิดชอบต่อสังคม โรงเรียนจึงควรมีส่วนร่วมในการจัดเตรียมความพร้อมสำหรับบทบาทของนักเรียนที่มีต่อสังคม ด้วยการนำความรู้ทางเคมีเข้ามาอธิบาย และใช้บทบาทในประเด็นทางสังคม

2. บริบทด้านสังคม คือ ประเด็นสถานการณ์เรื่องราวเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวผู้เรียน เนื่องจากนักเรียนในฐานะพลเมืองที่รับผิดชอบต่อสังคม โรงเรียนจึงควรมีส่วนร่วมในการจัดเตรียมความพร้อมสำหรับบทบาทของนักเรียนที่มีต่อสังคม ด้วยการนำความรู้ทางเคมีเข้ามาอธิบาย และใช้บทบาทในประเด็นทางสังคม

3. บริบทด้านการปฏิบัติวิชาชีพ คือ ประเด็นสถานการณ์เรื่องราวเกี่ยวกับแนวทางการประกอบวิชาชีพต่างๆ ในอนาคต บริบทนี้มีความเกี่ยวข้องเนื่องจากโรงเรียนควรเตรียมตัวนักเรียนให้พร้อมสำหรับบทบาทที่จะมาเป็นนักวิชาชีพในพื้นที่สาธารณะหรือเอกชน การปฏิบัติหลายอย่างมีประโยชน์แก่นักเรียน

4. บริบทด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ ประเด็นสถานการณ์เรื่องราวที่มีการใช้ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาเป็นส่วนสำคัญในวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา โดยเฉพาะประเด็นที่จำเป็นต้องใช้วิธีการอธิบายกระบวนการขั้นตอนจัดการ การให้เหตุผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บริบทนี้มีความเกี่ยวข้องเนื่องจากความเป็นจริงที่ว่าโรงเรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนาความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่นักเรียนอยู่เสมอ

ซึ่งบริบททุกด้านครบคลุมการใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียนเตรียมทหารในทุกด้าน และสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาเข้าสู่แนวทางการรับราชการในอนาคตได้ นอกจากนี้เนื่องด้วยสังคมในปัจจุบันมีประเด็นปัญหาหลากหลาย เช่น ปัญหาสภาพแวดล้อม ปัญหาสุขภาพของคนในสังคม ปัญหาการประกอบอาชีพในแต่ละชุมชน เป็นต้น ในฐานะผู้เรียนเป็นส่วนหนึ่งของสังคม และต้องรับผิดชอบต่อสังคมดังกล่าว จึงมีความจำเป็นที่ผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องต่อการแก้ไขปัญหาทางสังคมด้วย

1.4 รูปแบบและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

รูปแบบและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีคำสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นสิ่งที่ระบุได้ถึงการประสบความสำเร็จทางการเรียนรู้ หรือความล้มเหลวต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานต้องมีลำดับการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงบริบทเข้ากับความรู้อย่างค่อยเป็นค่อยไป (Pilot, A., & Bulte, A. M. W., 2007) จากการศึกษางานวิจัยของนักวิชาการและนักการศึกษา พบว่า รูปแบบและขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

De Jong (2007) เสนอกลวิธีสำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบใช้บริบทเป็นฐานในวิชาเคมี ตามลำดับขั้นตอน 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอบริบทเบื่องต้น (Offering an introductory context) คือ ครูการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยากรู้ในบริบทวิชาเคมี โดยการมุ่งให้นักเรียนเกิดคำถาม และสมมติฐานของคำตอบจากบริบทนั้น

ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมและปรับแต่งคำถามของนักเรียน (Collecting and adapting students' questions) คือ ครูรวบรวมคำถามและสมมติฐานของคำตอบจากนักเรียน โดยใช้เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการใช้ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้นๆ

ขั้นที่ 3 ปรับโครงสร้างเนื้อหาตำราหรือเลือกข้อมูลเว็บไซต์ (Restructuring textbook content or selecting website information) คือ ครูให้นักเรียนหาข้อมูลหรือหลักฐานวิชาเคมีจากแหล่งต่างๆ เช่น ข้อมูลในตำราหรือเว็บไซต์ เพื่อสนับสนุนสมมติฐานและโต้แย้งข้อกล่าวอ้างอื่นๆ

ขั้นที่ 4 เสนอบริบทการติดตามผลต่อไป (Offering a follow-up inquiry context) คือ ครูนำเสนอบริบทของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลสนับสนุนสมมติฐานของตนและข้อโต้แย้งกลับที่น่าเชื่อถือ ซึ่งนักเรียนต้องใช้ความรู้และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง

Gilbert (2007) เสนอวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 กำหนดสถานการณ์ (Setting focal event) ในขั้นนี้ครูผู้สอนนำเสนอบริบทแนะนำ (Introductory context) เพื่อทำให้นักเรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้โดยครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนหรือสถานการณ์ที่นักเรียนมีความสนใจ เพื่อให้นักเรียนได้นึกถึงและอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวว่า เกิดขึ้นที่ไหน เมื่อไหร่ อย่างไร และผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร รวมถึงให้นักเรียนได้กำหนดปัญหาและคิดหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน (Learning task) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ร่วมมือกันทำกิจกรรมเป็นกลุ่มและมีการติดต่อสื่อสารกับนักเรียนคนอื่น เพื่อศึกษาค้นคว้าหรือลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง เช่น การทดลอง การแก้ปัญหา การอภิปรายกลุ่มย่อย การแสดงบทบาทสมมติ การสืบค้นข้อมูล การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่างๆ เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้หรือแนวคิดใหม่ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ (Learning key concept) ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับ แนวคิดที่สำคัญที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอข้อค้นพบต่างๆ รวมทั้งสรุปความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึง ความรู้เดิมและความรู้พื้นฐานของนักเรียนด้วย

ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ (Recontextualise) ในขั้นนี้ครูผู้สอนนำเสนอบริบทสืบค้น (Inquiry context) เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้มีการประยุกต์ใช้ความรู้ โดยครูผู้สอนจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการประยุกต์ใช้ความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องในสถานการณ์อื่นๆ หรือการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

จากการศึกษารูปแบบและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ของ De Jong (2006) และ Gilbert (2007) สามารถสรุปรูปแบบและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดสถานการณ์ (Setting focal event) คือ การจัดการเรียนรู้โดยเริ่มด้วยบริบทที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน อาจเป็นเหตุการณ์ สถานการณ์ในชีวิตจริงหรือสมมติมากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย คำถาม หรือสมมติฐานแนวคำตอบบนพื้นฐานความรู้เดิม

ขั้นที่ 2 การลงมือปฏิบัติ (Learning task) คือ ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าที่มีหลากหลาย เช่น การสำรวจ การทดลอง การลงมือปฏิบัติ การสืบค้นข้อมูล การแก้ปัญหา การทำกิจกรรมภาคสนาม หรือลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง หรือกลุ่มย่อย การแสดงบทบาทสมมติ การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่างๆ เป็นต้น วิธีการเหล่านี้จะส่งผลให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ สร้างความรู้ หรือกระตุ้นแนวคิดใหม่ๆ ให้เกิดขึ้นได้

ขั้นที่ 3 การเรียนรู้แนวคิดสำคัญ (Learning key concept) คือ การเรียนรู้แนวคิดสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบริบทผ่านการทำกิจกรรมนำเสนอ หรืออภิปรายแลกเปลี่ยนข้อค้นพบต่างๆ เพื่อร่วมกันสรุปความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 การนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ (Recontextualise) คือ การร่วมกันอภิปรายเชื่อมโยงเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องในบริบทของสถานการณ์อื่นๆ หรือประยุกต์ความรู้ที่ได้เข้าสู่การใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ดังนั้นในขั้นตอนนี้บริบทจะทำหน้าที่เป็นตัวอย่างประกอบและขยายความรู้หลังจากเรียนรู้แนวคิดแล้ว

2. ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายเกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Lin & Mintzes (2010) ให้ความหมายทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Argumentation skill) หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลและใช้หลักฐานที่

น่าเชื้อถือมาสนับสนุนแนวคิด ใช้ความรู้และการคิดวิเคราะห์ในการตัดสินใจ เป็นการประเมินความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

Christine (2009) อธิบายว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กลไกการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้คำพูดอย่างมีเหตุผลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือสนับสนุนเพื่อโน้มน้าวให้ผู้อื่นทราบถึงความถูกต้องและข้อเรียกร้องของตนในแบบประชาธิปไตย

Zhiwei (2018) กล่าวถึงลักษณะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการที่ช่วยในการตัดสินใจ โดยพิจารณาจากหลักฐานและข้อมูลสนับสนุน โดยผู้เรียนเกิดความรู้จากการอธิบาย การให้เหตุผลระหว่างการโต้แย้ง โดยบริบทที่เลือกใช้จะมีผลต่อการตัดสินใจของผู้เรียนด้วย

เอกภูมิ จันทรขันตี (2559) อธิบายว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลพยายามที่จะสนับสนุน คัดค้าน หรือปรับปรุงข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ (Scientific claim) เพื่อนำไปสู่การยืนยันความถูกต้อง และการลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ และได้รับการยอมรับในแวดวงของนักวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของข้อมูลและพยานหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือการลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง ร่วมกับการให้ เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลและพยานหลักฐานเข้าด้วยกัน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ จึงสามารถสรุปความหมายของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า เกิดจากทักษะการอภิปรายโต้แย้ง (Argumentation skills) คือ ความสามารถในการให้เหตุผลและใช้หลักฐานที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนแนวคิด และการประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานและเหตุผลที่ใช้ประกอบการอภิปรายโต้แย้ง โดยอาศัยข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ (Scientific claim) ในการสนับสนุน คัดค้าน หรือปรับปรุงข้อกล่าวอ้างนั้นจนเป็นข้อสรุป ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation skills)

2.2 องคประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญต่อการสร้างกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เป็นส่วนสำคัญในการระบุจุดประสงค์การวัดผลทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการให้เกิดขึ้นแก่นักเรียน (Toulmin, 2003) จากการศึกษางานวิจัยของนักวิชาการและนักการศึกษา พบว่า องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Marttunen & Laurinen (2001) จำแนกองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 องค์ประกอบ คือ

1. argumentative text หมายถึง เป็นส่วนของบทความที่แสดงให้เห็นมุมมองสถานการณ์ประเด็นปัญหา มุมมองของโลกความเป็นจริงที่เชื่อมโยงกับการสอนเนื้อหา และเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ ที่ต้องใช้ความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เข้ามาคลายความสงสัย

2. composing claims and arguments หมายถึง การแสดงความคิดเห็นที่มีต่อมุมมองสถานการณ์ ประเด็นปัญหา มุมมองของโลกความเป็นจริง และการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งหลัก

3. commenting on an argumentative text หมายถึง การแสดงความคิดเห็นเกี่ยวข้อโต้แย้งของกลุ่มที่ต่างออกไปได้ว่าข้อกล่าวอ้างดังกล่าวเป็นจริงหรือเท็จ

4. judging arguments and conclusions หมายถึง การตัดสินข้อโต้แย้งและข้อสรุป นักเรียนเป็นผู้ประเมินข้อโต้แย้งจากการแสดงความคิดเห็นและการให้เหตุผลประกอบ

Christine (2009) จำแนกองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 6 องค์ประกอบ คือ

1. ข้อมูล (data) ที่ได้รับการกล่าวอ้างเพื่อสนับสนุนข้อเรียกร้องถือว่าได้รับการพิจารณาหลักฐานว่ามีความสัมพันธ์เชิงจำแนกเปรียบเทียบหรือทางสถิติระหว่างข้อมูลและการกล่าวอ้าง

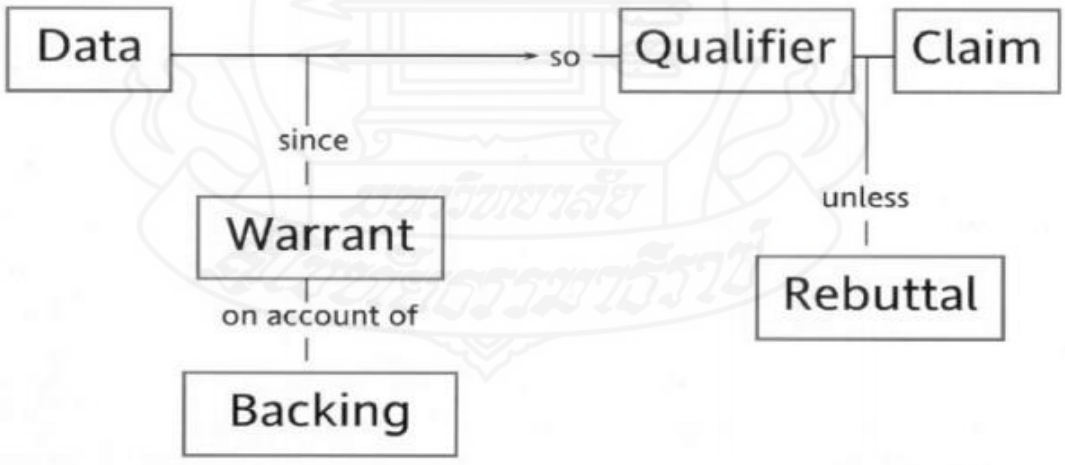
2. เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นกฎหรือหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการให้เหตุผลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและข้อสนับสนุน

3. ข้อสนับสนุน (Backing) เป็นพื้นฐานสมมติฐานที่ให้เหตุผลสำหรับการกล่าวอ้าง

4. คุณสมบัติหรือหลักฐาน (Qualifier) เป็นคำแถลงของเงื่อนไขภายใต้ข้อกล่าวอ้าง เป็นหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

5. การโต้แย้ง (Rebuttal) เป็นการแถลงการณ์ตามเงื่อนไขที่การเรียกร้องว่าจะไม่เป็นจริง

6. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือข้อสรุปที่มีคุณค่าที่จะสร้างผ่านการโต้เถียง



ภาพที่ 2.1 แสดงแผนภาพกรอบแนวคิดการวิเคราะห์ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ Christine (2009)

Lin and Mintzes (2010) จำแนกองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 องค์ประกอบ คือ

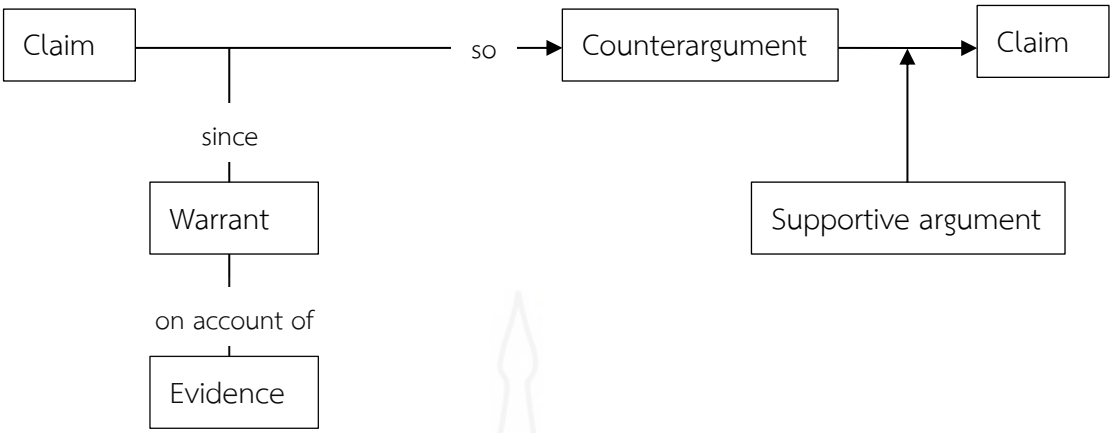
1. Claim หมายถึง ข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับประเด็นปัญหา เป็นข้อสรุปหรือข้อเรียกร้องในประเด็นต่างๆ ที่จะแสดงจุดยืนของตนเองได้อย่างชัดเจน

2. Warrant หมายถึง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง สิ่งที่ใช้ในการสนับสนุนข้ออ้างที่ประกอบด้วยข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ทำให้ข้ออ้างนั้นมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น เพื่อแสดงว่าเพราะอะไร ทำไม เราถึงมีจุดยืนเช่นนี้

3. Evidence หมายถึง หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ทำให้ข้อกล่าวอ้างน่าเชื่อถือมากขึ้น หลักฐานมีหลายรูปแบบ เช่น อาจอยู่ในรูปของ ข้อความ ตัวเลข รูปภาพ หรือกราฟ เป็นต้น ทั้งนี้การพิจารณาหลักฐานต้องคำนึงถึงความหลากหลายของที่มาของหลักฐาน และความเหมาะสมของหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างด้วย

4. Counter argument หมายถึง ข้อโต้แย้งข้อกล่าวอ้างหลักบนหลักฐานและเหตุผลที่ต่างออกไป คล้ายกับเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) แต่จะเป็นเหตุผลของอีกฝ่ายที่คิดตรงข้ามกับเรา ตัวอย่างเช่น การกินผักและผลไม้เพื่อลดน้ำหนักไม่เป็นความจริงเนื่องจากในผลไม้บางชนิดมีน้ำตาลและแป้งเป็นองค์ประกอบสูงและผักบางชนิดให้พลังงานสูงเช่นกัน เป็นต้น

5. Supportive argument หมายถึง การโต้แย้งกลับบนหลักฐานและเหตุผลน่าเชื่อถือ การใช้เหตุผลเสริมอาจใช้ในรูปของข้อแย้ง เหตุผลที่ใช้ทำให้เหตุผลของอีกฝ่ายลดความน่าเชื่อถือลงไป นักเรียนที่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงจะสามารถใช้ข้อแย้งเหตุผล เป็นเหตุผลเสริมในการโต้แย้ง ข้อโต้แย้งของอีกฝ่าย ตัวอย่างเช่น ผลการทำสบู่ก้อนจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ในกลุ่มที่เสนอข้อโต้แย้งไม่เป็นจริงตามทฤษฎีนั้น เนื่องจากขณะทำการทดลองอาจมีการเติมปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ไม่เพียงพอต่อปริมาณของไขมันที่ใช้เป็นสารตั้งต้น หรืออาจเป็นเพราะกลุ่มดังกล่าวใช้ไขมันประเภทไม่อิ่มตัวแทนการใช้ไขมันอิ่มตัวส่งผลให้สบู่ไม่เกาะตัวเป็นก้อนแข็ง เป็นต้น



ภาพที่ 2.2 แสดงแผนภาพกรอบแนวคิดการวิเคราะห์ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ Lin and Mintzes (2010)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ จึงสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถชี้ถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. ข้อกล่าวอ้าง (claim) หมายถึง แนวความคิดเกี่ยวกับประเด็นปัญหา เป็นข้อสรุปหรือข้อเรียกร้องในประเด็นต่าง ๆ ที่จะแสดงจุดยืนของตนเองได้อย่างชัดเจน

2. เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (warrant) หมายถึง สิ่งที่ใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ประกอบด้วยข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือ ส่งผลให้ข้อกล่าวอ้างนั้นมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น เพื่อแสดงว่าเพราะเหตุใด ถึงมีจุดยืนตามข้อกล่าวอ้างข้างต้น

3. หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (evidence) หมายถึง หลักฐานที่นำมาสนับสนุน หรือยืนยันแล้วส่งผลให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น หลักฐานมีหลายรูปแบบ อาจอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข รูปภาพ หรือกราฟ เป็นต้น ขึ้นอยู่กับการพิจารณาหลักฐานที่เหมาะสมต่อการนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

4. ข้อโต้แย้งข้อกล่าวอ้างหลักบนหลักฐานและเหตุผลที่ต่างออกไป (counter argument) หมายถึง เป็นเหตุผลที่ขัดแย้งกับเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นเหตุผลของอีกฝ่ายตรงข้ามที่มีแนวความคิดและข้อกล่าวอ้างต่างออกไป

5. การโต้แย้งกลับบนหลักฐานและเหตผลน่าเชื่อถือเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหลัก (supportive argument) หมายถึง เป็นการให้เหตุผลเสริม เพื่อใช้ในรูปของข้อขัดแย้ง เหตุผลที่ใช้ทำให้เหตุผลของอีกฝ่ายลดความน่าเชื่อถือลงไป นักเรียนที่มีระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงจะ

สามารถเสนอข้อโต้แย้งเหตุผลเพื่อลดความน่าเชื่อถือของฝ่ายตรงข้ามได้ ด้วยเหตุผลและหลักการที่น่าเชื่อถือและเพียงพอ

2.3 รูปแบบการวัดและประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

รูปแบบการวัดและประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่สะท้อนให้ครูผู้สอนเห็นถึงการกระบวนการคิดวิเคราะห์ และการตัดสินใจอย่างมีหลักการวิทยาศาสตร์ ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเอง (วิไลวรรณ ทรงศิลป์, 2560) จากการศึกษางานวิจัยของนักวิชาการและนักการศึกษา พบว่ารูปแบบการวัดและการประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Kuhn, D. (1991) เสนอวิธีการวัดและประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สังเกตการณ์โต้แย้งจากการอัดบันทึกวิดิทัศน์ นำมาใช้ในการบันทึกการโต้แย้งที่เกิดขึ้นว่านักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งมากน้อยแค่ไหน และมีส่วนร่วมใน ลักษณะใด การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตการโต้แย้งจากการบันทึกวิดิทัศน์ สามารถแบ่งกระบวนการวัดทักษะการโต้แย้งของนักเรียนออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. Exposition คือ การกล่าวที่พยายามทำให้จุดยืนของคนหนึ่งมีความชัดเจนมากขึ้น ซึ่งเป็นทักษะที่คาดว่านักเรียนจะแสดงออกเป็นส่วนมาก การพูดที่อยู่ในประเภทนี้มี 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ a) Clarification คือ การกล่าวเพื่อขยายความจุดยืนของคนหนึ่ง b) Add คือ การเพิ่มตัวอย่างหรือการขยายความในสิ่งที่อีกฝ่ายหนึ่งกล่าวที่ไม่ได้ทำให้การโต้แย้งมีบรรลุเป้าหมายมากขึ้น

2. Challenge คือ การที่คนหนึ่งกล่าวถึงข้ออ้างของฝ่ายตรงข้ามและพยายามหาจุดอ่อนของข้ออ้างนั้น ซึ่งคาดว่า นักเรียนจะแสดงออกการพูดประเภทนี้ค่อนข้างน้อยการพูดในประเภทนี้มี 3 กลุ่มหลักๆ ได้แก่ 1) Disagreement คือ การกล่าวแสดงความไม่เห็นด้วยกับข้อโต้แย้งของอีกฝ่ายหนึ่ง 2) Counter - A คือ การกล่าวแสดงความไม่เห็นด้วยกับข้อโต้แย้งของอีกฝ่ายหนึ่งด้วยข้อ โต้แย้งอื่น 3) Counter - C คือ การกล่าวแสดงความไม่เห็นด้วยกับข้อโต้แย้งของอีกฝ่ายหนึ่งด้วยการ วิพากษ์วิจารณ์คำกล่าวของอีกฝ่ายหนึ่ง

ส่วนที่ 2 การสัมภาษณ์รายบุคคลทันทีหลังจากทำ แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เสร็จ (Individual follow-up interviews) คำถามในการสัมภาษณ์เป็นคำถามเรื่องเดียวกันในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

Marttunen & Laurinen (2001) เสนอวิธีการวัดและประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 4 ข้อ ดังนี้

ข้อที่ 1 เป็นส่วนของมุมมองสถานการณ์ ประเด็นปัญหา มุมมองของโลกความเป็นจริงที่เชื่อมโยงกับการสอนเนื้อหา และเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ ที่ต้องใช้ความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เข้ามาคลายความสงสัย

การวิเคราะห์ผล ในข้อที่ 1

1) หากนักเรียนวิเคราะห์ปัญหาได้ 1 ปัญหาหรือน้อยกว่าคิดเป็น 0 คะแนน

2) หากนักเรียนวิเคราะห์ปัญหาได้มากกว่า 1 ปัญหาแต่ไม่เกิน 3 ปัญหา คิดเป็น 1 คะแนน

3) หากนักเรียนวิเคราะห์ปัญหาได้มากกว่า 3 ปัญหาขึ้นไป คิดเป็น 2 คะแนน

ข้อที่ 2 ประกอบด้วยคำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อมุมมองสถานการณ์ประเด็นปัญหา มุมมองของโลกความเป็นจริงจากส่วนที่ 1 ประกอบด้วย 2 ข้อย่อย คือ

การวิเคราะห์ผล ในส่วนที่ 2

ข้อที่ 2.1 กำหนดให้นักเรียนแสดงถึงข้อกล่าวอ้างที่มีคุณสมบัติชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย

1) หากนักเรียนไม่แสดงเหตุผลประกอบ หรือแสดงเหตุผลไม่ชัดเจน คิดเป็น 0 คะแนน

2) หากนักเรียนแสดงเหตุผลที่ชัดเจนประกอบ 1 เหตุผล คิดเป็น 1 คะแนน

3) หากนักเรียนแสดงเหตุผลประกอบ 2 เหตุผล คิดเป็น 2 คะแนน

ข้อที่ 2.2 กำหนดให้นักเรียนแสดงถึงข้อโต้แย้ง และการให้เหตุผลสนับสนุน

1) หากนักเรียนแสดงข้อโต้แย้งที่ส่วนใหญ่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้าง และน้อยเกินไป คิดเป็น 0 คะแนน

2) หากนักเรียนแสดงข้อโต้แย้งที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างแคบ และมีความซับซ้อน คิดเป็น 1 คะแนน

3) หากนักเรียนแสดงข้อโต้แย้งที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างกว้าง และมีความชัดเจน คิดเป็น 2 คะแนน

ข้อที่ 3 กำหนดให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวข้อโต้แย้งของกลุ่มที่ต่างออกไปได้ว่าข้อกล่าวอ้างดังกล่าวเป็นจริงหรือเท็จ

1) หากนักเรียนแสดงความคิดเห็นนบพื้นฐานของการคิดวิเคราะห์และมีหลักการสนับสนุนมากกว่า 3 แนวคิด คิดเป็น 2 คะแนน

2) หากนักเรียนแสดงความคิดเห็นนบพื้นฐานของการคิดวิเคราะห์และมีหลักการสนับสนุนระหว่าง 2 - 3 แนวคิด คิดเป็น 1 คะแนน

3) หากนักเรียนแสดงความคิดเห็นนบพื้นฐานของการคิดวิเคราะห์และมีหลักการสนับสนุนระหว่าง 0 - 1 แนวคิด คิดเป็น 0 คะแนน

ข้อที่ 4 การตัดสินข้อโต้แย้งและข้อสรุป นักเรียนเป็นผู้ประเมินข้อโต้แย้งจากการแสดงความคิดเห็นและการให้เหตุผลประกอบ

1) หากนักเรียนเลือกข้อกล่าวอ้างถูกต้องทั้งหมด คิดเป็น 2 คะแนน

2) หากนักเรียนเลือกข้อกล่าวอ้างถูกต้อง คิดเป็น 1 คะแนน

3) หากนักเรียนเลือกข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง คิดเป็น 0 คะแนน

Lin and Mintzes (2010) แบ่งรูปแบบการวัดและประเมินโดยใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Argumentation Skills Questionnaire: ASQ) ออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นกรณีศึกษาที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับบริบททางสังคม การเมืองเศรษฐกิจและวัฒนธรรมของประเด็นต่างๆ ของการจัดตั้งสวนสาธารณะ Ma - Guo ในไต้หวัน และความคิดเห็นของกลุ่มผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนี้

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยคำถามปลายเปิด (open-ended questions) จำนวน 4 ข้อ คำถามแต่ละข้อได้สำรวจการตอบสนองของนักเรียนต่อองค์ประกอบต่าง ๆ ของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

ข้อที่ 1 ประเมินความสามารถในสร้างข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน เช่น นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับการจัดตั้งอุทยาน Ma - Guo ในไต้หวัน กรุณาเขียนข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน

ข้อที่ 2 ประเมินความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งของนักเรียน เช่น ถ้ามีคนไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนแสดงในคำถามแรกเขาอาจมีเหตุผลบางอย่าง เหตุผลของเขาอาจเป็นอย่างไร

ข้อที่ 3 ประเมินความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งกลับที่สนับสนุนและรวมถึงการหักล้าง เช่น นักเรียนจะชักชวนคนที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียนได้อย่างไรหากพวกเขาได้ให้เหตุผลดังกล่าวในคำถามที่ 2

ข้อที่ 4 ประเมินความสามารถในการสร้างหลักฐานของนักเรียน เช่น หากนักเรียนถูกขอให้แสดงหลักฐานเพื่อสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนเองในคำถามที่ 1 หรือ 3 สิ่งที่อาจเป็นหลักฐานได้คืออะไร

โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละข้อ ดังนี้

ข้อ 1. วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบคำถามดังนี้

1) ไม่ตอบหรือไม่แสดงออกซึ่งคำตอบใดๆ คิดเป็น 0 คะแนน

2) มีคำตอบ (สามารถแสดงข้อกล่าวอ้างได้) แต่ไม่แสดงเหตุผลประกอบ คิดเป็น 1 คะแนน สำหรับข้อกล่าวอ้าง

3) มีคำตอบ และแสดงเหตุผลที่ถูกต้องประกอบ 1 เหตุผล คิดเป็น 1 คะแนน สำหรับข้อกล่าวอ้าง และ 1 คะแนน สำหรับเหตุผล

4) มีคำตอบ และแสดงเหตุผลที่ถูกต้องประกอบมากกว่า 1 เหตุผล คิดเป็น 1 คะแนนสำหรับข้อกล่าวอ้าง และเพิ่ม 1 คะแนน สำหรับการแสดงเหตุผลประกอบได้ถูกต้องเพิ่มขึ้นมากกว่า 1 ข้อ

ข้อ 2. วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบคำถาม ดังนี้

1) ไม่ตอบหรือไม่แสดงความคิดเห็นอื่นใดเพิ่มเติม คิดเป็น 0 คะแนน

2) สามารถให้เหตุผลได้ คิดเป็น 1 คะแนน และเพิ่ม 1 คะแนนสำหรับการให้เหตุผลที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นมากกว่า 1 ข้อ

ข้อ 3. วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบคำถาม ดังนี้

1) ไม่ตอบหรือไม่แสดงความคิดเห็นอื่นใดเพิ่มเติม คิดเป็น 0 คะแนน

2) มีการอธิบายหลักการ เหตุผลอื่นเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนข้อเรียกร้องในข้อ 1 นักเรียนจะต้องกลั่นกรองคำพูดออกมาจากความคิดเพื่อโน้มน้าว (Elaborated warrant) คิดเป็น 1 คะแนน สำหรับการให้เหตุผลสนับสนุนที่ถูกต้อง

3) มีการอธิบายเหตุผลอื่น จากพื้นฐานของความคิดฝ่ายตรงข้าม เพื่อสนับสนุนข้อเรียกร้องในข้อ 1 (Supplementary warrant) คิดเป็น 1 คะแนน สำหรับการให้เหตุผลสนับสนุนที่ถูกต้อง

4) มีการให้เหตุผลโต้แย้งกลับ หรือทำให้ข้อโต้แย้งของฝ่ายตรงข้ามเป็นอันตกไป (Rebuttal) คิดเป็น 2 คะแนน สำหรับเหตุผลที่ใช้สนับสนุนขณะโต้แย้งกลับในแต่ละข้ออย่างถูกต้อง

ข้อ 4. วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบคำถามดังนี้

1) ไม่มีหลักฐานหรือข้อมูลใดสนับสนุนข้อเรียกร้อง คิดเป็น 0 คะแนน

2) มีหลักฐานหรือข้อมูลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างเพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น คิดเป็น 1 คะแนน สำหรับแต่ละหลักฐานที่น่าเชื่อถือ

นอกจากนี้ Lin and Mintzes (2010) นำเสนอวิธีการเก็บรายละเอียดข้อมูลจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ยังมีการใช้รูปแบบวิธีการสัมภาษณ์รายบุคคลทันทีหลังจากทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เสร็จ (Individual follow - up interviews) คำถามในการสัมภาษณ์เป็นคำถามเรื่องเดียวกันในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง (วนิดา ผาระนัด, 2561) ใช้แบบสัมภาษณ์ชนิดกึ่งโครงสร้าง (Semi structured Interview) จะมีกรอบคำถามกว้างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แสดงแนวคิดเกี่ยวกับประเด็นในการโต้แย้ง พร้อมแสดงหลักการและเหตุผล หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือและสามารถตรวจสอบได้

จากการศึกษางานวิจัยของนักวิชาการและนักการศึกษา พบว่า พัชราภรณ์ บุณยทรรศนีย์ (2559) และ อานุภาพ พ่วงสมจิตร (2559) ใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ Lin and Mintzes. (2010) และเพิ่มการวิเคราะห์ผล ระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบบรูบิค โดยจัดระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ตามความสามารถในการให้คำตอบ แต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (ตารางที่ 2.1)

ระดับที่ 1 คือ นักเรียนสามารถให้ข้อมูลได้ 1 องค์ประกอบ ของการอภิปรายโต้แย้ง

ระดับที่ 2 คือ นักเรียนสามารถให้ข้อมูลได้ 2 องค์ประกอบ ของการอภิปรายโต้แย้ง

ระดับที่ 3 คือ นักเรียนสามารถให้ข้อมูลได้ 3 องค์ประกอบ ของการอภิปรายโต้แย้ง

ระดับที่ 4 คือ นักเรียนสามารถให้ข้อมูลได้ 4 องค์ประกอบ ของการอภิปรายโต้แย้ง
ระดับที่ 5 คือ นักเรียนสามารถให้ข้อมูลได้ 5 องค์ประกอบ ของการอภิปรายโต้แย้ง

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ระดับทักษะการโต้แย้ง	**เกณฑ์**				
	Claim	Warrant	Evidence	Counter arguments	Supportive arguments
ระดับที่ 1	✓	-	-	-	-
ระดับที่ 2	✓	✓	-	-	-
	✓	✓	✓	-	-
ระดับที่ 3	✓	✓	-	✓	-
	✓	✓	-	-	✓
	✓	✓	✓	✓	-
ระดับที่ 4	✓	✓	✓	-	✓
	✓	✓	-	✓	✓
ระดับที่ 5	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ ✓ คือ มีองค์ประกอบในส่วนดังกล่าว

ณัฏฐ์พธู เสริมสุข (2558) ใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ Lin and Mintzes. (2010) และมีการเพิ่มการวิเคราะห์ผล ระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ

1. ระดับ ดีมาก: Claim and Warrant บอกข้อกล่าวอ้างและให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้มากกว่า 2 เหตุผลขึ้นไป, Evidence แสดงหลักฐานสนับสนุนการให้เหตุผลได้มากกว่า 2 หลักฐานขึ้นไป, Counter argument บอกข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผลสนับสนุนได้มากกว่า 2 เหตุผลขึ้นไป, Supportive argument โต้แย้งกลับได้ตรงตาม ประเด็นที่แย้งและให้เหตุผล ที่ทำให้ข้อโต้แย้งอื่นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้มากกว่า 2 เหตุผลขึ้นไป

2. ระดับ ดี: Claim and Warrant บอกข้อกล่าวอ้างและให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนข้อกล่าวอ้างตั้งแต่ 1 - 2 เหตุผล, Evidence แสดงหลักฐานสนับสนุนการให้ เหตุผลตั้งแต่ 1 - 2 หลักฐาน, Counter argument บอกข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผลสนับสนุนตั้งแต่ 1 - 2 เหตุผล,

Supportive argument โต้แย้งกลับได้ตรงตามประเด็นที่แย้งและให้เหตุผลที่ทำให้ข้อโต้แย้งอื่นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้ 1 - 2 เหตุผลขึ้นไป

3. ระดับ พอใช้: Claim and Warrant บอกข้อกล่าวอ้างและให้เหตุผล โดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกร่วมกับการให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ, Evidence แสดงหลักฐานสนับสนุนการให้เหตุผลได้ แต่หลักฐานนั้นมาจาก อารมณ์ความรู้สึก, Counter argument ไม่บอกข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากของตนเองแต่ให้เหตุผลสนับสนุนได้, Supportive argument โต้แย้งกลับได้ตรงตามประเด็นที่แย้งแต่ไม่สามารถทำให้ข้อโต้แย้งอื่นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้

4. ระดับ ควรปรับปรุง: Claim and Warrant ไม่บอกข้อกล่าวอ้างและเหตุผล หรือบอกข้อกล่าวอ้างและให้เหตุผลที่แสดงอารมณ์และความรู้สึก, Evidence ไม่แสดงหลักฐาน สนับสนุนการให้เหตุผล, Counter argument ไม่บอกข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากของตนเองและไม่ให้เหตุผลสนับสนุน, Supportive argument ไม่สามารถโต้แย้งกลับได้ตรง ตามประเด็นที่แย้ง และไม่ให้เหตุผลที่ทำให้ข้อโต้แย้งอื่นมี ความน่าเชื่อถือลดลงได้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ จึงสามารถสรุปรูปแบบการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า รูปแบบการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่กรณีศึกษา มีการให้ข้อมูลเกี่ยวกับบริบทด้านบุคคล บริบทด้านสังคม การเมืองเศรษฐกิจ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การงานอาชีพและวัฒนธรรม ซึ่งเป็นรายละเอียดของประเด็นปัญหาในแง่มุมต่างๆ เพื่อแสดงให้เห็นความสำคัญของปัญหาและการหาข้อยุติในประเด็นนั้น

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่ประกอบด้วยคำถามปลายเปิด (open-ended questions) จำนวน 5 ข้อคำถาม โดยคำถามแต่ละข้อใช้สำรวจองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ

คำถามข้อที่ 1 สำหรับประเมินความสามารถในสร้างข้อกล่าวอ้าง (Claim) ของนักเรียน ตัวอย่างเช่น นักเรียนคิดว่าอาหารแบบใดก่อให้เกิดโรคอัมพฤกษ์อัมพาตเร็วที่สุด

คำถามข้อที่ 2 สำหรับประเมินความสามารถในการแสดงเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) ของนักเรียน ตัวอย่างเช่น เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่ามีสารประเภทโปรตีนในอาหารจานดังกล่าว

คำถามข้อที่ 3 สำหรับประเมินความสามารถในการแสดงหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence) ได้อย่างน่าเชื่อถือ ตัวอย่างเช่น หลักฐานใดบ้างที่สามารถยืนยันได้ว่าสอดคล้องตามเหตุผลในข้อที่ 2

คำถามข้อที่ 4 สำหรับประเมินความสามารถในการแสดงเหตุผลและหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter argument) ตัวอย่างเช่น ถ้ามีคนไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นของนักเรียนที่แสดงไว้ในคำถามแรก เขาอาจมีเหตุผลบางอย่าง เหตุผลของเขาอาจเป็นอย่างไร

คำถามข้อที่ 5 สำหรับประเมินความสามารถในการแสดงเหตุผลและหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปให้มีความน่าเชื่อถือลดลง (Supportive argument) ตัวอย่างเช่น นักเรียนจะอธิบายคนที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียนอย่างไร มีเหตุผล หลักฐาน หรือข้อโต้แย้งใด ที่สามารถทำให้ความคิดเห็นตามคำกล่าวในคำถามที่ 4 เป็นอันตกไป

วิธีการเก็บรายละเอียดข้อมูลจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ยังมีการใช้รูปแบบวิธีการสัมภาษณ์รายบุคคลทันทีหลังจากทำ แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เสร็จ (Individual follow-up interviews) คำถามในการสัมภาษณ์เป็นคำถามเรื่องเดียวกันในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง (วนิดา ผาระนัด, 2561) ใช้แบบสัมภาษณ์ชนิดกึ่งโครงสร้าง (Semi structured Interview) จะมีกรอบคำถามกว้างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แสดงแนวคิดเกี่ยวกับประเด็นในการโต้แย้ง พร้อมแสดงหลักการและเหตุผล หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือและสามารถตรวจสอบได้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ จึงสามารถสรุปการประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า การประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์การประเมินผลและวิเคราะห์ผลนักเรียนในแต่ละข้อ ดังนี้

ข้อที่ 1 เกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบคำถาม ดังนี้

1) ไม่ตอบหรือไม่แสดงออกซึ่งคำตอบใดๆ คิดเป็น 0 คะแนน

2) มีคำตอบ สามารถแสดงข้อกล่าวอ้างได้ คิดเป็น 1 คะแนน

ข้อที่ 2 เกณฑ์วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบคำถาม ดังนี้

1) ไม่ตอบหรือไม่แสดงออกซึ่งคำตอบใดๆ คิดเป็น 0 คะแนน

2) มีคำตอบ แสดงเหตุผลประกอบข้อกล่าวอ้างไม่ชัดเจน หรือแสดงเหตุผลประกอบข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง 1 เหตุผล คิดเป็น 1 คะแนน

3) มีคำตอบ แสดงเหตุผลประกอบข้อกล่าวอ้างชัดเจน และแสดงเหตุผลประกอบข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง 2 เหตุผลขึ้นไป คิดเป็น 2 คะแนน

ข้อที่ 3 เกณฑ์วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบคำถาม ดังนี้

1) ไม่ตอบหรือไม่แสดงออกซึ่งคำตอบใดๆ คิดเป็น 0 คะแนน

2) มีคำตอบ แสดงหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างไม่ชัดเจน หรือแสดงหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง 1 หลักฐาน คิดเป็น 1 คะแนน

3) มีคำตอบ แสดงหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างชัดเจน และแสดงหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง 2 หลักฐานขึ้นไป คิดเป็น 2 คะแนน

ข้อที่ 4 เกณฑ์วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบคำถาม ดังนี้

1) ไม่ตอบหรือไม่แสดงออกซึ่งคำตอบใดๆ คิดเป็น 0 คะแนน

2) มีคำตอบ แสดงเหตุผลและหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปไม่ชัดเจน หรือแสดงเหตุผลและหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปได้ถูกต้อง 1 เหตุผล/หลักฐาน คิดเป็น 1 คะแนน

3) มีคำตอบ แสดงเหตุผลและหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปชัดเจน หรือแสดงเหตุผลและหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปได้ถูกต้อง 2 เหตุผล/หลักฐาน คิดเป็น 2 คะแนน

ข้อที่ 5 เกณฑ์วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบคำถาม ดังนี้

1) ไม่ตอบหรือไม่แสดงออกซึ่งคำตอบใดๆ คิดเป็น 0 คะแนน

2) มีคำตอบ แสดงเหตุผลและหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปให้มีความน่าเชื่อถือลดลงไม่ชัดเจน หรือแสดงเหตุผลและหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปให้มีความน่าเชื่อถือลดลงได้ถูกต้อง 1 เหตุผล/หลักฐาน คิดเป็น 1 คะแนน

3) มีคำตอบ แสดงเหตุผลและหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปให้มีความน่าเชื่อถือลดลงไม่ชัดเจน หรือแสดงเหตุผลและหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปให้มีความน่าเชื่อถือลดลงได้ถูกต้อง 2 เหตุผล/หลักฐาน คิดเป็น 2 คะแนน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ จึงสามารถสรุปเกณฑ์การวิเคราะห์คะแนนที่ได้หลังการตรวจแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ คือ

1. ระดับ ดีมาก : นักเรียนมีคะแนนจากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง 8 - 9 คะแนน

2. ระดับ ดี : นักเรียนมีคะแนนจากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง 6 - 7.5 คะแนน

3. ระดับ ปานกลาง : นักเรียนมีคะแนนจากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง 4 - 5.5 คะแนน

4. ระดับ พอใช้ : นักเรียนมีคะแนนจากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง 2 - 3.5 คะแนน

5. ระดับ ควรปรับปรุง : นักเรียนมีคะแนนจากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง 0 - 1.5 คะแนน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ จึงสามารถสรุปเกณฑ์การวิเคราะห์ด้านองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนแสดงให้เห็นจากการตอบแบบคำถามในวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ตามแบบรูบิค และจัดเป็นระดับ 5 ระดับ ดังนี้ (ตารางที่ 2.2)

ระดับที่ 1 คือ นักเรียนสามารถให้ข้อมูลได้ 1 องค์ประกอบ ของการอภิปรายโต้แย้ง

ระดับที่ 2 คือ นักเรียนสามารถให้ข้อมูลได้ 2 องค์ประกอบ ของการอภิปรายโต้แย้ง

ระดับที่ 3 คือ นักเรียนสามารถให้ข้อมูลได้ 3 องค์ประกอบ ของการอภิปรายโต้แย้ง
ระดับที่ 4 คือ นักเรียนสามารถให้ข้อมูลได้ 4 องค์ประกอบ ของการอภิปรายโต้แย้ง
ระดับที่ 5 คือ นักเรียนสามารถให้ข้อมูลได้ 5 องค์ประกอบ ของการอภิปรายโต้แย้ง

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การประเมินระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ระดับทักษะการโต้แย้ง	**เกณฑ์**				
	Claim	Warrant	Evidence	Counter arguments	Supportive arguments
ระดับที่ 1	✓	-	-	-	-
ระดับที่ 2	✓	✓	-	-	-
	✓	✓	✓	-	-
ระดับที่ 3	✓	✓	-	✓	-
	✓	✓	-	-	✓
	✓	✓	✓	✓	-
ระดับที่ 4	✓	✓	✓	-	✓
	✓	✓	-	✓	✓
ระดับที่ 5	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ ✓ คือ มีองค์ประกอบในส่วนดังกล่าว

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Klopfer (1971) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัดพฤติกรรมที่เกิดจากความสามารถทางสมอง หรือด้านสติปัญญาของนักเรียน เมื่อผ่านการเรียนการสอนแล้ว ซึ่งมี 4 ด้าน ได้แก่ พฤติกรรมด้านความรู้ พฤติกรรมด้านความเข้าใจ พฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

Shepardson (2001) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอน โดยเน้นการวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ด้านกระบวนการทักษะ และเจตคติต่อการเรียน

นิภา เมธาวิชัย (2536) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้และทักษะที่ได้รับ ก่อให้เกิดการพัฒนา มาจากการเรียนการสอน การฝึกฝน และได้รับการอบรมสั่งสอนโดยครู อาศัยเครื่องมือวัดผล ช่วยในการศึกษาว่า นักเรียนมีความรู้ และทักษะมากน้อยเพียงใด

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการสะสมความรู้ ความสามารถในการเรียนทุกด้านเข้าด้วยกัน อันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมที่แสดงออกให้เห็นใน 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข (2548) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณหรือคุณภาพของความรู้ความสามารถ พฤติกรรม หรือลักษณะทางจิตใจ ไปในทิศทางที่พึงประสงค์ตามจึดมุ่งหมายของหลักสูตร อันเป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมที่แสดงออกให้เห็นใน 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

3.2 แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี

การสร้างเครื่องมือการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี จำเป็นต้องสร้างเครื่องมือให้ครอบคลุมทุกสาระการเรียนรู้ และครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ด้านพุทธิ-พิสัย เป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหา หรือแนวคิดหลักที่ได้รับจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดในการบรรยาย หรือแปลความหมาย หลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหา หรือแนวคิดหลัก รวมถึงความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

Klopfer (1971) ได้เสนอแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยวัดจากพฤติกรรมการเรียนรู้ 6 ด้าน ได้แก่

1. พฤติกรรมด้านความรู้และความเข้าใจ (knowledge and comprehension) หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 9 ประเภท ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดี่ยว ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่างๆ

ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี พฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจ ซึ่งเป็นการใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ความจำ คือ นักเรียนสามารถนำความรู้กลับมาตอบคำถามได้ และสามารถแสดงถึงความเข้าใจผ่านการนำความรู้มาใช้ในบริบทใหม่

2. พฤติกรรมด้านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Processess of scientific inquiry) หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกตและการวัด การกำหนดปัญหาและการแก้ไขปัญหา การแปลความหมายข้อมูลและการสร้างหลักการทางวิทยาศาสตร์ และการสร้าง การทดสอบและทบทวนทฤษฎี

3. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of scientific knowledge and methods) หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประเภท คือ (1) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมากเป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียนที่ผู้เรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาเรื่องอื่นๆ ที่อยู่ในสาขาวิชาเดียวกัน (2) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ซึ่งเป็นปัญหาเดียวแต่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป (3) แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องวิทยาศาสตร์หมายถึงสาขาวิชาเทคโนโลยี

4. พฤติกรรมด้านทักษะการลงมือปฏิบัติ (Manual skills) หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงถึงทักษะการลงมือปฏิบัติในปฏิบัติการทดลอง โดยสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือในปฏิบัติการทดลอง และการใช้เทคนิคการปฏิบัติการทดลองด้วยความระมัดระวังและปลอดภัย

5. พฤติกรรมด้านเจตคติและความสนใจ (Attitudes and interests) หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงความรู้สึกทางจิตใจ และความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และความสนใจในวิทยาศาสตร์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

6. พฤติกรรมด้านการกำหนดเป้าหมาย (Orientation) หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงการเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงความสำคัญและความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์

Thurber and Collette (1964) ได้จัดกลุ่มแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่

1. การเรียนรู้ สามารถวัดได้โดยใช้แบบสอบ ซึ่งการเรียนรู้ดังกล่าวรวมถึง การให้ความหมาย การแสดงหลักการ การประยุกต์ความรู้ และการแก้ปัญหา การเรียนรู้ยากที่จะวัดถึงความเข้าใจ

ในสถานการณ์ที่ซับซ้อน และความเข้าใจนี้ไม่ใช่เป็นการนำคำพูดหรือเนื้อหาที่มีอยู่ในหนังสือ การประเมินค่า และเจตคติมาอธิบายเท่านั้น

2. ทักษะ สามารถวัดได้จากการแสดงออก ทักษะในที่นี้หมายรวมถึงทักษะการอ่าน ทักษะที่ใช้ร่วมกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทักษะที่ใช้ร่วมกับการอ่านหนังสือ ทักษะทางเครื่องมือและอุปกรณ์ การวัดทักษะที่ค่อนข้างยุ่งยาก คือทักษะในการแก้ปัญหา

3. การปฏิบัติภาระงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ สามารถตรวจสอบได้จากการประเมินภาระงานที่ส่ง เช่น รายงานการทดลอง แบบฝึกหัดทางวิทยาศาสตร์ และแบบฝึกหัดในชั้นเรียน เป็นต้น

4. มุมมองที่มีต่องานที่ได้รับมอบหมาย โดยรายงานและโครงงานของนักเรียนที่มีครูเป็นผู้ควบคุม สามารถประเมินได้ในรูปแบบผลงานที่สำเร็จ และในรูปแบบของกระบวนการทำงาน ซึ่งเป็นการยากในการตัดสินคุณค่าของผลงานที่มีต่อนักเรียน

5. ผลสรุปที่ชัดเจนที่ได้จากการทำงาน ผลงานที่เกิดขึ้นจากการวิจัยและโครงงานสามารถประเมินได้ ซึ่งไม่รวมถึงการทำงานในกระบวนการเรียนการสอนในชั้นเรียน ผลสรุปดังกล่าวจะเกิดประโยชน์ต่อนักเรียน ซึ่งครูไม่สามารถประเมินได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้เสนอพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน 3 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหา หรือแนวคิดหลัก แบ่งออกเป็น 6 ด้าน ซึ่งแต่ละด้านสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียน ประกอบด้วย (1) ความรู้ความจำ คือ การรู้ข้อเท็จจริง จำได้หรือระลึกถึงข้อมูล หรือข้อสาระสนเทศ (2) ความเข้าใจ คือ การมีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้ (3) การนำไปใช้ คือ การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง (4) การวิเคราะห์ คือ การแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ ให้เข้าใจได้ง่าย (5) การสังเคราะห์ คือ การรวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ และ (6) การประเมินค่า คือ การตัดสินใจเลือก

2. กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออกถึงทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ (1) ด้านทักษะปฏิบัติ ประกอบด้วย การรับรู้เตรียมความพร้อม การตอบสนอง การฝึกฝน การลงมือปฏิบัติจนทำได้ การเชื่อมโยงทักษะ และ (2) ด้านกระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วย การสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้

3. เจตคติ หมายถึง จิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาในตัวผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย

ชวลิต ชูกำแพง (2551) ได้เสนอการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของ Benjamin S. Bloom ที่มาปรับปรับปรุงใหม่ แบ่งออกเป็น 6 ขั้น ซึ่งสามารถอธิบายดังนี้

1. จำ (remembering) คือ ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการ บอก ระบุ และบอกชื่อได้
2. เข้าใจ (understanding) คือ ความหมายในการแปลความหมาย เช่น สรุป และ อ้างอิง
3. ประยุกต์ใช้ (applying) คือ ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ และ แก้ปัญหา
4. วิเคราะห์ (analysis) คือ ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบายลักษณะ และการจัดการ
5. ประเมินค่า (evaluating) คือ ความสามารถในการตรวจสอบ วิจารณ์ และตัดสิน
6. คิดสร้างสรรค์ (creating) คือ ความสามารถในการออกแบบ (design) วางแผน และผลิต

ประวิตร ชูศิลป์ (2524) เสนอแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากพฤติกรรม 4 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรูจากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณใหม่ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตรโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตรด้านการสังเกต การวัด การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลการตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงขอสรุป การลงความคิดเห็นจากขอมูล

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ จึงสามารถสรุปแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นต้องสร้างเครื่องมือให้ครอบคลุมทุกสาระการเรียนรู้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนด้านพุทธิพิสัยตามแนวทางของ Benjamin S. Bloom ที่มาปรับปรับปรุงใหม่ มีลำดับขั้น 6 ขั้น คือ

1. จำ (remembering) คือ ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการ บอก ระบุ และบอกชื่อได้
2. เข้าใจ (understanding) คือ ความหมายในการแปลความหมาย เช่น สรุป และ อ้างอิง
3. ประยุกต์ใช้ (applying) คือ ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ และ แก้ปัญหา

4. วิเคราะห์ (analysis) คือ ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบายลักษณะ และการจัดการ
5. ประเมินค่า (evaluating) คือ ความสามารถในการตรวจสอบ วิจารณ์ และตัดสิน
6. คิดสร้างสรรค์ (creating) คือ ความสามารถในการออกแบบ (design) วางแผน และผลิต

4. แนวคิดสำคัญเรื่อง สารชีวโมเลกุล

4.1 แนวคิดสำคัญหน่วยการเรียนรู้เรื่องความหมายและความสำคัญของสารชีวโมเลกุล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2554) ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจความหมายและความสำคัญของอาหาร เข้าใจความหมายของสารชีวโมเลกุล สามารถวิเคราะห์พลังงานจากอาหารให้เพียงพอต่อการทำกิจกรรมต่างๆ อาหารต่างชนิดกันประกอบด้วยสารอาหารที่ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน และการที่มนุษย์จะมีสุขภาพดีจำเป็นจะต้องได้รับสารอาหาร เวลาที่ใช้จำนวน 2 คาบ

โรงเรียนเตรียมทหาร (2560) นักเรียนเตรียมทหารต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานถึงความหมายและความสำคัญของสารชีวโมเลกุล สารมารถวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ค่าพลังงานที่ได้รับจากอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการต่อการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ เวลาที่ใช้จำนวน 1 คาบ

จากการทบทวนเอกสาร ผู้วิจัยสามารถสรุปแนวคิดสำคัญหน่วยการเรียนรู้เรื่องความหมายและความสำคัญของสารชีวโมเลกุลได้ว่า นักเรียนเตรียมทหารต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานถึงความหมายและความสำคัญของสารชีวโมเลกุล สารมารถวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ค่าพลังงานที่ได้รับจากอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการต่อการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้เวลาที่ใช้จำนวน 2 คาบ

4.2 แนวคิดสำคัญหน่วยการเรียนรู้เรื่องคาร์โบไฮเดรต

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2554) ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบหลักของคาร์โบไฮเดรต เข้าใจโครงสร้างคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลเดี่ยว คาร์โบไฮเดรตโมเลกุลคู่ และคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ อธิบายความแตกต่างระหว่างโครงสร้างโมเลกุลกับขนาดโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต เข้าใจคุณสมบัติบางประการและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรตได้ เวลาที่ใช้จำนวน 6 คาบ

โรงเรียนเตรียมทหาร (2560) นักเรียนเตรียมทหารต้องมีความรู้ความเข้าใจโครงสร้างคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลเดี่ยว คาร์โบไฮเดรตโมเลกุลคู่ และคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ สามารถวิเคราะห์โครงสร้างของคาร์โบไฮเดรตแต่ละแระเภท อธิบายความแตกต่างระหว่างโครงสร้างโมเลกุลกับขนาดโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต วิเคราะห์คุณสมบัติบางประการและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรตได้ เวลาที่ใช้จำนวน 4 คาบ

จากการทบทวนเอกสาร ผู้วิจัยสมารถสรุปแนวคิดสำคัญหน่วยการเรียนรู้เรื่องคาร์โบไฮเดรตได้ว่า นักเรียนเตรียมทหารต้องมีความรู้ความเข้าใจโครงสร้างคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลเดี่ยว

คาร์โบไฮเดรตโมเลกุลคู่ และคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ สามารถวิเคราะห์โครงสร้างของคาร์โบไฮเดรตแต่ละแระเภท อธิบายความแตกต่างระหว่างโครงสร้างโมเลกุลกับขนาดโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต วิเคราะห์คุณสมบัติบางประการและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรตได้ เวลาที่ใช้จำนวน 5 คาบ

4.3 แนวคิดสำคัญหน่วยการเรียนรู้เรื่องโปรตีน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2554) ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบหลักของโปรตีน แหล่งที่พบสารอาหารและเภทโปรตีน เข้าใจโครงสร้างของโปรตีน สามารถยกตัวอย่างชนิดและหน้าที่ที่สำคัญของโปรตีน มีความรู้ความเข้าใจคุณสมบัติบางประการของโปรตีน การทำงานของเอนไซม์ และการแปลงสภาพของโปรตีน เวลาที่ใช้จำนวน 6 คาบ

โรงเรียนเตรียมทหาร (2560) นักเรียนเตรียมทหารต้องมีความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบหลักของโปรตีน พันธะระหว่างกรดอะมิโน โครงสร้างและคุณสมบัติของกรดอะมิโน การอ่านชื่อสายโปรตีนตามระบบ IUPAC โครงสร้างของโปรตีนตามขนาดโมเลกุล คุณสมบัติบางประการของโปรตีน การทำงานของเอนไซม์ และการแปลงสภาพของโปรตีน เวลาที่ใช้จำนวน 4 คาบ

จากการทบทวนเอกสาร ผู้วิจัยสามารถสรุปแนวคิดสำคัญหน่วยการเรียนรู้เรื่องโปรตีนได้ว่า นักเรียนเตรียมทหารต้องมีความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบหลักของโปรตีน พันธะระหว่างกรดอะมิโน โครงสร้างและคุณสมบัติของกรดอะมิโน การอ่านชื่อสายโปรตีนตามระบบ IUPAC โครงสร้างของโปรตีนตามขนาดโมเลกุล คุณสมบัติบางประการของโปรตีน การทำงานของเอนไซม์ และการแปลงสภาพของโปรตีน เวลาที่ใช้จำนวน 5 คาบ

4.4 แนวคิดสำคัญหน่วยการเรียนรู้เรื่องกรดนิวคลีอิก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2554) ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจความหมาย องค์ประกอบ และหน้าที่ของกรดนิวคลีอิก การจัดเรียนโครงสร้างกรดนิวคลีอิก ลักษณะโมเลกุล แหล่งที่พบกรดนิวคลิอิก เวลาที่ใช้จำนวน 3 คาบ

โรงเรียนเตรียมทหาร (2560) นักเรียนเตรียมทหารต้องมีความรู้ความเข้าใจความหมาย องค์ประกอบ และหน้าที่ของกรดนิวคลีอิก การจัดเรียนโครงสร้างกรดนิวคลีอิก ลักษณะโมเลกุล แหล่งที่พบกรดนิวคลิอิก วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่าง DNA และ RNA เวลาที่ใช้จำนวน 1 คาบ

จากการทบทวนเอกสาร ผู้วิจัยสามารถสรุปแนวคิดสำคัญหน่วยการเรียนรู้เรื่องกรดนิวคลีอิกได้ว่า นักเรียนเตรียมทหารต้องมีความรู้ความเข้าใจความหมาย องค์ประกอบ และหน้าที่ของกรดนิวคลีอิก การจัดเรียนโครงสร้างกรดนิวคลีอิก ลักษณะโมเลกุล แหล่งที่พบกรดนิวคลิอิก วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่าง DNA และ RNA เวลาที่ใช้จำนวน 2 คาบ

4.5 ไขมัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2554) ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบหลักของไขมัน การทำละลายของไขมันและน้ำมันในตัวทำละลายบางชนิด มีความรู้

ความเข้าใจคุณสมบัติ โครงสร้าง และปฏิกิริยาของไขมันและน้ำมัน การใช้ประโยชน์จากไขมันและน้ำมัน โครงสร้างและความสำคัญของไขมันประเภทฟอสโพลิพิด ไข และสเตอรอยด์ เวลาที่ใช้จำนวน 5 คาบ

โรงเรียนเตรียมทหาร (2560) นักเรียนเตรียมทหารต้องมีความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบหลักของไขมัน จำแนกประเภทของกรดไขมัน จำแนกไขมันตามโครงสร้างที่แตกต่างกัน แหล่งที่พบสารชีวโมเลกุลประเภทไขมัน คุณสมบัติ โครงสร้าง และปฏิกิริยาของไขมันและน้ำมัน การใช้ประโยชน์จากไขมันและน้ำมัน เวลาที่ใช้จำนวน 3 คาบ

จากการทบทวนเอกสาร ผู้วิจัยสามารถสรุปแนวคิดสำคัญหน่วยการเรียนรู้เรื่องไขมันได้ว่า นักเรียนเตรียมทหารต้องมีความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบหลักของไขมัน จำแนกประเภทของกรดไขมัน จำแนกไขมันตามโครงสร้างที่แตกต่างกัน แหล่งที่พบสารชีวโมเลกุลประเภทไขมัน คุณสมบัติ โครงสร้าง และปฏิกิริยาของไขมันและน้ำมัน การใช้ประโยชน์จากไขมันและน้ำมัน เวลาที่ใช้จำนวน 4 คาบ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

พัชราภรณ์ บุณยทรรศนีย์ (2558, น. 193-194) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้ง เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บริบทเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ กลุ่มที่ศึกษาคือ นักเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน แบบวัดทักษะการอภิปรายโต้แย้ง ใบกิจกรรม และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้งของนักเรียนได้ โดยในระหว่างเรียนนักเรียนนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้งอยู่ในระดับที่ 5 มีเพียงร้อยละ 8.1 และหลังจากการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน แล้ว พบว่า นักเรียนมีทักษะการอภิปรายโต้แย้งอยู่ในระดับที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 45.59 โดยนักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้างของตนเอง กล้าที่จะตัดสินใจ พร้อมทั้งมีการคิดวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์เพื่อแสดงหลักฐานสนับสนุน สามารถแสดงเหตุผลของฝ่ายตรงข้ามได้ และสามารถแสดงเหตุผลสนับสนุนเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างของตนเองมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

พัชรมัย นิ่มลออ (2559) ได้ศึกษาผลการใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีรูปแบบการวิจัยแบบศึกษาสองกลุ่มวัดผลหลังการทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และเปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานและกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป ประชากร คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนขนาดใหญ่ใน

กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 84 คน ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน จำนวน 39 คน และกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีสอนแบบทั่วไป จำนวน 45 คน การวิจัยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยา วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบที สามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาหลังเรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ และนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาไม่แตกต่างกัน

ภรณภัสสรณ จาชัยภูมิ (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรูโดยใช้บริบทเป็นฐาน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาแนวคิดเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่ศึกษาในครั้งนี้ได้แก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานครเขต 2 จำนวน 35 คน ที่ศึกษาในรายวิชาเคมีพื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาเคมีชนิดเลือกตอบแบบสองชั้นร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกภาคสนามการสังเกตการณ์ปฏิบัติการสอน บันทึกการสอน อนุทินของผู้วิจัย อนุทินของนักเรียน และงานที่ได้รับมอบหมายของนักเรียน ผู้วิจัยจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม จากนั้นหาความถี่ของแต่ละกลุ่มแล้วคิดเป็นร้อยละ และวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยใช้วิธีวิเคราะห์การตีความสร้างข้อสรุปเชิงอุปนัยจากข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมได้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยนักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุดในเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน อย่างไรก็ตามนักเรียนส่วนหนึ่งยังมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนในเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้ตัวอย่างสถานการณ์จริง และข้อมูลที่พบในชีวิตประจำวัน การปฏิบัติการทดลอง การสืบค้นข้อมูล การใช้การทดลองเสมือนจริง การนำเสนอข้อค้นพบ การให้แรงเสริมทางบวก และการนำเสนอบริบทใหม่ๆ

อธิษฐาน บุญเป็ง (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการนำความรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมี ไปใช้และเจตคติต่อการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้และเพื่อศึกษาความสามารถในการนำความรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมีไปใช้ และเจตคติต่อการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยกลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จำนวน 30 คน ที่เรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา

2557 เก็บรวบรวมข้อมูลแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู และอนุทิน แล้วทำการวิเคราะห์เนื้อหา ศึกษาความสามารถในการนำความรู้ไปใช้จากใบงาน และแบบวัดความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด จำนวน 5 ข้อ ซึ่งครอบคลุมลักษณะความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ 5 ลักษณะ จากนั้นวิเคราะห์โดยจำแนกคำตอบของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มตามระดับความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ 5 ลักษณะ จากนั้นวิเคราะห์โดยจำแนกคำตอบของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มตามระดับความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ แล้วคำนวณร้อยละ และศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้วิชาเคมีโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานซึ่งจะเป็นไปตามมาตรวัดของลิเคริ์ท ผลการวิจัยพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีควรเริ่มต้นจากการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการใช้ภาพ หรือวิดีทัศน์ สถานการณ์รอบตัวของนักเรียน จากนั้นนำบริบทใกล้ตัวนักเรียนมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นลงมือปฏิบัติโดยการทำการทดลองหรือสำรวจแล้วนำมาอภิปรายร่วมกันในขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ และในขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่เป็นการสร้างสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในบริบทใหม่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ของนักเรียนได้ โดยนักเรียนทุกคนมีความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ลักษณะที่ 1 มากที่สุด นอกจากนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถพัฒนาเจตคติต่อการเรียนรู้วิชาเคมีโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานได้ โดยนักเรียนทุกคนมีเจตคติต่อการเรียนรู้วิชาเคมีโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานทั้ง 5 ด้านอยู่ในระดับสูง และระดับปานกลาง

ภคพร อิสระ (2557, น. 86) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี จำนวน 48 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนเคมีโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ จำนวน 24 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนเคมีโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป จำนวน 24 คน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเก็บข้อมูลหลังเรียนด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อัศวิน ธะนะปด (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรูโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรูทรัพยากรธรรมชาติ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และเพื่อระบุแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ใบกิจกรรม บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นะดับดีมากเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 16.67 เป็นร้อยละ 83.33 และนักเรียนสามารถพัฒนาการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ทุกองค์ประกอบ ได้แก่ การสร้างข้อกล่าวอ้าง การให้เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง การแสดงหลักฐานสนับสนุนเหตุผล การให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ โดยองค์ประกอบที่สามารถพัฒนาได้มากที่สุดคือ การแสดงหลักฐานสนับสนุนเหตุผลและองค์ประกอบที่พัฒนาได้น้อยที่สุดคือ การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ

ณัฏฐ์พธู เสริมสุข (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาแนวทางการปฏิบัติที่ดีของการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวนหนึ่งห้องเรียน (30 คน) ของโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย อนุทินของนักเรียน และวีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน จำนวน 8 คน (53.33%) มีพัฒนาการที่เพิ่มขึ้น นักเรียน จำนวน 1 คน (6.67%) ยังไม่มีพัฒนาการ และนักเรียน จำนวน 6 คน (40%) มีพัฒนาการที่ลดลง นอกจากนี้เมื่อพิจารณาระดับความสามารถในการโต้แย้งในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป การโต้แย้งกลับที่ประกอบด้วยเหตุผลสนับสนุนและหลักฐาน พบว่าองค์ประกอบที่สามารถพัฒนาได้น้อยที่สุดคือ หลักฐาน

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Pattanapong Pongchano (2017) ได้ศึกษารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบอิงบริบทที่มีต่อปฏิกิริยาทางเคมีสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาระดับที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในห้องเรียนการเรียนรู้เคมีผ่านโมเดลกิจกรรมการเรียนรู้ ContextBased (CBLA Model) เกี่ยวกับปัญหาปฏิกิริยาเคมีสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 เพื่อพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนรูปแบบ CBLA แผนการสอนที่มีประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E1 / E2) กับประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 75/75 เพื่อเปรียบเทียบระหว่างความสำเร็จในการเรียนรู้ของนักเรียนและการประเมินมาตรฐานของเกณฑ์ร้อยละ 75 มีการตรวจสอบระดับ เพื่อเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนเพศที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์กับแบบจำลองความสำเร็จในการเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการโพสต์และการประเมินมาตรฐานของพวกเขาในระดับเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มเป้าหมายเป็นกลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 35 คน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนวิชาเคมีจากโรงเรียนจตุรพักตรพิมานรัชดาภิเษกสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด 27 โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง การเรียนการสอนของผู้เรียนใกล้กับแผนการสอน 9 - CBLA ในหกสัปดาห์ใน 16 คาบ ใช้การทดสอบการทดสอบปัญหาปฏิกิริยาเคมี 30 ข้อ (CRIT) นักเรียนเรียนรู้ผลลัพธ์ของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของพวกเขาได้รับการประเมินด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ 3 - CTAT วิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยค่าเฉลี่ยคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าแผนการจัดการเรียนการสอนแบบอิงบริบทมีคุณภาพเฉลี่ย 4.53 ซึ่งแบบจำลอง CBLA มีคุณภาพระดับสูง และสามารถใช้ในการจัดการเรียนการสอน แผนการเรียนรู้ CBLA มีความสอดคล้องระหว่าง 0.67 - 1.00 ความถูกต้องจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.63 ระดับความยากอยู่ระหว่าง 0.39 ถึง 0.63 และความน่าเชื่อถือโดยรวมเท่ากับ 0.85 CTAT เป็นบทความสามข้อที่ระบุความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความคิดสร้างสรรค์ส่วนที่ 3 มีความสอดคล้องระหว่าง 0.80 - 1.00 ความสำเร็จในการเรียนรู้ของนักเรียนได้รับการประเมินด้วย CRIT เท่ากับ 23.29 (77.62%) ซึ่งสูงกว่าระดับเกณฑ์ 75% ความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในการคิดริเริ่มการคิดอย่างรอบคอบและการคิดแบบยืดหยุ่นสูงขึ้นเนื่องจากระยะเวลาของกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญ

De Jong (2006) ได้ศึกษาการปรับปรุงบริบทเป็นฐานด้านการศึกษาวิชาเคมี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปรับปรุงรูปแบบบริบทที่มีส่งผลต่อความเข้าใจการศึกษาทางเคมี และเพื่อศึกษาทัศนคติที่ต่อวิชาเคมีและความเข้าใจในวิชาเคมี เมื่อมีการใช้บริบทมาเกี่ยวข้อง จากกลุ่มตัวอย่างนักเรียน 66 คน ระดับมัธยมศึกษาที่มีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า มีหลักฐานบางอย่างที่สนับสนุนข้ออ้างที่ว่าวิธีการแบบบริบทเป็นฐานช่วยกระตุ้นนักเรียนในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ได้ และเพิ่มทัศนคติเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น นอกจากนี้มีหลักฐานที่ดีที่จะสนับสนุนการกล่าวอ้างว่าวิธีการตามบริบทไม่ส่งผลเสียต่อความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และวิธีการตามบริบทเป็นมุมมองเชิงบวกต่อการ

พัฒนาอารมณ์ผู้เรียน แต่ยังค่อนข้างผิดหวังจากมุมมองการพัฒนาองค์ความรู้ การไม่มีผลกระทบต่อผลลัพธ์การเรียนรู้อาจเกิดจากความสัมพันธ์ที่อ่อนแอระหว่างบริบทและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการรับรู้ของนักเรียนและครู สถานการณ์นี้เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการปรับปรุงการสอนตามบริบท

Christine Tippett (2009) ได้ศึกษาการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยการอภิปรายรูปแบบของการโต้แย้งสั้น ๆ และอธิบายสองกรอบที่อาจใช้ในการวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง จากนั้นทบทวนวรรณกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เน้นหัวข้อและตรวจสอบแนวโน้มการวิจัย เพื่อแก้ไขการสอนทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มประชากรมีอายุระหว่าง 9 - 14 ปี พบว่า การโต้แย้งได้รับการขนานนามว่าเป็นภาษาของวิทยาศาสตร์และได้รับการระบุว่าเป็นเครื่องมือที่เป็นไปได้ในการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงแนวคิด นอกจากนี้การถกเถียงเป็นองค์ประกอบสำคัญของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แม้ว่าการใช้การถกเถียงจะต้องมีการตรวจสอบอย่างละเอียดมากขึ้นสำหรับการวิจัยในอนาคต สิ่งบ่งชี้ในปัจจุบันคือครูสามารถใช้การถกเถียงในห้องเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งหากพวกเขาได้รับการพัฒนาวิชาชีพที่เพียงพอ นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งของพวกเขา การโต้แย้งและความรู้ทางปัญญามีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และการถกเถียงอาจนำไปสู่การเติบโตและการเปลี่ยนแปลงแนวคิด

Lin and Mintzes (2010) ได้ศึกษาผลของระดับความสามารถในการเรียนรู้ทักษะการโต้แย้งผ่านผ่านการสอนในประเด็นปัญหาสังคม มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนไต้หวันเกรด 6 ผ่านการสอนในประเด็นทางสังคมศาสตร์ โดยครูในโรงเรียนที่มีประถมที่มีประสบการณ์ได้รับการสอนส่วนตัว 8 เดือนในเรื่องทักษะการถกเถียงและประเด็นทางสังคมศาสตร์จากนั้นจึงนำหน่วยการเรียนรู้การจัดตั้งอุทยานแห่งชาติ Ma - Guo จำนวน 17 ชั่วโมง ใช้ในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนของเขาเรียนรู้ที่จะสร้างการเรียกร้องและการสนับสนุนข้อโต้เถียง เสนอการสนับสนุนที่มีเหตุผลและให้หลักฐานสำหรับแต่ละคน ข้อมูลประกอบด้วยการตอบคำถามของนักเรียนต่อแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ต่อบุคคล จนากการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุ พบว่า ความสำเร็จในการเรียนรู้ทักษะการโต้แย้งไม่ได้เกี่ยวข้องกับทักษะการโต้ยแย้งก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีความสัมพันธ์กับระดับความสามารถของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งที่สมบูรณ์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งที่สมบูรณ์ต่ำ นักเรียนส่วนใหญ่อธิบายข้อโต้แย้งของตนเอง และนักเรียนที่มีความสามารถสูงกว่าสามารถเสนอการโต้แย้งหลังจากการสอนได้ อย่างไรก็ตามนักเรียนที่ประสบความสำเร็จสูงเหล่านี้ก็ยังไม่เข้าใจความหมายของหลักฐานที่ใช้สนับสนุนได้อย่างสมบูรณ์และมักจะใช้หลักฐานมาเป็นเหตุผลสนับสนุนแทน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย สรุปได้ว่า การจัดการเรียรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และส่งเสริมการเข้าใจเนื้อหาบทเรียนให้สูงขึ้นได้ โดยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญต่อคุณสมบัติของการศึกษาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ต้องอาศัยองค์ประกอบ ข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุน ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป การโต้แย้งกลับที่

ประกอบด้วยเหตุผลสนับสนุนและหลักฐาน ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการเรียนรู้และมีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ดังนั้นผู้ศึกษาจึงมีความสนใจในการศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถทางการเรียนของนักเรียนต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi - experimental research) ประเภท Two - Group Pretest - Posttest Design คือ แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และกลุ่มควบคุมใช้รูปแบบการสอนแบบปกติ

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย กระทรวงกลาโหม จังหวัดนครนายก ปีการศึกษา 2561 จำนวน 605 คน จำนวน 18 ห้องเรียน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย กระทรวงกลาโหม จังหวัดนครนายก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 70 คน จำนวน 2 ห้องเรียน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล
2. แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน คิดเป็น 18 คาบ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล

ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	บริบทที่ใช้	จำนวน (คาบ)
1	ความหมายสารชีวโมเลกุล	อาหารกับความต้องการพลังงานต่อวันในการปฏิบัติงานต่างๆ	2
2	คาร์โบไฮเดรต	องค์ประกอบในยาพาราเซตามอลชนิดเม็ด	5
3	โปรตีน	อาหารระหว่างเดินทางไกลขณะอยู่ในป่าของนักเรียนเตรียมทหาร	5
4	ไขมัน	นักบินกับสุขภาพ	4
5	กรดนิวคลีอิก	เหตุการณ์ข่มขืนนักท่องเที่ยวหญิงชาวต่างชาติ ณ เกาะพะงัน	2

โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

1. ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ และเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนเตรียมทหาร

2. ศึกษาความหมาย ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ รูปแบบและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งเนื้อหาวิชาที่เหมาะสำหรับการใช้การจัดการเรียนรู้ จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์แนวทางการสอนที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเตรียมทหาร ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มาออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2

3. ศึกษาความหมาย องค์ประกอบ และรูปแบบการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรูปแบบการวัด 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นบริบทปัญหา และส่วนที่เป็นคำถามปลายเปิด

4. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล ตามหลักสูตรของโรงเรียนเตรียมทหาร จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง ออกแบบแผนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน แบ่งออกเป็น 5 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 18 คาบ คาบละ 50 นาที

5. ศึกษาและออกแบบบริบทที่เป็นประเด็นสถานการณ์สำหรับนำมาใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ประกอบด้วย บริบทด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บริบทด้านสังคม บริบทด้านการงานอาชีพ และบริบทด้านชีวิตประจำวันของนักเรียนเตรียมทหาร

6. ออกแบบบริบท และประเด็นปัญหาที่ใช้ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (รายนามผู้เชี่ยวชาญดังปรากฏในภาคผนวก ก)

7. นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล

ลำดับแผนที่	บริบทที่นำมาใช้	ประเด็นการใช้ทักษะโต้แย้ง	ขั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	กิจกรรม	สื่อการสอน
2.คาร์โบไฮเดรต	องค์ประกอบในยาพาราเซ-ตามอลชนิดเม็ด	หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการกรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่ามีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบในยาพาราเซตามอลหรือไม่ หากมีโครงสร้างคาร์โบไฮเดรตเป็นแบบใด	1. ขั้นกำหนดสถานการณ์ (Setting focal event) เวลา 30 นาที	1. ครูผู้สอนนำเสนอบริบท “องค์ประกอบในยาพาราเซตามอลชนิดเม็ด” โดยครูเปิด Slide power point องค์ประกอบยาพาราเซตามอลชนิดเม็ด พร้อมกับเปิดโอกาสให้นักเรียนเล่าถึงประสบการณ์การใช้นาพาราเซตามอล 2. ครูตั้งคำถาม “ยาพาราเซตามอลมีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตอยู่หรือไม่ อย่างไร” 3. ครูนำเสนอ Slide power point วิธีการทดสอบสารประเภทคาร์โบไฮเดรตพร้อมกับโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภท	1. Slide power point องค์ประกอบยาพาราเซตามอลชนิดเม็ด 2. Slide power point วิธีการทดสอบสารประเภทคาร์โบไฮเดรตพร้อมกับโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภท

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับแผนที่	บริบทที่นำมาใช้	ประเด็นการใช้ทักษะโต้แย้ง	ขั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	กิจกรรม	สื่อการสอน
				4. ครูนำเสนอประเด็นอภิปรายโต้แย้ง โดยถามนักเรียนว่า “หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่ามีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบในยาพาราเซตามอลหรือไม่ หากมีโครงสร้างคาร์โบไฮเดรตเป็นแบบใด” 5. นักเรียนพิจารณาข้อมูล และตัดสินใจ ครูสอบถามความคิดเห็นนักเรียนและแบ่งกลุ่มนักเรียนที่มีความคิดเห็นเหมือนกันเข้ากลุ่ม เพื่อปรึกษา ระดมความคิดและหาเหตุผลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่ม	

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับแผนที่	บริบทที่นำมาใช้	ประเด็นการใช้ทักษะโต้แย้ง	ขั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	กิจกรรม	สื่อการสอน
			2. ขั้นลงมือปฏิบัติงาน (Learning task) เวลา 100 นาที	**ตอนที่ 1 เวลา 50 นาที** 1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมารับใบกิจกรรมการทดลองที่ 1 และอุปกรณ์สำหรับการทดลองเรื่องคุณสมบัติคาร์โบไฮเดรต โดยมี สารตัวอย่างคือ แป้ง น้ำตาลทราย กลูโคส สำลี กระดองหมึก และยาพาราเซตามอล มีลำดับขั้นการทดลองดังนี้ - ทดสอบคุณสมบัติการละลายน้ำ โดยนำ แป้ง น้ำตาลทราย กลูโคส สำลี กระดองหมึก และยาพาราเซตามอล มาละลายในน้ำกลั่น สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงพร้อมบันทึกผล	1. การทดลองเรื่องคุณสมบัติของสารประเภทคาร์โบไฮเดรต 2. ใบกิจกรรมการทดลองที่ 1 3. ใบความรู้ที่ 2 เรื่องสารประเภทคาร์โบไฮเดรต 4. ใบกิจกรรมที่ 2

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับแผนที่	บริบทที่นำมาใช้	ประเด็นการใช้ทักษะโต้แย้ง	ขั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	กิจกรรม	สื่อการสอน
				- ทดสอบแป้ง น้ำตาลทราย กลูโคส สำลี กระดองหมึก และยาพาราเซตามอล ด้วยสารละลายเบเนดิกซ์ สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงพร้อมบันทึกผล - ทดสอบแป้ง น้ำตาลทราย กลูโคส สำลี กระดองหมึกและยาพาราเซตามอล ด้วยสารละลายไอโอดีน สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงพร้อมบันทึกผล -นักเรียนสรุปผลการทดลองส่งท้ายคาบ **ตอนที่ 2 เวลา 50 นาที** 2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมารับใบความรู้ที่ 2 เรื่องสารประเภทคาร์โบไฮเดรต	

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับแผนที่	บริบทที่นำมาใช้	ประเด็นการใช้ทักษะโต้แย้ง	ขั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	กิจกรรม	สื่อการสอน
				- ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากใบความรู้ที่ 2 เพื่อตอบคำถามกิจกรรม - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 2 แสดงความคิดเห็น แนวการคิด โดยเขียนอธิบาย - ครูรวบรวมใบกิจกรรมที่ 2 และใบความรู้ที่ 2 เมื่อหมดเวลา	
			3. ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ (Learning key concept) เวลา 100 นาที	**ตอนที่ 1 เวลา 50 นาที** 1. ครูกำหนดให้นักเรียนอภิปรายผลการทดลองในประเด็นต่างๆ ดังนี้ - การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อทดสอบคุณสมบัติการละลายน้ำ ของแต่ละกลุ่ม	1. การบันทึกผลกิจกรรมการทดลองที่ 1 2. ผลการทำใบกิจกรรมที่ 2 3. แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ 2

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับแผนที่	บริบทที่นำมาใช้	ประเด็นการใช้ทักษะโต้แย้ง	ขั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	กิจกรรม	สื่อการสอน
				- การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกซ์ ของแต่ละกลุ่ม - การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน ของแต่ละกลุ่ม - สรุปผลการทำใบกิจกรรมที่ 2 2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปแนวคิดเรื่องประเภทและคุณสมบัติของคาร์โบไฮเดรต โครงสร้างและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต **ตอนที่ 2 เวลา 50 นาที** 3. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล องค์ประกอบในยาพาราเซตามอลจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ เพื่อหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่ม	

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับแผนที่	บริบทที่นำมาใช้	ประเด็นการใช้ทักษะโต้แย้ง	ขั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	กิจกรรม	สื่อการสอน
				ในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ 2 ตอนที่ 1 4. ครูให้นักเรียนเขียนเหตุผลของฝ่ายตรงข้ามลงในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ 2 ตอนที่ 2 เพื่อเตรียมข้อมูลในการอภิปรายโต้แย้ง 5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็น “หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่ามีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบในยาพาราเซตามอลหรือไม่ หากมีโครงสร้างคาร์โบไฮเดรตเป็นแบบใด” พร้อมแสดงเหตุผลและหลักฐาน	

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับแผนที่	บริบทที่นำมาใช้	ประเด็นการใช้ทักษะโต้แย้ง	ขั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	กิจกรรม	สื่อการสอน
				6. นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษาเพื่อหาข้อข้อมูลและเหตุผลในการอภิปรายโต้แย้ง จากนั้นครูกำหนดให้แต่ละกลุ่มแสดงเหตุผลเพื่อโต้แย้งเหตุผลของฝ่ายตรงข้าม หรือแสดงหลักฐานเพื่อทำให้ข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามเป็นอันยุติ 7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นในการอภิปรายโต้แย้ง และเชื่อมโยงเข้าสู่หลักการพิจารณาคุณสมบัติสารประเภทคาร์โบไฮเดรต สูตรโครงสร้าง และปฏิกิริยา	
			4. ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ (Recontextualise) เวลา 20 นาที	1. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของนักเรียน 2. ครูยกตัวอย่างคาร์โบไฮเดรตประเภทต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น cellulose chitin	1. power point คาร์โบไฮเดรตประเภทต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

3.2 แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

เป็นเครื่องมือวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยประเด็นการใช้ทักษะโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 5 ประเด็น แต่ละประเด็นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการให้ข้อมูลเกี่ยวกับบริบทที่ใช้ประกอบการลงความเห็นในทักษะโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ส่วนที่ 2 เป็นคำถามมีรูปแบบการวัดด้วยคำถามปลายเปิด (open-ended questions) ใช้วัดระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ข้อคำถาม คือ

ข้อที่ 1 ประเมินความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้าง (Claim)

ข้อที่ 2 ประเมินความสามารถในการให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน (Warrant)

ข้อที่ 3 ประเมินความสามารถในการใช้หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ทำให้ข้อกล่าวอ้างน่าเชื่อถือมากขึ้น (Evidence)

ข้อที่ 4 ประเมินความสามารถในการเสนอข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปของนักเรียนโดยมีเหตุผลและหลักฐานสนับสนุน (Counter Argument)

ข้อที่ 5 ประเมินความสามารถในการโต้แย้งกลับบนหลักฐานและเหตุผล ที่สนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปมีความน่าเชื่อถือลดลง (Supportive Argument)

การสร้างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และงานวิจัยของ Lin and Mintzes (2010) ผู้วิจัยได้นำมาปรับใช้สร้างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าการใช้ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับบริบทที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ผู้วิจัยศึกษาขั้นตอนการออบแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสม และเรียบเรียงข้อมูล เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นบริบท หรือสถานการณ์ที่กำหนด และส่วนที่ 2 เป็นคำถามของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยวัด 5 ทักษะใน 1 สถานการณ์ และมีทั้งหมด 5 สถานการณ์ คือ

1.1 สถานการณ์ที่กำหนดในบทเรียนเรื่อง ความหมายและความสำคัญของสารชีวโมเลกุล คือ หากนักเรียนถูกส่งไปเป็นทหารอาสาช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติตึกถล่ม ณ เมืองซาวาร์ ของบังกลาเทศ นักเรียนคิดว่าอาหารเมนูใดของประเทศบังกลาเทศที่เหมาะสมสำหรับภารกิจนี้ และไม่ทำให้น้ำหนักของนักเรียนเปลี่ยนแปลง มากที่สุด

1.2 สถานการณ์ที่กำหนดในบทเรียนเรื่อง คาร์โบไฮเดรต คือ หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่าคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบหลักในลำข้าวจากยาหมอแสง และคาร์โบไฮเดรตดังกล่าวควรมีโครงสร้างเป็นแบบใด

1.3 สถานการณ์ที่กำหนดในบทเรียนเรื่อง โปรตีน คือ หากนักเรียนได้รับการลงความเห็นว่าควรผ่าตัดฝันคุดจากทันตแพทย์กองพยาบาล รร.ตท. โดยใช้ไหมละลายประเภท Chromic catgut นักเรียนคิดว่าไหมละลายประเภท Chromic catgut ทำมาจากเนื้อเยื่อส่วนใดของลำไส้แกะ/วัว

1.4 สถานการณ์ที่กำหนดในบทเรียนเรื่อง ไขมัน คือ หากนักเรียนต้องการปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่งนักบินของเหล่าทัพ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติตัวให้ผ่านเกณฑ์การตรวจตามมาตรฐานใบสำคัญแพทย์ของนักบิน นักเรียนควรเลือกรับประทานอาหารที่มีกรดไขมันชนิดใด ที่ช่วยลดอัตราเสี่ยงการเกิดโรคคอเลสเตอรอลสูง

1.5 สถานการณ์ที่กำหนดในบทเรียนเรื่อง กรดนิวคลีอิก คือ หากนักเรียนปฏิบัติหน้าที่สารวัตรสืบสวนสอบสวน (Investigation Inspector) ณ สภ.ในวันเกิดเหตุเรือนักท่องเที่ยวจีนล่มจังหวัดภูเก็ต ซึ่งทำงานร่วมกับหน่วยตรวจพิสูจน์ศพ เพื่อหา DNA Fingerprint ของศพแต่ละราย ต่อมามีญาติของผู้ตายรายหนึ่งมาติดต่อของรับศพ โดยนำชิ้นส่วนเส้นผมของผู้ตายมาขอรับศพ นักเรียนคิดว่าศพใดตรงกับความต้องการของญาติรายนี้

2. นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมจากสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของทฤษฎี หลักการ และเนื้อหาทางเคมี (ดังรายงานในภาคผนวก ข)

3. นำข้อเสนอแนะที่ได้ มาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ ดังนี้

3.1 ปรับแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ให้มีรายละเอียดของการปฏิบัติงานของทหาร-ตำรวจอยู่จริง หรือเป็นการยกสถานการณ์ที่สอดคลองต่อการทำหน้าที่ทหาร-ตำรวจ เพื่อแสดงให้เห็นถึงบทบาทหน้าที่ของทหาร – ตำรวจ แก่นักเรียนเตรียมทหาร

3.2 เพิ่มข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสารชีวโมเลกุล ในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ประเด็นที่ 3 เพื่อให้นักเรียนเข้าใจข้อคำถาม และเกิดการเรียนรู้ผ่านเนื้อหา ในส่วนดังกล่าว

3.3 ปรับวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ 2 และ 5 ให้เข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น โดยการเพิ่มคำอธิบาย โครงสร้างของสารต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดและมีหลักการในการตัดสินใจ ลงความเห็น

4. นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้บทเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลมาแล้ว จำนวน 30 นาย นำคะแนนสอบที่ได้ทั้งฉบับมาทำการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น KR - 20 พบว่า เท่ากับ 0.86 ทำการปรับปรุงรายละเอียดบางส่วนจากนั้นจึงนำไปใช้จริงในงานวิจัย

3.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล

แบบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล เป็นข้อสอบแบบปรนัยมี 4 ตัวเลือก สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ มีเกณฑ์ในการให้คะแนนคือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อให้ 0 คะแนน ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติการการเรียนรู้ที่ต้องการวัด
2. สร้างตารางวิเคราะห์โครงสร้าง ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล จำนวน 60 ข้อ โดยครอบคลุมสาระและพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวทางของบลูม 6 ระดับ ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์ ดังภาคผนวก ง.
3. สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้
4. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำ
5. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้เชี่ยวชาญดังปรากฏในภาคผนวก ก) เพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) พบว่ามีข้อสอบจำนวน 58 ข้อ (ดังภาคผนวก ง.) ที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5
6. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล จำนวน 58 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 1 ที่เคยเรียนบทเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุลมาแล้ว จำนวน 30 นาย นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบทั้งฉบับมาพิจารณาค่าความเที่ยง พบว่า มีค่าความยาก (p) เท่ากับ 0.20 - 0.73 และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยเกณฑ์พิจารณาคัดเลือกข้อสอบควรมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.21 - 0.82 มีค่าความเชื่อมั่น KR - 20 เท่ากับ 0.82 (ดังภาคผนวก ง)
7. เลือกข้อสอบ 30 ข้อ จากข้อสอบจำนวน 58 ข้อ ที่ตรงตามจุดประสงค์และพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล จากนั้นจึงนำไปใช้จริงในงานวิจัย

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. สถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย
2. สถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามงานวิจัย

4.1 สถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

สถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย 4 ค่า ดังนี้

4.1.1 สูตรการคำนวณค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2554) ดังนี้

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

เมื่อ IOC คือ ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

∑R คือ ผลรวมของคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ได้ตรวจสอบ

โดยพิจารณาให้ความเห็นและให้คะแนน ดังนี้

+1 ถ้าแน่ใจว่าแผนนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแผนนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

-1 ถ้าแน่ใจว่าแผนนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

4.1.2 สูตรการคำนวณค่าอำนาจจำแนก (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2554) ดังนี้

$$r = \frac{H - L}{N_H}$$

หรือ

$$r = \frac{H - L}{N_L}$$

$$r = \frac{L - H}{N_H}$$

หรือ

$$r = \frac{L - H}{N_L}$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนก

H คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น

L คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น

N_H คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงทั้งหมด

N_L คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำทั้งหมด

4.1.3 สูตรการคำนวณค่าความยาก (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2554) ดังนี้

$$p = \frac{R}{T}$$

เมื่อ p คือ ค่าความยาก

R คือ จำนวนผู้สอบที่เลือกคำตอบถูก

T คือ จำนวนผู้สอบทั้งหมด

4.1.4 สูตรการคำนวณค่าความเชื่อมั่น ตามคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (KR-20) (Ebel and Frisbie, 1986) ดังนี้

$$r_{KR\text{-}20} = \left(\frac{K}{K-1}\right)\left(1- \frac{\Sigma pq}{s^2}\right)$$

โดย $$s^2 = \frac{N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{N^2}$$

เมื่อ $r_{KR\text{-}20}$ คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K คือ จำนวนข้อสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้ทำถูกหารด้วยจำนวนคนสอบทั้งหมด

q คือ สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือ 1 - p

s^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ

N คือ จำนวนผู้สอบ

X คือ คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

4.2 สถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามงานวิจัย

สถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย สถิติค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติค่าที (t - test for Independent sample) แบบเป็นอิสระต่อกันที่ระดับ .05 และสถิติค่าที (t - test for dependent sample) ที่ระดับ .05 ดังนี้

4.2.1 สูตรการคำนวณสถิติค่าเฉลี่ย (Mean) (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2554)

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

เมื่อ $\bar{X}$ คือ คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

T คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

4.2.2 สูตรการคำนวณสถิติค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Division) (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2554)

$$\text{S.D.} = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{N-1}}$$

เมื่อ S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{X}$ คือ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน

X คือ คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

N คือ จำนวนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง

4.2.3 สูตรการคำนวณสถิติค่าที (t - test for dependent sample) (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2554)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{N-1}}}; \text{ df = n-1}$$

เมื่อ t คือ ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา

D คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N คือ จำนวนคู่ของคะแนนหรือจำนวนนักเรียน

$\sum D$ คือ ผลรวมทั้งหมดของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

$\sum D^2$ คือ ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

4.2.4 สถิติค่าที (t - test for Independent sample) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เกิน 30, ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากรทั้ง 2 กลุ่ม และตกลงว่า (assume) ความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่มไม่เท่ากัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) (Weiss, 1995)

สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

โดย

$$df = \frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right]^2}{\frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1}\right]^2}{n_1 - 1} + \frac{\left[\frac{S_2^2}{n_2}\right]^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ t คือ ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$ คือ ผลต่างของค่าเฉลี่ย

n คือ จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

S^2 คือ ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง สารชีว-โมเลกุล ที่มีต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิจัยได้สุ่มนักเรียนเตรียมทหารจำนวน 2 ห้องเรียน ผู้วิจัยขอนำเสอนผลการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

1.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

2.3 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยค่าทางสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t - test for Independent sample) แบบเป็นอิสระต่อกัน จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน แตกต่างจากนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.40 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.51 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.80 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.24 และ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	8.40	3.51	0.563	**.288**
การจัดการเรียนรู้แบบปกติ	7.80	5.24		

$p > .05$

1.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยค่าทางสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t - test for dependent sample) จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการ

จัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.40 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.51 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.26 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.39 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

กลุ่ม	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	8.40	3.51	12.965*	**.000**
หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	21.26	3.39		

* $p < .05$

1.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยค่าทางสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t - test for Independent sample) แบบเป็นอิสระต่อกัน จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน สูงกว่า นักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.26 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.39 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.63 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.54 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	$\overline{X}$	S.D.	t	Sig.
การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	21.26	3.39	1.701*	**.047**
การจัดการเรียนรู้แบบปกติ	19.63	4.54		

* $p < .05$

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุลกับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยค่าทางสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t - test for Independent sample) แบบเป็นอิสระต่อกัน จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล พบว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน แตกต่างจากนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.91 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.62 และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.57 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.00 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	$\overline{X}$	S.D.	t	Sig.
การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	4.91	3.62	0.630	**.265**
การจัดการเรียนรู้แบบปกติ	5.57	5.00		

$p > .05$

2.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยค่าทางสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t - test for dependent sample) จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล พบว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.91 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.62 และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.71 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.29 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

กลุ่ม	$\overline{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	4.91	3.62	26.566*	**.000**
หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	35.71	6.29		

* $p < .05$

2.3 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยค่าทางสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t - test for Independent sample) แบบเป็นอิสระต่อกัน ของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล พบว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน สูงกว่า นักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.71 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.29 และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอยู่ในระดับ ปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.20 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.86 และ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	35.71	6.29	5.004*	**.000**
การจัดการเรียนรู้แบบปกติ	27.20	7.86		

* $p < .05$

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่มีต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก” นั้น ได้สรุปการวิจัย ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร คือ นักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย กระทรวงกลาโหม ปีการศึกษา 2561 จำนวน 605 คน จำนวน 18 ห้องเรียน

2) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก สังกัดสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย กระทรวงกลาโหม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 70 คน จำนวน 2 ห้องเรียน

1.2.2 เครื่องมือการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล จำนวน 5 แผน

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบชุดนี้มีค่าความยากระหว่าง 0.23 ถึง 0.73 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20 ถึง 0.80 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.82

3) *แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์* แบบอัตนัยชนิดคำถามปลายเปิด จำนวน 5 ข้อ สร้างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประเมินผลตามหลักการของ Lin and Mintzes (2010)

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

1) ทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2) ดำเนินการสอนแก่นักเรียนกลุ่มทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และดำเนินการสอนแก่นักเรียนกลุ่มควบคุมตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง สอนตามตารางสอนในเวลาเรียนปกติ จำนวน 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 18 คาบ ช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม 2561

3) ทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับใช้ทดสอบก่อนเรียน

4) นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อน-หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและควบคุมมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยค่าทางสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t - test for Independent sample) แบบเป็นอิสระต่อกัน

2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยค่าทางสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t - test for dependent sample)

3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยค่าทางสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test for Independent sample) แบบเป็นอิสระต่อกัน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1) เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยค่าทางสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t - test for Independent sample) แบบเป็นอิสระต่อกัน

2) เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยค่าทางสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t - test for dependent sample)

3) เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยค่าทางสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t - test for Independent sample) แบบเป็นอิสระต่อกัน

1.3 ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน แตกต่างจากนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.40 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.51 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.80 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.24

1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน สูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.40 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.51 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของ

นักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.26 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.39

1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน สูงกว่า นักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.26 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.39 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.63 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.54

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล กับนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.1 ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน แตกต่างจากนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.91 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.62 และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.57 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.00

2.2 ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.91 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.62 และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.71 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.29

2.3 ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน แตกต่างจากนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.91 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.62 และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.57 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.00

2. อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่มีต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก ผู้วิจัยมีความคิดเห็นดังนี้

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน แตกต่างจากนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจาก นักเรียนเตรียมทหารคือนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์การคัดเลือกตามระเบียบของสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กระทรวงกลาโหม ซึ่งมีความรู้ความสามารถในระดับใกล้เคียงกันทั้งหมด จึงสรุปผลการวิจัยได้ว่า ไม่มีความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน สูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงบริบทที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียนเตรียมทหารกับเนื้อหาบทเรียน โดยบริบทที่เลือกใช้ในครั้งนี้เป็นบริบทที่บูรณาการด้านบุคคล สังคม อาชีพ และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการการคิดวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางของการแก้ปัญหา และการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในห้องเรียน นอกจากนี้ยังเน้นการปรับตัวทางความคิดที่มีต่อบริบทอยู่ตลอดเวลา ทำให้นักเรียนมีการปรับเปลี่ยนและเพิ่มเติมความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ที่รวบรวมได้จากการปรับตัวในห้องเรียนกลายเป็นความรู้ใหม่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญา (Cognitive Constructivism)

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แก่นักเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง คาร์โบไฮเดรต ที่มีการใช้บริบทของกรมเภสัชกรรมทหาร หน้าที่หลักคือผลิตยาให้แก่หน่วยโรงพยาบาลทหาร และกองพยาบาลในกระทรวงกลาโหม ซึ่งเกี่ยวข้องกับนักเรียนเตรียมทหาร ที่มีโอกาสได้ใช้ยาเหล่านั้นขณะอยู่ในโรงเรียนเตรียมทหาร เพื่อดูแลสุขภาพของตนเอง โดยครูให้นักเรียนที่มีประสบการณ์เข้ารับการรักษาโรคได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ยา ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้หลากหลาย ในขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์ ครูเป็นผู้ตั้งประเด็นปัญหาจากบริบทดังกล่าวคือ หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการกรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่ามีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบในยาพาราเซตามอลหรือไม่ หากมีโครงสร้างคาร์โบไฮเดรตเป็นแบบใด ครูให้นักเรียนคิดวิเคราะห์คำตอบเพื่อเป็นข้อกล่าวอ้างของตนเอง โดยศึกษาข้อมูลทางวิชาการจากแหล่งข้อมูลประกอบ

เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ในขั้นนี้นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้เกิดสมมติฐานของคำตอบ (Gilbert, 2007) ในขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติ นักเรียนเป็นผู้รวบรวมข้อมูล เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน ตรวจสอบข้อกล่าวอ้าง และหาข้อเท็จจริงด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น การทดลอง ใบความรู้ เอกสารเพิ่มเติม ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกทักษะการคิด การวางแผน การออกแบบการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบ และการคิดแก้ปัญหา ในขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ นักเรียนจะนำข้อมูลที่รวมรวมได้มานำเสนอแก่เพื่อนในห้องเรียน เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูล เกิดการคิดวิเคราะห์ข้อมูล ประเมินข้อมูลบนข้อเท็จจริงที่เป็นไปได้ ซึ่งกระบวนการนี้จะก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาทางความคิดเชิงเหตุผลมากยิ่งขึ้น จนนักเรียนได้แนวคิดสำคัญของความรู้ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ในบทเรียนเรื่องคาร์โบไฮเดรต ขั้นสุดท้ายคือ ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ นักเรียนถูกกระตุ้นให้นำเสนอบริบทอื่นๆ ที่ใกล้เคียงกับบทเรียนที่ผ่านมา เช่น ยกสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การนำความรู้ที่ได้รับไปประยุคใช้ในชีวิตประจำวัน ขั้นนี้เป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียน และการเชื่อมโยงความรู้ในบทเรียนกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียน (Gilbert, 2007) เป็นต้น แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถพัฒนานักเรียนในด้านการคิดวิเคราะห์ การประเมินข้อมูล การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างนักเรียน การประยุคความรู้ การนำความรู้ไปใช้ และการคิดสร้างสรรค์ซ้ำหลายครั้งจนทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนด้วยตนเอง ส่งผลให้เกิดการฝึกฝนทักษะการเรียนรู้ตามเกณฑ์การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ Benjamin S. Bloom ซ้ำๆ และครบทุกด้าน

หากเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบปกติสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการคิดวิเคราะห์ ได้ดีใกล้เคียงกัน แต่การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถเน้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการประยุกต์ใช้ การประเมินค่า และความคิดสร้างสรรค์ได้ดีกว่า เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีขั้นการนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ส่งเสริม และกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการประยุกต์ใช้ความรู้ การประเมินค่า และความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ ขั้นที่ 3 การเรียนรู้แนวคิดสำคัญ มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูล เกิดการประเมินความถูกต้องของข้อมูล ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล เกิดการตรวจสอบความรู้ ระหว่างแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน สังเกตได้จากนักเรียนมีความสามารถของในการยกตัวอย่างใหม่ได้ ด้วยเหตุนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน สูงกว่านักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สอดคล้องตามสมมติฐานงานวิจัย

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยพบว่า สอดคล้องกับ พัฒนพงษ์ พงษ์จันโอ (2560) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานส่งผลให้ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมีค่าสูงขึ้นตาม

ระยะเวลาที่ทำกิจกรรมและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน, จินดา พราหมณ์ชู (2553) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานช่วยทำให้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียนเพิ่มขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน, อธิษฐาน บุญเป็ง (2558) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ของนักเรียนได้, ภรณ์ภัสสรณ์ จ่าชัยภูมิ (2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้ตัวอย่างสถานการณ์จริง และข้อมูลที่พบในชีวิตประจำวัน การปฏิบัติการทดลอง การสืบค้นข้อมูล การนำเสนอข้อค้นพบ การนำเสนอบริบทใหม่ๆ, Pattanapong Pongchano (2017) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถส่งเสริมการคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในการคิดริเริ่ม การคิดอย่างรอบคอบ และการคิดแบบยืดหยุ่น สูงขึ้นเนื่องจากระยะเวลาของการจัดกิจกรรม และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นเช่นกัน และ ศุภกร สุขยิ่ง (2560) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถพัฒนาสมรรถนะการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

2.2 ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล

ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน แตกต่างจากนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจาก นักเรียนเตรียมทหารคือนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์การคัดเลือกตามระเบียบของสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กระทรวงกลาโหม ซึ่งมีความรู้ความสามารถในระดับใกล้เคียงกันทั้งหมด จึงสรุปผลการวิจัยได้ว่า ไม่มีความแตกต่างของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน สูงกว่าทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานส่งเสริมและพัฒนานักเรียนให้เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล การพิสูจน์ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการตัดสินใจ และการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (Gilbert, 2007) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Chang and Chen, 2009) การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานแก่นักเรียน มีแนวคิดสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสังคม (Social Constructivism) ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลในสังคม (Seel, 2012) ผ่านบริบททางสังคมและภาษา รวมทั้งการเข้าถึงข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ และการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาเชื่อมโยงเข้ากับแหล่งเรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพของปัญญา สอดคล้องกับ ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการลงมือทำ (Learning by doing) โดยเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติทุกขั้นตอนระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยครูทำหน้าที่เป็นแค่ผู้แนะนำ นอกจากนี้ ยังพบว่า สอดคล้องกับช่วงเวลาของพัฒนาการทางปัญญา (The zone of proximal development) คือผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ที่

แตกต่างกันตามช่วง โดยเด็กที่อยู่ในช่วงการเรียนรู้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยต้นเอง นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตัวเองผ่านบริบทที่ใกล้เคียงชีวิตประจำวัน บริบทสังคม บริบทอาชีพ และบริบทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชราภรณ์ บุญยทรรศนีย์ (2558) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้งของนักเรียนได้

นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังพบว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน สูงกว่า นักเรียนเตรียมทหารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ เนื่องจากทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยองค์ประกอบ ด้านกระบวนการที่ให้นักเรียนแสดงถึงข้อกล่าวอ้าง (Claim) จากการตัดสินใจของตนเอง ที่มีต่อประเด็นสถานการณ์ปัญหานั้น ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการตัดสินใจ หรือมีสมมติฐานภายในใจ, สามารถแสดงเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) ของตนเองได้อย่างชัดเจนไม่คลุมเครือ, สามารถแสดงหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence) ของตนเองได้ เพื่อแสดงให้เห็นว่าข้อกล่าวอ้างของตนเองมีความน่าเชื่อถือ แหล่งข้อมูลที่อ้างถึงมีหลากหลาย เช่น การทดลอง ข้อมูล หลักการและทฤษฎีที่ได้จาดการค้นคว้าแหล่งเรียนรู้ต่างๆ, นักเรียนสามารถเสนอข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterargument) จากข้อกล่าวอ้างของตนเองได้ มีการอภิปรายข้อมูลระหว่างกันอยู่ในชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงแนวคิดที่ต่างออกไปพร้อมเหตุผล และหลักฐานที่น่าเชื่อถือประกอบโดยไม่ลอกเลียนแบบความคิดเห็นของเพื่อนในห้องเรียนเดียวกัน และสามารถโต้แย้งกลับเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปมีความน่าเชื่อถือลดลง (Supportive argument) โดยนักเรียนมีเหตุผลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือประกอบ (Lin and Mintzes, 2010) ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมการพัฒนาระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแก่นักเรียนไปพร้อมๆ กันได้ คือแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Osborne, Erduran and Simon, 2004) ที่สามารถพัฒนาทักษะการแสดงข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง สามารถเสนอข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และสามารถโต้แย้งกลับเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปมีความน่าเชื่อถือลดลง ซ้ำๆ หลายครั้งจนเกิดประสบการณ์ ความรู้ ความชำนาญ และเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Christine, 2009)

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง คาร์โบไฮเดรต ครูนำเสนอบริบท หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่ามีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบในยาพาราเซตามอลหรือไม่ หากมีโครงสร้างคาร์โบไฮเดรตควรเป็นแบบใด นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่ครูนำเสนอจากสื่อจากสอน power point และใบกิจกรรม โดยคิดวิเคราะห์ข้อกล่าวอ้างของตนเองได้ว่า ยาพาราเซตามอล มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหรือไม่ พร้อมเสนอเหตุผลประกอบข้อกล่าวอ้างของตนเอง ต่อมาครูให้นักเรียนทำการค้นคว้าหลักฐานประกอบข้อกล่าวอ้างจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น ผลการทดสอบ

คาร์โบไฮเดรตในเม็ดยาพาราเซตามอล และใบความรู้ ขั้นนำเข้าสู่การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ครูให้นักเรียนออกมานำเสนอข้อกล่าวอ้าง เหตุผลประกอบข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานสนับสนุนหน้าชั้นเรียน เพื่ออภิปรายข้อมูลของแต่ละกลุ่มที่ได้จากการทดสอบเม็ดยาพาราเซตามอล โดยนำเสนอวิธีการทดสอบองค์ประกอบคาร์โบไฮเดรตในยาพาราเซตามอล ว่ามีขั้นตอนการตรวจสอบแบบใด และผลการทดลองที่ได้นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในกลุ่มตนเองอย่างไร เมื่อนักเรียนนำเสนอจบ กลุ่มอื่นๆ สามารถสอบถาม หรือแสดงข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปบนหลักฐานน่าเชื่อถือได้ ซึ่งกลุ่มที่ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนต้องมีความสามารถในการโต้แย้งกลับเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปมีความน่าเชื่อถือลดลง โดยให้เหตุผลและหลักฐานสนับสนุนถูกต้องตรงตามหลักการและทฤษฎีที่น่าเชื่อถือ ทันท่วงที และไม่ใช้ความรู้สึกนึกคิด หรืออารมณ์เข้ามาเกี่ยวข้อง ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะถูกเรียกร้องให้ใช้ความรู้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ประยุคใช้ข้อมูล การตัดสินใจ และการสื่อความที่มีประสิทธิภาพ (Zhiwei, 2018) เพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างของตนเองให้มีความน่าเชื่อถือเช่นกัน โดยครูทำหน้าที่สังเกตสถานการณ์ในห้องเรียนและจัดลำดับการแสดงข้อโต้แย้ง จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ซ้ำๆ จำนวน 5 แผนการเรียนรู้ ต่อเนื่องกันในบทเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ส่งเสริมให้นักเรียนมีพื้นฐานกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล การพิสูจน์ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการตัดสินใจ และการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น (Christine, 2009) มีการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ มีทักษะในการโต้แย้งกลับโดยอยู่บนหลักฐานและเหตุผลมากยิ่งขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น (Marttunen & Laurinen, 2001) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (Osborne, Erduran and Simon, 2004)

สอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชราภรณ์ บุณยทรรศนีย์ (2558) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้งของนักเรียนได้ โดยนักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้างของตนเอง กล้าที่จะตัดสินใจ พร้อมทั้งมีการคิดวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์เพื่อแสดงหลักฐานสนับสนุน สามารถแสดงเหตุผลของฝ่ายตรงข้ามได้ และสามารถแสดงเหตุผลสนับสนุนเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างของตนเองมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น , ภคพร อิสระ (2557) พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, อัศวิน ธะนะปัด (2558) พบว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสามารถพัฒนาให้อยู่ในระดับดีมาก เพิ่มขึ้นได้ และสามารถพัฒนาองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ทุกองค์ประกอบผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

3.1.1 การออกแบบบริบท หรือ สถานการณ์ในขั้นตอนแรกของกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ควรพิจารณาจากพื้นฐานความรู้ทางวิชาการ และความรู้ด้านทหารของนักเรียน ทั้งนี้เนื่องจากในงานวิจัยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจบหลักสูตรการศึกษาจากระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 - 6 นักเรียนหลักสูตรช่างฝีมือทหาร นักเรียนหลักสูตรจ่าฯ และนายสิบฯ ครูผู้สอนจึงต้องออกแบบบริบทให้ครอบคลุมประเด็นทั้งทางความรู้ทางวิชาการและความรู้ทางทหาร เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจพร้อมกัน ดีกว่าการเน้นเฉพาะด้านอย่างใดอย่างหนึ่ง

3.1.2 ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ครูต้องเตรียมแหล่งข้อมูลสำหรับนักเรียนเพื่อทำการสืบค้นข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับนักเรียนเตรียมทหารที่มีข้อจำกัดในการใช้เครื่องมือสืบค้นทางเทคโนโลยี เช่น มือถือ คอมพิวเตอร์ และสภาพร่างกาย ที่มีการดำเนินชีวิตตามวิถีทางทหารทั่งไป คือ มีการการเข้าเวรยามตอนกลางคืน มีช่วงเวลาฝึก และเวลาธำรงวินัย ดังนั้นนักเรียนเตรียมทหารอาจมีอาการง่วงนอนขณะเรียนได้ ครูควรแก้ไขด้วยการปลุกให้ตื่น การให้ล้างหน้ายืนในห้องเรียน เป็นต้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนลดอาการอ่อนเพลียหรือลดอาการง่วงนอน

3.1.3 ขั้นตอนการเรียนรู้แนวคิดสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ครูควรมีการเสริมแรงแก่นักเรียนเมื่อนักเรียนสามารถแสดงทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ดี เช่น การเป็นผู้ฟังที่ดี การเป็นผู้พูดที่ดี ด้วยการมอบของขวัญ หรือรางวัลพิเศษ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น เกิดความสนใจต่อรายละเอียดของการเรียนมากยิ่งขึ้น

3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาถึงตัวแปรตามอื่นๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนเตรียมทหารร่วมด้วย เนื่องจากขณะมีการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้น พบว่า นักเรียนต้องเผชิญกับปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นตอนการโต้แย้งกลับบนหลักฐานและเหตุผลที่น่าเชื่อถือเพื่อทำให้ข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามมีความน่าเชื่อถือลดลง (Supportive argument) ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกัน ดังนั้นทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จะเป็นตัวแปรตามที่ส่งเสริมการมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ดี ได้หรือไม่ อย่างไร

3.2.2 เนื่องจากการทำวิจัยครั้งนี้ เป็นการทำกับนักเรียนเตรียมทหารในภาพรวม คือ เก็บผลการวิจัยทั้งฉบับแยกตามรายบุคคล จากห้องเรียนกลุ่มควบคุมและห้องเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งในรายละเอียดในแต่ละห้องเรียน พบว่า ประกอบด้วยนักเรียนทุกเหล่าทัพ คือ เหล่าทัพบก เหล่าทัพเรือ เหล่าทัพอากาศ และเหล่าตำรวจ เรียนรวมกัน ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถอธิบายความเหมือนและความแตกต่างของนักเรียนเตรียมทหารในแต่ละเหล่าทัพได้ ดังนั้น ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนเตรียมทหารแยกตามเหล่าทัพ ว่าให้ผลการวิจัยเช่นเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

3.2.3 จากการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า สื่อการสอนที่ครูจัดเตรียมไว้อย่างหลากหลายมีผลต่องานวิจัยอย่างโดดเด่น เนื่องจากนักเรียนให้ความสนใจต่อการเรียนรู้ผ่านบริบทที่ต้องอาศัยสื่อที่หลากหลาย เป็นปัจจุบัน และอาศัยเทคโนโลยีในการค้นคว้าข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่อาศัยสื่อดังกล่าวอยู่ในขั้นตอนลงมือปฏิบัติ (Learning task) และขั้นตอนการเรียนรู้แนวคิดสำคัญ (Learning key concept) ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยี เช่น สื่อ AI เรื่องสารชีวโมเลกุล เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กองสถิติและประเมินผล โรงเรียนเตรียมทหาร. (2560). *ผลการวัดและประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์วิชาเคมีพื้นฐาน ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560*. นครนายก: โรงเรียนเตรียมทหาร.

กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. (2554). เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

จินดา พราหมณ์ชู. (2553). ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 2(1), 32-41.

ชวลิต ชูกำแพง. (2551). *การประเมินการเรียนรู้*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ, ม.ป.ท.

ณัฏฐ์พธู เสริมสุข. (2558). *การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทัศวรรณ ภูผาดแร่ และ ศักดิ์ศรี สุภาษร. (2557). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย – สังเกต - อธิบาย. *การประชุมวิชาการระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัย”* ครั้งที่ 6. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2554). การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของการวัดระหว่างกลุ่มผู้ถูกวัดด้วยการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 1(1), 10-38.

นิภา เมธาวิชัย. (2536). *การประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมวิชาการสถาบันราชภัฏธนบุรี

ประวิตร ชูศิลป์. (2524). *หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย

พัชรมัย นิ่มลออ. (2559). *ผลการใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พัชราภรณ์ บุณยทรรศนีย์. (2558). *การพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้ง เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บริบทเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พัฒนพงษ์ พงษ์จันโอ. (2560). *การศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

พิชญ์สินี จักรแก้ว. (2559). การจัดการเรียนรู้ตามรปูแบบการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานเพื่อพัฒนาสมรรถนะการ ประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *นเรศวรวิจัย, 12*: *วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ,* น. 943-958.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ภคพร อิสระ. (2558). ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 10(2)*, 249-260.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภรณ์ภัสสรณ์ จ่าชัยภูมิ. (2558). *การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โรงเรียนเตรียมทหาร. (2560). *เอกสารประกอบการเรียนการสอนเคมีพื้นฐาน ว 32121 ชั้นปีที่ 2*. นครนายก: กองวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร.

วนิดา ผาระนัด. (2561). การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล: ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, (2), 174-181.

วิจารณ์ พานิช. (2554). *การศึกษาที่มีคุณภาพสำหรับศตวรรษที่ 21*. เอกสารประกอบการบรรยายในกำหนดการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 6 สมาคมเครือข่ายพัฒนาวิชาชีพอาจารย์และองค์กรระดับอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย (ควอท.) ประจำปี 2554 เรื่อง “การศึกษามุ่งผลลัพธ์: ก้าวสู่บัณฑิตคุณภาพในศตวรรษ 21” วันที่ 29 กรกฎาคม 2554.

วิไลวรรณ ทรงศิลป์. (2560). การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 11(3), 175-184.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการประเมิน*. (น. 165). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภกร สุขยิ่ง. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อ เรื่อง สภาพสมดุลเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์*, 18(2), 31-44.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

สสวท. (2554). *หนังสือเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เคมีเล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การค้าของ สกสค.ลาดพร้าว.

อธิฐาน บุญเป็ง. (2558). การพัฒนาความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. *วารสาร-ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์,* 30(2), 162-172.

อังคณาภรณ์ ปรีชาพงค์มิตร. (2557). *ผลของการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐาน ต่อมโนมติและแรงจูงใจใฝ่สมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัญฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อัศวิน ธะนะปัด. 2558. *การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อุไรวรรณ ไชยช่วย. 2558. *การเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิจารณ์จากการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีวิทยาศาสตร์และวิธีปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่างกัน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

เอกภูมิ จันทรขันตี. (2559). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 11(1), 217-232.

Bennett, Judith; & Holman, John. (2002). *Context - based Approaches to the Teaching of Chemistry: What are they and What are their Effect?. in Chemical Education: Toward Research-based Practice.* Netherlands: Kluwer Academic.

Christine, T. (2009). Argumentation: The Language of Science. *Journal of Elementary Science Education*, 21(1), 17-25.

Dawaon, V.M. & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skill about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 40(2), 133-148.

De Jong, O. (2007). Making chemistry meaningful: Conditions for successful context-based teaching. *Education Quimica*, 17, 215-221.

De Jong, O. (2008). Context-based Chemical education: How to improve it? *Chemical Education International*, 8(1), 1-7.

Ebel, R.L. and Frisbie, D.A. (1986). *Essentials of Educational Measurement*. 4th ed. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice-Hall.

Gibert, J.K. (2006). On the nature of "context" in chemical education. *International journal of Science Education*, 28(9), 957-976.

Gutwill-wise. (2001). The Impact of Active and Context-Based Learning in Introductory Chemistry Courses: An Early Evaluation of the Modular Approach. *Journal of chemical education,* 78(5), 684.

Hanegan, N. L., Price, L., & Peterson, J. (2008). Disconnections between teacher expectations and student confidence in bioethics. *Science & Education*, 17(8-9), 921-940.

Klopfer, L. E. (1971). *Evaluation of Learning in Science*. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student learning. Edited by Benjamin S. Bloom et al. New York: McGraw-Hill.

Kuhn, D. (1991). The skills of argument. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Lin, S. & Mintzes, J.J. (2010). *Learning argumentation skill through instruction in socioscientific issues: The effect of ability level*. Taiwan: National Science Council.

Marttunen, M., & Laurinen L. (2001). Learning of argumentation skills in networked and face-toface environments. *Instructional Science*, 29, 127–153.

Miika M. (2005). Argumentation skill as prerequisites for collaborative learning among Finnish, French, and English Secondary school students. *Educational research and evaluation,* 11, 365-384.

Neslihan, U. & Muammer, C. (2012). A Thematic Review of Studies into the Effectiveness of Context-based Chemistry Curricula. *J Sci Educ technol*, 21, 686-701.

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.

Pattanapong, P., (2017). A Study of Context-based Learning Activity Model on Chemical Reaction Issue for Secondary Student at the 10th Level. *European Journal of Education Studies*, 629-647.

Pilot, A., &Bulte, A. M. W. (2007). Why Do You "Need to Know"? Context-based education. *International Journal of Science Education,* 28(9), 953-956.

Seel, N.M. (2012). *Encyclopedia of the science of learning*. London: Springer Science + Business Media.

Shepardson, D. P. (2001). *Assessment in Science: A Guide to Professional Development and Classroom Practice*. Dordrecht: Kluwer Academic.

SHU-SHENG LIN and JOEL J. MINTZES. (2010). Learning Argumentation Skills Through Instruction In Socioscientific Issues: The Effect Of Ability Level. *International Journal of Science and Mathematics Education,* 8, 993-1017.

Simon, S., Erduran, S., & Osnorne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 235-260.

Thurber, W. A., & T., C. A. (1964). *Teaching Science in Today's Secondary School (2nd ed.).* Boston: Allyn and Bacon.

Toulmin, S. (2003). *The Uses of Argument.* Cambridge, England: Cambridge University Press.

Ummels, M. H. J., Kamp, M. J. A., Kroon, H. D., & Boersma, K. T. (2015). Promoting conceptual coherence within context-based biology education. *Science Education*, 99(5), 958-985.

Weiss, A. (1995). Human Gapital vs. Signalling Explanations of Wages. *Journal of Economic Perspective*, 9(4), 133-154.

Whitelegg, E and Edwards, C. (2001). Beyond the laboratory-learning physics Using real-life contexts. *Research in Science Education-Past, Present, and Future*, 337-342.

Zeidler, D.L., Sadler, T.D., Simmons, M.L. & Howes, E.V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89, 357-377.

Zhiwei Z., Xiuyi F. & Chunyan M. (2018). Context-based and Explainable Decision Making with Argumentation. *International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems.* AAMAS 2018, 1114-1122.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยนั้น จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่มีคุณภาพ ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ที่ได้กรุณาสละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษา และให้ข้อแนะนำในการแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านไปได้ด้วยดี

1. นาวาเอกหญิง ราตรี ต๊ะพันธุ์
   รอง ผอ. กองวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร
   สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

2. พันโทหญิง สุพัตรา สงกลิ่น
   หัวหน้าสายวิชาเคมี ชั้นปีที่ 2 กองวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนการศึกษา
   โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

3. นางสาวสุภาพร ขาวพิมพ์
   อาจารย์หมวดวิชาเคมี ระดับชั้นปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ตัวอย่างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล
2. ตัวอย่างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล

1. แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล

แบบสอบนี้มีจุดมุ่งหมายในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล ที่มีต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก ของเรือโทหญิง กมลวรรณ ทองคำชู นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จึงขอความร่วมมือจากนักเรียนในการทำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยความตั้งใจและใช้ความรู้ความสามารถอย่างเต็มที่ เพื่อผู้วิจัยจะได้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้ไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับการเรียนวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียนอย่างเต็มที่ตามศักยภาพต่อไป

คำชี้แจง

1. แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้มีทั้งหมด จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 50 นาที

2. ลักษณะแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้เป็นแบบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนอ่านโจทย์ให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงใน ☐ ให้ตรงกับข้อที่เลือก ถ้าเลือกแล้วไม่ต้องการ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับลงไปดังนี้ ☒

ตัวอย่างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล

---

1. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. สารชีวโมเลกุลที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตประกอบด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และกรดนิวคลีอิก

ข. สารชีวโมเลกุลคือสารเคมีที่อยู่ในสิ่งมีชีวิต จัดเป็นสารอนินทรีย์ มีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นองค์ประกอบหลัก

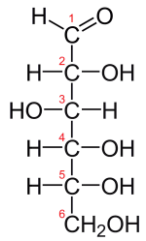
ค. องค์ประกอบที่เล็กที่สุดของสารชีวโมเลกุลแต่ละประเภทได้แก่ มอลโทส กรดอะมิโน กรดไขมัน และฟอสเฟต

ง. ปฏิกิริยา Hydrolysis ที่เกิดขึ้นในร่างกายจะเปลี่ยนโครงสร้างสารชีวโมเลกุลขนาดเล็กให้กลายเป็นสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่

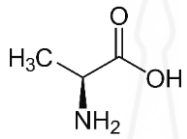
จากข้อความที่กำหนดให้**<u>กล่าวผิด</u>**กี่ข้อ

1. 4 ข้อ 2. 3 ข้อ 3. 2 ข้อ 4. 1 ข้อ

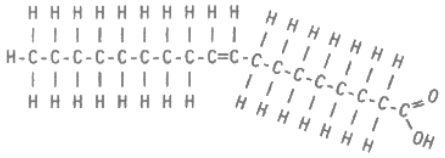
2. พิจารณาภาพต่อไปนี้



ก.



ข.



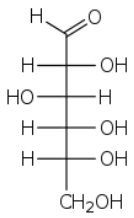
ค.

สารใดเป็นองค์ประกอบหลักในเนื้อสัตว์

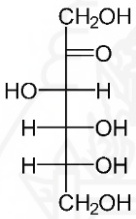
1. ก 2. ข 3. ค 4. ไม่มีคำตอบ

3. สารใดคือน้ำตาล D - ketohexose

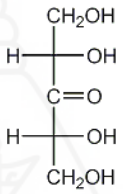
1.



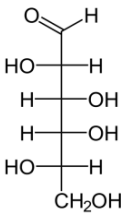
2.



3.



4.



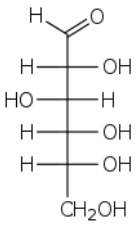
4. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

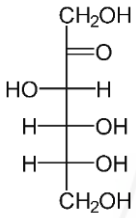
สาร	การทดสอบ				
	การละลายน้ำ	**สารละลายเบเนดิกซ์**	**สารละลายไบยูเร็ต**	**สารละลายไอโอดีน**	**กระดาษ**
ก.	ไม่ละลาย	ไม่เปลี่ยนแปลง	เปลี่ยนแปลง	เปลี่ยนแปลง	โปร่งใส
ข.	ละลาย	เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
ค.	ไม่ละลาย	ไม่เปลี่ยนแปลง	เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
ง.	ไม่ละลาย	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	โปร่งใส

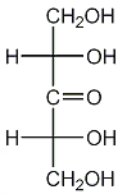
ข้อใด**<u>กล่าวผิด</u>**

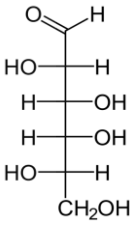
1. สาร ก. คือ ข้าวมันไก่ทอด
2. ขนาดของโมเลกุลสารมีผลต่อการละลายน้ำ
3. หากนำเม็ดข้าวโพดดิบมาทดสอบ จะให้ผลเช่นเดียวกับ ก.
4. สาร ข. ค. ง. จัดเป็นคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และ ไขมัน ตามลำดับ

5. พิจารณาโครงสร้างต่อไปนี้

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

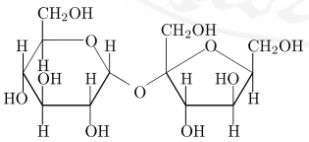
สารใดคือน้ำตาล Aldohexose

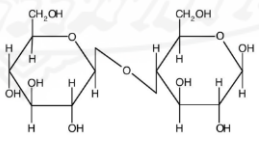
1. ก, ข
2. ข, ค
3. ก, ง
4. ก, ข, ง

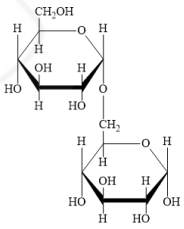
6. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

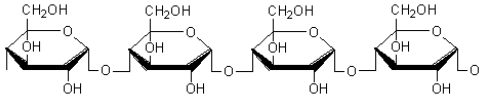
1. Maltose ย่อยด้วย Maltase ได้ Glucose + Galactose
2. Lactose ย่อยด้วย Lactase ได้ Glucose + Sucrose
3. Sucrose ย่อยด้วย Sucrase ได้ Glucose + Fructose
4. Maltose ย่อยด้วย Amylase ได้ Glucose + Glucose

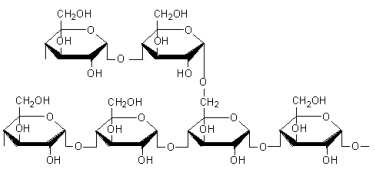
พิจารณาโครงสร้างต่อไปนี้ สำหรับตอบคำถามข้อ 7 - 8

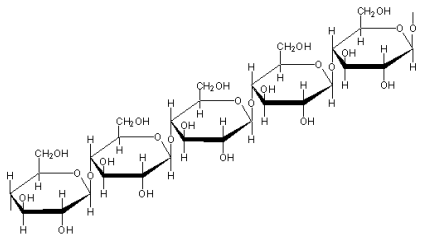
ก. 

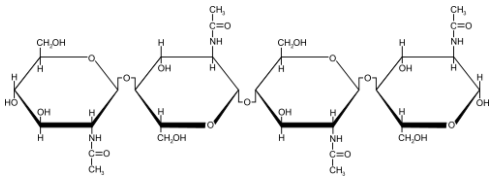
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

ฉ. 

ช. 

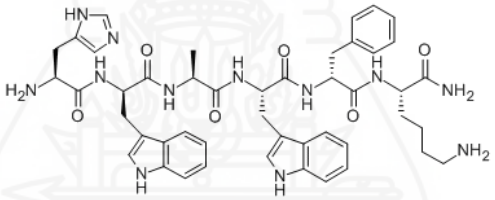
7. สารใดมีพันธะ alpha 1, 4 - glycosidic bone เป็นองค์ประกอบ

1. ก, ค 2. ง, จ 3. ค, ง 4. ฉ, ช

8. สารใดคือ sucrose และ chitin ตามลำดับ

1. ก, ช 2. ข, ฉ 3. ค, ง 4. จ, ฉ

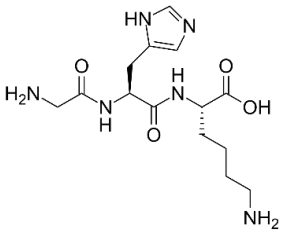
9. พิจารณาโครงสร้างสารต่อไปนี้

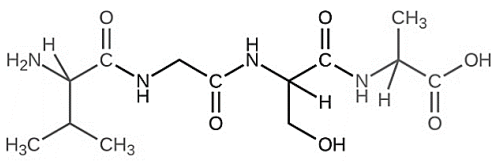


สารดังกล่าวคือ Growth Hormone มีพันธะ Peptide กี่พันธะ และเกิดจากกรดอะมิโนกี่ตัว

1. มี 6 พันธะเพปไทด์ เกิดจากกรดอะมิโน 7 ตัว
2. มี 6 พันธะเพปไทด์ เกิดจากกรดอะมิโน 6 ตัว
3. มี 5 พันธะเพปไทด์ เกิดจากกรดอะมิโน 5 ตัว
4. มี 5 พันธะเพปไทด์ เกิดจากกรดอะมิโน 6 ตัว

13. พิจารณาโครงสร้างสารต่อไปนี้

ก. 

ข. 

ข้อความใด**<u>กล่าวผิด</u>**

1. โครงสร้าง ก. เรียกว่า Tripeptide
2. ใช้กรดอะมิโนในโครงสร้าง ข. สร้างสายโปรตีนที่แตกต่างกันได้ 24 แบบ
3. จำนวนกรดอะมิโนของโครงสร้าง ก. และโครงสร้าง ข. รวมกันเท่ากับ 7 ชนิด
4. ชื่อโครงสร้าง ก. แบบย่อ คือ Gly – His – Lys - Asp

14. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

การทดลองที่	**วิธีทดลอง**	**ผลการทดลอง**			
		ก.	**ข.**	**ค.**	**ง.**
1	ปรับสภาพสารให้กายเป็นเบสแล้วเติม $CuSO_4$	x	✓	x	x
2	เติม Ethanol	x	✓	x	✓
3	เติม $Pb(NO_3)_2$	✓	✓	x	✓

✓ หมายถึง เกิดปฏิกิริยา/เกิดการเปลี่ยนแปลง x หมายถึง ไม่เกิดปฏิกิริยา/ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

ข้อใด**<u>กล่าวผิด</u>**

1. การทดลองที่ 1 เรียนกว่า Biuret test
2. สาร ก. และ ง. มีโครงสร้างโปรตีน แบบ Dipeptide
3. สาร ข. มีพันธะ peptide มากกว่า 2 ตำแหน่ง
4. การทดลองที่ 2 และ 3 เกิดปฏิกิริยา Hydrolysis

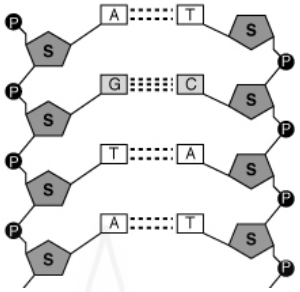
24. องค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์ใน DNA และ RNA ที่ไม่แตกต่างกันคือข้อใด

1. Pentose Sugar
2. Phosphate Group
3. Nitrogenous Base
4. ถูกทุกข้อ

25. ข้อใดคือพันธะที่เชื่อมต่อระหว่าง Pentose Sugar กับ Phosphate Group

1. Hydrogen bond
2. Peptide bone
3. Glycosidic bond
4. Phosphodiester bond

26. พิจารณาโครงสร้างต่อไปนี้



โครงสร้างดังกล่าวเป็นสารพันธุกรรมแบบใด

1. Nucleotide
2. Ribonucleic acid
3. Genetic Variation
4. Deoxyribonucleic acid

27. ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

1. สาย RNA มีลักษณะเป็น Double Helix เช่นเดียวกับสาย DNA
2. คู่เบสของ RNA คือ A = T, C = G
3. สาย DNA ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดฟุ้งกระจายอยู่ใน Cytoplasm ภายในเซลล์
4. หากพันธะ Hydrogen bond ที่เชื่อมระหว่างเบสถูกทำลาย มีผลให้ลำดับเบสเกิดการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้เกิดการกลายพันของสิ่งมีชีวิตได้

28. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

ข้อใดคือสาย DNA คู่ขนาน

1.

2.

3.

4.

แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล

ใบกิจกรรมที่ 2
แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 คือ หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่าคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบหลักของลำข้าว ในยาหมอแสง มีโครงสร้างเป็นแบบใด

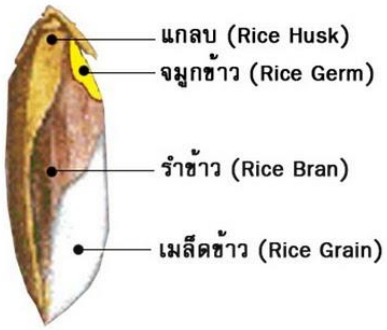
คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านบทความที่กำหนดให้ในตอนที่ 1 แล้วตอบคำถาม พร้อมอธิบายรายละเอียดในตอนที่ 2

ตอนที่ 1

หมอแสง “เปิดสูตร” ยาสมุนไพรรักษามะเร็งใช้ "รำข้าว" เป็นส่วนผสมหลัก

วัตถุดิบสำคัญของสมุนไพรของหมอแสง สมุนไพรที่เชื่อว่าสามารถรักษามะเร็งได้ คือ รำข้าว ผสมกับข้าวเย็นเหนือ ข้าวเย็นใต้ เห็ดกระถินพิมาน และเกสรพิลันกาสา โดยสมุนไพรดังกล่าวยังอยู่ในระหว่างการขอขึ้นทะเบียนรับรอง

ส่วนประกอบของข้าว ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ



รำข้าว (Rice Bran)

สีน้ำตาลของข้าวภายใต้เปลือกนอกและเป็น 8% ของน้ำหนักของเมล็ดพืช มีสารอาหารมากถึง (65%) รำข้าวเป็นแหล่งสารอาหารที่อุดมสมบูรณ์มีวิตามิน, เกลือแร่, น้ำมัน, ขี้ผึ้ง, สารต้านอนุมูลอิสระ phytosterols และ phytochemicals นอกจากนี้ยังมีพลังงานสูง (373 แคลอรี/1 ถ้วย) ที่มีโปรตีนสูง (15.8 กรัม/1 ถ้วย) มีเส้นใยสูง (99%), โซเดียมและน้ำตาลต่ำ (1.1g), ไม่มีแลคโตส และกลูเตน ไม่ก่อให้เกิดภูมิแพ้ และไม่เป็นสารจีเอ็มโอ มีแร่ธาตุสังกะสี, เหล็ก, กรดโฟลิกและสารอาหารอื่นๆ แต่ไม่มีคอเลสเตอรอล เป็นแหล่งของแมงกานีส แมกนีเซียมและวิตามิน B1, B2, B6 และแร่ธาตุเช่นโพแทสเซียม แคลเซียมฟอสฟอรัส และ กรด pantothenic ในรำข้าวจะสารต้านอนุมูลอิสระสูง และรวมทั้งสารประกอบที่น่าอัศจรรย์ใจเป็นมิตรกับหัวใจ “แกมมาโอรีซานอล” (Gramma Oryzanol)

วิธีการขัดข้าวแบบดั้งเดิมทำให้เสียสมดุลของสารอาหารที่สำคัญเหล่านี้ Medifoods ได้พัฒนาตามธรรมชาติกระบวนการกรรมสิทธิ์ 100% ที่ช่วยรักษาเสถียรภาพของรำข้าว และคุณค่าของสารอาหาร ในกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่องออกจากรำข้าวอย่างสมบูรณ์ปลอดจากสารเคมีและ/หรือสารเติมแต่งและที่สำคัญที่สุดคือสารอาหารที่อุดมสมบูรณ์จากข้าว

ที่มาข้อมูล ข่าวไทยพีบีเอส หมอแสง “เปิดสูตร” ยาสมุนไพรรักษามะเร็ง ใช้ "รำข้าว" เป็นส่วนผสมหลัก https://news.thaipbs.or.th/content/267573 12 ส.ค. 61

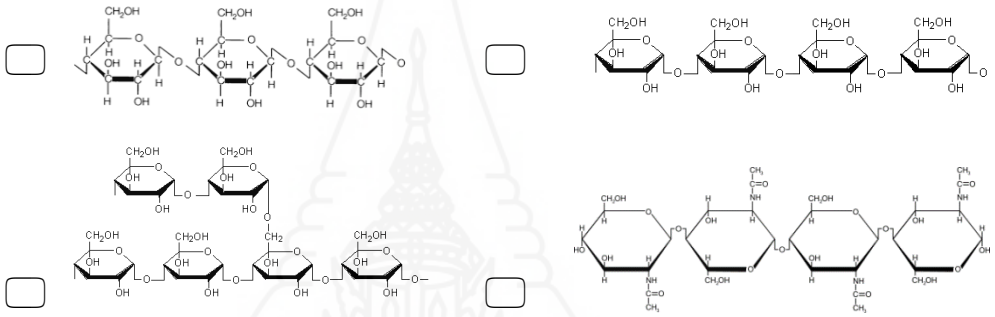
ที่มาข้อมูล MEDI FOODS goodness from Nature ส่วนประกอบข้าว http://shorturl.at/lrFV6/ 12 ส.ค. 61

นตท. .....ชั้นปีที่ 2 ตอน ..... เลขที่ .....

ใบกิจกรรมที่ 2

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ อธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่าคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบหลักจากลำข้าว ในยาหมอแสง มีโครงสร้างเป็นแบบใด (Claims)



2. อะไรคือเหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบ ดังคำตอบในข้อที่ 1 (Warrant)

เพราะ

.....

.....

.....

.....

3. อะไรคือข้อสนับสนุนหรือหลักฐาน เพื่อสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนเองในคำถามที่ 2 (Evidence)

.....

.....

.....

.....

4. ถ้ามีคนไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นของนักเรียนที่แสดงในคำถามแรก เขาอาจมีเหตุผลบางอย่าง เหตุผลของเขาอาจเป็นอย่างไร (Counter Argument)

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนจะอธิบายคนที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียนอย่างไร มีเหตุผล หลักฐาน หรือข้อโต้แย้งใดที่สามารถทำให้ความคิดเห็นตามคำกล่าวในคำถามที่ 4 เป็นอันตกไป (Supportive Arguments)

.....

.....

.....

.....

Creative Thinking.

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง คาร์โบไฮเดรต ที่มีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สารชีวโมเลกุล โมเลกุล หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง คาร์โบไฮเดรต

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องสารชีวโมเลกุล
ที่มีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

ส่วนการศึกษา **กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์**

โรงเรียนเตรียมทหาร **รายวิชา เคมีพื้นฐาน รหัสวิชา ว ๓๓๑๒๑ ชั้นปีที่ 2**

หน่วยที่ 1 เรื่อง สารชีวโมเลกุล เวลา ๑๘ ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง คาร์โบไฮเดรต เวลา 5 ชั่วโมง

ผู้สอน ร.อ.หญิง กมลวรรณ ดีอยู่เจริญพร ร.น.

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดที่ 1 อธิบายความหมายและประเภทของสารชีวโมเลกุลได้

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัดที่ 1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้

ตัวชี้วัดที่ 5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล

ตัวชี้วัดที่ 9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

2. เป้าหมายการเรียนรู้

ด้านความคิด Knowledge	**ด้านกระบวนการ** Process	**ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม** Attitude
1. จำแนกโครงสร้างของสารคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภทได้ 2. จำแนกประเภทของสารคาร์โบไฮเดรตได้ 3. อธิบายคุณสมบัติของสารคาร์โบไฮเดรตได้ 4. วิเคราะห์คุณสมบัติของสารคาร์โบไฮเดรตได้ 5. อธิบายความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตกับชีวิตประจำวันได้	1. ทำกิจกรรมกลุ่ม และการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารคาร์โบไฮเดรต 2. อภิปรายโต้แย้งเกี่ยวกับสารสารคาร์โบไฮเดรต	1. การให้ความร่วมมือกับกลุ่มสม่ำเสมอ มีจิตอาสาช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม 2. มีความกระตือรือร้นต่อการเรียนในชั้นเรียน

3. สาระสำคัญ

สารประเภทคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) มีโมเลกุลที่เล็กที่สุดเรียกว่า monosaccharide สามารถทดสอบได้ ด้วยสารละลายเบเนดิกซ์ คาร์โบไฮเดรตกลุ่ม Disccharide เกิดจาก monosaccharide 2 ตัวมาเชื่อมต่อกัน และสามารถทดสอบได้ ด้วยสารละลายเบเนดิกซ์ โดยจะเปลี่ยนสีสารละลายเบเนดิกซ์จากสีฟ้า เป็นตะกอนสีแดงอิฐ ยกเว้นน้ำตาลฟลุกโตส ต้องเติมกรดก่อนต้มกับสารละลายเบเนดิกซ์ คาร์โบไฮเดรตกลุ่ม Polysaccharide สามารถทดสอบได้ด้วยสารละลายไอโอดีน เช่น แป้ง โดยจะเปลี่ยนสีจากสีน้ำตาลเป็นสีม่วงเข้ม นอกจากนี้ Polysaccharide ประเภท cellulose สามารถทดสอบได้โดยการต้มด้วยกรดเป็นเวลา 10 นาทีขึ้นไป แล้วนำมาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน ผลที่ได้จะเปลี่ยนสีสารละลายไอโอดีนจากสีน้ำตาลเป็นสีแดง

4. เป้าหมายการเรียนรู้

ผลการทดลองที่รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของคาร์โบไฮเดรต การตอบคำถามแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ การทำใบกิจกรรมตามแบบเรียน และการบันทึกผลที่ได้จากการเรียนรู้

5. การประเมินผล

สิ่งที่จะประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความคิด - จำแนกโครงสร้างของสารคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภทได้ - จำแนกประเภทของสารคาร์โบไฮเดรตได้ - อธิบายคุณสมบัติของสารคาร์โบไฮเดรตได้	- กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสารคาร์โบไฮเดรต 1 สถานการณ์ - ใบกิจกรรมคาร์โบไฮเดรตในแบบเรียน	- ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดแก้ไขปัญหาดังกล่าว - ให้นักเรียนตอบคำถามหลังจากการเรียนรู้ลงในใบแบบเรียน	ตอบ/ไม่ตอบ - 0 คะแนน ถ้านักเรียนไม่ตอบ - 1 คะแนน ถ้านักเรียนตอบคำถามนั้น ถูกต้อง/ผิด - 1 คะแนน ไม่ทำใบกิจกรรม

สิ่งที่จะประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
- วิเคราะห์คุณสมบัติของสารคาร์โบไฮเดรตได้ - อธิบายความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตกับชีวิตประจำวันได้		- ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดแก้ไขปัญหาดังกล่าว - ให้นักเรียนตอบคำถามหลังจากการเรียนรู้ลงในใบแบบเรียน	- 1 คะแนน ทำใบกิจกรรมไม่ครบ - 2 คะแนน ทำใบกิจกรรมครบ แต่ไม่ถูกต้อง - 3 คะแนน ทำใบกิจกรรมครบและถูกต้อง
2. ด้านกระบวนการ - ทำกิจกรรมกลุ่ม และการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารประเภทคาร์โบไฮเดรต - อภิปรายโต้แย้งเกี่ยวกับสารประเภทคาร์โบไฮเดรต	- ใบกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่องคุณสมบัติของสารประเภทคาร์โบไฮเดรต - แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ 2	- ให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่ม โดยรวมรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลองบันทึกลงในใบกิจกรรม - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามกิจกรรมและสรุปแนวข้อคิดเห็นที่มีของกลุ่มพร้อมทั้งสามารถใช้หลักฐานสนับสนุนคำตอบของกลุ่มได้	ให้ความช่วยเหลือ ร่วมมือในการทำงานกลุ่ม - 0 คะแนน ไม่ให้ความร่วมมือกับกลุ่ม - 1 คะแนน ให้ความร่วมมือกับกลุ่มการส่งงาน - 0 คะแนน ไม่งาน - 1 คะแนน ส่งงานตรงเวลา
3. ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม - การให้ความร่วมมือกับกลุ่มสม่ำเสมอ มีจิตอาสา ช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม - มีความกระตือรือร้นต่อการเรียนในชั้นเรียน	- แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ - แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	- ให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม - ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลรายบุคคล	ให้ความร่วมมือ/ไม่ให้ความร่วมมือ - 0 คะแนน ถ้านักเรียนไม่ช่วยเลย - 1 คะแนน ถ้านักเรียนช่วยบ้างบางครั้ง

สิ่งที่จะประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
			- 2 คะแนน ถ้านักเรียนช่วยสม่ำเสมอ ระดับความกระตือรือร้นในการเรียน - ระดับดีมาก คือ มีส่วนร่วมในกิจกรรม ไม่หลับ ไม่อ่อนเพลีย - ระดับดี คือ มีส่วนร่วมในกิจกรรม ไม่หลับ มีอ่อนเพลียบ้าง - ระดับปานกลาง คือ มีส่วนร่วมในกิจกรรมบ้าง วูบหลับบ้าง ท่าทางอ่อนเพลีย - ระดับปรับปรุง คือ ไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรม

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ขั้นกำหนดสถานการณ์ (Setting focal event) เวลา 30 นาที

6.1.1 ครูผู้สอนนำเสนอบริบท “องค์ประกอบในยาพาราเซตามอลชนิดเม็ด” โดยครูเปิด Slide power point องค์ประกอบยาพาราเซตามอลชนิดเม็ด พร้อมกับเปิดโอกาสให้นักเรียนเล่าถึงประสบการณ์การใช้นาพาราเซตามอล

6.1.2 ครูตั้งคำถาม “ยาพาราเซตามอลมีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตอยู่หรือไม่อย่างไร”

6.1.3 ครูนำเสนอ Slide power point วิธีการทดสอบสารประเภทคาร์โบไฮเดรต พร้อมกับโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภท

6.1.4 ครูนำเสนอประเด็นอภิปรายโต้แย้ง โดยถามนักเรียนว่า “หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่ามีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบในยาพาราเซตามอลหรือไม่ หากมี โครงสร้างคาร์โบไฮเดรตเป็นแบบใด”

6.1.5 นักเรียนพิจารณาข้อมูล และตันสินใจ ครูสอบถามความคิดเห็นนักเรียนและแบ่งกลุ่มนักเรียนที่มีความคิดเห็นเหมือนกันเข้ากลุ่ม เพื่อปรึกษา ระดมความคิดและหาเหตุผลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่ม

6.2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน (Learning task) เวลา 100 นาที

ตอนที่ 1 เวลา 50 นาที

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมารับใบกิจกรรมการทดลองที่ 1 และอุปกรณ์สำหรับการทดลองเรื่องคุณสมบัติของสารประเภทคาร์โบไฮเดรต โดยมีสารตัวอย่างคือ แป้ง น้ำตาลทราย กลูโคส สำลี กระดองหมึก และยาพาราเซตามอล มีลำดับขั้นการทดลองดังนี้

1.1 ทดสอบคุณสมบัติการละลายน้ำ โดยนำ แป้ง น้ำตาลทราย กลูโคส สำลี กระดองหมึก และยาพาราเซตามอล มาละลายในน้ำกลั่น สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงพร้อมบันทึกผล

1.2 ทดสอบแป้ง น้ำตาลทราย กลูโคส สำลี กระดองหมึก และยาพาราเซตามอล ด้วยสารละลายเบเนดิกซ์ สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงพร้อมบันทึกผล

1.3 ทดสอบแป้ง น้ำตาลทราย กลูโคส สำลี กระดองหมึกและยาพาราเซตามอล ด้วยสารละลายไอโอดีน สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงพร้อมบันทึกผล

1.4 นักเรียนสรุปผลการทดลองส่งท้ายคาบ

ตอนที่ 2 เวลา 50 นาที

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมารับใบความรู้ที่ 2 เรื่องสารประเภทคาร์โบไฮเดรต

2.1 ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากใบความรู้ที่ 2 เพื่อตอบคำถามกิจกรรม

2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 2 แสดงความคิดเห็นแนวการคิด โดยเขียนอธิบาย

2.3 ครูรวบรวมใบกิจกรรมที่ 2 และใบความรู้ที่ 2 เมื่อหมดเวลา

6.3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ (Learning key concept) เวลา 100 นาที

ตอนที่ 1 เวลา 50 นาที

1. ครูกำหนดให้นักเรียนอภิปรายผลการทดลองในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1.1 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อทดสอบคุณสมบัติการละลายน้ำ ของแต่ละกลุ่ม

1.2 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกซ์ ของแต่ละกลุ่ม

1.3 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน ของแต่ละกลุ่ม

1.4 สรุปผลการทำใบกิจกรรมที่ 2

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปแนวคิดเรื่องประเภทและคุณสมบัติของคาร์โบไฮเดรต โครงสร้างและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต

ตอนที่ 2 เวลา 50 นาที

3. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล องค์ประกอบในยาพาราเซตามอลจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ เพื่อหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่ม ในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ 2 ตอนที่ 1

4. ครูให้นักเรียนเขียนเหตุผลของฝ่ายตรงข้ามลงในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ 2 ตอนที่ 2 เพื่อเตรียมข้อมูลในการอภิปรายโต้แย้ง

5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็น “หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่ามีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบในยาพาราเซตามอลหรือไม่ หากมีโครงสร้างคาร์โบไฮเดรตเป็นแบบใด” พร้อมแสดงเหตุผลและหลักฐาน

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษาเพื่อหาข้อข้อมูลและเหตุผลในการอภิปรายโต้แย้ง จากนั้นครูกำหนดให้แต่ละกลุ่มแสดงเหตุผลเพื่อโต้แย้งเหตุผลของฝ่ายตรงข้าม หรือแสดงหลักฐานเพื่อทำให้ข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามเป็นอันยุติ

7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นในการอภิปรายโต้แย้ง และเชื่อมโยงเข้าสู่หลักการพิจารณาคุณสมบัติสารประเภทคาร์โบไฮเดรต สูตรโครงสร้าง และปฏิกิริยา

6.4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ (Recontextualise) เวลา 20 นาที

6.4.1 ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างคาร์โบไฮเดรตอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของนักเรียน

6.4.2 ครูยกตัวอย่างคาร์โบไฮเดรตประเภทต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น cellulose chitin

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

7.1.1 Slide power point สมุนไพรที่เป็นองค์ประกอบในยาของหมอแสงองค์ประกอบยาพาราเซตามอลชนิดเม็ด

7.1.2 Slide power point วิธีการทดสอบสารประเภทคาร์โบไฮเดรต พร้อมกับโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภท

7.1.3 Slide power point enzyme คาร์โบไฮเดรตประเภทต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

7.1.4 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สารประเภทคาร์โบไฮเดรต

7.1.5 แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ 2

7.1.6 ใบความรู้ที่ 2 เรื่องสารประเภทคาร์โบไฮเดรต

7.1.7 ใบกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง คุณสมบัติของสารประเภทคาร์โบไฮเดรต

7.1.8 หนังสือเรียนเคมี 4 (ว 33224) สสวท.

7.1.9 หนังสือแบบฝึกหัดเคมี 4 (ว 33224)

7.2 แหล่งการเรียนรู้

7.2.1 ห้องสมุดโรงเรียน

7.2.2 ใบความรู้เพิ่มเติม

8. สรุปผลการเรียนรู้

8.1 ด้านความมีความคิด

.....

.....

.....

8.2 ด้านกระบวนการ

.....

.....

.....

8.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม

.....

.....

.....

8.4 ปัญหาด้านการสอน

.....

.....

.....

8.5 แนวทางการแก้ปัญหา และการพัฒนา

.....

.....

.....

9. ความคิดเห็นของผู้บริหาร

.....

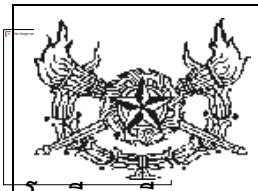
.....

.....

ลงชื่อ พ.อ.....

(วินัย ปิยศุภกรวนิช)

ผู้อำนวยการกองวิชาวิทยาศาสตร์



ใบกิจกรรมที่ 1

คุณสมบัติของสารประเภทคาร์โบไฮเดรต

โรงเรียนเตรียมทหาร เคมี ชั้นปีที่ 2

วันที่ทำการทดลอง (Date Submitted) (0.25 คะแนน) **:**	**ชื่อ นตท. (Name) :** ..... **ตอน (Class) :** .....**เลขที่ (No.) :** ..... (0.25 คะแนน)
เอกสารอ้างอิง (Research Reference) (0.25 คะแนน)	**สมาชิกในกลุ่ม (Lab Group Members) :** (0.25 คะแนน) ....

จุดประสงค์ (Objective)

ศึกษาคุณสมบัติของสารประเภทคาร์โบไฮเดรตได้

บอกสมบัติการละลายน้ำ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสารละลายเบเนดิกซ์ และสารละลายไอโอดีนได้

วิธีทำการทดลอง (Procedures)	ขั้นตอนการทดลอง
อุปกรณ์ (Instruments) (0.25 คะแนน) .... **สารเคมี (Reagent) (0.25 คะแนน)**	1. ตวงแป้ง จำนวน 1 ช้องตวง ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 10 ml ลงในหลอดทดลอง เขย่าและสังเกตการละลาย บันทึกผล 2. ตวงแป้ง จำนวนครึ่งช้องตวง ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 5 ml ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายเบเนดิกซ์ 1 ml เขย่า นำไปอุ่นใน water baht 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล 3. ตวง แป้ง จำนวนครึ่งช้องตวง ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 5 ml ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายไอโอดีน 10 หยด เขย่า นำไปสังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล 4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 – 3 โดยใช้น้ำตาลทราย กลูโคส สำลี กระดองหมึก และยาพาราเซตามอล

แผนภาพการทดลอง (Flowchart)

ตอนที่ 1 ผลการทดลอง (Observation) (1.5 คะแนน)

สารที่ใช้ทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น		
	การละลายน้ำ	สารละลายเบเนดิกซ์	สารละลายไอโอดีน
แป้ง			
น้ำตาลทราย			
กลูโคส			

สารที่ใช้ทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น		
	การละลายน้ำ	สารละลายเบเนดิกซ์	สารละลายไอโอดีน
ยาพาราเซตามอล			
สำลี			
กระดองหมึก			

วิเคราะห์ผลการทดลอง(Analytic) (1 คะแนน)	**สรุปผลการทดลอง (Conclusion) (1 คะแนน)**
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

ข้อเสนอแนะ (Comments) (0.5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

ใบความรู้ที่ 2 เรื่องสารประเภทคาร์โบไฮเดรต

Carbohydrate

คือ ประกอบด้วยธาตุ 3 ชนิด ได้แก้ C : คาร์บอน, H : ไฮโดรเจน และ O : ออกซิเจน

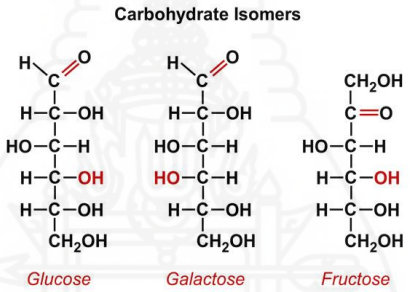
Carbohydrate หมายถึง "คาร์บอนที่อิ่มตัวด้วยน้ำ"

ค่าพลังงาน : 4 cal/g

หน่วยย่อยของ Carbohydrate คือ Monosaccharide : น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

Carbohydrate แบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

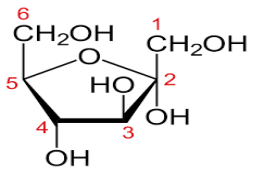
1. Monosaccharide : น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีขนาดโมเลกุลเล็กที่สุด และร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ประ โยชน์ได้เลย การเรียกชื่อมักเรียกตามจำนวนอะตอมของคาร์บอน การจำแนกน้ำตาลมอนอแซ็กคาไรด์อาจแบ่งตามจำนวนอะตอมของคาร์บอน ประกอบด้วย 3 โมเลกุล คือ

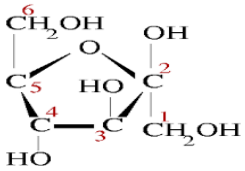


1.1 Glucose : กลูโคส เป็นสารที่ให้ความหวานรอง มาจาก fructose พบในแป้ง ข้าว

α - Glucose β - Glucose

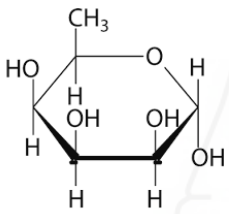
1.2 Fructose : ฟรักโตส เป็นสารที่ให้ความหวานมากที่สุด พบในน้ำผึ้ง น้ำอ้อย น้ำตาลทราย ผลไม้

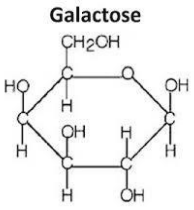




α - Fructose β - Fructose

1.3 Galactose : กาแลกโตส เป็นสารที่ให้ความหวานน้อยที่สุด พบในน้ำนม

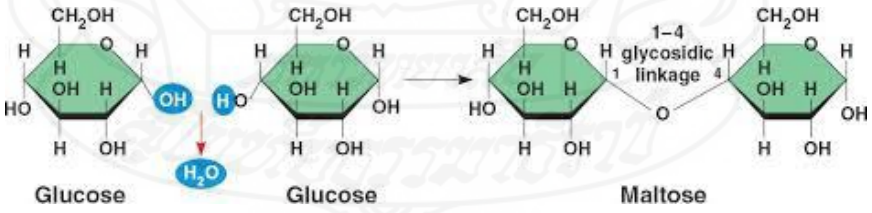




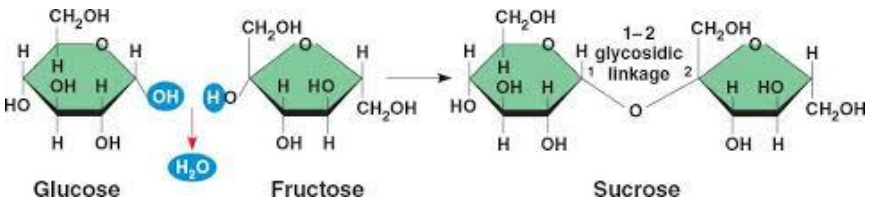
α- Galactose β- Galactose

2. Disaccharide : ไดแซ็กคาไรด์ เป็นน้ำตาลที่เกิดจากมอนอแซ็กคาไรด์ 2 โมเลกุลมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ glycosidic bond (ไกลโคซิดิกบอนด์) ประกอบด้วย 4 โมเลกุล คือ

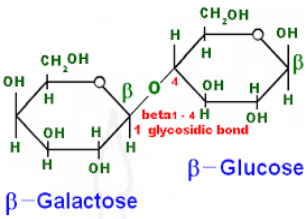
2.1 Moltose : เกิดจาก α - glucose + α - glucose พันธะที่เชื่อมระหว่างน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวคือ α - 1, 4 glycosidic bond มักเจอในแป้ง (Starch) ร่างกายมนุษย์ย่อยได้



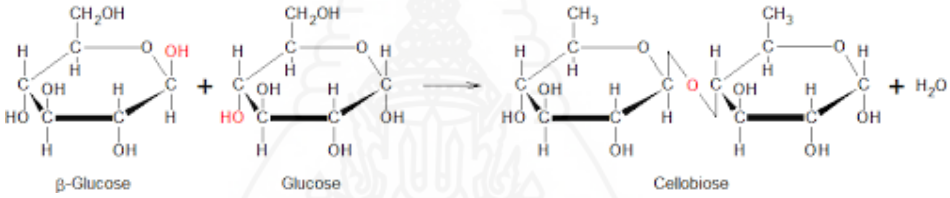
2.2 Sucrose : เกิดจาก α - glucose + β - fructose พันธะที่เชื่อมระหว่างน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวคือ α - 1, β - 2 glycosidic bond มักเจอในน้ำผึ้ง น้ำอ้อย ร่างกายมนุษย์ย่อยได้



2.3 Lactose : เกิดจาก β - galactose + β - glucose พันธะที่เชื่อมระหว่างน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวคือ β - 1, 4 glycosidic bond มักเจอในน้ำนม ร่างกายมนุษย์ย่อยได้



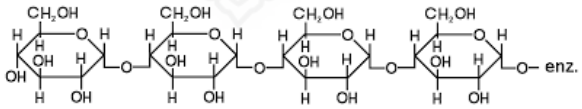
2.4 Cellobiose : เกิดจาก β - glucose + β - glucose พันธะที่เชื่อมระหว่างน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวคือ β - 1, 4 glycosidic bond มักเจอใน cellulose ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ cell wall ร่างกายมนุษย์ย่อยไม่ได้



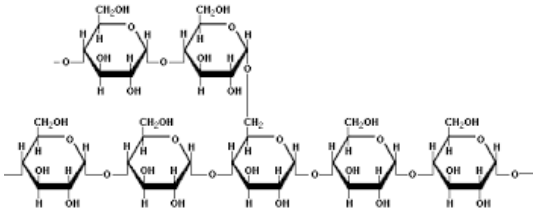
3. Polysaccharide : พอลิแซ็กคาไรด์ เกิดจากน้ำตาล monosaccharide มาเชื่อมต่อกันเกิน 10 โมเลกุลขึ้นไป เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ Glycosidic bond ส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำ ประกอบด้วย 4 โมเลกุล คือ

3.1 Starch : แป้ง เกิดจาก Maltose ต่อกันเป็นสายยาว เป็นอาหารสะสมในพืช แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

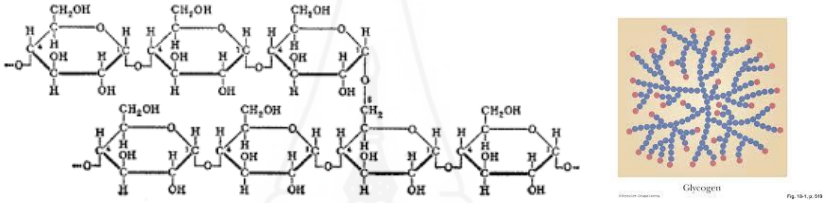
3.1.1 Amylose : อะไมโลส ลักษณะโครงสร้างต่อกันด้วยพันธะ α - 1, 4 Glycosidic bond มีโครงสร้างแบบเส้นตรง จึงทำให้มีคุณสมบัติไม่เหนียว แต่นุ่ม มักเจอในข้าวเจ้า ข้าวสาลี



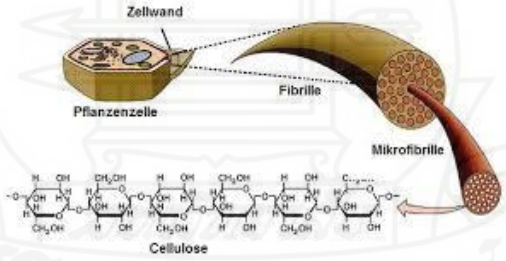
3.1.2 Amylopectin : อะไมโลแพกติน ลักษณะโครงสร้างต่อกันด้วยพันธะ α - 1, 4 Glycosidic bond มีโครงสร้างแบบกิ่งก้านสาขา จึงทำให้มีคุณสมบัติเหนียว หนืด มักเจอในข้าวเหนียว ข้าวโพดข้าวเหนียว



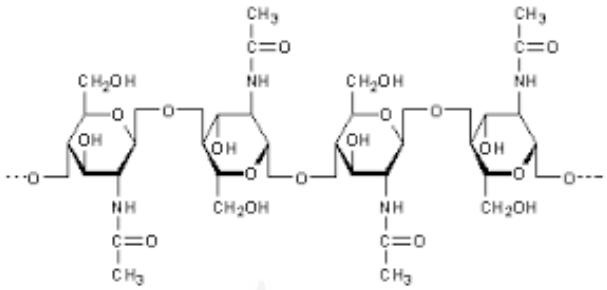
3.2 Glycogen : ไกลโคเจน เกิดจาก Maltose ต่อกันเป็นสายยาวและซับซ้อนมากกว่า starch เป็นอาหารสะสมในสัตว์ ลักษณะโครงสร้างต่อกันด้วยพันธะ α - 1, 4 Glycosidic bond และพันธะ α - 1, 6 Glycosidic bond มักสะสมในตับและมัดกล้ามเนื้อของสิ่งมีชีวิตจำพวกสัตว์



3.3 Cellulose : เซลล์ลูโลส เกิดจาก Cellobiose ต่อกันเป็นสายยาวแบบเส้นตรง เป็นโครงสร้างหลักในพืช ลักษณะโครงสร้างต่อกันด้วยพันธะ β - 1, 4 Glycosidic bond มักเจอใน cell wall ของพืช ค้ำจุลให้พืชมีลำต้นตั้งตรง



3.4 Chitin : ไคติน เกิดจาก Maltose ที่มีหมู่ฟังก์ชัน Amide : มีองค์ประกอบของ N (ไนโตรเจน) เพิ่มเติม ต่อกันเป็นสายยาวแบบเส้นตรง เป็นโครงสร้างหลักในสัตว์จำพวกกุ้ง ปู แมลง ลักษณะโครงสร้างต่อกันด้วยพันธะ α - 1, 4 Glycosidic bond และ β - 1, 4 Glycosidic bond ทางการแพทย์นิยมนำมาทำเป็นไหมละลายสำหรับเย็บแผลผู้ป่วย



นตท. .....ชั้นปีที่ 2 ตอน ..... เลขที่ .....

ใบกิจกรรมที่ 2

จงพิจารณาอาหารที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ตำเกาเหลาซีฟู้ด

คำถาม

1. อาหารดังกล่าวมีคาร์โบไฮเดรตใดเป็นองค์ประกอบหลัก ระบุชื่อให้ชัดเจน

2. ข้อใดคือประเภทของคาร์โบไฮเดรตดังกล่าว

☐ Monosaccharide ☐ Disaccharide ☐ Polysaccharide

3. คาร์โบไฮเดรตดังกล่าวเชื่อมต่อโมเลกุลด้วยพันธะใด

4. หน้าที่ของคาร์โบไฮเดรตดังกล่าวคือ

ใบกิจกรรมที่ 2

แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 คือ หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่ามีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบในยาพาราเซตามอลหรือไม่ หากมีโครงสร้างคาร์โบไฮเดรตเป็นแบบใด

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านบทความจากข่าวที่กำหนดให้ในตอนที่ 1 แล้วตอบคำถาม พร้อมอธิบายรายละเอียดในตอนที่ 2

ตอนที่ 1

พาราเซตามอล

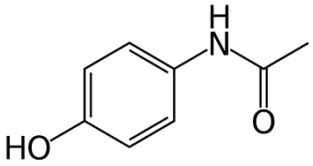
พาราเซตามอล (Paracetamol) เป็นยาที่ใช้เพื่อบรรเทาอาการปวดและช่วยลดไข้ โดยนิยมใช้เพื่อรักษาอาการปวดหัว ปวดกล้ามเนื้อ ปวดหลัง ปวดฟัน รักษาอาการหวัด ทั้งนี้ยาพาราเซตามอลยังสามารถใช้เพื่อบรรเทาอาการปวดของโรคข้อต่ออักเสบได้อีกด้วย โดยยาชนิดนี้จัดเป็นยาสามัญประจำบ้านเพราะสามารถใช้ได้โดยไม่ต้องมีใบสั่งยาของแพทย์ แต่ต้องใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

ยารับประทาน

เด็ก 10 - 15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทุก 4 - 6 ชั่วโมง (หากจำเป็น) ไม่เกิน 5 ครั้งภายใน 24 ชั่วโมง

ผู้ใหญ่ 500 มิลลิกรัม ทุก 4 - 6 ชั่วโมง ไม่เกิน 4,000 มิลลิกรัม ต่อวัน

โครงสร้างทางเคมีของพาราเซตามอล คือ



องค์ประกอบในยาพาราเซตามอล 1 เมล็ด 500 mg ประกอบด้วย

1. ตัวยาพาราเซตามอล 500 mg
2. สารอื่นๆ 60 - 80 mg

*****น้ำหนักเมล็ดยารวม 560 - 580 mg แล้วตาสูตรของบบริษัท

ทำไมต้องผสมสารอื่นๆ ในยาพาราเซตามอลด้วย

เนื่องจากสารอื่นที่ใส่ลงไปมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ตอกเป็นเม็ดได้เวลาผลิต และแตกตัวละลาย ดูดซึมได้ดี จะได้ออกฤทธิ์ได้ดีเมื่อกินเข้าไป ไม่ใช่ใส่ลงไปเพื่อทำให้ใส่ยาน้อยลง ยังไงก็ต้องมีตัวยาครบตามขนาดต่อเม็ด (dose) อยู่แล้ว

แป้งที่เป็นส่วนผสมไม่ได้หมายความว่าแป้งไปแทนที่ยา อย่างพาราเซตามอล 500 mg ก็ยังคงมีตัวยาสำคัญคือพาราเซตามอล 500 mg ตามปกติที่ควรเป็น แต่อาจมีแป้งหรือสารช่วยตอกยาเม็ดชนิดอื่นๆ ที่ช่วยให้ตอกเม็ดได้ หรือช่วยให้ยาออกฤทธิ์ได้ดีขึ้น รวมอยู่ด้วย ทำให้น้ำหนักยาเม็ดอาจจะเป็น 550 mg - 650 mg แล้วแต่สูตรตำรับ ซึ่งตำรับก็อาจแตกต่างกันไปในแต่ละบริษัท แล้วแต่แหล่งที่มาและคุณสมบัติของตัวยาสำคัญ รวมทั้งสารช่วยตอกยาเม็ดด้วย ทำให้ยาบางบริษัทออกฤทธิ์ดีหรือเร็วกว่าบางบริษัท แต่ไม่จำเป็นว่ายาจากเมืองนอกจะออกฤทธิ์ดีและเร็วกว่ายาที่ผลิตในนี้เสมอไป

พาราบางยี่ห้อใช้แหล่งวัตถุดิบต่างกัน บางยี่ห้อใช้วัตถุดิบจากอเมริกา บางยี่ห้อใช้จากจีนหรืออินเดีย ความคงตัว และความสามารถในการดูดซึมอาจจะแตกต่างกัน ตั้งแต่ตัววัตถุดิบแล้ว

ที่มาข้อมูล โดย POBPAD พาราเซตามอล อ่านข่าวต่อได้ที่: https://shorturl.at/lrzCK 7 ก.ย.61

ที่มาข้อมูล กรมประชาสัมพันธ์ PRD http://www.prd.go.th/ewt_news.php?nid=58599&filename=poll 7 ก.ย.61

นตท. .....ชั้นปีที่ 2 ตอน ..... เลขที่ .....

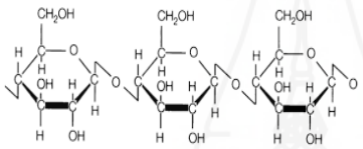
ใบกิจกรรมที่ 2

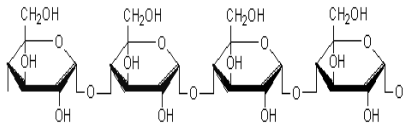
ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ อธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ

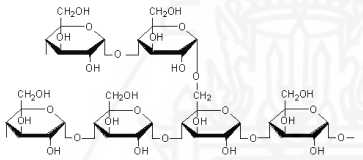
1. หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่ามีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบในยาพาราเซตามอลหรือไม่ หากมีโครงสร้างคาร์โบไฮเดรตเป็นแบบใด (Claims)

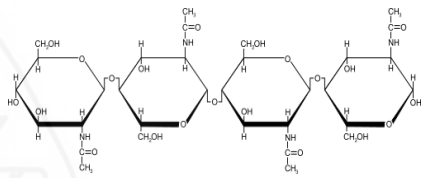
☐ ไม่มีคาร์โบไฮเดรตในพาราเซตามอล

☐ มีคาร์โบไฮเดรตในพาราเซตามอล และโครงสร้างคาร์โบไฮเดรตดังกล่าวคือ

☐ 

☐ 

☐ 

☐ 

2. อะไรคือเหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบ ดังคำตอบในข้อที่ 1 (Warrant)

เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

3. อะไรคือข้อสนับสนุนหรือหลักฐาน เพื่อสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนเองในคำถามที่ 2 (Evidence)

.....

.....

.....

.....

.....

4. ถ้ามีคนไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นของนักเรียนที่แสดงในคำถามแรก เขาอาจมีเหตุผลบางอย่าง เหตุผลของเขาอาจเป็นอย่างไร (Counter Argument)

.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนจะอธิบายคนที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียนอย่างไร มีเหตุผล หลักฐาน หรือข้อโต้แย้งใด ที่สามารถทำให้ความคิดเห็นตามคำกล่าวในคำถามที่ 4 เป็นอันตกไป (Supportive Arguments)

.....

.....

.....

.....

.....

Creative Thinking.

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องสารชีวโมเลกุล หน่วยการเรียนรู้เรื่อง คาร์โบไฮเดรต

ส่วนการศึกษา **แผนการจัดการเรียนรู้**

โรงเรียนเตรียมทหาร **กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์**

รายวิชา เคมีพื้นฐาน รหัสวิชา ว 33103 ชั้นปีที่ 2

หน่วยที่ 1 เรื่อง สารชีวโมเลกุล เวลา 12 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การทดสอบคาร์โบไฮเดรต เวลา 2 ชั่วโมง

ผู้สอน ร.อ.หญิง กมลวรรณ ดีอยู่เจริญพร ร.น.

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดที่ 1 สามารถตรวจสอบคุณสมบัติตามประเภทของสาร กลุ่มคาร์โบไฮเดรตได้

ตัวชี้วัดที่ 2 สามารถอธิบายผลการทดลอง การทดสอบคาร์โบไฮเดรตได้

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัดที่ 1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้

ตัวชี้วัดที่ 5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ถูกต้องครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล

ตัวชี้วัดที่ 9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

2. เป้าหมายการเรียนรู้

ด้านความคิด Knowledge	ด้านกระบวนการ Process	ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม Attitude
1. ทำการทดลองทดสอบสารคาร์โบไฮเดรตได้ 2. บอกประเภทของสารชีวโมเลกุลได้	1. เข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติการทดลอง 2. สามารถปฏิบัติการทดลองได้สำเร็จ 3. สามารถอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นได้	1. ตรงต่อเวลา 2. ซื่อสัตย์ต่อผลการทดลองที่เกิดขึ้น เช่น การบันทึกผลที่ได้ตามความเป็นจริง 3. สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3. สาระสำคัญ

สารประเภทคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) สามารถทดสอบได้ ด้วยสารละลาย 2 ชนิด คือ 1. สารละลายเบเนดิกซ์ เหมาะสำหรับน้ำตาลกลุ่ม monosaccharide และ Disccharide โดยจะเปลี่ยนสีสารละลายเบเนดิกซ์จากสีฟ้าเป็นตะกอนสีแดงอิฐ ยกเว้นน้ำตาลฟลุกโตส ต้องเติมกรดก่อนต้มกับสารละลายเบเนดิกซ์ 2. สารละลายไอโอดีนสามารถทดสอบคาร์โบไฮเดรตกลุ่ม Polysaccharide ประเภทแป้ง โดยจะเปลี่ยนสีจากสีน้ำตาลเป็นสีม่วงเข้ม นอกจากนี้ Polysaccharide ประเภท cellulose สามารถทดสอบได้โดยการต้มด้วยกรดเป็นเวลา 10 นาทีขึ้นไป แล้วนำมาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน ผลที่ได้จะเปลี่ยนสีสารละลายไอโอดีนจากสีน้ำตาลเป็นสีแดง

4. ผลงานที่แสดงผลการเรียนรู้ (ภาระงาน, ผลงานของแผนการจัดการเรียนรู้)

ผลการทดลองเรื่อง การทดสอบสารคาร์โบไฮเดรต โดยการอธิบายผลการทดลองภายในกลุ่มที่เกิดขึ้นจริงจากการปฏิบัติการทดลองในคาบเรียน ภายในเวลาที่กำหนด นักเรียนมีการเลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม แบ่งหน้าที่กันปฏิบัติทุกคน ผลการทดลองที่ได้ถูกต้องตามหลักการและทฤษฎี

5. การประเมินผล

สิ่งที่จะประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
1. การตรงต่อเวลา	- การส่ง flowchart	- ส่ง flowchart ก่อนเข้าเรียน	- ส่ง/ไม่ส่ง
	- เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลองเหมาะสมตามที่กำหนดให้ (30 นาที)	- ทำการทดลองภายในเวลา 30 นาที	- คะแนน 1 - 5
2. คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ความสะอาด - ให้ความร่วมมือในกลุ่ม	- กำหนดให้รักษาความสะอาดในเขตพื้นที่รับผิดชอบของตนเอง	- คะแนน 0.25 - 1.00
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- การเลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม	- ใช้อุปกรณ์ตรงตามหลักการปฏิบัติ - ไม่เกิดการชำรุดของอุปกรณ์	- คะแนน 0.25 - 1.00
	- รายงานผลการทดลอง	- รายงานผลตามความเป็นจริงที่ได้จากปฏิบัติการทดลอง - ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับทฤษฎี	- คะแนน 1 - 5

สิ่งที่จะประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
		- อธิบายเหตุและผลของการทดลองได้อย่างสอดคล้อง น่าเชื่อถือ	

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase)

6.1.1 ครูกำหนดให้นักเรียนส่ง Flowchart ก่อนปฏิบัติการทดลอง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจจากการอ่านขั้นตอนการทดลอง

6.1.2 ครูเขียนลำดับขั้นตอนปฏิบัติการทดลองบนกระดานและสรุปขั้นตอนการทำอีกครั้ง เพื่อสรุปแนวคิดให้ถูกต้องตรงกัน

6.2 ขั้นสำรวจและค้นพบ (Exploration Phase)

6.2.1 กำหนดให้ นตท. ลงมือปฏิบัติการทดลอง เวลา 30 นาที

6.2.2 ครูแบ่งกลุ่มให้ นตท. และกำหนดให้ตัวแทนกลุ่มรับสารตัวอย่าง และสารเคมีในการทดลอง 1 คน

6.2.3 นตท. ศึกษาคุณสมบัติของดังกล่าวพร้อมบันทึกผลตามความเป็นจริงภายในเวลาที่กำหนด

6.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

6.3.1 ครูให้ นตท. แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองพร้อมอภิปรายผลที่เกิดขึ้นจากการซักถามของกลุ่มนักเรียนคนอื่นๆ โดยอ้างอิงหลักฐาน และทฤษฎี ห้ามใช้ความรู้สึกอธิบาย

6.3.2 ครูลงความเห็นและสรุปเนื้อหาโดยความรู้เพิ่มเติมบนกระดาน

6.4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase)

6.4.1 ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับการนำการทดสอบดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การเกษตร อุตสาหกรรม และอื่นๆ หรือการทดสอบสารอื่นๆ ในชีวิตประจำวัน

6.4.2 ครูให้ นตท. เสนอแนวคิดการนำวิธีการทดสอบดังกล่าวไปใช้ในอนาคต บนรากฐานของการใช้เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์และอาจเป็นจริงได้ โดยให้เหตุผลประกอบ

6.5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

นตท. เขียนสรุปผลการทดลองลงในใบกิจกรรมเรื่องทดสอบคาร์โบไฮเดรต

นตท. สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง

นตท. สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

7.1.1 Power Point ประกอบการสอนเรื่อง การทดสอบคาร์โบไฮเดรต

7.1.2 แบบบันทึกผลการทดลอง เรื่อง การทดสอบคาร์โบไฮเดรต

7.2 แหล่งการเรียนรู้

7.2.1 แบบบันทึกผลการทดลอง เรื่อง การทดสอบคาร์โบไฮเดรต

7.2.2 ใบความรู้เรื่องการทดสอบคาร์โบไฮเดรต

7.2.3 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สสวท.)

7.2.4 ข้อมูลแหล่งการเรียนรู้ : website, หนังสือคู่มือ

7.2.5 ห้องสมุด รร.ตท.

7.2.6 ห้องสมุด กวศ.สกศ.รร.ตท.

7.2.7 http://www.chula.ac.th (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

8. สรุปผลการเรียนรู้

8.1 ด้านความมีความคิด

8.1.1 นตท. มีทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการปฏิบัติการทดลอง มีหลักการคิดแบบวิทยาศาสตร์

8.1.2 นตท. เกิดความคิด จิตวิทยาศาสตร์ในการทดสอบสารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต ไปใช้พัฒนาด้านต่างๆ

8.2 ด้านกระบวนการ

8.2.1 นตท. มีกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์

8.2.2 นตท. มีขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล ตรวจสอบข้อมูล และสรุปข้อมูลเป็นความรู้ใหม่แก่ตนเองได้

8.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม

8.3.1 นตท. มีจิตวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้ เรื่อง การทดสอบคาร์โบไฮเดรต

8.3.2 นตท. เกิดความตระหนักด้านการทดสอบคาร์โบไฮเดรตที่มีผลต่อการดำรงชีวิตทั้งด้านโทษและประโยชน์มากขึ้น

8.4 ปัญหาด้านการสอน

8.4.1 ต้องมอบหมาย กำหนดการให้ นตท. เขียน flowchart มาล่วงหน้า ก่อนเข้าเรียน เพื่อช่วยให้ นตท. เข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติมากขึ้น

8.4.2 การใช้เหตุผลประกอบผลการทดลองต้องอ้างอิงขั้นตอนการทดลองและความผิดพลาดจากการทดลองโดยไม่ใช้อารมณ์ประกอบการอธิบาย

8.5 แนวทางการแก้ปัญหา และการพัฒนา

ต้องพัฒนาทักษะการคิดแบบวิทยาศาสตร์อยู่เรื่อยๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ นตท. มีจิตวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ต่อไป

9. ความคิดเห็นของผู้บริหาร

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ พ.อ.

(วินัย ปิยศุภกรวนิช)

ผู้อำนวยการกองวิชา วิทยาศาสตร์

ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คุณภาพแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล
2. คุณภาพแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล

1. คุณภาพแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล

ตารางที่ 12 ตารางวิเคราะห์โครงสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล

พฤติกรรมที่ต้องการวัดด้านพุทธิพิสัย / สาระ	ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การคิดสร้างสรรค์	รวม (ข้อ)
1. บอกคุณสมบัติของสารชีวโมเลกุลได้	2	-	-	-	-	-	2
2. จัดประเภทของสารชีวโมเลกุลได้	-	2	-	-	-	-	2
3. อธิบายความแตกต่างของสารชีวโมเลกุลแต่ละประเภทได้	-	2	-	-	-	-	2
4. จำแนกสารชีวโมเลกุลในชีวิตประจำวันได้	-	2	-	-	-	-	2
5. จำแนกโครงสร้างของสารคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภทได้	-	4	-	-	-	-	4
6. จำแนกประเภทของสารคาร์โบไฮเดรตได้	4	-	-	-	-	-	4
7. อธิบายคุณสมบัติของสารคาร์โบไฮเดรตได้	-	2	-	-	-	-	2
8. วิเคราะห์คุณสมบัติของสารคาร์โบไฮเดรตได้	-	-	-	2	-	-	2
9. อธิบายความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตกับชีวิตประจำวันได้	-	2	-	-	-	-	2
10. จำแนกโครงสร้างของโปรตีนแต่ละประเภทได้	-	4	-	-	-	-	4
11. อธิบายคุณสมบัติของโปรตีนแต่ละประเภทได้	-	4	-	-	-	-	4

ตารางที่ 12 (ต่อ)

พฤติกรรมที่ต้องการวัดด้านพุทธิพิสัย / สาระ	ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การคิดสร้างสรรค์	รวม (ข้อ)
12. ประยุกต์ความรู้ของสารกลุ่มโปรตีนกับชีวิตประจำวันได้	-	-	2	-	-	-	2
13. สามารถจัดกลุ่มโปรตีนให้เหมาะสมกับหน้าที่ได้	-	2	-	-	-	-	2
14. จำแนกประเภทของไขมันได้	-	4	-	-	-	-	4
15. บอกปฏิกิริยาไขมันในชีวิตประจำวันได้	4	-	-	-	-	-	4
16. เปรียบเทียบคุณสมบัติของไขมันแต่ละประเภทได้	-	4	-	-	-	-	4
17. อธิบายความสำคัญของไขมันในสิ่งมีชีวิตได้	-	2	-	-	-	-	2
18. บอกองค์ประกอบและโครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ได้	4	-	-	-	-	-	4
19. อธิบายคุณสมบัติของนิวคลีโอไทด์ได้	-	4	-	-	-	-	4
20. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง DNA และ RNA ได้	-	2	-	-	-	-	2
21. ยกตัวอย่างนิวคลีโอไทด์ในสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ได้	-	2	-	-	-	-	2
รวม	**14**	**42**	**2**	**2**	**0**	**0**	**60**

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัดของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล

ข้อที่	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ค่า IOC	ความหมาย
1.	จำ	0.33	ต้องปรับปรุง
2.	จำ	0.67	สอดคล้อง
3.	เข้าใจ	1.00	สอดคล้อง
4.	เข้าใจ	0.67	สอดคล้อง
5.	เข้าใจ	0.67	สอดคล้อง
6.	เข้าใจ	-0.67	ไม่สอดคล้อง
7.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
8.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
9.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
10.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
11.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
12.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
13.	จำ	0.33	ต้องปรับปรุง
14.	จำ	0.33	ต้องปรับปรุง
15.	จำ	+1	สอดคล้อง
16.	จำ	+1	สอดคล้อง
17.	เข้าใจ	0.67	สอดคล้อง
18.	เข้าใจ	0.67	สอดคล้อง
19.	วิเคราะห์	0.67	สอดคล้อง
20.	วิเคราะห์	+1	สอดคล้อง
21.	เข้าใจ	0	ต้องปรับปรุง
22.	เข้าใจ	0.33	ต้องปรับปรุง
23.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
24.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
25.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
26.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อที่	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ค่า IOC	ความหมาย
27.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
28.	เข้าใจ	0	ต้องปรับปรุง
29.	เข้าใจ	0.67	สอดคล้อง
30.	เข้าใจ	-0.33	ไม่สอดคล้อง
31.	นำไปใช้	+1	สอดคล้อง
32.	นำไปใช้	+1	สอดคล้อง
33.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
34.	เข้าใจ	0.67	สอดคล้อง
35.	เข้าใจ	0	ต้องปรับปรุง
36.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
37.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
38.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
39.	จำ	0.67	สอดคล้อง
40.	จำ	+1	สอดคล้อง
41.	จำ	+1	สอดคล้อง
42.	จำ	+1	สอดคล้อง
43.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
44.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
45.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
46.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
47.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
48.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
49.	จำ	+1	สอดคล้อง
50.	จำ	+1	สอดคล้อง
51.	จำ	+1	สอดคล้อง
52.	จำ	+1	สอดคล้อง
53.	เข้าใจ	0.67	สอดคล้อง

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อที่	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ค่า IOC	ความหมาย
54.	เข้าใจ	0.67	สอดคล้อง
55.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
56.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
57.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
58.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
59.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง
60.	เข้าใจ	+1	สอดคล้อง

รายงานการวิเคราะห์ข้อสอบ วิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล

1. ข้อมูลพื้นฐาน

ข้อสอบเรื่องสารชีวโมเลกุล เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

จากการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีระดับค่า IOC คือ มีข้อสอบตรงตามวัตถุประสงค์ 54 ข้อ มีข้อสอบที่สามารถปรับแก้ไขให้ตรงตามวัตถุประสงค์ได้ 2 ข้อ และมีข้อสอบไม่ตรงตาม

วัตถุประสงค์ จำนวน 4 ข้อ ก่อนนำมาทำการทดสอบได้ออกข้อสอบเพิ่ม 2 ข้อ รวมข้อสอบที่ทดสอบ 58 ข้อ

2. จำนวนผู้ทำแบบทดสอบ มีผู้เข้าสอบ 30 นาย

3. คุณภาพของข้อสอบ

ค่าความเชื่อมั่น KR - 20 ข้อสอบปรนัย เท่ากับ 0.82

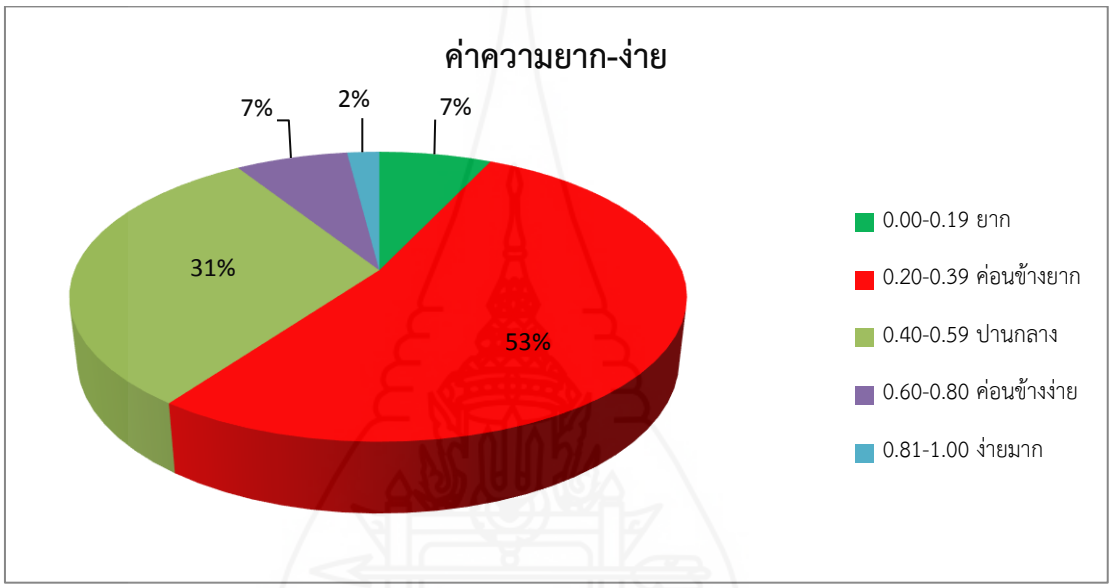
4. การวิเคราะห์ข้อสอบปรนัย

4.1 ตารางคุณภาพข้อสอบปรนัยเรื่องสารชีวโมเลกุล จำแนกตามค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

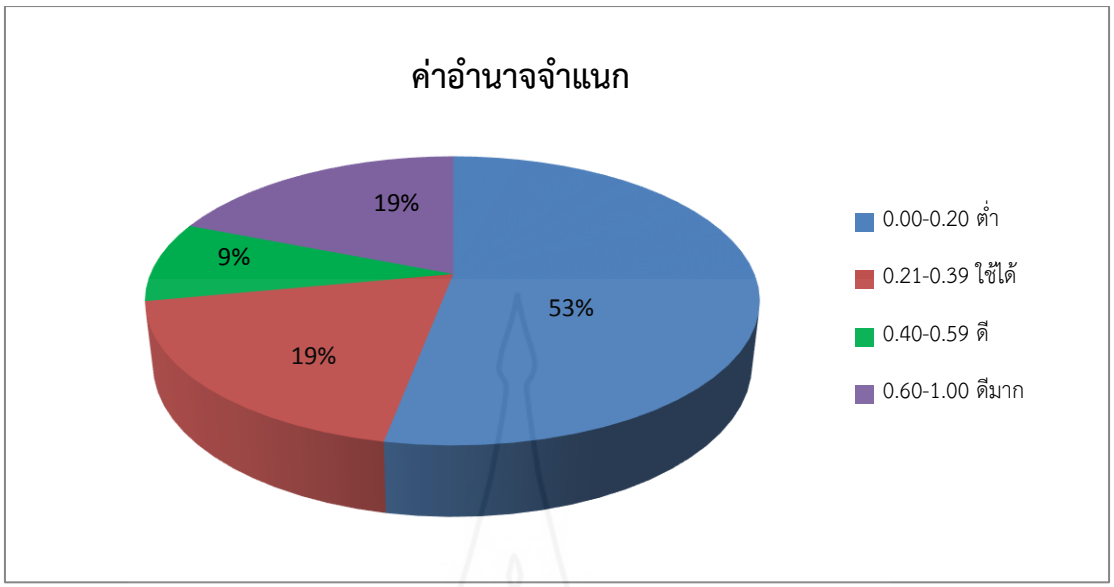
อำนาจจำแนก / ความยาก	ข้อที่มีค่าต่ำกว่า 0.20	รวม (ข้อ)	ข้อที่มีค่า 0.20 – 1.00	รวม (ข้อ)
ข้อที่มีค่า 0.81 – 1.00	3	1	-	0
ข้อที่มีค่า 0.20 – 0.80	2, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 20, 21, 22, 25, 27, 30, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 42, 45, 49, 51, 54, 55, 57	27	1, 4, 5, 7, 8, 11, 15, 17, 18, 19, 23, 24, 29, 31, 33, 36, 41, 44, 46, 47, 48, 50, 52, 53, 56, 58	26
ข้อที่มีค่า 0.00 – 0.19	26, 28, 40	3	43	1
รวม				

4.2 สรุปผลการวิเคราะห์

ข้อสอบแบบปรนัยเรื่องสารชีวโมเลกุล มีจำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพทั้งในด้านความยากและอำนาจจำแนกรวมทั้งหมด 26 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 4, 5, 7, 8, 11, 15, 17, 18, 19, 23, 24, 29, 31, 33, 36, 41, 44, 46, 47, 48, 50, 52, 53, 56, 58 มีข้อสอบที่สามารถปรับปรุงได้จำนวน 27 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 20, 21, 22, 25, 27, 30, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 42, 45, 49, 51, 54, 55, 57 มีข้อสอบที่ควรพิจารณาแก้ไขอย่างมากจำนวน 5 ข้อ คือ 3, 26, 28, 40, 43



ภาพที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านค่าความยาก - ง่ายของข้อสอบปรนัย



ภาพที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบปรนัย

ตารางที่ 14 แสดงค่าความยาก - ง่ายและอำนาจจำแนกของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.40	0.64
2	0.60	0.43
3	0.57	0.46
4	0.73	0.29
5	0.27	0.25
6	0.50	0.23
7	0.20	0.32
8	0.37	0.68
9	0.37	0.39
10	0.30	0.21
11	0.40	0.64
12	0.23	0.82
13	0.73	0.25
14	0.27	0.79

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
15	0.23	0.29
16	0.57	0.46
17	0.47	0.57
18	0.20	0.32
19	0.20	0.86
20	0.23	0.25
21	0.50	0.20
22	0.23	0.29
23	0.27	0.25
24	0.23	0.29
25	0.37	0.68
26	0.30	0.75
27	0.30	0.21
28	0.23	0.82
29	0.30	0.75
30	0.63	0.64

2. คุณภาพของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล

กรอบการวัดทักษะการโต้แย้ง

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Argumentation skills) คือ ความสามารถในการให้เหตุผลและใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื้อถือมาสนับสนุนแนวคิด และการประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานและเหตุผลที่ใช้ประกอบการอภิปรายโต้แย้ง โดยอาศัยทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ (Critical Thinking) สามารถวัดได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เลือกใช้แบบ 5 องค์ประกอบ ตามรูปแบบของ Lin and Mintzes (2010) ได้แก่

1. Claim หมายถึง ข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับประเด็นปัญหา เป็นข้อสรุปหรือข้อเรียกร้องในประเด็นต่าง ๆ ที่จะแสดงจุดยืนของตนเองได้อย่างชัดเจน

2. Warrant หมายถึง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง สิ่งที่ใช้ในการสนับสนุนข้ออ้างที่ประกอบด้วยข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ทำให้ข้ออ้างนั้นมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น เพื่อแสดงว่าเพราะอะไร ทำไม เราถึงมีจุดยืนเช่นนี้

3. Evidence หมายถึง เหตุผลและหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ทำให้ข้อกล่าวอ้างน่าเชื่อถือมากขึ้น หลักฐานมีหลายรูปแบบ เช่น อาจอยู่ในรูปของ ข้อความ ตัวเลข รูปภาพ หรือกราฟ เป็นต้น ทั้งนี้การพิจารณาหลักฐาน นอกจากการพิจารณาในแง่ของความหลากหลายของการใช้หลักฐานแล้ว ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในการใช้หลักฐานด้วย

4. Counterargument หมายถึง ข้อโต้แย้งข้อกล่าวอ้างหลักบนหลักฐานและเหตุผลที่ต่างออกไป คล้ายกับเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) แต่จะเป็นเหตุผลของอีกฝ่ายที่คิดตรงข้ามกับเรา

5. Supportive argument หมายถึง การโต้แย้งกลับบนหลักฐานและเหตุผลน่าเชื่อถือ การใช้เหตุผลเสริมอาจใช้ในรูปของข้อแย้ง เหตุผลที่ใช้ทำให้เหตุผลของอีกฝ่ายลดความน่าเชื่อถือลงไป นักเรียนที่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงจะสามารถใช้ข้อแย้งเหตุผลเป็นเหตุผลเสริมในการโต้แย้งข้อโต้แย้งของอีกฝ่าย

แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Argumentation Skills Questionnaire : ASQ) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน Lin and Mintzes (2010) คือ

ส่วนที่ 1 เป็นกรณีศึกษาที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับบริบททางสังคม การเมืองเศรษฐกิจและวัฒนธรรมของประเด็นต่างๆ ของการจัดตั้งสวนสาธารณะ Ma – Guo ในไต้หวัน และความคิดเห็นของกลุ่มผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนี้

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยคำถามปลายเปิด (open - ended questions) จำนวน ๔ ข้อ คำถามแต่ละข้อได้สำรวจการตอบสนองของนักเรียนต่อองค์ประกอบต่างๆของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

ข้อที่ 1 ประเมินความสามารถในสร้างข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน เช่น คุณเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับการจัดตั้งอุทยาน Ma - Guoในไต้หวัน กรุณาเขียนความคิดและเหตุผลของคุณ

ข้อที่ 2 ประเมินความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งของนักเรียน เช่น ถ้ามีคนไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นที่คุณแสดงในคำถามแรกเขาอาจมีเหตุผลบางอย่าง เหตุผลของเขาอาจเป็นอย่างไร

ข้อที่ 3 ประเมินความสามารถในการสร้างข้อโต้แย้งกลับที่สนับสนุนและรวมถึงการหักล้าง เช่น คุณจะชักชวนคนที่ไม่เห็นด้วยกับคุณได้อย่างไรหากพวกเขาได้ให้เหตุผลดังกล่าวในคำถามที่สอง

ข้อที่ 4 ประเมินความสามารถในการสร้างหลักฐานของนักเรียน เช่น หากคุณถูกขอให้แสดงหลักฐานเพื่อสนับสนุนความคิดเห็นของคุณเองในคำถามที่ 1 หรือ 3 สิ่งที่อาจเป็นหลักฐานได้คืออะไร

โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละข้อ ดังนี้

ข้อ 1. วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบคำถาม ดังนี้

1. ไม่ตอบหรือไม่แสดงออกซึ่งคำตอบใดๆ คิดเป็น 0 คะแนน

2. มีคำตอบ (สามารถแสดงข้อกล่าวอ้างได้) แต่ไม่แสดงเหตุผลที่ถูกต้องประกอบ คิดเป็น 1 คะแนนสำหรับข้อกล่าวอ้าง

3. มีคำตอบ และแสดงเหตุผลที่ถูกต้องประกอบ 1 เหตุผล คิดเป็น 1 คะแนนสำหรับข้อกล่าวอ้าง และ 1 คะแนน สำหรับเหตุผล

4. มีคำตอบ และแสดงเหตุผลที่ถูกต้องประกอบมากกว่า 1 เหตุผล คิดเป็น 1 คะแนนสำหรับข้อกล่าวอ้าง และ 1+ คะแนน สำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน

ข้อ 2. วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบคำถาม ดังนี้

5. ไม่ตอบหรือไม่แสดงความคิดเห็นอื่นใดเพิ่มเติม คิดเป็น 0 คะแนน

6. สามารถให้เหตุผลได้ คิดเป็น 1+ คะแนน สำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน

ข้อ 3. วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบคำถาม ดังนี้

7. ไม่ตอบหรือไม่แสดงความคิดเห็นอื่นใดเพิ่มเติม คิดเป็น ๐ คะแนน

8. มีการอธิบายหลักการ เหตุผลอื่นเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนข้อเรียกร้องในข้อ 1 นักเรียนจะต้องกลั่นกรองคำพูดออกมาจากความคิดเพื่อโน้มน้าว (Elaborated warrant) คิดเป็น 1+ คะแนน สำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน

9. มีการอธิบายเหตุผลอื่น จากพื้นฐานของความคิดฝ่ายตรงข้าม เพื่อสนับสนุนข้อเรียกร้องในข้อ 1 (Supplementary warrant) คิดเป็น 1+ คะแนน สำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน

10. มีการให้เหตุผลโต้แย้งกลับ หรือทำให้ข้อโต้แย้งของฝ่ายตรงข้ามเป็นอันตกไป (Rebuttal) คิดเป็น 2+ คะแนน สำหรับเหตุผลโต้แย้งละ 2 คะแนน

ข้อ 4. วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบคำถาม ดังนี้

11. ไม่มีหลักฐานหรือข้อมูลใดสนับสนุนข้อเรียกร้อง คิดเป็น 0 คะแนน

12. มีหลักฐานหรือข้อมูลสนับสนุนข้อเรียกร้อง คิดเป็น 1+ คะแนน สำหรับหลักฐานละ 1 คะแนน

และสามารถประเมินทักษะการโต้แย้งของนักเรียนแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

13. **ระดับ ดีมาก** : Claim and Warrant บอกข้อกล่าวอ้างและให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้มากกว่า 2 เหตุผลขึ้นไป , Evidence แสดงหลักฐานสนับสนุนการให้เหตุผลได้มากกว่า 2 หลักฐานขึ้นไป , Counter argument บอกข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผลสนับสนุนได้มากกว่า 2 เหตุผลขึ้นไป , Supportive argument โต้แย้งกลับได้ตรงตาม ประเด็นที่แย้งและให้เหตุผล ที่ทำให้ข้อโต้แย้งอื่นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้มากกว่า 2 เหตุผลขึ้นไป

14. **ระดับ ดี** : Claim and Warrant บอกข้อกล่าวอ้างและให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนข้อกล่าวอ้างตั้งแต่ 1 - 2 เหตุผล, Evidence แสดงหลักฐานสนับสนุนการให้ เหตุผลตั้งแต่ 1 - 2 หลักฐาน, Counter argument บอกข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผลสนับสนุนตั้งแต่ 1 - 2 เหตุผล, Supportive argument โต้แย้งกลับได้ตรงตามประเด็นที่แย้งและให้เหตุผลที่ทำให้ข้อโต้แย้งอื่นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้ 1 - 2 เหตุผลขึ้นไป

15. **ระดับ พอใช้** : Claim and Warrant บอกข้อกล่าวอ้างและให้เหตุผล โดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกร่วมกับการให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ, Evidence แสดงหลักฐานสนับสนุนการให้เหตุผลได้ แต่หลักฐานนั้นมาจาก อารมณ์ความรู้สึก, Counter argument ไม่บอกข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากของตนเองแต่ให้เหตุผลสนับสนุนได้, Supportive argument โต้แย้งกลับได้ตรงตามประเด็นที่แย้งแต่ไม่สามารถทำให้ข้อโต้แย้งอื่นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้

16. **ระดับ ควรปรับปรุง** : Claim and Warrant ไม่บอกข้อกล่าวอ้างและเหตุผล หรือบอกข้อกล่าวอ้างและให้เหตุผลที่แสดงอารมณ์และความรู้สึก, Evidence ไม่แสดงหลักฐาน สนับสนุนการให้เหตุผล, Counter argument ไม่บอกข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากของตนเองและไม่ให้เหตุผลสนับสนุน, Supportive argument ไม่สามารถโต้แย้งกลับได้ตรง ตามประเด็นที่แย้ง และไม่ให้เหตุผลที่ทำให้ข้อโต้แย้งอื่นมี ความน่าเชื่อถือลดลงได้

แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะเป็นสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น โดยวัด 5 ทักษะใน 1 สถานการณ์ และมีทั้งหมด 5 สถานการณ์ คือ

1. สถานการณ์ที่กำหนดเรื่อง สารชีวโมเลกุล คือ หากนักเรียนถูกส่งไปเป็นทหารอาสาช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติตึกถล่ม ณ เมืองซาวาร์ ของบังกลาเทศ นักเรียนคิดว่าอาหารเมนูใดของประเทศบังกลาเทศที่เหมาะสมสำหรับภารกิจนี้ และไม่ทำให้น้ำหนักของนักเรียนเปลี่ยนแปลง มากที่สุด

2. สถานการณ์ที่กำหนดเรื่อง คาร์โบไฮเดรต คือ หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่าคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบหลักจากลำข้าว ในยาหมอแสง มีโครงสร้างเป็นแบบใด

3. สถานการณ์ที่กำหนดเรื่องโปรตีน คือ หากนักเรียนได้รับการลงความเห็นจากทันตแพทย์กองพยาบาล รร.ตท. ว่า ควรผ่าตัดฝันคุด โดยใช้ไหมละลายประเภท Chromic catgut นักเรียนคิดว่าไหมละลายประเภท Chromic catgut ทำมาจากเนื้อเยื่อส่วนใดของลำไส้แกะ/วัว

4. สถานการณ์ที่กำหนดเรื่องไขมัน คือ หากนักเรียนต้องการปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่งนักบินของเหล่าทัพ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติตัวให้ผ่านเกณฑ์การตรวจตามมาตรฐานใบสำคัญแพทย์ของนักบิน นักเรียนควรเลือกรับประทานอาหารที่มีกรดไขมันชนิดใด ที่ช่วยลดอัตราเสี่ยงการเกิดโรคคอเลสเตอรอลสูง

5. สถานการณ์ที่กำหนดเรื่องกรดนิวคลีอิก คือ หากนักเรียนปฏิบัติหน้าที่สารวัตรสืบสวนสอบสวน (Investigation Inspector) ณ สภ.ในวันเกิดเหตุเรือนักท่องเที่ยวจีนล่ม จ.ภูเก็ต ซึ่งทำงานร่วมกับหน่วยตรวจพิสูจน์ศพ เพื่อหา DNA Fingerprint ของศพแต่ละราย ต่อมามีญาติของผู้ตายรายหนึ่งมาติดต่อของรับศพ โดยนำชิ้นส่วนเส้นผมของผู้ตายมาขอรับศพ นักเรียนคิดว่าศพใดตรงกับความต้องการของญาติรายนี้

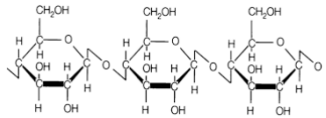
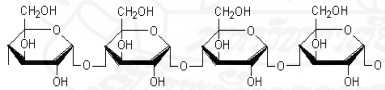
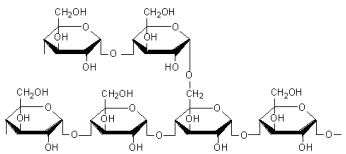
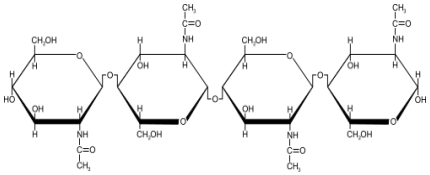
ตารางที่ 15 แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
1	**ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 1** คือ หากนักเรียนถูกส่งไปเป็นทหารอาสาช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติดังกล่าว ณ เมืองซาวาร์ ของบังกลาเทศ นักเรียนคิดว่าอาหารเมนูใดของประเทศบังกลาเทศที่เหมาะสมสำหรับภารกิจนี้ และไม่ทำให้น้ำหนักของนักเรียนเปลี่ยนแปลง มากที่สุด	+1	+1	+1	+1	
	ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ อธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ (แนวการตอบคำถาม) 1. หากนักเรียนถูกส่งไปเป็นทหารอาสาช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติดังกล่าว ณ เมืองซาวาร์ ของบังกลาเทศ นักเรียนคิดว่าอาหารเมนูใดของประเทศบังกลาเทศที่เหมาะสมสำหรับภารกิจนี้ และไม่ทำให้น้ำหนักของนักเรียนเปลี่ยนแปลง มากที่สุด (Claims) ☐ บิริยานี่ (Biryani) ☑ ข้าวปงกัล (Pongal) 2. อะไรคือเหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบ ดังคำตอบในข้อที่ 1 (Warrant) เพราะ มีสารอาหารครบ 5 หมู่..ซึ่งประกอบด้วย	+1	+1	+1	+1	

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
	3. อะไรคือข้อสนับสนุนหรือหลักฐาน เพื่อสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนเองในคำถามที่ 2 (Evidence) จากบทความระบุว่า ข้าวปงกัล (Pongal) เป็น ข้าวหุงผสมกับผักและเครื่องเทศ เครื่องปรุงต่างๆ เช่น ขิง พริกไทย ขมิ้น ฆี (เนยใส) ปงกัลมีให้เลือกหลากหลาย อาทิ ข้าวผสมมะเขือเทศ ข้าวผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ 4. ถ้ามีคนไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นของนักเรียนที่แสดงในคำถามแรก เขาอาจมีเหตุผลบางอย่าง เหตุผลของเขาอาจเป็นอย่างไร (Counter Argument) บิริยานี่ (Biryani) อาจมีผักเป็นเครื่องเคียง 5. นักเรียนจะอธิบายคนที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียนอย่างไร มีเหตุผล หลักฐาน หรือข้อโต้แย้งใด ที่สามารถทำให้ความคิดเห็นตามคำกล่าวในคำถามที่ 4 เป็นอันตกไป (Supportive Arguments) หากพิจารณาบนอาหารจานหลัก ความต้องการพลังงานและสารอาหาร ข้าวปงกัล (Pongal) มีเพียงพอและครบหลักอาหาร 5 หมู่ มากที่สุด Creative Thinking.	+1	+1	+1	+1	

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
2	**ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2** คือ หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่าคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบหลักจากลำข้าว ในยาหมอแสง มีโครงสร้างเป็นแบบใด	+1	+1	+1	+1	เพิ่มรายละเอียดส่วนประกอบในเมล็ดข้าว
	ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ อธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ (แนวการตอบคำถาม) 1. หากนักเรียนเป็นนักเคมีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กรมเภสัชกรรมทหาร นักเรียนคิดว่าคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบหลักจากลำข้าว ในยาหมอแสง มีโครงสร้างเป็นแบบใด (Claims) ☑  ☐  ☐  ☐ 	+1	+1	+1	+1	

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
2	2. อะไรคือเหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบ ดังคำตอบในข้อที่ 1 (Warrant) เพราะ เป็นโครงสร้างของ cellobiose หากต่อเป็นโมเลกุลใหญ่จะกลายเป็น cellulose ในเส้นใยพืช 3. อะไรคือข้อสนับสนุนหรือหลักฐาน เพื่อสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนเองในคำถามที่ 2 (Evidence) จากบทความระบุว่า รำข้าว (Rice Bran) มีเส้นใยสูง (99%) 4. ถ้ามีคนไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นของนักเรียนที่แสดงในคำถามแรก เขาอาจมีเหตุผลบางอย่าง เหตุผลของเขาอาจเป็นอย่างไร (Counter Argument) ในส่วนที่มีพลังงานสูงอาจจะประกอบด้วยแป้ง ที่มีโครงสร้างแบบ Amylose	+1	+1	+1	+1	

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
2	5. นักเรียนจะอธิบายคนที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียนอย่างไร มีเหตุผล หลักฐาน หรือข้อโต้แย้งใด ที่สามารถทำให้ความคิดเห็นตามคำกล่าวในคำถามที่ 4 เป็นอันตกไป (Supportive Arguments) จากบทความระบุว่า รำข้าว (Rice Bran) มีเส้นใยสูง (99%) ซึ่งเส้นใยพืชเกิดจากโครงสร้างของ cellobiose ต่อกันเป็นโมเลกุลใหญ่เรียกว่า cellulose เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายย่อยไม่ได้ แต่มีประโยชน์ต่อระบบขับถ่าย Creative Thinking.	+1	+1	+1	+1	

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
3	**ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 3** คือ หากนักเรียนได้รับการลงความเห็นจากทันตแพทย์กองพยาบาล รร.ตท. ว่าควรผ่าตัดฝันครุด โดยใช้ไหมละลายประเภท Chromic catgut นักเรียนคิดว่าไหมละลายประเภท Chromic catgut ทำมาจากเนื้อเยื่อส่วนใดของลำไส้แกะ/วัว	+1	+1	+1	+1	
	ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ อธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ (แนวการตอบคำถาม) 1. หากนักเรียนได้รับการลงความเห็นจากทันตแพทย์กองพยาบาล รร.ตท. ว่าควรผ่าตัดฝันครุด โดยใช้ไหมละลายประเภท Chromic catgut นักเรียนคิดว่าไหมละลายประเภท Chromic catgut ทำมาจากเนื้อเยื่อส่วนใดของลำไส้แกะ/วัว (Claims) ☐ Mucosa ☐ Submucosa ☐ Muscularis externa ☑ Serosa 2. อะไรคือเหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบ ดังคำตอบในข้อที่ 1 (Warrant) เพราะ เนื่องจากชั้น Serosa ของลำไส้มีโครงสร้างโปรตีนแบบเส้นใย (fibrous protein) และมีคุณสมบัติเหนียว	+1	+1	+1	+1	

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
3	3. อะไรคือข้อสนับสนุนหรือหลักฐาน เพื่อสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนเองในคำถามที่ 2 (Evidence) จากบทความที่ว่า ชั้นผิวนอกของลำไส้/ชั้นผิวนอก (Serosa หรือ Serous membrane) ชั้นนอกสุดของท่อทางเดินอาหารถูกหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดเยื่อใย (fibrous connective tissue) ที่เหนียว 4. ถ้ามีคนไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นของนักเรียนที่แสดงในคำถามแรก เขาอาจมีเหตุผลบางอย่าง เหตุผลของเขาอาจเป็นอย่างไร (Counter Argument) ชั้นกล้ามเนื้อ (Muscularis externa) ซึ่งมีชั้นเซลล์กล้ามเนื้อทอดไปตามยาว (longitudenal layer) อยู่รอบนอก	+1	+1	+1	+1	

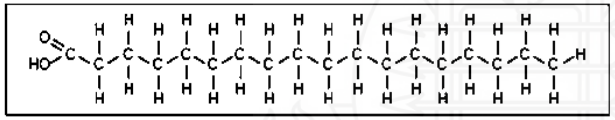
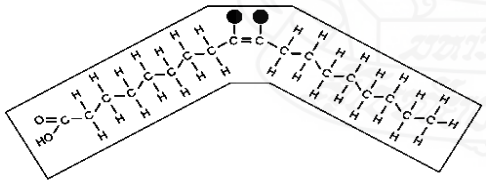
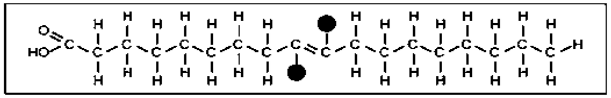
ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
3	นักเรียนจะอธิบายคนที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียนอย่างไร มีเหตุผล หลักฐาน หรือข้อโต้แย้งใด ที่สามารถทำให้ความคิดเห็นตามคำกล่าวในคำถามที่ 4 เป็นอันตกไป (Supportive Arguments) ชั้นกล้ามเนื้อ (Muscularis externa) แบบทอดไปตามยาว (longitudenal layer) ที่อยู่รอบนอก ไม่มีคุณสมบัติเหนียว ซึ่งจำเป็นต่อการนำมาทำเป็นไหมละลาย และชั้นกล้ามเนื้อ (Muscularis externa) เป็นชั้นของระบบประสาทอัตโนวัติดังนั้นจะไม่ได้มีแต่กล้ามเนื้อ longitudenal layer แต่จะมี เซลลีประสาทแทรกเป็นระยะ ทำให้ความแข็งแรง/เหนียวลดลง Creative Thinking.	+1	+1	+1	+1	

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
4	**ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 4** คือ หากนักเรียนต้องการปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่งนักบินของเหล่าทัพ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติตัวให้ผ่านเกณฑ์การตรวจตามมาตรฐานใบสำคัญแพทย์ของนักบิน นักเรียนควรเลือกรับประทานอาหารที่มีกรดไขมันชนิดใด ที่ช่วยลดอัตราเสี่ยงการเกิดโรคคอเลสเตอรอลสูง	+1	+1	+1	+1	เพิ่มหัวข้อเกณฑ์มาตรฐานการตรวจและโรคของใบสำคัญแพทย์

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
4	**ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ อธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ** (แนวการตอบคำถาม) 1. หากนักเรียนต้องการปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่งนักบินของเหล่าทัพ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติตัวให้ผ่านเกณฑ์การตรวจตามมาตรฐานใบสำคัญแพทย์ของนักบิน นักเรียนควรเลือกรับประทานอาหารที่มีกรดไขมันชนิดใด ที่ช่วยลดอัตราเสี่ยงการเกิดโรคคอเลสเตอรอลสูง (Claims) ☐ Stearic acid  ☑ Cis - Oleic acid  ☐ Trans - Oleic acid 	+1	+1	+1	+1	

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
4	2. อะไรคือเหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบ ดังคำตอบในข้อที่ 1 (Warrant) เพราะ ไม่เป็นองค์ประกอบใน trans - lipid และ LDL collesterol เป็นกรดไขมันที่ร่างต้องการ (กรดไขมันไม่อิ่มตัว) 3. อะไรคือข้อสนับสนุนหรือหลักฐาน เพื่อสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนเองในคำถามที่ 2 (Evidence) จากบทความที่ว่า กรดไขมันทรานส์ มักพบได้ในอาหารและขนม เช่น เบเกอรี่ หรือ โดนัท ที่ใช้เนยขาว เนยเทียม ครีมเทียม หรือมาการีน เป็นส่วนผสม และเมื่อเข้าสู่ร่างกาย จะเพิ่มระดับไขมันเลว (LDL) และลดไขมันดี (HDL) ในเส้นเลือด ซึ่งนำไปสู่โรคหลอดเลือด โรคหัวใจ รวมถึงโรคเบาหวานอีกด้วย	+1	+1	+1	+1	

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
4	4. ถ้ามีคนไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นของนักเรียนที่แสดงในคำถามแรก เขาอาจมีเหตุผลบางอย่าง เหตุผลของเขาอาจเป็นอย่างไร (Counter Argument) โครงสร้างไขมันแบบ Stearic acid เป็นองค์ประกอบในไขมันสัตว์ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพหากรับประทานในปริมาณที่เหมาะสม 5. นักเรียนจะอธิบายคนที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียนอย่างไร มีเหตุผล หลักฐาน หรือข้อโต้แย้งใดที่สามารถทำให้ความคิดเห็นตามคำกล่าวในคำถามที่ 4 เป็นอันตกไป (Supportive Arguments) โครงสร้างไขมันแบบ Cis - Oleic acid เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว มีคุณสมบัติเป็นของเหลว ณ อุณหภูมิห้อง ร่างกายต้องการกรดไขมันชนิดนี้มากกว่า ..โครงสร้างไขมันแบบ Stearic acid หากรับประทานกรดไขมันแบบ Stearic acid ในปริมาณมากอาจก่อให้เกิดอันตราย เช่น ไขมันอุดตันในเส้นเลือดได้ Creative Thinking.	+1	+1	+1	+1	

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
5	**ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 5** คือ หากนักเรียนปฏิบัติหน้าที่สารวัตรสืบสวนสอบสวน (Investigation Inspector) ณ สภ.ในวันเกิดเหตุเรือนักท่องเที่ยวจีนล่ม จ.ภูเก็ต ซึ่งทำงานร่วมกับหน่วยตรวจพิสูจน์ศพ เพื่อหา DNA Fingerprint ของศพแต่ละราย ต่อมามีญาติของผู้ตายรายหนึ่งมาติดต่อของรับศพ โดยนำชิ้นส่วนเส้นผมของผู้ตายมาขอรับศพ นักเรียนคิดว่าศพใดตรงกับความต้องการของญาติรายนี้	+1	+1	+1	+1	
	ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ อธิบายพอสังเขป พร้อมให้เหตุผลประกอบ (แนวการตอบคำถาม) 1. หากนักเรียนปฏิบัติหน้าที่สารวัตรสืบสวนสอบสวน (Investigation Inspector) ณ สภ. ในวันเกิดเหตุเรือนักท่องเที่ยวจีนล่ม จ.ภูเก็ต ซึ่งทำงานร่วมกับหน่วยตรวจพิสูจน์ศพ เพื่อหา DNA Fingerprint ของศพแต่ละราย ต่อมามีญาติของผู้ตายรายหนึ่งมาติดต่อของรับศพ โดยนำชิ้นส่วนเส้นผมของผู้ตายมาขอรับศพ ซึ่งมีลำดับ DNA ดังนี้ 5’ ——————— 3’ T A A T A C G T A C A T A T C C G G					

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
5	นักเรียนคิดว่าศพใดตรงกับความต้องการของญาติรายนี้ (Claims) ☐ ศพที่ 1 ☑ ศพที่ 2 ☐ ศพที่ 3 ☐ ศพที่ 4	+1	+1	+1	+1	

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
5	2. อะไรคือเหตุผลที่ทำให้นักเรียนตัดสินใจตอบ ดังคำตอบในข้อที่ 1 (Warrant) เพราะ DNA Fingerprint จากเส้นผมที่ญาตินำมา ตรงกับDNA Fingerprint ของศพที่ 2 เนื่องจากมีลำดับเบสตรงกัน 3. อะไรคือข้อสนับสนุนหรือหลักฐาน เพื่อสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนเองในคำถามที่ 2 (Evidence) จากบทความที่ว่า DNA Fingerprint จะมีความหมายว่า ลายพิมพ์ DNA ซึ่งมีลักษณะเฉพาะบุคคลเหมือนลายพิมพ์นิ้วมือ ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้ตรวจพบลำดับของ DNA ในส่วนที่เรียกว่า “ยีน” (Gene) ซึ่งเป็น DNA ในส่วนของหน่วยควบคุมการทำงานของเซลล์ต่างๆ ในร่างกาย ดังนั้น การตรวจลำดับของ DNA หรือการหาข้อมูล DNA จึงอาจเรียกว่า “DNA Profilin” และจากการเรียนรู้ในบทเรียน/เอกสารประกอบการสอนเรื่องโครงสร้างของ DNA	+1	+1	+1	+1	

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ค่า IOC				ข้อเสนอแนะ
		ผชช1	ผชช2	ผชช3	เฉลี่ย	
5	4. ถ้ามีคนไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นของนักเรียนที่แสดงในคำถามแรก เขาอาจมีเหตุผลบางอย่าง เหตุผลของเขาอาจเป็นอย่างไร (Counter Argument) ตรงกับ DNA Fingerprint ของศพที่ 1 เนื่องจากมีลำดับเบสตรงกัน 5. นักเรียนจะอธิบายคนที่ไม่เห็นด้วยกับนักเรียนอย่างไร มีเหตุผล หลักฐาน หรือข้อโต้แย้งใดที่สามารถทำให้ความคิดเห็นตามคำกล่าวในคำถามที่ 4 เป็นอันตกไป (Supportive Arguments) ตามทฤษฎี/บทเรียนเรื่องกรดนิวคลิอิก จะพบว่า การประกบคู่ของสาย DNA จะอยู่ในรูปแบบทิศตรงข้ามกันคือ สาย ที่มีทิศ 5’ - 3’ จะประกบคู่กับสาย DNA ที่มีทิศ 3’ - 5’ Creative Thinking.	+1	+1	+1	+1	

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	เรือเอกหญิง กมลวรรณ ดีอยู่เจริญพร
วัน เดือน ปีเกิด	21 เมษายน 2529
สถานที่เกิด	จังหวัดสงขลา
ประวัติการศึกษา	การศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2551
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กระทรวงกลาโหม จังหวัดนครนายก
ตำแหน่ง	รักษาราชการ กองวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ จังหวัดนครนายก ปฏิบัติหน้าที่เป็นอาจารย์สอนวิชาเคมีแก่นักเรียนเตรียมทหาร โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กระทรวงกลาโหม