

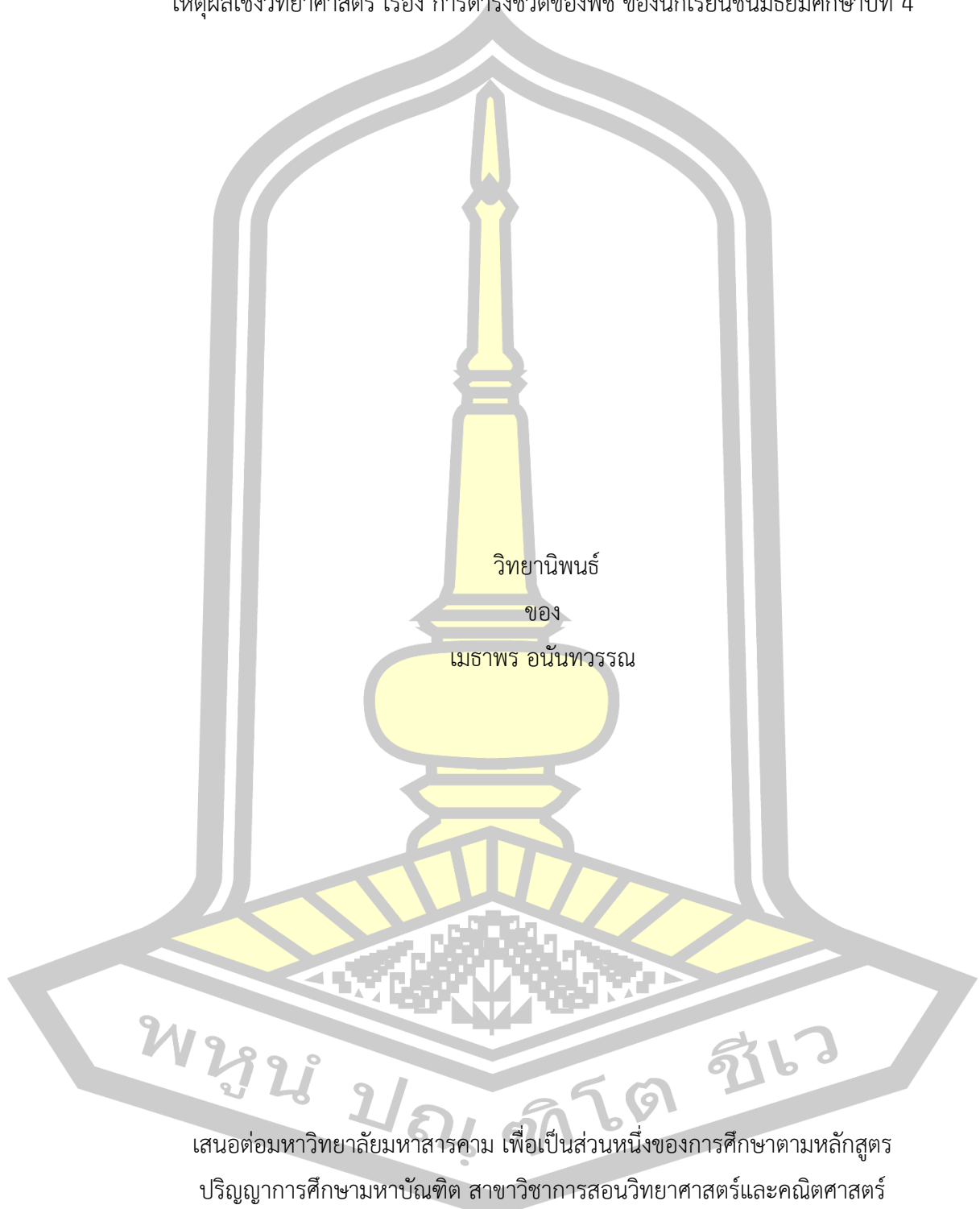
ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้
เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิทยานิพนธ์
ของ
เมธพร อนันทวรรณ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
พฤษภาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้
เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



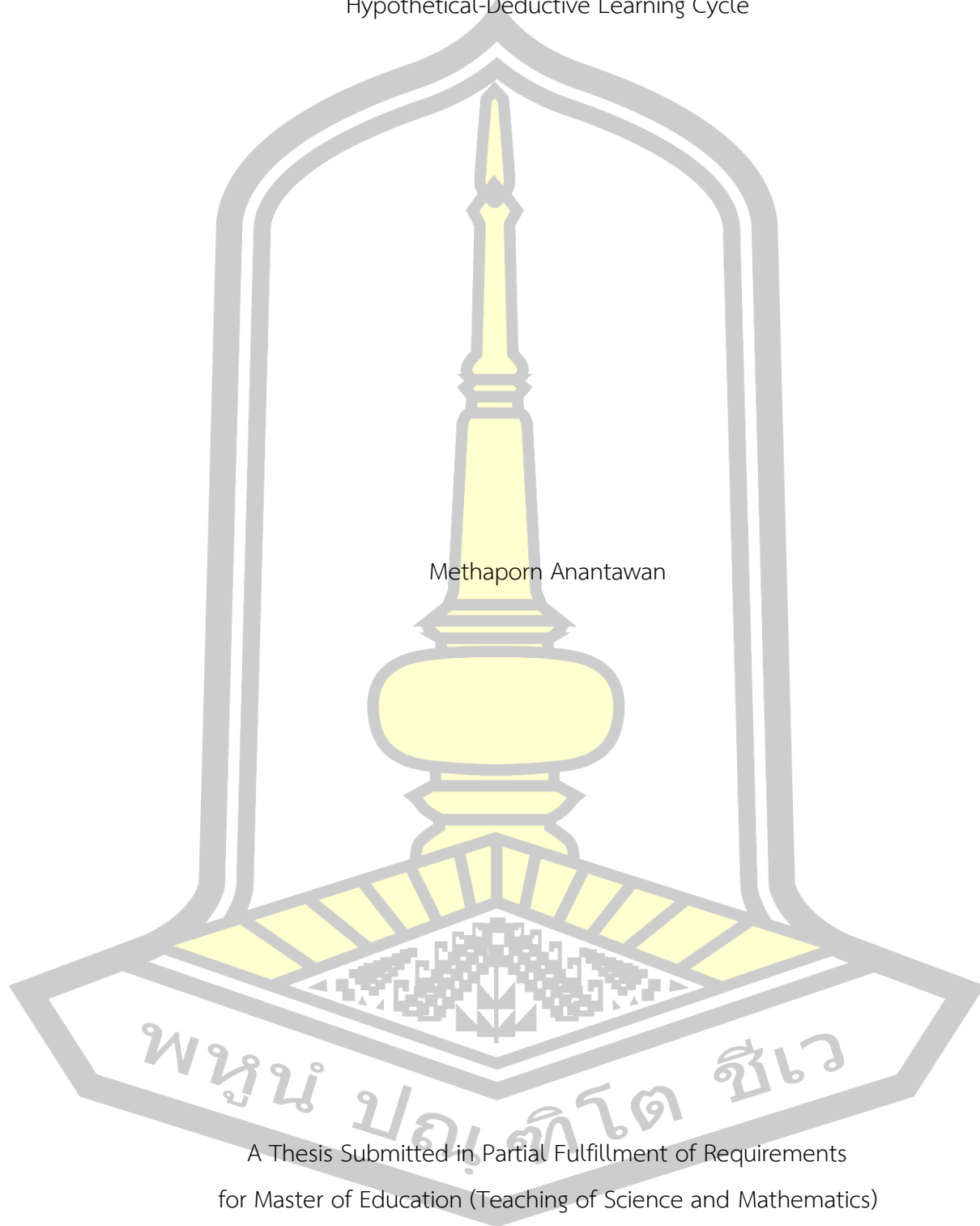
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Effect of Scientific Reasoning Ability in Plant Life of Grade 10 Students by Using the
Hypothetical-Deductive Learning Cycle

Methaporn Anantawan



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

May 2024

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวเมธพร อนันทวรรณ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

ประธานกรรมการ

.....
(ผศ. ดร. รุติวรดา พลเยี่ยม)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ผศ. ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ)

กรรมการ

.....
(ผศ. ดร. พรรณวิไล ดอกไม้)

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแหง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		
ผู้วิจัย	เมธพร อนันทวรรณ		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติรดา พลเยี่ยม		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2567

บทคัดย่อ

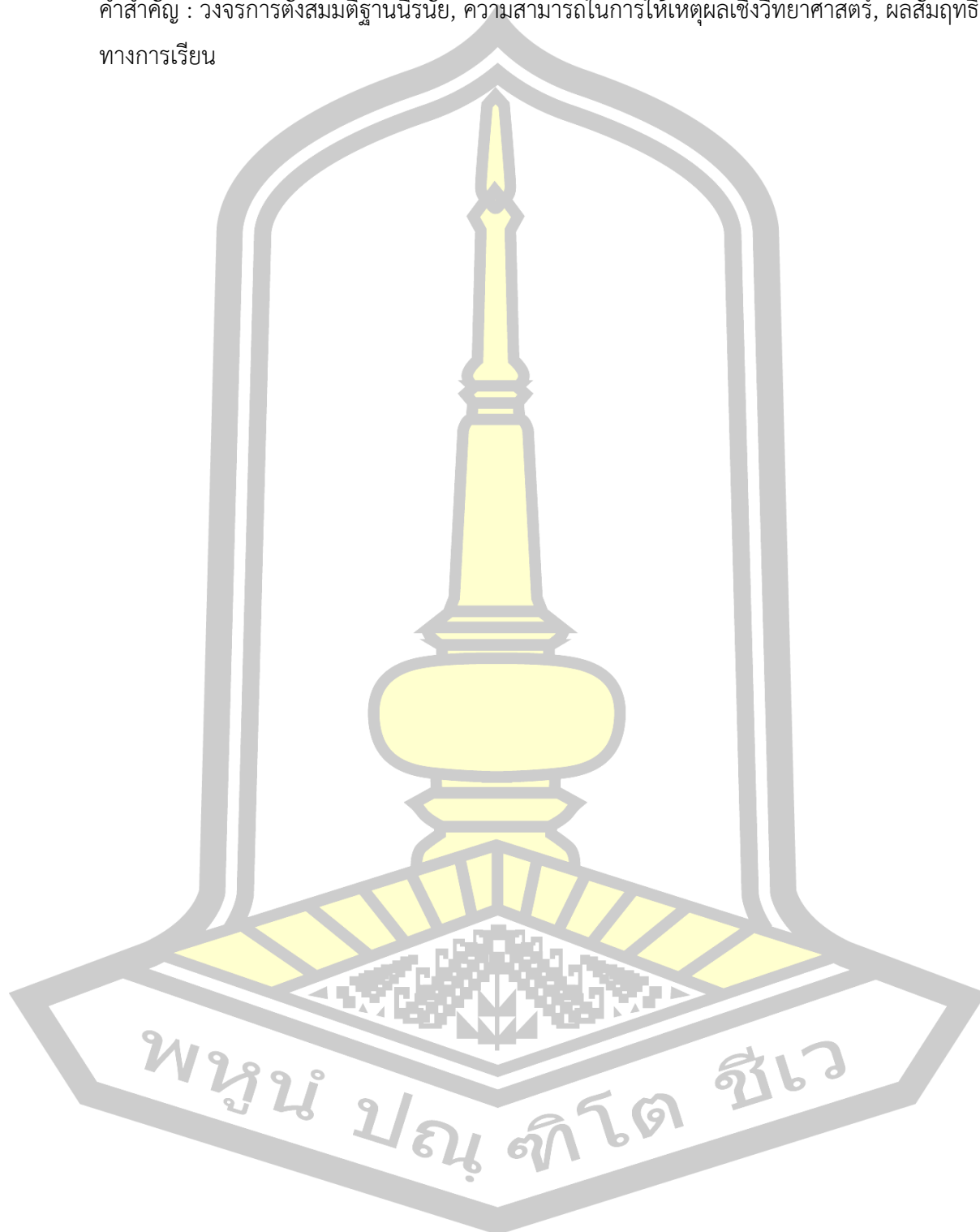
การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนจำนวน 32 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/12 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช 2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ t-test (Dependent Samples)

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 28 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 4 คน โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 19.93 คิดเป็นร้อยละ 66.45 ตามลำดับ

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : วงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย, ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



TITLE	Effect of Scientific Reasoning Ability in Plant Life of Grade 10 Students by Using the Hypothetical-Deductive Learning Cycle		
AUTHOR	Methaporn Anantawan		
ADVISORS	Assistant Professor Titiworada Polyiem , Ed.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2024

ABSTRACT

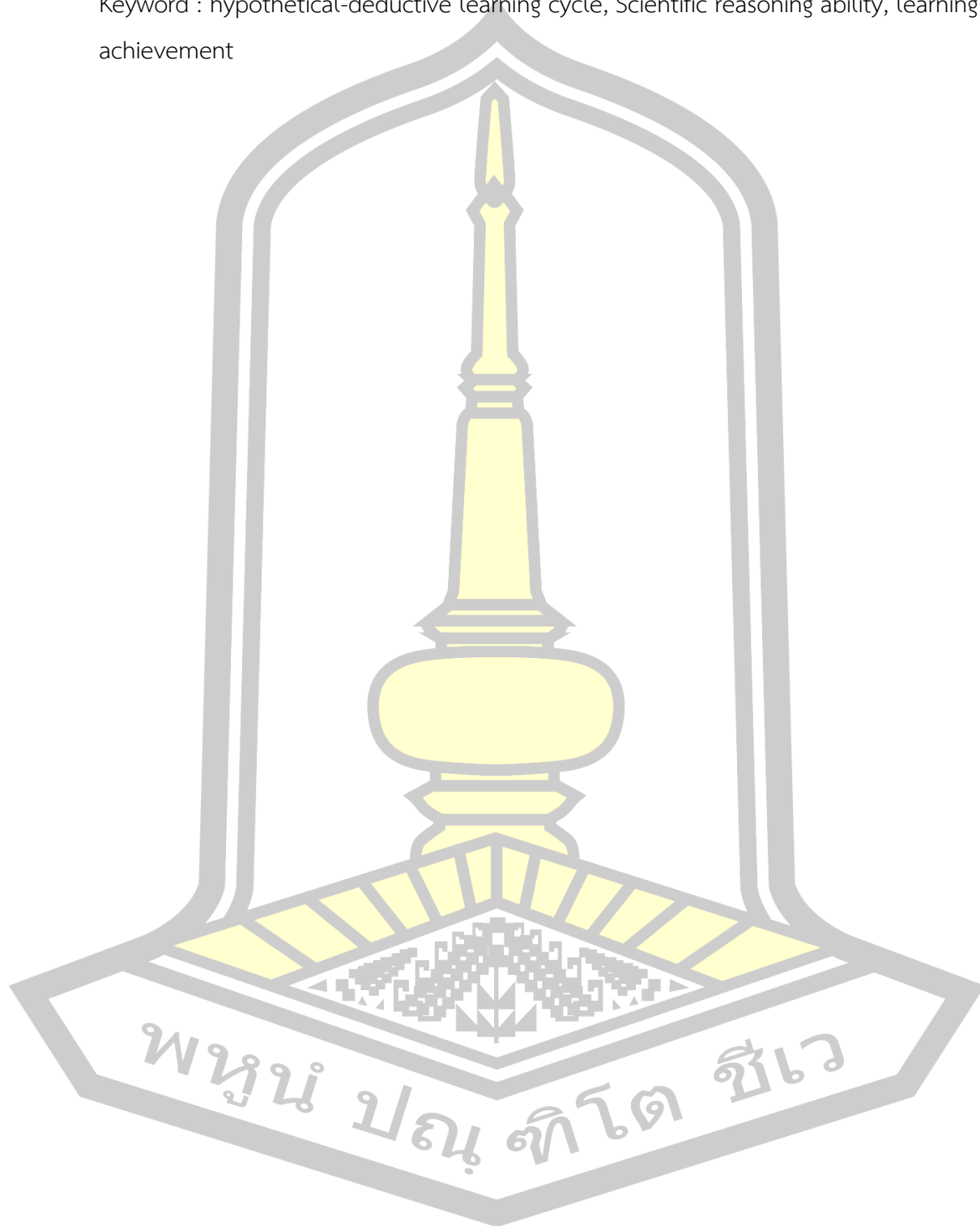
The purposes of this research were: 1) to develop of scientific reasoning ability on plant life of grade 10 students by using the hypothetical-deductive learning cycle to pass the criteria at good level and 2) to compare learning achievement on plant life of grade 10 students before and after the hypothetical-deductive learning cycle. The research samples was 32 students grade 10/12 students in 2nd semester of 2023 academic years at Det Udom school Ubonratchathani. The research instruments included: 1) the lesson plans on topic of plant life, 2) the scientific reasoning ability test and 3) the achievement test. Statistics used in this study consist of percentage, mean, standard deviation and t-test (Dependent Sample)

The results were as follows:

1) Students who had learned through the hypothetical-deductive learning cycle had scientific reasoning ability to pass the criteria at good level were 28 students and not pass the criteria at good level were 4 students with an average total score of 19.93 or 66.45 percent, respectively.

2) Students who had learned through the hypothetical-deductive learning cycle had the average score of academic achievement after studied was higher than before studied with statistically significant at the level of .05.

Keyword : hypothetical-deductive learning cycle, Scientific reasoning ability, learning achievement



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จูติวรดา พลเยี่ยม อาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนความช่วยเหลืออื่นๆ เป็นอย่างดียิ่งจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ชี้แนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ และทำให้ผู้วิจัยเกิดประสบการณ์ในการศึกษาครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนเดชอุดม คณะครูและนักเรียนโรงเรียนเดชอุดม อำเภอเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล และคอยอำนวยความสะดวกต่างๆ ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่ให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้วิจัย

เมธาพร อนันทวรรณ

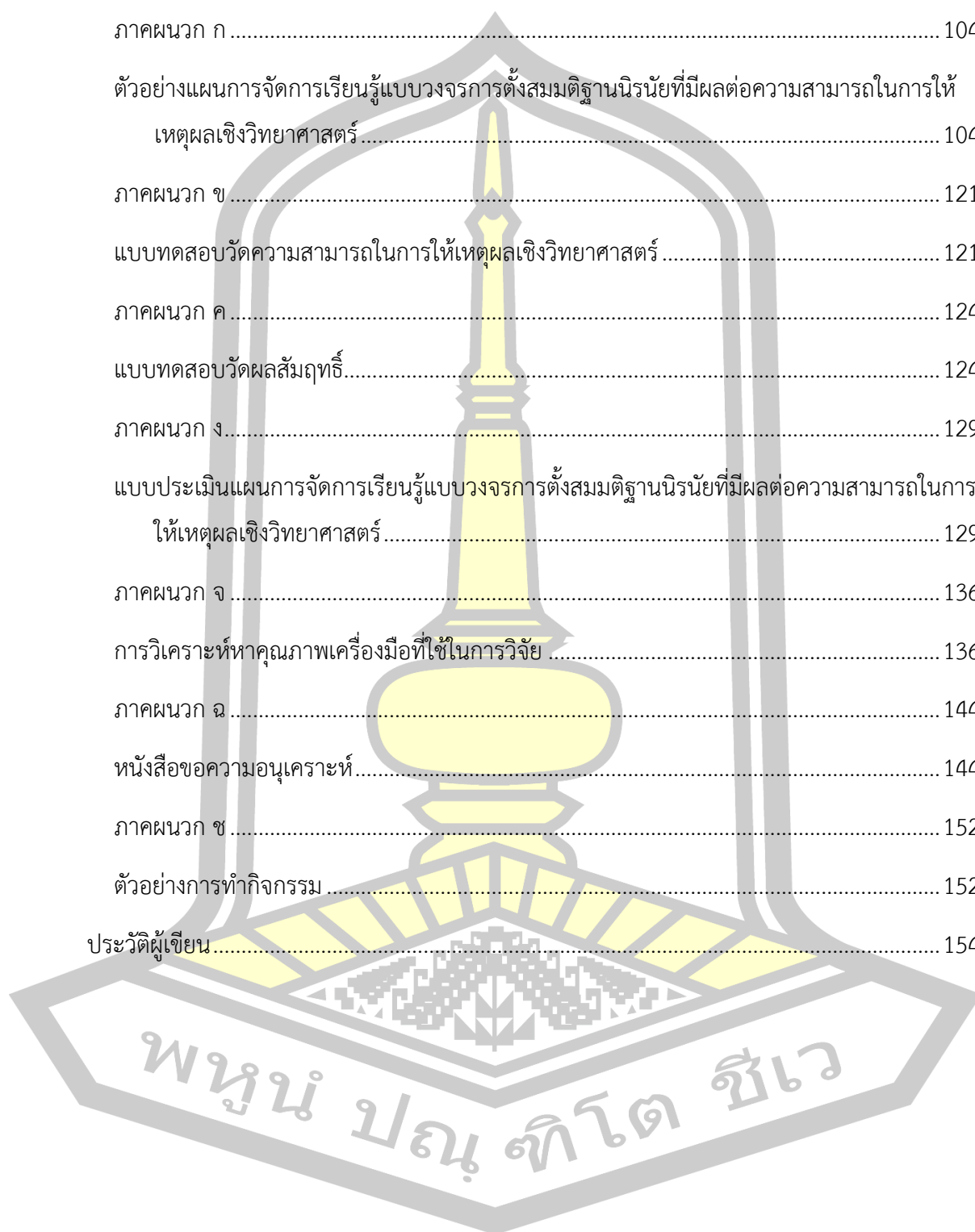
พนุน ปณ จิตโต ชีเว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ท
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2	8
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์.....	8
การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนिरนัย.....	23
ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์.....	37
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	48

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	57
งานวิจัยในประเทศ	57
งานวิจัยต่างประเทศ	60
บทที่ 3	62
วิธีดำเนินการวิจัย	62
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	62
แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย	62
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	63
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ	63
การเก็บรวบรวมข้อมูล	80
การวิเคราะห์ข้อมูล	80
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	81
บทที่ 4	85
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	85
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	85
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	85
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
บทที่ 5	89
สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	89
ความมุ่งหมายของการวิจัย	89
สรุปผล	89
อภิปรายผล	89
ข้อเสนอแนะ	92
บรรณานุกรม	93

ภาคผนวก.....	103
ภาคผนวก ก	104
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินัยที่มีผลต่อความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	104
ภาคผนวก ข	121
แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	121
ภาคผนวก ค	124
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	124
ภาคผนวก ง.....	129
แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินัยที่มีผลต่อความสามารถในการ ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	129
ภาคผนวก จ	136
การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	136
ภาคผนวก ฉ	144
หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	144
ภาคผนวก ช	152
ตัวอย่างการทำกิจกรรม	152
ประวัติผู้เขียน.....	154



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชารายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ.....	14
ตารางที่ 2 เปรียบเทียบขั้นการจัดการเรียนการสอนของวงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนिरनय ของนักการศึกษา.....	29
ตารางที่ 3 บทบาทครูและนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนिरनय (วิธียา 33	
ตารางที่ 4 บทบาทครูและนักเรียนในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนिरनय....	35
ตารางที่ 5 เปรียบเทียบองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษา	41
ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson (2009)	44
ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ ภัทรวรรณ ไชย	45
ตารางที่ 8 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ วิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์	46
ตารางที่ 9 สรุปเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	47
ตารางที่ 10 แบบแผนการวิจัยแบบ Single Group Pretest-Posttest Design.....	63
ตารางที่ 11 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สำระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้จัด กิจกรรมการเรียนรู้ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนिरनय สำระ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	64
ตารางที่ 12 จำนวนข้อแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	73
ตารางที่ 13 องค์ประกอบและตัวอย่างข้อคำถามการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	73
ตารางที่ 14 เกณฑ์ประเมินพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	74
ตารางที่ 15 จำนวนข้อแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	77
ตารางที่ 16 เกณฑ์การแปลผลระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	81
ตารางที่ 17 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช หลังการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนिरนय	86

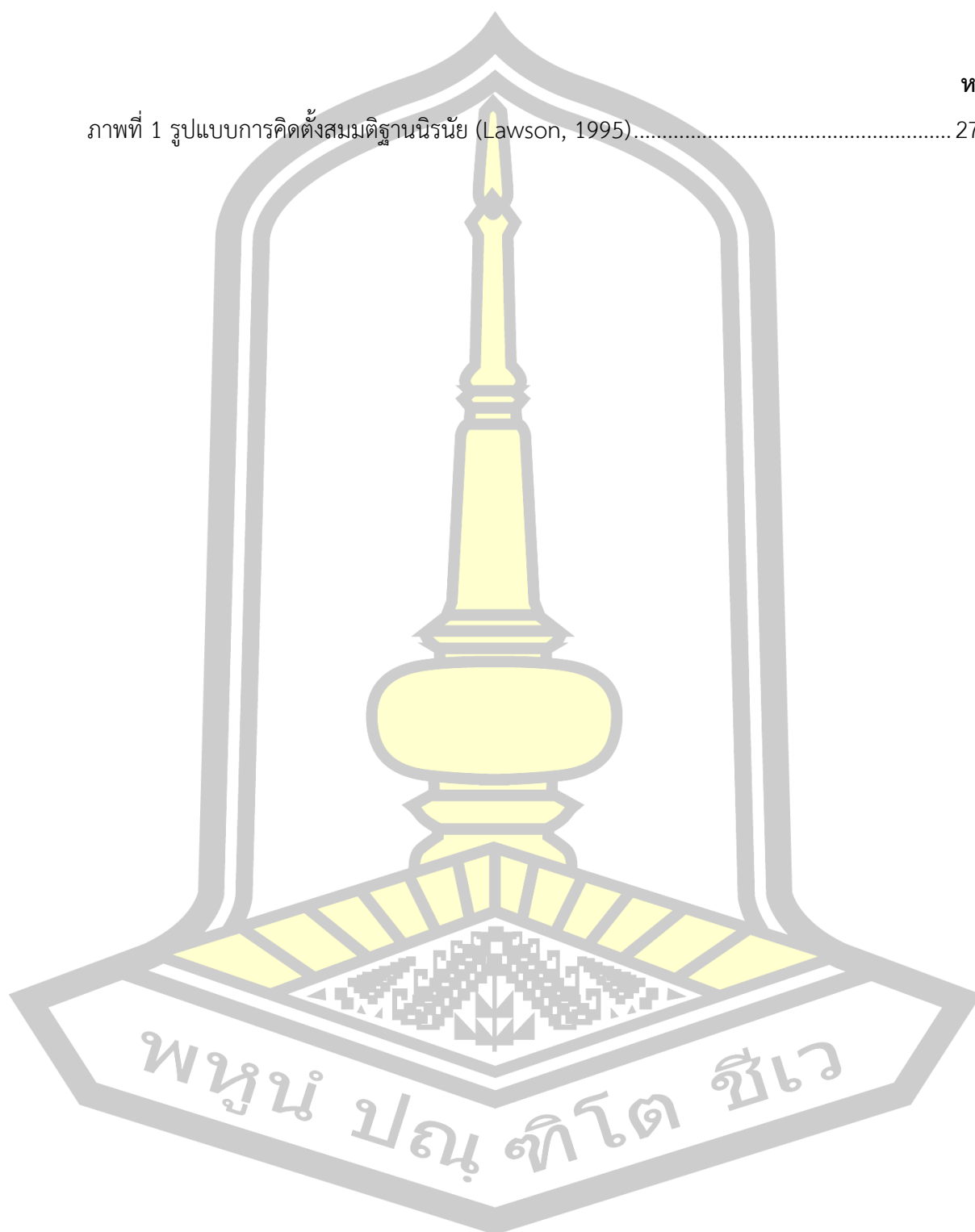
ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลัง	88
ตารางที่ 19 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ 1.....	130
ตารางที่ 20 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ 2.....	131
ตารางที่ 21 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ 3.....	132
ตารางที่ 22 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ 4.....	133
ตารางที่ 23 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ 5.....	134
ตารางที่ 24 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ 6.....	135
ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	137
ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	141
ตารางที่ 27 ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	142



สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 รูปแบบการคิดตั้งสมมติฐานนिरนัย (Lawson, 1995).....	27
---	----



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 6 กำหนดให้การจัดการศึกษามีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญาความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรม วัฒนธรรมในการดำรงชีวิตสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ความรอบรู้อันเป็นสากล ทั้งทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และความสามารถทางภาษา ตลอดจนอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมีความสามารถในการประกอบอาชีพ รู้จักพึ่งตนเอง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่รู้และเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) รัฐบาลกำหนดแนวนโยบายที่ชัดเจนเพื่อเร่งพัฒนาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาให้เป็นเครื่องมือยกระดับคุณภาพและกระจายโอกาสทางการศึกษาให้มีระบบการเรียนรู้แบบอิเล็กทรอนิกส์แห่งชาติเป็นกลไกในการปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศน์ของการเรียนรู้ โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ปรับปรุงห้องเรียนเพื่อให้ได้มาตรฐานห้องเรียนอิเล็กทรอนิกส์รวมทั้งเร่งดำเนินการให้กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาสามารถดำเนินการได้สอดคล้องกับปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยปรับโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาให้ทันสมัย มีการนำเทคโนโลยีและการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงเข้ามามีส่วนในการจัดการเรียนการสอน และปรับระบบดึงดูด การคัดเลือก การผลิตและพัฒนาครูที่จะนำไปสู่การมีครูสมรรถนะสูง เป็นครูยุคใหม่มีความสามารถออกแบบและจัดระบบการสร้างความรู้สร้างวินัย การกระตุ้นและสร้างแรงบันดาลใจ เปิดโลกทัศน์มุมมองของนักเรียนและครูด้วยการสอนในเชิงแสดงความคิดเห็นให้มากขึ้นควบคู่กับหลักการทางวิชาการ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559) สอดคล้องกับแนวนโยบายการจัดการศึกษาของชาติ ที่กำหนดเป้าหมายให้นักเรียนได้รับการพัฒนา ในด้านกระบวนการคิด จินตนาการ มีทักษะกระบวนการและมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้

การจัดการเรียนรู้จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และให้ความหมายสำหรับนักเรียนแต่ละคนให้นักเรียนได้สร้างและใช้ความคิดอย่างกว้างขวางรวมทั้งใช้กลยุทธ์ทางปัญญาเพิ่มเติมความเข้าใจให้กับตนเองกับสิ่งที่อยู่รอบข้าง การสอนวิทยาศาสตร์จึงไม่ควรเน้นเนื้อหาเพียงด้านเดียว ครูต้องจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้มีโอกาสแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของตัวนักเรียนเอง เพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ต่อไป

(กรมวิชาการ, 2546) ซึ่งการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก็มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาเทคโนโลยี พัฒนาสังคม เศรษฐกิจ และอุตสาหกรรม (OECD, 2015) (UNESCO, 2012) ทั้งยังมีความสำคัญต่อการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และในด้านอื่น ๆ อีกด้วย เช่น การวินิจฉัยหลักฐานต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยหลักการของการให้เหตุผล

เครื่องมือที่ใช้ในการแสวงหาความรู้อย่างหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อให้ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (จันทรเพ็ญ เชื้อพานิช, 2542) โดย Kuhn (1993) ระบุว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ ใช้ในการอธิบาย ทำนาย และควบคุมสถานการณ์ที่อยู่รอบๆ ตัว ทั้งนี้ Joe (2015) กล่าวว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลสินค้าก่อนเลือกบริโภค เป็นต้น และยังเป็นเครื่องมือที่นำมาซึ่งความรู้ใหม่และการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณในตัวบุคคล (Han, 2014) จุดเน้นหลักในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์คือการแสดงความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปนั้น ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในวิทยาศาสตร์และทำให้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการสร้างระบบความรู้ใหม่ ซึ่งนักเรียนในปัจจุบันจำเป็นต้องมีความสามารถในการปรับตัวเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกเทคโนโลยี และเมื่อทักษะนี้ถูกปลูกฝังให้กับนักเรียนอย่างเหมาะสมจะช่วยให้นักเรียนกลายเป็นผู้ที่มีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และระบบในการแก้ไขปัญหาที่หลากหลายบริบทได้ดีขึ้น นักเรียนจะสามารถทบทวนสิ่งที่สำคัญและสามารถสะท้อนข้อมูล ลงข้อสรุป แก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์และใช้รูปแบบการให้เหตุผลที่หลากหลายเมื่อได้เจอสถานการณ์ใหม่ที่ท้าทาย

สภาพปัญหาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ผ่านมา นักเรียนส่วนหนึ่งยังไม่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อาจจะด้วยปัจจัยหลายประการไม่ว่าจะเป็นเทคนิคหรือวิธีการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ ตลอดจนวิธีการสอนของครูยังใช้การบอกความรู้โดยยัดยัดวิชาเป็นตัวตั้งไม่สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีเหตุผลได้ การขาดทักษะการสอนของครูวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนไม่สามารถเกิดการเรียนรู้และมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ (สุสิทธิ์ บุตรโคตร, 2555) จากการศึกษาสภาพปัญหาจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนเดชอุดม เมื่อพิจารณาจากการประเมินสมรรถนะสำคัญของนักเรียนพบว่าค่าเฉลี่ยความสามารถในการคิด คือ ร้อยละ 23.5 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหา คือ ร้อยละ 32.7 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์เป้าหมายของสถานศึกษา นอกจากนี้ในรายงานสรุปไว้ว่า สาเหตุเกิดจากครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยยัดยัดแบบเรียนเป็นหลักใช้การสอนแบบบรรยาย ยกตัวอย่างให้

นักเรียนดูแล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อการสอนน้อย ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อกระบวนการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนเป็นอย่างมาก และจากรายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาภายนอกระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานรอบ 2 ได้สรุปข้อมูลด้านนักเรียนไว้ว่า นักเรียนควรได้รับการพัฒนาให้เป็นผู้มีทักษะ ในการคิดเป็น ทำเป็น ความมีเหตุผล แก้ปัญหาเป็น โดยให้ครูฝึกการทำงานที่เน้นการใช้กระบวนการกลุ่มให้นักเรียนร่วมกันคิดหาเหตุผลจากปัญหาที่สนใจหรือการฝึกให้คิดจากการรู้จักการตั้งคำถามเชิงลึก ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้ โดยผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อที่จะส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลและมีส่วนร่วมออกแบบการเรียนรู้หรือนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้มากที่สุด (กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น, 2560) การพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มีวิธีการหลากหลาย เช่น การจัดกิจกรรมที่มีการระบุ ปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม การตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การสร้างและออกแบบสิ่งที่สร้างขึ้นใหม่ การสร้างหลักฐาน การประเมินค่าหลักฐานและการเขียนข้อสรุป (Fischer, 2014)

จากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดให้เหตุผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของการเรียนรู้และจะเป็นตัวกระตุ้นในการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (ไพศาล สุวรรณน้อย, 2559) ในการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย นักเรียนจะได้เรียนรู้ด้วยการลงมือทำด้วยตนเอง (Learning by Doing) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่ให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและเป็นวิธีที่สามารถจูงใจนักเรียนให้มีความสนใจเรียนเป็นอย่างมาก มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ขั้นที่ 1 การศึกษา นักเรียนทำการศึกษาทฤษฎี สถานการณ์ ปัญหาตัวอย่าง บทความ สื่อหรือ ศึกษาสำรวจวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้น โดยสถานการณ์นั้นเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง กับเรื่องที่นักเรียนกำลังศึกษา ขั้นที่ 2 การตั้งคำถาม นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสาเหตุของสถานการณ์ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการทำการศึกษาค้นคว้า ซึ่งเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ทำการศึกษา ในขั้นการศึกษาสถานการณ์ ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน นักเรียนตั้งสมมติฐานทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ อย่างมีเหตุผลซึ่งเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำลังทำการศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบในขั้นตอนของการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูล ขั้นที่ 4 การออกแบบและปฏิบัติทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองและลงมือปฏิบัติหรือทำการศึกษาค้นคว้า ข้อมูลเพื่อตอบคำถามที่ตั้งไว้ ขั้นที่ 5 การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ นักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจต่อสมาชิกในกลุ่มและเพื่อนนักเรียนต่างกลุ่ม โดยครูเป็นเพียงผู้สังเกต ผู้ซักถามและผู้ช่วยนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้คำแนะนำเพียงเล็กน้อยหรือใช้คำถามแนะแนวทางในการคิดของนักเรียน ขั้นที่ 6 นำไปใช้ ครูรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสำรวจจากนักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้นแนะนำคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับ

สิ่งที่นักเรียนศึกษา รวมทั้งความรู้เพิ่มเติมโดยอาจใช้สื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เช่น ตำราเรียน วิดีทัศน์ หรือสื่ออื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนนำไปเชื่อมโยงเข้ากับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ จากนั้นนักเรียนนำโน้ตที่ได้อ่านมาใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ครูกำหนดให้ ซึ่งงานงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะพบว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนกำหนดและทดสอบสมมติฐานเชิงสาเหตุจากสถานการณ์สามารถพัฒนาความคิดของนักเรียน และสามารถใช้สอนได้กับทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ โดยการเรียนรู้แบบนี้มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้โดยการชี้แนะตนเอง ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีความหมายต่อนักเรียน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) ทำให้นักเรียนสามารถคิดเป็นระบบมากขึ้นรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลในการตัดสินใจแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดหรือปัญหาในชีวิตประจำวัน (สำนักพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอน, 2551) ช่วยให้นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกและมีความสนใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่คงทน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (ศรัลยา วงเอี่ยม และคณะ, 2559) และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น (พิมพ์ใจ เกตุการณ์ และคณะ, 2560) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการออกแบบการเรียนการสอน และพัฒนาหลักสูตรโดยมีการจัดกิจกรรมในห้องเรียน โดยให้นักเรียน มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนที่เน้นการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมุติฐานนิรนัยเป็นวิธีสอนที่สอดคล้องกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบหนึ่ง ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากทฤษฎี หรือปัญหาที่เกิดขึ้น โดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อนักเรียน โดยตัวทฤษฎี หรือปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลและสืบค้นหาข้อมูลเพื่อเข้าใจกลไกของตัวปัญหา เป็นวิธีสอนที่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมุติฐานนิรนัยจึงได้นำแนวคิดมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมุติฐานนิรนัย เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้และสามารถนำความรู้ที่ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ และเพิ่มศักยภาพของนักเรียนด้วยการส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาความรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช หลังการจัดการเรียนรู้แบบวงจรตั้งสมมติฐานนिरनय ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนिरनय

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนिरनय เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้ปรับแก้แนวคิดและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา โดยการประยุกต์การจัดการเรียนรู้แบบวงจรตั้งสมมติฐานนिरनय เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
2. สามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาและรายวิชาอื่นๆ สำหรับครูผู้สอนและผู้เกี่ยวข้อง เพื่อให้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ และสามารถพัฒนาคุณภาพทางการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนिरनयที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 15 ห้อง รวม 562 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/12 แผนการเรียนภาษาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น คือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย

3.2 ตัวแปรตาม คือ 1) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทั้งหมด 6 เรื่อง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าที่มีทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าที่มีทิศทางไม่สัมพันธ์กับสิ่งเร้า

5. ระยะเวลาในการทดลอง

ทดลองภายในเดือนมกราคม จำนวน 4 สัปดาห์ 6 คาบ 9 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 เรื่อง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย หมายถึง วงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยจะเน้นให้นักเรียนมีบทบาทที่สำคัญโดยจะกำหนดและทดสอบสมมติฐานเชิงสาเหตุจากสถานการณ์ การปฏิบัติการทดลอง จากนั้นเปรียบเทียบวิเคราะห์และไปอธิบายสถานการณ์ ปัญหาใหม่ที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยกระตุ้นการเรียนรู้และบรรลุเป้าหมาย โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษา เป็นขั้นเตรียมความพร้อมสำหรับนักเรียน ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับหัวข้อที่กำลังจะเรียน และนำเสนอทฤษฎี สถานการณ์ ปัญหาตัวอย่าง บทความสื่อหรือวัสดุอุปกรณ์ต่างๆเกี่ยวกับหัวข้อที่กำลังจะเรียน

ขั้นที่ 2 การตั้งคำถาม ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มและกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้หรืออยากค้นคว้าหาข้อมูล รวมทั้งครูตรวจสอบการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนระบุแนวปัญหาให้ชัดเจน

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน นักเรียนตั้งสมมติฐานทางเลือกที่อาจเป็นไปได้อย่างมีเหตุผลเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำลังทำการศึกษา

ขั้นที่ 4 การออกแบบและปฏิบัติทดลอง ครูให้นักเรียนออกแบบการทดลอง และปฏิบัติหรือทำการศึกษาสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลจากที่ได้ทำการออกแบบ โดยครูจะช่วยแนะแนวทางในการปฏิบัติหรือทำการศึกษาสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลของนักเรียน

ขั้นที่ 5 การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติหรือทำการศึกษาสำรวจการเปรียบเทียบและวิเคราะห์กับสมาชิกในกลุ่มและนักเรียนต่างกลุ่ม ครูตรวจสอบคำอธิบายว่ามีความเชื่อมโยงกับสถานการณ์ข้างต้นหรือไม่

ขั้นที่ 6 การนำไปใช้ ครูและนักเรียนร่วมกันรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสำรวจจากนักเรียนแต่ละกลุ่มและสรุป แนะนำคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนศึกษา รวมทั้งความรู้เพิ่มเติมและครูนำเสนอสถานการณ์ ปัญหา บทความใหม่ๆ เพื่อให้นักเรียนนำแนวคิดที่ได้จากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหา

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดให้เหตุผล เพื่อที่จะนำไปสู่การหาข้อสรุปหรือข้อเท็จจริงของเหตุการณ์อย่างสมเหตุสมผล โดยมีการรวบรวมข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ มาใช้ในการวิเคราะห์ผลและนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์หรือคาดเดาเหตุการณ์ในสถานการณ์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยแบบทดสอบแต่ละข้อประกอบด้วยข้อคำถามย่อย 3 ข้อ ที่วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ Lawson (2009) ซึ่งมีอยู่ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยานได้ 2) สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลได้ 3) สามารถคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวได้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการ รวมทั้งสมรรถภาพของสมองด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า การอบรม การสั่งสอนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่วัดตามองค์ประกอบของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามแนวคิดของ Bloom (1982) ซึ่งมีอยู่ 6 ระดับ ได้แก่ 1) ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ 6) การประเมินค่า

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง เป็นการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ.2560)
2. การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย
3. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ โดยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น
3. วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. เทคโนโลยี

4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สาระสำคัญและมาตรฐานการเรียนรู้

โดยกำหนดสาระสำคัญและมาตรฐานการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของ ประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย ทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของ สสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิด ปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์ อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ให้วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่างๆ รวมทั้งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาผลผลิตต่าง ๆ ที่ใช้ในการอำนวยความสะดวกทั้งในชีวิตและการทำงาน นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังช่วยพัฒนาวิธีคิดและทำให้มีทักษะที่จำเป็นในการตัดสินใจและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้และทักษะที่สำคัญตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญยิ่ง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

โดยกำหนดเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะ ในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า

7. เพื่อให้มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

แนวทางการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประเมินทั้งด้าน ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนที่ควรเกิดขึ้นหลังจากได้เรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ผลที่ได้จากการประเมินจะช่วยให้ครูทราบถึง ความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ให้เหมาะสมกับนักเรียน

เครื่องมือวัดและประเมินผลมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น แบบทดสอบรูปแบบต่างๆ แบบ ประเมินทักษะ แบบประเมินคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูอาจเลือกใช้เครื่องมือสำหรับการ วัดและประเมินผล จากเครื่องมือมาตรฐานที่มีผู้พัฒนาไว้แล้ว ดัดแปลงจากเครื่องมือที่ผู้อื่นทำไว้แล้ว หรือสร้างเครื่องมือใหม่ขึ้นเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2554)

ตัวชี้วัดรายวิชา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีตัวชี้วัดรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

1. อธิบายโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ด้วยวิธีต่างๆ
2. ระบุโครงสร้างและอธิบายการทำงานของไต กลไกการรักษาสมดุลภาพของน้ำและสาร ดุลย ภาพกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด
3. อธิบายกลไกการรักษาสมดุลภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยการทำงานของหลอดเลือดฝอย ต่อมเหงื่อ เส้นขนที่ผิวหนัง และกล้ามเนื้อ
4. อธิบายบทบาทของอวัยวะหรือเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ป้องกันและทำลายเชื้อโรคหรือสิ่ง แปลกปลอม
5. ระบุและอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช การ ตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่างๆ
6. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น เพื่อนำมาใช้ ในทางการเกษตรและเพิ่มผลผลิตของพืช

7. อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในกรณีของมัลติเพิลแอลลีล และยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ ตามหลักของเมนเดล

8. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

9. อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติและระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ

10. ระบุและเปรียบเทียบองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางภูมิศาสตร์และความหลากหลายของที่เป็นลักษณะเฉพาะของไบโอมชนิดต่างๆ

11. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

12. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และอภิปรายสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เกิดผลกระทบกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในระดับประเทศและระดับโลกและนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา สืบค้น วิเคราะห์ อธิบาย อภิปราย เปรียบเทียบ ระบุขั้นตอน ยกตัวอย่าง คำนวณหาโอกาส สรุปความสัมพันธ์ สรุปผลการทดลอง สรุปสาระสำคัญของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ พร้อมทั้งอธิบาย และเปรียบเทียบการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ด้วยวิธีต่างๆ การทำงานของไต กลไกการรักษา ดุลยภาพของน้ำและสาร ดุลยภาพกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด การรักษา ดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยการทำงานของหลอดเลือดฝอย ต่อมเหงื่อ เส้นขนที่ผิวหนัง และ กล้ามเนื้อพบาทของอวัยวะหรือเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ป้องกันและทำลายเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอม ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่างๆ สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น เพื่อนำมาใช้ในทางการเกษตรและเพิ่มผลผลิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในกรณีของมัลติเพิลแอลลีล และยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ ตามหลักของเมนเดลความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติและระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพ อธิบาย

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางภูมิศาสตร์และความหลากหลายของที่เป็นลักษณะเฉพาะของไบโอมชนิดต่างๆ การเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศสาเหตุของปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เกิดผลกระทบกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในระดับประเทศและระดับโลกและนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

โครงสร้างรายวิชา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ.2560) มี

โครงสร้างรายวิชารายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชารายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้/สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
1	การ ลำเลียง สารเข้า และออก จากเซลล์	เซลล์มีการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ โดยมีการควบคุมทั้งชนิดและปริมาณสารที่ผ่านเข้าออก กระบวนการนี้ทำให้เซลล์รักษาคูเลอภาพไว้ได้และเซลล์สามารถทำงานได้ตามปกติ ซึ่งส่งผลให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้เยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่านในการลำเลียงสาร โดยโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์มีความสัมพันธ์กับการลำเลียงสาร ซึ่งมีหลายวิธี เช่น การแพร่แบบธรรมดา ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอกทีฟทรานสปอร์ต เอนโดไซโทซิส และเอกโซไซโทซิส	1. อธิบายโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ด้วยวิธีต่างๆ	4

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้/สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
2	การรักษา คุณภาพ ของ ร่างกาย มนุษย์	มนุษย์จะดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติ จะต้องรักษาคุณภาพในร่างกาย การ รักษาคุณภาพของร่างกาย ได้แก่ การ รักษาคุณภาพของน้ำและสารในเลือด โดยการทำงานของไต การรักษาคุ ลภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการ ทำงานของไตและปอด การรักษาคุ ลภาพของอุณหภูมิในร่างกายโดยการ ทำงานร่วมกันของ ระบบหมุนเวียน เลือด ต่อมเหงื่อ เส้นขนที่ผิวหนัง กล้ามเนื้อโครงร่าง และระบบประสาท เมื่อร่างกายได้รับเชื้อโรคหรือสิ่ง แปลกปลอมทำให้ไม่สามารถรักษา คุณภาพได้ ร่างกายจะมีกลไกการ ต่อต้านหรือทำลายโดยการทำงานของ ระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่ง แปลกปลอมแบบไม่จำเพาะโดยเป็น การป้องกันไม่ให้เชื้อโรคเข้าสู่เนื้อเยื่อ ในร่างกายหรือกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่ เข้าสู่ร่างกายโดยกระบวนการต่างๆ สำหรับกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่ง แปลกปลอมแบบจำเพาะเป็นการ ทำงานโดยเซลล์เม็ดเลือดขาวลิมโฟ ไซต์ คือ เซลล์บี และเซลล์ที ขณะเดียวกันมนุษย์ยังสามารถ เสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายได้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ	2. ระบุโครงสร้างและ อธิบายการทำงานของ ไต กลไกการรักษา คุณภาพของน้ำและ สาร ดุลยภาพกรด- เบสของเลือดโดยการ ทำงานของไตและปอด 3. อธิบายกลไกการ รักษาคุณภาพของ อุณหภูมิภายใน ร่างกายโดยการ ทำงานของหลอดเลือด ฝอย ต่อมเหงื่อ เส้น ขนที่ผิวหนัง และ กล้ามเนื้อ 4. อธิบายบทบาทของ อวัยวะหรือเนื้อเยื่อที่ ทำหน้าที่ป้องกันและ ทำลายเชื้อโรคหรือสิ่ง แปลกปลอม	17

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้/สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
		ภูมิคุ้มกันรับมาและภูมิคุ้มกันตนเอง บางครั้งอาจเกิดความผิดปกติของ ระบบภูมิคุ้มกัน เช่น โรคภูมิแพ้ ที่เกิด จากภูมิคุ้มกันตอบสนองต่อแอนติเจน บางชนิดรุนแรงเกินไป โรค lupus หรือ โรคเอสแอลอีที่เกิดจากภูมิคุ้มกันของ ร่างกายมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อ เนื้อเยื่อหรือเซลล์ของตนเอง และโรค เอดส์ที่เกิดจากภูมิคุ้มกันบกพร่องจาก การติดเชื้อ HIV		
3	การ ดำรงชีวิต ของพืช	พืชสร้างน้ำตาลจากการสังเคราะห์ ด้วย แสง โดยน้ำตาลที่สร้างขึ้นนี้ถ้าถูก นำไปใช้ในการหายใจระดับเซลล์ เพื่อให้ได้พลังงานสำหรับใช้ในกิจกรรม ต่าง ๆ และเป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับ กระบวนการสังเคราะห์สารอินทรีย์ และการเจริญเติบโต สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นมีทั้งที่ จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช กระบวนการสังเคราะห์สารอินทรีย์ และการเจริญเติบโต สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นมีทั้งที่ จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช	5. ระบุและอธิบาย เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผล ต่อการเจริญเติบโต และการดำรงชีวิตของ พืช การตอบสนองของ พืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบ ต่างๆ 6. สืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับสารควบคุม การเจริญเติบโตของ พืชที่มนุษย์สังเคราะห์ ขึ้น เพื่อนำมาใช้ในทาง การเกษตรและเพิ่ม ผลผลิตของพืช	9

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้/สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
		โดยตรงซึ่งพบได้ในพืชทุกชนิด เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรด นิวคลีอิก กรดแอมิโน วิตามิน คลอโรฟิลล์ ฮอร์โมนพืช และ สารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง พืชสร้างน้ำตาลจากการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยน้ำตาลที่สร้างขึ้นนี้ถ้าถูกนำไปใช้ในการหายใจระดับเซลล์เพื่อให้ได้พลังงานสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ และเป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับกระบวนการสังเคราะห์สารอินทรีย์และการเจริญเติบโต สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นมีทั้งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงซึ่งพบได้ในพืชทุกชนิด เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรด นิวคลีอิก กรดแอมิโน วิตามิน คลอโรฟิลล์ ฮอร์โมนพืช และสารที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยตรงซึ่งพบได้ในพืชบางชนิดเพื่อช่วยให้พืชเหล่านั้นมีชีวิตรอดและแพร่กระจายพันธุ์ได้ โดยปัจจุบัน		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้/สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
		มนุษย์นำสารอินทรีย์ในกลุ่มนี้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย เช่น การใช้ประโยชน์จากยางพารา สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ใช้เป็นยา เป็นต้น การเจริญเติบโตของพืชถูกควบคุมด้วยปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน ปัจจัยภายนอกที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น แสง คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ อุณหภูมิ ธาตุอาหาร ออกซิเจน และศัตรูพืช ส่วนปัจจัยภายใน ได้แก่ ฮอร์โมนพืช ซึ่งพืชสังเคราะห์ขึ้นเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงชีวิตมนุษย์สังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชโดยเลียนแบบฮอร์โมนพืช เพื่อนำมาใช้ควบคุมการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิตของพืช การตอบสนองของพืชจะมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช โดยพืชสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าในรูปแบบของการเคลื่อนไหวได้ ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ การตอบสนองที่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า และการตอบสนองที่มีทิศทางไม่สัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้/สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
4	พันธุกรรม และ วิวัฒนาการ	ลักษณะทางพันธุกรรมเป็นลักษณะที่สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกและรุ่นต่อ ๆ ไปได้ ซึ่งการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีรูปแบบที่หลากหลาย บางกรณีมีรูปแบบที่แตกต่างจากกรณีที่เป็นเมนเดลศึกษา เนื่องจากมีจำนวนรูปแบบแอลลีลของยีนที่แตกต่างไป หรือเป็นยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ เป็นต้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเกิดผ่านยีนซึ่งเป็นช่วงของ DNA ที่อยู่บนโครโมโซม โดยลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนกำหนดลักษณะโปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้น แอลลีลรูปแบบต่างกันจะมีลำดับนิวคลีโอไทด์ต่างกัน ทำให้ได้โปรตีนที่มีสมบัติต่างกัน การเปลี่ยนแปลงของลำดับนิวคลีโอไทด์จัดเป็นมิวเทชัน ซึ่งอาจเกิดในระดับยีนหรือในระดับโครโมโซม มิวเทชันอาจก่อให้เกิดผลเสีย ผลดี หรือไม่ส่งผลใดๆ ต่อสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้โปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้นเปลี่ยนแปลงหรือไม่และอย่างไร มนุษย์ประยุกต์ใช้หลักการของการเกิดมิวเทชันในการชักนำให้ได้	7.อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในกรณีของมัลติเพิลแอลลีลและยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ ตามหลักของเมนเดล 8. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ 9. อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติและระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ	14

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้/สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
		สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่แตกต่างจากเดิมโดยการใช้รังสีและสารเคมี มนุษย์นำความรู้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาประยุกต์ใช้ในหลายด้านทั้งด้านการแพทย์และเกษตรกรรมด้านการเกษตร ด้านนิติวิทยาศาสตร์ และด้านอุตสาหกรรม ซึ่งการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอดังกล่าวต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบทางด้านสังคมด้วย มิวเทชันและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ๆ โดยธรรมชาติจะมีการคัดเลือกสมาชิกในประชากรที่มีลักษณะที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในขณะนั้น ทำให้ลักษณะดังกล่าวสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อ ๆ ไปได้ การคัดเลือกโดยธรรมชาติดังกล่าวนี้อาจเกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานหลายชั่วรุ่น จนนำไปสู่ความแตกต่างกันของประชากรในปัจจุบันกับในรุ่นบรรพบุรุษ และนำไปสู่ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในปัจจุบัน		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้/สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
5	ชีวิตใน สิ่งแวดล้อม	โลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตามสภาพภูมิอากาศ ทำให้มีระบบนิเวศที่หลากหลาย และเกิดเป็นความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากการกระทำของมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงแทนที่เป็นการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เป็นเวลานาน ซึ่งเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพ ส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปสู่สมดุลจนเกิดสังคมสมบูรณ์ได้ โดยการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในระบบนิเวศทั้งองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร ประชากรมนุษย์มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจากความระมัดระวังและมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งอาจจะมีการส่งผลให้เกิดปัญหาต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	10.มีการระบุและเปรียบเทียบองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางภูมิศาสตร์และความหลากหลายที่เป็นลักษณะเฉพาะของไบโอมชนิดต่างๆ 11. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากการกระทำของมนุษย์ และยกตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทาง	10

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้/สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
		ปัญหาที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม บางปัญหาส่ง ผลกระทบต่อในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ หรือระดับโลก จะเป็น การลดปริมาณการใช้ ทรัพยากรธรรมชาติ การกำจัดของ เสียที่เป็นสาเหตุของปัญหา สิ่งแวดล้อม และการวางแผนจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติที่ดี เป็นแนวทาง ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และลดปัญหาสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิด การใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน	ชีวภาพที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงขนาดของ ประชากรสิ่งมีชีวิตใน ระบบนิเวศ 12.สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และ อภิปรายสาเหตุของ ปัญหาที่เกิดขึ้น ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมที่ เกิดผลกระทบกับ มนุษย์และสิ่งแวดล้อม ในระดับประเทศและ ระดับโลกและนำเสนอ แนวทางในการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อม	
		กลางภาค		3
		ปลายภาค		3
		รวมทั้งสิ้น		60

จากข้างต้นสรุปได้ว่า เป็นแนวทางให้ผู้สอนสามารถที่จะนำเนื้อหาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งจะใช้หลักสูตรแกนกลางเป็นกรอบในการดำเนินการสอนในชั้นเรียนและสามารถใช้ได้หลากหลายวิธีตามแนวคิดของผู้สอน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การดำรงชีวิตของพืชกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/12 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนเดชอุดม สำหรับการวิจัยในครั้งนี้

การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย

ความหมายของวงจรการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของวงจรการเรียนรู้ไว้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Purser and Renner (1983) กล่าวว่า “วงจรการเรียนรู้ คือ วิธีการสอน ซึ่งประกอบด้วย ขั้นการศึกษาสำรวจ ขั้นการสร้างมโนทัศน์ และขั้นการขยายความคิด เรียงลำดับต่อเนื่องจนครบวงจร ทั้งนี้วงจรการเรียนรู้มีพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งได้แก่ การซึมซับเข้าสู่โครงสร้างทางความคิด การเกิดภาวะสมดุล การปรับโครงสร้างทางความคิด และการจัดระบบโครงสร้างทางความคิด”

Abraham and Renner (1986) กล่าวว่า “วงจรการเรียนรู้ คือ แนวทางการสอนทั่ว ๆ ไปที่สามารถใช้ในการออกแบบเอกสารประกอบหลักสูตรและวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งพัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้ ขั้นการศึกษาสำรวจ (exploration) ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (concept invention) ขั้นการขยายมโนทัศน์ (concept expansion)”

Renner, et al. (1988) กล่าวว่า “วงจรการเรียนรู้ คือ วิธีการสอนและ หลักการในการจัดทำหลักสูตรที่พัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดย ประกอบด้วยลำดับขั้นตอน 3 ขั้น ซึ่งมีความสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์ ได้แก่ ขั้นการศึกษาสำรวจ (exploration) ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (concept invention) และขั้นการขยายความคิด (expansion of the idea)”

Martin, et al. (1994) กล่าวว่า “วงจรการเรียนรู้ คือ วิธีการคิดหรือ การดำเนินการที่สอดคล้องกับวิธีการที่นักเรียนใช้ในการเรียนรู้ ทั้งนี้วงจรการเรียนรู้มี 3 ขั้นตอนคือ ขั้นการศึกษาสำรวจ (exploration) ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (concept intervention) และขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ (concept application)”

Lawson (1995) ได้อธิบายเกี่ยวกับวงจรการเรียนรู้ไว้ว่า “ขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้มีลักษณะเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการสร้างความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย การศึกษาสำรวจสถานการณ์ใหม่ ๆ การสร้างคำอธิบายและมโนทัศน์ใหม่ และการนำมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นไปใช้ตีความสถานการณ์ที่กำลังศึกษาและสถานการณ์อื่นๆ ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับประสบการณ์ที่กำลังศึกษา”

สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2544) กล่าวว่า “วงจรการเรียนรู้ คือ รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถใช้วิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์

การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตัวเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (constructivism)”

จากการศึกษาความหมายของวงจรการเรียนรู้จากนักการศึกษาข้างต้น หลายท่านได้ให้ความหมายของวงจรการเรียนรู้โดยสรุปได้ว่า วงจรการเรียนรู้ คือ วิธีการสอนที่นักเรียนใช้ในการเรียนรู้โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยลำดับขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการศึกษาสำรวจ 2) ขั้นการสร้างมโนทัศน์ 3) ขั้นการขยายความคิด ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับแนวทางในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ประเภทของวงจรการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกประเภทของวงจรการเรียนรู้ไว้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้ Lawson (1995) ได้จำแนกวงจรการเรียนรู้ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. การเรียนรู้แบบบรรยาย (descriptive learning cycle) เป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสำรวจและบรรยายสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้โดยไม่มีการอธิบายเหตุและผลของสถานการณ์นั้น ๆ และไม่มีการปฏิบัติทดลองเพื่อนำเสนอข้อมูลที่ได้ โดยครูจะเป็นผู้แนะนำคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ให้

2. วงจรการเรียนรู้แบบอุปนัยเชิงประจักษ์ (empirical inductive learning cycle) เป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสำรวจและบรรยายสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ แล้วตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้สำหรับสถานการณ์นั้น ๆ โดยใช้เหตุผลเชิงอุปมาอุปมัย โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำ จากนั้นนักเรียนทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นการศึกษาสำรวจ (exploration) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้กับสมมติฐานที่ตั้งไว้และสถานการณ์ใหม่ที่ครูกำหนดขึ้น

3. วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย (hypothetical-deductive learning cycle) เป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนกำหนดและทดสอบสมมติฐานเชิงเหตุผล (causal hypothesis) จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ด้วยตนเอง โดยออกแบบและปฏิบัติทดลองหรือศึกษาเพื่ออธิบายสถานการณ์นั้น ๆ จากนั้นเปรียบเทียบ วิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือการศึกษานั้นเพื่อสร้างมโนทัศน์ แล้วใช้มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นไปอธิบายสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งครูเป็นผู้กำหนดขึ้น

Lawson, Abraham, and Renner (1989) ได้จำแนกวงจรการเรียนรู้ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. วงจรการเรียนรู้แบบบรรยาย (descriptive learning cycle) เป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสำรวจ ค้นพบ และบรรยายสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น และครูเป็นผู้แนะนำคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์

2. วงจรการเรียนรู้แบบการให้เหตุผลอุปมาอุปไมยเชิงประจักษ์ (empirical- abductive learning cycle) เป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนตั้งคำถามเชิงสาเหตุ (causal question) จากสถานการณ์ที่ศึกษา และรวบรวมข้อมูลที่จะใช้ทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนกำหนดขึ้น โดยครูเป็นผู้แนะนำคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ศึกษา

3. วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย (hypothetical-deductive learning cycle) เป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนตั้งคำถามเชิงสาเหตุ (causal question) จากสถานการณ์ที่ศึกษา แล้วตั้งสมมติฐานทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ และออกแบบและปฏิบัติทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่กำหนดขึ้น วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ครูแนะนำคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ และนักเรียนนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปอธิบายสถานการณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) เมื่อแบ่งวงจรการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามบทบาทของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน สามารถแบ่งได้ดังนี้ตามลำดับ ดังนี้

1. วงจรการเรียนรู้แบบบรรยาย เป็นวงจรการเรียนรู้ที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญ ตามลำดับ ดังนี้ 1) ศึกษาสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ 2) บรรยายสิ่งที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ และ 3) รับรู้และทำความเข้าใจในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และความรู้เพิ่มเติมที่ครูเป็นผู้แนะนำเพื่อสร้างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

2. วงจรการเรียนรู้แบบอุปนัยเชิงประจักษ์ เป็นวงจรการเรียนรู้ที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญ ตามลำดับ ดังนี้ 1) ศึกษาสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ 2) ตั้งคำถามเชิงสาเหตุของสถานการณ์นั้น ๆ 3) ตั้งสมมติฐานทางเลือกที่อาจเป็นไปได้โดยใช้เหตุผลเชิงอุปมาอุปไมย 4) เก็บรวบรวมข้อมูลแล้วหาความสอดคล้องระหว่างข้อมูลกับสมมติฐาน และ 5) รับรู้และทำความเข้าใจในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และความรู้เพิ่มเติมที่ครูเป็นผู้แนะนำเพื่อสร้างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

3. วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เป็นวงจรการเรียนรู้ที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญ ตามลำดับ ดังนี้ 1) ศึกษาสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ 2) ตั้งคำถามเชิงสาเหตุของสถานการณ์นั้น ๆ 3) ตั้งสมมติฐานทางเลือกที่อาจเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล 4) ออกแบบและปฏิบัติ ทดลอง 5) เปรียบเทียบ วิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และ 6) นำไปใช้ รับรู้และทำความเข้าใจในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และความรู้เพิ่มเติมที่ครูเป็นผู้แนะนำเพื่อสร้างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

จากการศึกษาประเภทของวงจรการเรียนรู้จากนักการศึกษาข้างต้นได้ให้ประเภทของวงจรการเรียนรู้โดยสรุปได้ว่า วงจรการเรียนรู้จะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามวิธีการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนใช้ในการเรียนรู้ ได้แก่

1. การเรียนรู้แบบบรรยาย เป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยจะเน้นให้นักเรียนมีบทบาทที่สำคัญ ดังนี้ 1) ขั้นการศึกษาสถานการณ์ ครูจะเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ขึ้น 2) ขั้นการสำรวจและบรรยายสถานการณ์ จะทำการสำรวจ ค้นพบ ตรวจสอบและบรรยายสถานการณ์ 3) ขั้นแนะนำคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ จะเป็นผู้แนะนำคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียน

2. วงจรการเรียนรู้แบบอุปนัยเชิงประจักษ์ เป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยจะเน้นให้นักเรียนมีบทบาทที่สำคัญ ดังนี้ 1) ขั้นการศึกษาสถานการณ์ ครูจะเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ขึ้น 2) ขั้นตั้งสมมติฐาน นักเรียนตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้สำหรับสถานการณ์นั้น ๆ โดยใช้เหตุผลเชิงอุปมาอุปมัย 3) ขั้นการศึกษาสำรวจ นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 4) ขั้นตรวจสอบ นักเรียนจะนำข้อมูลที่มีความสอดคล้องกันที่ได้จากการเก็บรวบรวมเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้และสถานการณ์ใหม่ที่ครูกำหนดขึ้น

3. วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนिरनัย เป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยจะเน้นให้นักเรียนมีบทบาทที่สำคัญ ดังนี้ 1) ขั้นการศึกษาสถานการณ์ นักเรียนทำการศึกษาทฤษฎี สถานการณ์ ปัญหาตัวอย่างที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้น 2) ขั้นการตั้งคำถาม นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสาเหตุของสถานการณ์ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการทำการศึกษาค้นคว้า 3) ขั้นการตั้งสมมติฐาน นักเรียนตั้งสมมติฐานทางเลือกที่อาจเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล 4) ขั้นการออกแบบและปฏิบัติทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองและลงมือปฏิบัติหรือทำการศึกษารวบรวม ค้นคว้าข้อมูล 5) ขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ นักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการศึกษารวบรวมต่อสมาชิก 6) การนำไปใช้ รับรู้และทำความเข้าใจในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และความรู้เพิ่มเติมที่ครูเป็นผู้แนะนำเพื่อสร้างโมทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนนำแนวคิดที่ได้จากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหา

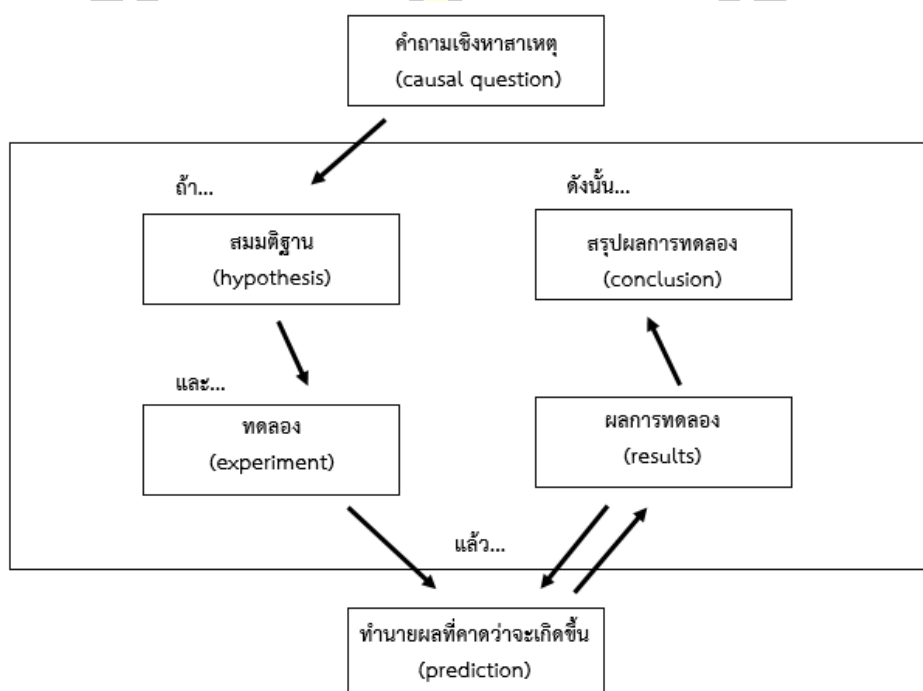
ลักษณะของวงจรการเรียนรู้แบบตั้งสมมติฐานนिरनัย

Lawson (1995) วงจรการเรียนรู้แบบตั้งสมมติฐานนिरनัยเป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยจะเน้นให้นักเรียนมีบทบาทที่สำคัญ โดยนักเรียนสามารถกำหนดและทดสอบคำถาม สมมติฐานเชิงเหตุผลได้จากปัญหาสถานการณ์ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้น และตั้งคำถามตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสาเหตุของสถานการณ์ปัญหา โดยการออกแบบและปฏิบัติทดลองเพื่ออธิบายสถานการณ์ เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการปฏิบัติทดลอง จากนั้นทำความเข้าใจคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนศึกษา

เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) เป็นวงจรการเรียนรู้ที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญตามลำดับศึกษาสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ตั้งคำถามเชิงสาเหตุของสถานการณ์นั้น ๆ ตั้งสมมติฐานทางเลือกที่อาจเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล ออกแบบและปฏิบัติ ทดลอง เปรียบเทียบ วิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูลที่ได้

จากการทดลอง และนำไปใช้ รับรู้และทำความเข้าใจในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และความรู้เพิ่มเติมที่ครูเป็นผู้แนะนำเพื่อสร้างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

ประภารัตน์ โคตรยอด (2561) เป็นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีหลักการ กฎ แนวคิด หรือข้อสรุปในเรื่องที่เรียนแล้วจึงยกตัวอย่างประกอบ เป็นวิธีการสอนที่ทำให้ นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่าย และรวดเร็ว โดยผู้สอนเป็นผู้มีบทบาทในการนำเสนอหลักการหรือทฤษฎี



ภาพที่ 1 รูปแบบการคิดตั้งสมมติฐานนिरนัย (Lawson, 1995)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เป็นวงจรการเรียนรู้ที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นวิธีการสอนที่ผู้สอนเป็นผู้มีบทบาทในการนำเสนอหลักการหรือทฤษฎี และนักเรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามเชิงสาเหตุ ตั้งสมมติฐาน ออกแบบและปฏิบัติทดลอง เปรียบเทียบวิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และรับรู้และทำความเข้าใจในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนिरนัย

Lawson (1995) มีขั้นตอนการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนिरนัย ดังนี้

1. ขั้นการศึกษาสถานการณ์ นักเรียนทำการศึกษาทฤษฎี สถานการณ์ ปัญหาตัวอย่างที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้น

2. ขั้นการตั้งคำถาม นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสาเหตุของสถานการณ์ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการ
 ทำการศึกษาค้นคว้า

3. ขั้นการตั้งสมมติฐาน นักเรียนตั้งสมมติฐานทางเลือกที่อาจเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล

4. ขั้นการออกแบบและปฏิบัติทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองและลงมือปฏิบัติหรือ
 ทำการศึกษาค้นคว้า

5. ขั้นการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ นักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าต่อสมาชิก

6. การนำไปใช้ รับรู้และทำความเข้าใจในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และความรู้เพิ่มเติมที่ครูเป็น
 ผู้แนะนำเพื่อสร้างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนนำแนวคิดที่ได้จากการเรียนมาใช้
 ในการแก้ปัญหา

Lawson, Abraham, and Renner (1989) มีขั้นตอนการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย
 ดังนี้

1. ขั้นสถานการณ์ที่ศึกษา เป็นขั้นตอนที่ครูจะเป็นคนกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่
 เรียนให้นักเรียนได้ทำการสำรวจ

2. ขั้นตั้งสมมติฐานทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะตั้งสมมติฐานที่อาจจะ
 เป็นไปได้จากสถานการณ์

3. ขั้นออกแบบและปฏิบัติทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะออกแบบการปฏิบัติการทดลอง
 และลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่กำหนดขึ้น

4. ขั้นวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะ
 เปรียบเทียบ วิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

5. ขั้นแนะนำคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่ครูแนะนำคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์
 เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์

6. ขั้นนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปอธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนใช้
 มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นไปอธิบายสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งครูจะเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ปัญหาขึ้น

เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมวงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย
 เป็นวงจรการเรียนรู้ที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญตามลำดับ ดังนี้

1. ครูกำหนดมโนทัศน์ที่จะสอน

2. ครูกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์

3. ขั้นการศึกษาค้นคว้า: นักเรียนศึกษาค้นคว้าสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น แล้วตั้งคำถามเชิงหา
 สาเหตุ หรือตั้งคำถามอาจเป็นครู

4. การอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อตั้งสมมติฐาน และนักเรียนทำงานเป็นกลุ่มเพื่อนิรนัยสมมติฐาน
 และออกแบบการทดลอง

5. นักเรียนปฏิบัติการทดลอง/ทำการศึกษาเพื่อทดสอบสมมติฐาน

6. ขั้นการสร้างมโนทัศน์: นักเรียนเปรียบเทียบ วิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์

7. ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้: นักเรียนศึกษาสำรวจหรืออภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ ซึ่งครูเป็นผู้กำหนดขึ้น

ประภารัตน์ โคตรยอด (2561) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยโดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเสนอปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการเสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหาเพื่อยั่วให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหาปัญหาที่นำเสนอควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับบุคลิกภาพของนักเรียน

2. ขั้นแสดงหลักการ เป็นการนำหลักการแล้วมาแสดงเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

3. ขั้นอธิบาย เป็นการอธิบายความเป็นมาของหลักการโดยใช้ข้อเท็จจริง

4. ขั้นตรวจสอบ เป็นการตรวจสอบหลักการอีกครั้ง เพื่อดูความสมเหตุสมผลของการที่ใช้อธิบายในขั้นที่ 3 โดยนักเรียนอาจปรึกษาครู ค้นคว้าจากตำราหรือสื่อการเรียนรู้อื่น ได้ผลออกมายืนยัน คำอธิบายในขั้นที่ 3 จึงยอมรับหลักการ

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของวงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยของนักการศึกษา

วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย	Lawson (1995)	Lawson, Abraham, and Renner (1989)	เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548)	ประภารัตน์ โคตรยอด (2561)
ขั้นการศึกษา	/	/	/	/
ขั้นการตั้งคำถาม	/	/	/	/
ขั้นการตั้งสมมติฐาน	/	/	/	/
การออกแบบและปฏิบัติทดลอง	/	/	/	/
การเปรียบเทียบและวิเคราะห์	/	/	/	/
นำไปใช้	/	/	/	/

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่า การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการสอนที่สอดคล้องกับ Lawson โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษา นักเรียนทำการศึกษาสถานการณ์ ปัญหาตัวอย่าง บทความ สื่อหรือ ศึกษา สำนวนวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้น โดยสถานการณ์นั้นเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง กับ เรื่องที่นักเรียนกำลังศึกษา

ขั้นที่ 2 การตั้งคำถาม นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสาเหตุของสถานการณ์ปัญหาหรือสิ่งที่ ต้องการทำการศึกษาค้นคว้า ซึ่งเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ทำการศึกษาในขั้น การศึกษาสถานการณ์

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน นักเรียนตั้งสมมติฐานทางเลือกที่อาจเป็นไปได้อย่างมีเหตุผลซึ่ง เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำลังทำการศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบในขั้นตอน ของการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูล

ขั้นที่ 4 การออกแบบและปฏิบัติทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองและลงมือปฏิบัติหรือ ทำการศึกษาสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลเพื่อตอบคำถามที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 5 การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ นักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจต่อ สมาชิกในกลุ่มและเพื่อนนักเรียนต่างกลุ่ม โดยครูเป็นผู้สังเกต ผู้ซักถามและผู้ช่วยนักเรียน ซึ่งจะ ช่วยให้นำเสนอเพียงเล็กน้อยหรือใช้คำถามแนะแนวทางในการคิดของนักเรียน

ขั้นที่ 6 นำไปใช้ ครูรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสำรวจจากนักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้น แนะนำคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนศึกษา รวมทั้งความรู้เพิ่มเติม โดยอาจใช้สื่อการเรียนการ สอนต่างๆ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เช่น ตำราเรียน วิดีทัศน์ หรือสื่ออื่นๆ เพื่อให้ นักเรียนนำไปเชื่อมโยงเข้ากับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ จากนั้นนักเรียนนำมโนทัศน์ที่ได้จากการ เรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ใหม่ๆ ที่ครูกำหนดให้

บทบาทครูและนักเรียน

การจัดการเรียนรู้วงจรการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินัย ตามแนวคิดของ เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) โดยมีบทบาทครูและนักเรียน ดังนี้

บทบาทครู

ขั้นที่ 1 การศึกษา

1. ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและวิธีการสอนแบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินัยให้เกิดการเข้าใจอย่าง ชัดเจน

2. กำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่จะสอนให้เป็นที่สนใจของนักเรียน โดยศึกษา แผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศเพื่อให้เห็นแนวทางการจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนที่หลากหลายแล้วนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของนักเรียนไทย

3. กระตุ้นให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้นอย่างละเอียดถี่ถ้วน โดยการใช้คำพูด โน้มน้าวใจให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่ศึกษาสำรวจกับกระบวนการดำรงชีวิตประจำวันของตนเอง ซึ่งท่าทางและน้ำเสียงของครูมีความสำคัญยิ่งต่อพฤติกรรมของนักเรียน

ขั้นที่ 2 การตั้งคำถาม

1. กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามเชิงสาเหตุจากการศึกษาสำรวจสถานการณ์ โดยการใช้คำพูด นำให้นักเรียนเชื่อมโยงความสงสัยในสถานการณ์ที่ศึกษาสำรวจกับสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วตั้งเป็นคำถาม

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน

1. กระตุ้นให้นักเรียนตั้งสมมติฐานนิรนัยที่อาจเป็นไปได้สำหรับคำถามเชิงสาเหตุที่กำหนดขึ้น โดยการเสนอกฎหรือหลักการทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่เรียน แล้วให้นักเรียนสมมติฐานนิรนัยจากกฎหรือหลักการนั้น ๆ

2. แนะนำและหรือทบทวนหน้าที่ของอุปกรณ์และเครื่องมือที่นักเรียนสามารถใช้ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ขั้นที่ 4 การออกแบบและปฏิบัติทดลอง

1. กระตุ้นให้นักเรียนออกแบบการทดลองหรือการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่เรียนด้วยตนเองโดยการแนะนำขั้นตอนอย่างคร่าวๆ เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นแนวทางในการออกแบบการทดลองหรือการศึกษา

ขั้นที่ 5 การเปรียบเทียบและวิเคราะห์

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองหรือการศึกษาอย่างอิสระโดยอยู่บนพื้นฐานของเหตุและผล และบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองให้ได้มากที่สุด

2. กระตุ้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน รวมทั้งปฏิสัมพันธ์กับครู โดยเดินสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มและหรือใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนภายในกลุ่มมีความสนใจในบทบาทของกันและกัน

3. กระตุ้นให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ให้มากที่สุด

4. กระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายโต้แย้ง และแสดงความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด และใช้หลักฐานต่างๆ ในการสนับสนุนความคิดเห็น

5. สนับสนุนให้มีการสะท้อนความคิดวิเคราะห์ และวิพากษ์ความคิดเห็นระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

6. กระตุ้นให้นักเรียนจัดกระทำและนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลองในรูปแบบที่เหมาะสม โดยการเตรียมนักเรียนให้รู้จักรูปแบบที่ใช้นำเสนอข้อมูลที่หลากหลายพร้อมทั้งฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างข้อมูลที่รวบรวมได้กับรูปแบบที่จะใช้นำเสนอ

7. กระตุ้นให้นักเรียนสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง โดยเน้นย้ำว่าต้องสรุปผลการทดลองให้สอดคล้องกับข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ แม้ว่าข้อมูลที่ได้จะแตกต่างจากเพื่อนกลุ่มอื่นๆก็ตามและควรใช้ภาษาและความเข้าใจของตนเองเป็นเครื่องมือในการสรุปผลการทดลอง

8. จัดเตรียมข้อมูลความรู้ วัสดุ/อุปกรณ์ และสื่อต่างๆที่เหมาะสมและเอื้อต่อการสรุปสร้างมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ ของนักเรียน

ขั้นที่ 6 นำไปใช้

1. กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ในเรื่องนั้นๆด้วยภาษาเขียนหรือภาษาพูดของตนเองเพื่อตรวจสอบและปรับแก้มโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. นำเสนอมโนทัศน์ในเรื่องนั้นๆที่ถูกต้องโดยใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทภายในห้องเรียน

3. กำหนดสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นๆแล้วกระตุ้นให้นักเรียนใช้มโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้อธิบายสาเหตุของสถานการณ์นั้นๆอย่างสมเหตุสมผล

บทบาทนักเรียน

ขั้นที่ 1 การศึกษา

1. ศึกษาสำรวจสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้นอย่างละเอียดถี่ถ้วน

ขั้นที่ 2 การตั้งคำถาม

1. ตั้งคำถามเชิงสาเหตุจากการศึกษาสำรวจสถานการณ์

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน

1. ตั้งสมมติฐานนิรนัยที่อาจเป็นไปได้สำหรับคำถามเชิงสาเหตุที่กำหนดขึ้น โดยใช้หลักการที่ครูเสนอให้เป็นเครื่องมือ กฎหรือการทดลอง

2. ทำความรู้จักและหรือทบทวนหน้าที่ของอุปกรณ์และเครื่องมือที่สามารถใช้ในการทดลองหรือศึกษาเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ขั้นที่ 4 การออกแบบและปฏิบัติทดลอง

1. ออกแบบการทดลองหรือการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่เรียนด้วยตนเอง โดยการแนะนำขั้นตอนอย่างคร่าว ๆ เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นแนวทางในการออกแบบการทดลองหรือการศึกษา

2. ลงมือปฏิบัติการทดลองหรือการศึกษาอย่างอิสระโดยอยู่บนพื้นฐานของเหตุและผล และบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองให้ได้มากที่สุด

3. สร้างปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนนักเรียนด้วยกันรวมทั้งปฏิสัมพันธ์กับครู ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

4. ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ให้มากที่สุด

ขั้นที่ 5 การเปรียบเทียบและวิเคราะห์

1. อภิปราย ได้แย้ง และแสดงความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุดและใช้หลักฐานต่าง ๆ ในการสนับสนุนความคิดเห็น

2. สะท้อนความคิด วิเคราะห์ และวิพากษ์ความคิดเห็นระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

3. จัดกระทำและนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลองในรูปแบบที่เหมาะสม

4. สรุปผลการทดลองให้สอดคล้องกับข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้โดยใช้ภาษาและความเข้าใจของตนเองเป็นเครื่องมือในการสรุปผลการทดลอง

5. ศึกษาและสังเกตข้อมูลความรู้ วัสดุ อุปกรณ์ และสื่อต่าง ๆ ที่ครูจัดเตรียมไว้ ให้เพื่อนำไปสู่การสรุปสร้างมโนทัศน์

6. อธิบายเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ในเรื่องนั้นๆ ให้มากที่สุดด้วยภาษาเขียนหรือภาษาพูดของตนเอง

ขั้นที่ 6 นำไปใช้

1. ศึกษาโมทัศน์ในเรื่องนั้นที่ถูกต้องจากสื่อการเรียนรู้ที่ครูจัดเตรียมไว้

2. อธิบายสาเหตุของสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้อย่างสมเหตุสมผล

วิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์ (2563) ได้ประยุกต์ใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย ตามแนวคิดของ เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย ซึ่งมีบทบาทครูและนักเรียน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 บทบาทครูและนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย (วิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์, 2563)

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 1 การศึกษา	1.ครูสร้างความสนใจให้แก่เด็กนักเรียน โดยการนำสื่อต่างๆประกอบการสอน 2.ครูถามคำถามจากสื่อที่นักเรียน ศึกษา	1.นักเรียนศึกษาสำรวจวัสดุอุปกรณ์ที่ ครูจัดเตรียมไว้ รวมทั้งสถานการณ์ที่ ครูกำหนดให้โดยศึกษาเป็นกลุ่ม

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 2 การตั้งคำถาม	1.ครูกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามเชิง หาสาเหตุเกี่ยวกับสถานการณ์หรือ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา	1.นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามเชิงหา สาเหตุเกี่ยวกับสถานการณ์หรือข้อมูล ที่ได้จากการศึกษาเพื่อใช้สำหรับเป็น แนวทางในการตั้งสมมติฐาน
ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน	1.ครูกระตุ้นให้นักเรียนตั้ง ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับข้อมูลหรือ สถานการณ์ที่ศึกษา	1.นักเรียนตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับข้อมูล หรือสถานการณ์ที่ศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่ การปฏิบัติการทดลองหรือการศึกษา ค้นคว้าข้อมูลเพื่ออธิบายปัญหาหรือ สถานการณ์นั้นๆ
ขั้นที่ 4 การออกแบบและ ปฏิบัติทดลอง	1.ครูให้นักเรียนลองออกแบบการ ทดลองและปฏิบัติการทดลอง 2.ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผล การการศึกษา และอภิปรายผลที่ได้ จากการศึกษาโดยให้สมาชิกแต่ละคน ในกลุ่มเดียวกัน จากนั้นคิดและ อภิปรายเป็นคู่ แล้วคิดและอภิปราย เป็นกลุ่ม	1.นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและ ปฏิบัติการทดลอง หรือทำการศึกษา ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งการ เรียนรู้ต่างๆ เช่น อินเทอร์เน็ต ตำรา เรียน หนังสือความรู้ เป็นต้น เพื่อ ทดสอบสมมติฐาน 2.นักเรียนบันทึกผลที่ได้จาก การศึกษา 3.นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการ การศึกษา และอภิปรายผลที่ได้จาก การศึกษา โดยให้สมาชิกแต่ละคนใน กลุ่มเดียวกัน จากนั้นคิดและอภิปราย เป็นคู่ แล้วคิดและอภิปรายเป็นกลุ่ม
ขั้นที่ 5 การเปรียบเทียบ และวิเคราะห์	1.ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมา นำเสนอข้อมูลและผลการทดลอง และให้นักเรียนกลุ่มอื่นจดบันทึก ข้อมูลของกลุ่มที่นำเสนอ 2.ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกัน ตอบคำถามเป็นกลุ่มหลังจากเสร็จสิ้น	1.นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ ข้อมูลและผลการทดลอง โดยนักเรียน กลุ่มอื่นจดบันทึกข้อมูลและสังเกตผล ที่เพื่อนแต่ละกลุ่มนำเสนอ 2.นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเป็นกลุ่ม หลังจากเสร็จสิ้นการนำเสนอข้อมูล

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	การนำเสนอข้อมูล	ของนักเรียนทุกกลุ่ม
ขั้นที่ 6 นำไปใช้	1.ครูใช้สื่อการเรียนการสอนต่างๆเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เช่น วิดีทัศน์ หรือสื่ออื่นๆ เพื่อให้ นักเรียนนำไปเชื่อมโยงกับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ	1.นักเรียนศึกษาคำศัพท์และความรู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม 2.นักเรียนนำความรู้หรือแผนการให้เหตุผลที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ใหม่เพิ่มเติม

ดังนั้น ในงานวิจัยครั้งนี้ การจัดการเรียนรู้วงจรการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย ซึ่งจะประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน โดยที่ครูและนักเรียนจะมีบทบาทในแต่ละขั้น ดังนี้

ตารางที่ 4 บทบาทครูและนักเรียนในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 1 การศึกษา	1. ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับหัวข้อที่กำลังจะเรียน 2. ครูนำเสนอสถานการณ์ ทฤษฎี ปัญหาตัวอย่าง บทความ สื่อหรือวัสดุอุปกรณ์ต่างๆเกี่ยวกับหัวข้อที่กำลังจะเรียน	1. นักเรียนทำการศึกษาสถานการณ์ ปัญหาตัวอย่าง บทความ สื่อหรือศึกษาสำรวจวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้น
ขั้นที่ 2 การตั้งคำถาม	1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้หรืออยากค้นคว้าหาข้อมูล 3. ครูคอยตรวจสอบความชัดเจนในการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนระบุแนวปัญหาให้ชัดเจน	1. นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสาเหตุของสถานการณ์ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการทำการศึกษาค้นคว้า ซึ่งเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา
ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน	1. ครูให้นักเรียนตั้งสมมติฐานที่อาจเป็นไปได้และเกี่ยวข้องกับสถานการณ์	1. นักเรียนตั้งสมมติฐานทางเลือกที่อาจเป็นไปได้อย่างมีเหตุผลซึ่งเกี่ยวข้อง

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	2. ครูคอยตรวจสอบความชัดเจนในการตั้งสมมติฐานเพื่อให้นักเรียนระบุแนวปัญหาให้ชัดเจน	กับสถานการณ์ปัญหาที่กำลังทำการศึกษา
ขั้นที่ 4 การออกแบบและ ปฏิบัติทดลอง	1. ครูให้นักเรียนลองออกแบบการทดลอง 2. ครูให้นักเรียนลองปฏิบัติหรือทำการศึกษาสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลจากที่ได้ทำการออกแบบ 3. ครูช่วยแนะแนวทางในการปฏิบัติหรือทำการศึกษาสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลของนักเรียน	1. นักเรียนออกแบบการทดลองและลงมือปฏิบัติหรือทำการศึกษาสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เช่น อินเทอร์เน็ต ตำราเรียน หนังสือความรู้ เป็นต้น เพื่อทดสอบสมมติฐาน
ขั้นที่ 5 การเปรียบเทียบ และวิเคราะห์	1. ครูอำนวยความสะดวกในการนำเสนอของนักเรียน 2. ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติหรือทำการศึกษาสำรวจ การเปรียบเทียบและวิเคราะห์กับสมาชิกในกลุ่มและนักเรียนต่างกลุ่ม 3. ครูตรวจสอบคำอธิบายว่ามีความเชื่อมโยงกับสถานการณ์ข้างต้นหรือไม่	1. นักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจต่อสมาชิกในกลุ่มและเพื่อนนักเรียนต่างกลุ่ม
ขั้นที่ 6 นำไปใช้	1. ครูรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสำรวจจากนักเรียนแต่ละกลุ่มและสรุป 2. ครูแนะนำคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนศึกษา รวมทั้งความรู้เพิ่มเติม 3. ครูนำเสนอสถานการณ์ ปัญหา บทความใหม่ๆ เพื่อให้นักเรียนนำ	1. นำคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ไปเชื่อมโยงเข้ากับผลที่ได้จากการศึกษาสำรวจ 2. นำมโนทัศน์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ใหม่ๆ

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	แนวคิดที่ได้จากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหา	

ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของความสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ถือเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมปัจจุบันมีความหลากหลายของ การเผชิญหน้าทางสังคม โดยปัญหาทางสังคมและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์จะส่งผลโดยตรงต่อทุกคน จึงจำเป็นต้องเตรียมพร้อมให้ทุกคนเป็นนักคิดที่มีประสิทธิภาพและสามารถประเมินข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (Zimmerman, 2005)

ความมีเหตุผลเป็นพฤติกรรมซึ่งแสดงออกซึ่งความมีคุณสมบัติของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ อันเป็นลักษณะที่เอื้อให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้ใหม่และหาวิธีแก้ไข ปัญหา (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ พยาร์ ยินดีสุข, 2548) โดยความมีเหตุผลถือเป็นคุณลักษณะที่โดดเด่นของนักวิทยาศาสตร์ อันนำไปสู่การแสดงออกหรือ มีพฤติกรรมแบบนักวิทยาศาสตร์ (Hanley, 1997) เพราะนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนเพียงพอ สามารถอธิบายหรือแสดงความคิดเป็นเหตุผล แสดงความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น (ภพ เลหาไพบูลย์, 2552)

Lawson (2004) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญในวิทยาศาสตร์และทำให้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการสร้างระบบความรู้ใหม่ ซึ่งนักเรียนในปัจจุบันจำเป็นต้องมีความสามารถในการปรับตัวเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกเทคโนโลยี ต้องมีทักษะและความสามารถที่จะประสบความสำเร็จ โดยนักเรียนต้องพัฒนาการแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ซึ่งนักเรียนต้องสามารถถ่ายโยงความรู้ระหว่างสถานการณ์และบริบทที่หลากหลาย ด้วยการปรับใช้ความสามารถของตนเอง ซึ่งกระบวนการของการให้เหตุผลเป็นการเชื่อมโยงความคิดและช่วยให้นำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งเป็นพื้นฐานของทักษะการให้เหตุผล เมื่อทักษะเหล่านี้ถูกปลูกฝังให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม จะช่วยให้นักเรียนกลายเป็นผู้ที่มีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และระบบในการแก้ปัญหาที่หลากหลายบริบทได้ดีขึ้น นักเรียนจะสามารถทบทวนสิ่งที่สำคัญและสามารถสะท้อนข้อมูล ลงข้อสรุป แก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์และใช้รูปแบบการให้เหตุผลที่หลากหลายเมื่อได้เจอสถานการณ์ที่ท้าทาย

ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้มีผู้ให้คำนิยามความหมายไว้หลายท่านยกตัวอย่างดังนี้

Mayer (2003) กล่าวว่า “ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการทดสอบ สมมติฐานอย่างเป็นระบบของบุคคล โดยผ่านการปฏิบัติการทดลอง เพื่อจะทดสอบความเป็นไปได้ของสมมติฐานและสร้างสมมติฐานใหม่เมื่อสมมติฐานเดิมถูกปฏิเสธ”

Lee & She (2009) กล่าวว่า “ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในการสร้างข้อสรุปจากหลักการและหลักฐานนั้นไปสู่ข้อสรุปใหม่”

Lawson (2009) กล่าวว่า “ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดของ มนุษย์ที่ใช้แสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการสำรวจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ พยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ จนกระทั่งสามารถลงข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้”

Davis (2009) กล่าวว่า “ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและสร้างการคิดแบบนิรนัยและอุปนัยที่เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์”

Fanetti (2011) กล่าวว่า “ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นชุดของกระบวนการ การคิดที่ถูกใช้ในการแก้ปัญหาและบริบททางวิทยาศาสตร์”

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) กล่าวว่า “ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่จะได้แนวคิดที่เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ ซึ่งการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการรู้หรือเป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้โดยใช้เหตุใช้ผล ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่”

อารยา ปาละโชติ (2551) กล่าวว่า ความสามารถในการเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถ ในการอธิบายปรากฏการณ์โดยอาศัยรูปแบบการคิดแบบสมมติฐานนิรนัยที่นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ และใช้หลักฐานในการยืนยันถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเพื่อลงข้อสรุป

ชนัญธิดา สุริโย (2562) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่เกิดจากการรวบรวมความสัมพันธ์ของหลักการกับตัวอย่างโดยใช้วิธีการอย่างเป็นระบบที่อาศัยการสืบค้นข้อมูลหรือหลักฐานที่นำมาสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน และสามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ได้อย่างมีเหตุผล

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์โดยอาศัยรูปแบบการคิดแบบสมมติฐานนิรนัยที่นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ของปัจจัยจากความสัมพันธ์และใช้หลักฐานการยืนยันถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเพื่อลงข้อสรุป

องค์ประกอบของการความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

องค์กรทางการศึกษาและนักการศึกษา ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Lawson (2009) กล่าวว่า การให้เหตุผลช่วยเพิ่มความมั่นใจในข้อสรุปใดข้อสรุปหนึ่งด้วยการเพิ่มส่วนที่สนับสนุนหรือส่วนที่ขัดแย้ง จากข้อมูลประมวลสรุปมา การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางที่สอดคล้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ ประกอบกับการให้เหตุผลพบได้บ่อยครั้งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และยังสอดคล้องกับแนวทางที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะของนักเรียนในระดับนานาชาติ ซึ่งการให้เหตุผลประกอบด้วยลำดับที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานได้ กล่าวคือสามารถระบุข้อมูล หรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือระบุข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการ บอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป

2. สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลได้ หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ กล่าวคือ สามารถใช้ ข้อมูล หรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการประกอบเพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับ ข้อมูล หรือหลักฐานที่ได้เลือกมา

3. สามารถคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวได้ กล่าวคือ สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหลักฐาน และ ประจักษ์พยานมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูลหรือหลักฐานได้

Hausman, et al. (2010) แบ่งการให้เหตุที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงเพราะการยอมรับข้ออ้าง (ว่าเป็นจริง) ซึ่งหมายความว่าถ้าข้ออ้างของการอ้างเหตุผลเป็นจริงแล้วข้อสรุปต้องเป็นจริงด้วยหรือกล่าวได้ว่าเป็นการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงตามเงื่อนไขของข้ออ้าง

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือการอ้างเหตุผลที่ข้ออ้างเป็นจริงทุกข้อ แต่ข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุปเพียงบางส่วนกล่าวได้ว่าถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริงข้อสรุปจึงมีโอกาสเป็นจริงสูง

James, et al. (2012) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นการรวบรวม และใช้หลักฐานสำหรับการคิด และการสื่อสารเกี่ยวกับความคิด เช่น การสร้างข้อโต้แย้ง การเสนอกรณี หรือการระบุสาเหตุ ซึ่งการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยความสามารถ 2 ประการ คือ

1. ความสามารถในการค้นหาหรือการสร้างหลักฐาน (Seeking or Developing Evidence) เป็นการสำรวจตรวจสอบโดยการระบุและสร้างหลักฐาน โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือระบุลักษณะข้อมูลที่อาจใช้เป็นหลักฐาน ซึ่งกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการได้รับข้อมูลและสร้างหลักฐาน ได้แก่ กระบวนการอภิปราย โดยการพิจารณาว่าจะทำอย่างไรเพื่อจะได้คำตอบ การควบคุมตัวแปรและการสังเกต

2. ความสามารถในการแปลความหมายจากหลักฐาน (Interpretation of Evidence) เป็นการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หรือการแปลความหมายข้อมูลจากหลักฐานที่นักเรียน สำรวจ ตรวจสอบ โดยอาศัยการสังเกตของปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อมหรือการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสาเหตุ กลไกที่มีการสร้างข้อกล่าวอ้างและสนับสนุนข้อกล่าวอ้างด้วยหลักฐาน

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์นั้น เทียบได้กับสมรรถนะการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ตาม นิยามของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ที่ประเมินสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียน มีรายละเอียดดังนี้

1. การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) เป็น ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์หนึ่งๆ ความสามารถนี้ รวมถึงการบรรยายและตีความปรากฏการณ์และคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น การ ประเมินจะรวมถึงการให้นักเรียนได้ระบุคำบรรยาย คำอธิบายได้สมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร คำ คาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไร องค์ประกอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ มี รายละเอียดดังนี้

1.1 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับหลักฐานตาม สถานการณ์

1.2 บรรยายหรือแปลความปรากฏการณ์ การพยากรณ์ และการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็น วิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

1.3 ระบุคำบอกเล่า คำอธิบายและคำพยากรณ์ที่สมเหตุสมผล

2. การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence) ความสามารถนี้ ต้องการให้นักเรียนรู้ความหมายและความสำคัญของสิ่งที่พบจากการค้นคว้าวิทยาศาสตร์และนำมาใช้ เป็นพื้นฐานของการคิด การลงข้อสรุป การบอกเล่าและการสื่อสาร ซึ่งต้องใช้ทั้งความรู้วิทยาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสอง อย่าง มีรายละเอียดดังนี้

2.1. รู้ว่าจะต้องใช้หลักฐานใด แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจว่าจะต้องมีข้อมูลหรือหลักฐานใดจากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลมารองรับหรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป การสร้างข้อโต้แย้ง การพยากรณ์หรือการคาดการณ์ล่วงหน้า

2.2 สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของหลักฐานข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับหลักฐานหรือไม่ คำถามประเด็นนี้อาจให้นักเรียนวิเคราะห์พิจารณาข้อสรุปที่ยกมาให้ โดยให้วิเคราะห์ว่าการสรุปนั้นได้ออกมาจากข้อมูลที่กำหนดให้หรือไม่ หรือหลักฐานที่มี หรืออาจจะให้นักเรียนใช้เหตุผลวิเคราะห์ วิเคราะห์ข้อสรุปทั้งในทางที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

2.3 สื่อสารข้อสรุปได้อย่างมีคุณภาพ การสื่อสารข้อมูลเฉพาะ หรือข้อสรุปจากหลักฐานข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และข้อโต้แย้งจาก โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวสารเข้าใจได้สถานการณ์และข้อมูลที่กำหนดให้

2.4 แสดงออกว่าเป็นผู้มีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนแสดงถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำแนวคิดนั้นๆ ไปใช้ในสถานการณ์ที่กำหนดได้หรือไม่มีการอธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงหรืออาจจะให้นักเรียนคาดการณ์ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้างถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางอย่างโดยนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการบอกนั้นๆ

โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์ (2553) แบ่งการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปอยู่ภายใต้ขอบเขตของข้ออ้างเช่นทุกๆวันที่ฝนตกวันนั้นไม่ต้องรดน้ำต้นไม้เนื่องจาก ฝนตกจึงไม่ต้องรดน้ำต้นไม้ซึ่งเมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้เห็นได้ชัดว่าการอ้างเหตุผลแบบนิรนัยสามารถทำให้เชื่อมั่นได้เต็มที่ว่าข้อสรุปจะเป็นจริง

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นข้อสรุปที่เกินเลยข้อกล่าวอ้างเช่นวันใดที่ฝนตกน้ำในคลองจะล้นตลิ่งขึ้นมาทุกครั้ง หากวันนี้ฝนตกน้ำต้องล้นตลิ่งแน่นอนซึ่งข้อสรุปนี้อาจจะไม่เป็นจริงในวันนี้นี้ก็ได้

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษา

องค์ประกอบ	Lawson	Hausman,	James,	โครงการ	โสรัจจ์
ของความสามารถในการ	(2009)	et al.	et al.	PISA	หงศ์ลด
ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์		(2010)	(2012)	ประเทศไทย	รภ์
				(2553)	(2553)
ระบุข้อมูลหรือหลักฐาน					
หรือประจักษ์พยานได้	/	/	/	/	/

ตารางที่ 5 (ต่อ)

องค์ประกอบ ของความสามารถในการ ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	Lawson (2009)	Hausman, et al. (2010)	James, et al. (2012)	โครงการ PISA ประเทศไทย (2553)	โสรัจจ์ หงส์ลดา รณภ (2553)
สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของประจักษ์ พยานข้อมูลได้	/	/	/	/	/
คาดคะเนหรือการพยากรณ์ จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุป	/				

จากตารางที่ 5 การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่าองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มี 3 องค์ประกอบซึ่งมีความสอดคล้องกับลอร์สัน ดังนี้

1. ระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยานได้ กล่าวคือสามารถระบุข้อมูล หรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือระบุข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการ บอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป

2. สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลได้ คือ สามารถใช้ ข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการประกอบเพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับ ข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้เลือกมา

3. คาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวได้คือ สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหลักฐาน และ ประจักษ์พยานมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูลหรือหลักฐานได้

แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้พัฒนาแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ โครงการ TIMSS ได้เสนอแนวทางในการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภทดังนี้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554)

1. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ โดยการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหา แล้วถามคำถาม โดยให้นักเรียนเขียนตอบเติมคำเขียนตอบแบบอธิบายหรือวาดรูปอธิบาย เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. แบบทดสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก โดยมีข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ 4 ตัวเลือก

โครงการ PISA เน้นการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีการวัดและประเมิน

การใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีองค์ประกอบที่สอดคล้องกับการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ PISA ได้เสนอแนวทางในการวัดและประเมิน โดยข้อสอบจะกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาที่เป็นข้อความหรือเนื้อความ ที่มีตาราง แผนภาพหรือกราฟประกอบ และในแต่ละสถานการณ์อาจมีคำถามมากกว่า 1 ข้อ ลักษณะข้อสอบนั้นมี 4 ชนิด คือ

1. แบบเลือกตอบ (Simple multiple-choice)
2. แบบเลือกตอบเชิงซ้อน (Complex multiple-choice)
3. แบบเขียนตอบปลายปิด (Closed constructed-response)
4. แบบเขียนตอบปลายเปิด (Opened constructed-response)

Lawson (2000) พัฒนาแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (The Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning: LCTSR) เป็นแบบเลือกตอบแบบ 2 ขั้ว (Two tailed test) แต่ละข้อจะมีคำถาม 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นข้อสอบแบบหลายตัวเลือก และส่วนที่สองเป็นกลุ่มของเหตุผลต่างๆ โดยให้เลือกเหตุผลที่ถูกต้องเหมาะสม

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ (2555) ได้พัฒนาแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบบวัดมีทั้งแบบเลือกตอบ แบบเขียนตอบและเขียนอธิบายตอบซึ่งในแต่ละข้อมีคะแนนไม่เท่ากัน

อารยา ปาละโชติ (2555) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก พร้อมให้เหตุผลประกอบโดยจะใช้เลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดมาให้ แล้วเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ

ลฎาภา สุทธกุล และ ลือชา ลดาชาติ (2013) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นคำถาม จำนวน 4 ข้อ ซึ่งถูกดัดแปลงมาจากคำถามในแบบทดสอบ Science Thinking with Evidence ของ New Zealand Council for Educational Research โดยวิเคราะห์คำตอบตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คือ ข้อสรุป หลักฐานและการชี้แจง

ทศพล สุวรรณพุม (2562) ได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ แบบทดสอบและแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยจะมีการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาให้ แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม ซึ่งแบบทดสอบนั้นมีหลายลักษณะได้แก่ แบบเขียนตอบ แบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบ 2 ขั้ว แบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยอ้างอิงตาม โครงการ TIMSS โดยใช้การวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554) โดยใช้ข้อสอบแบบทดสอบแบบเขียนตอบ

โดยการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหา แล้วถามคำถาม โดยให้นักเรียนเขียนตอบเต็มคำเขียนตอบแบบอธิบายหรือวาดรูปอธิบาย เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้พัฒนาเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Lawson (2009) ได้สร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson (2009)

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน		
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	ด้านการสร้างข้อสรุป
2	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานได้ถูกต้องและครบถ้วนอย่างน้อย 2 หลักฐาน	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบมีความถูกต้องสามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้ และครบถ้วนอย่างน้อย 2 เหตุผล	ลงข้อสรุปได้ถูกต้องและอธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง
1	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนเพียง 1 หลักฐาน	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบมีความถูกต้องสามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้ แต่ไม่ครบถ้วนอย่างน้อย 1 เหตุผล	ลงข้อสรุปไม่ถูกต้องแต่อธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง
0	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบไม่ถูกต้อง ไม่สามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้ หรือไม่ตอบ	ลงข้อสรุปโดยไม่อ้างอิงถึงหลักฐานที่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

ภัทรารวรรณ ไชยมงคลและคณะ (2560) ได้สร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ ภัทรารวรรณ ไชยมงคลและคณะ (2560)

ระดับความ ความสามารถใน การให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน			
	การสำรวจ ปรากฏการณ์	การพยากรณ์สิ่ง ที่จะเกิดขึ้น	การรวบรวม หลักฐานเชิง ประจักษ์	การลงข้อสรุป
สูง	ระบุและให้ เหตุผลวิธีการ สำรวจตรวจสอบ ได้ถูกต้อง และ ครบถ้วน อย่าง น้อย 2 วิธี	ระบุการ คาดคะเนคำตอบ และให้เหตุผลที่ ถูกต้อง และ ครบถ้วนอย่าง น้อย 2 เหตุผล	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของ การใช้หลักฐาน ได้ถูกต้องและ ครบถ้วนอย่าง น้อย 2 หลักฐาน	ลงข้อสรุปได้ ถูกต้อง และ อธิบายโดยใช้ หลักฐานที่ ถูกต้อง
ปานกลาง	ระบุและให้ เหตุผลวิธีการ สำรวจตรวจสอบ ได้ถูกต้อง แต่ไม่ ครบถ้วนเพียง 1 วิธี	ระบุการ คาดคะเนคำตอบ และให้เหตุผลที่ ถูกต้อง แต่ไม่ ครบถ้วนเพียง 1 เหตุผล	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของ การใช้หลักฐาน ได้ถูกต้องแต่ไม่ ครบถ้วนเพียง 1 หลักฐาน	ลงข้อสรุปไม่ ถูกต้อง แต่ อธิบายโดยใช้ หลักฐานที่ ถูกต้อง
ต่ำ	ระบุและให้ เหตุผลวิธีการ สำรวจตรวจสอบ ไม่ถูกต้อง	ระบุการ คาดคะเนคำตอบ แต่ให้เหตุผลไม่ ถูกต้อง	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของ การใช้หลักฐาน ไม่ถูกต้อง	ลงข้อสรุปโดยไม่ อ้างอิงหลักฐาน ที่ถูกต้อง

พูน ปณ จิต ชีเว

วริยาภรณ์ ชมภูวงศ์ (2563) ได้สร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยดัดแปลงรูปแบบจาก Lawson (2009) แบ่งออกเป็น 2 ระดับ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ วริยาภรณ์ ชมภูวงศ์ (2563)

องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	รายการประเมิน	
	1	0
1) การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน	นักเรียนมีการระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป	นักเรียนไม่มีการระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับหรือข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป หรือตอบด้วย คำตอบอื่น ๆ หรือตอบไม่ถูกต้อง ตอบไม่ชัดเจน หรือไม่ตอบ
2) การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล	นักเรียนมีการนำข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการสร้างข้อสรุปที่ สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้เลือกมา	นักเรียนไม่มีการนำข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบ มาใช้ในการสร้างข้อสรุปที่ สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้เลือกมาหรือตอบด้วยคำตอบอื่น ๆ หรือตอบไม่ถูกต้อง ตอบไม่ชัดเจน หรือไม่ตอบ
3) การคาดคะเนหรือพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐาน ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล	นักเรียนมีการนำข้อสรุปที่ได้จากข้อมูล หลักฐาน และประจักษ์พยานมาใช้ในการคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐาน	นักเรียนไม่มีการนำข้อสรุปที่ได้จากข้อมูล หลักฐาน และประจักษ์พยานมาใช้ในการคาดคะเนหรือ พยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูล หรือหลักฐาน หรือตอบด้วยคำตอบอื่น ๆ หรือตอบไม่ถูกต้อง ตอบไม่ชัดเจน หรือไม่ตอบ

จากการศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์ของ Lawson (2009) ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และด้านการสร้างข้อสรุป ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา และสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 สรุปเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์		
	2	1	0
ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานได้ถูกต้องและครบถ้วนอย่าง	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ
ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบมีความถูกต้องสามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้ และครบถ้วน	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบมีความถูกต้องสามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้ แต่ไม่ครบถ้วน	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบไม่ถูกต้อง ไม่สามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้หรือไม่ตอบ
ด้านการสร้างข้อสรุป	ลงข้อสรุปได้ถูกต้องและอธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง	ลงข้อสรุปได้ถูกต้องและอธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง	ลงข้อสรุปโดยอ้างถึงหลักฐานที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

เกณฑ์การแปลผลระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เกณฑ์ที่ใช้ในการแปลผลระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้
ทศพล สุวรรณพุม (2562) ได้สร้างเกณฑ์การแปลผลระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับดีมาก หมายถึง นักเรียนสามารถสร้างคำตอบที่แสดงถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนทุกประเด็นพร้อมทั้งขยายคำตอบ โดยมีคะแนนมากกว่าร้อยละ 80

ระดับดี หมายถึง นักเรียนสามารถสร้างคำตอบที่แสดงถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน แต่ไม่มีการขยายความ โดยมีคะแนนอยู่ในช่วงร้อยละ 60-70

ระดับกลาง หมายถึง นักเรียนสามารถสร้างคำตอบที่แสดงถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้บางประเด็น โดยมีคะแนนอยู่ในช่วงร้อยละ 50-60

ระดับต่ำ หมายถึง นักเรียนไม่สามารถสร้างคำตอบที่แสดงถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ โดยมีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50

จตุพร อินทร์พิมพ์ (2564) ได้สร้างเกณฑ์การแปลผลระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

8 – 10 คะแนน	หมายถึง	ระดับดีมาก
6 – 7 คะแนน	หมายถึง	ระดับดี
4 – 5 คะแนน	หมายถึง	ระดับพอใช้
0 – 3 คะแนน	หมายถึง	ระดับปรับปรุง

จากการศึกษาเกณฑ์การแปลผลระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จึงสรุปได้ว่า ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตัดแปลงจากเกณฑ์ของ ทศพล สุวรรณพุด (2562) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้ 1) ระดับดีมาก คือ มีคะแนนมากกว่าร้อยละ 71 ขึ้นไป 2) ระดับดี คือ มีคะแนนร้อยละ 61-70 3) ระดับปานกลาง คือ มีคะแนนร้อยละ 51-60 4) ระดับต่ำ คือ มีคะแนนร้อยละ 50

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กมลวรรณ ตั้งธนาภานนท์ (2557) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า การอบรม การสั่งสอน การฝึกอบรมหรือประสบการณ์ต่างๆ รวมทั้งความรู้สึกรับค่านิยม จริยธรรมต่างๆ ที่เป็นผลมาจากการฝึกสอน

อนุวัติ คุณแก้ว (2558) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการ รวมทั้งสมรรถภาพของสมองด้านต่างๆ ได้แก่ ระดับสติปัญญา การคิด การแก้ปัญหาต่างๆ ของนักเรียนซึ่งแสดงให้เห็นด้วยคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือรายงาน การทำงานที่ได้รับมอบหมายตลอดจนทำการบ้านในแต่ละรายวิชา

รัตนะ บัวสนธ์ (2565) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึงคุณลักษณะรวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือคือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพทางสมอง

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการรวมทั้งสมรรถภาพของสมองด้านต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า การอบรม การ สั่งสอนหรือประสบการณ์ต่างๆ

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความจำเป็นต่อการเรียนการสอน หรือการตัดสินผลการเรียน เพราะเป็นการวัดระดับความสามารถในการเรียนรู้ของบุคคลหลังจากที่ได้รับการฝึกฝน โดยอาศัยเครื่องมือประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ซึ่งเป็นเครื่องมือที่นิยมมากที่สุด

Klopfer (1971) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการเรียนด้านสติปัญญา หรือความรู้ ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์เป็น 4 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

Bloom (1982) ถือว่าสิ่งใดก็ตามที่มีปริมาณอยู่จริงสิ่งนั้นสามารถวัดได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดดังกล่าว ซึ่งผลการวัดจะเป็นประโยชน์ในลักษณะทราบและประเมินระดับความรู้ทักษะและเจตคติของนักเรียน และระดับความรู้ความสามารถตามแนวคิดของ Bloom มี 6 ระดับ ดังนี้

1) ความจำ คือ สามารถจำเรื่องต่าง ๆ ได้ เช่น คำจำกัดความสูตรต่าง ๆ วิธีการ เช่น นักเรียนสามารถบอกชื่อสารอาหาร 5 ชนิดได้ นักเรียนสามารถบอกชื่อธาตุที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนได้ครบถ้วน

2) ความเข้าใจ คือ สามารถแปลความ ขยายความ และสรุปใจความสำคัญได้

3) การนำไปใช้ คือ สามารถนำความรู้ ซึ่งเป็นหลักการ ทฤษฎี ฯลฯ ไปใช้ในสภาพการณ์ที่ต่างออกไปได้

4) การวิเคราะห์ คือ สามารถแยกแยะข้อมูลและปัญหาต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยเช่น วิเคราะห์องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ หลักการดำเนินการ

5) การสังเคราะห์ คือ สามารถนำองค์ประกอบ หรือส่วนต่าง ๆ เข้ามารวมกันเป็นหมวดหมู่อย่างมีความหมาย

6) การประเมินค่า คือ สามารถพิจารณาและตัดสินจากข้อมูล คุณค่าของ หลักการโดยใช้มาตรการที่ผู้อื่นกำหนดไว้หรือตัวเองกำหนดขึ้น

อนุวัติ คุณแก้ว (2565) การจัดการเรียนการสอนจะเน้นการพัฒนานักเรียนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมใน 3 ด้าน คือ พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Psycho-Motor Domain) ซึ่งแต่ละด้านมีรายละเอียดดังนี้

1. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เป็นพฤติกรรมด้านความสามารถทางสติปัญญาของบุคคล จำแนกได้ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำ (Knowledge) คือ ความสามารถในการระลึกได้ถึงเรื่องราวต่างๆ ที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนจะโดยวิธีใดก็ตาม ซึ่งพฤติกรรมด้านนี้ยังจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ คือ ความรู้เฉพาะเรื่อง ความรู้ในวิธีดำเนินการและความรู้รวบยอดในเรื่องเรื่อง

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นผลจากการเอาความรู้จากประสบการณ์ในชั้นความรู้ ความจำมาผสมผสานจนกลายเป็นสมรรถภาพสมองชนิดใหม่ ซึ่งความเข้าใจมี 3 ลักษณะ คือ การแปลความ การตีความและการขยายความ

1.3 การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถที่นำความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เราเรียนมาแล้วไปแก้ปัญหาที่แปลกใหม่หรือสถานการณ์ที่ไม่เคยพบมาก่อน แต่อาจใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับเรื่องที่เคยพบเห็นมาก่อนก็ได้

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) ความสามารถแยกแยะเรื่องราวต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ ทำให้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์กันได้อย่างชัดเจน สามารถค้นหาความจริงต่างๆ ที่แอบแฝงอยู่ในเนื้อเรื่องนั้นๆ ได้ การวิเคราะห์มีอยู่ 3 ลักษณะ ซึ่งได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการ

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการนำเอาองค์ประกอบย่อยต่างๆ ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปมารวมกันเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน เพื่อให้เห็นโครงสร้างที่ชัดเจน แปลกใหม่ไปจากเดิมลักษณะคล้ายความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่แปลกใหม่ มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ การสังเคราะห์ มี 3 ประเภท ได้แก่ สังเคราะห์ข้อความ สังเคราะห์แผนงานและสังเคราะห์ความสัมพันธ์

1.6 การประเมินผล (Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินคุณค่าของแนวความคิดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายใดจุดมุ่งหมายหนึ่ง โดยเฉพาะพร้อมทั้งสามารถแสดงเหตุผลที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับการตัดสินนั้นๆ

2. พฤติกรรมด้านจิตพิสัย เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้สึกรู้สึกนึกคิดทางจิตใจ อารมณ์และคุณธรรมของบุคคล สามารถจำแนกเป็น 5 ระดับ คือ

2.1 การรับรู้ (Receiving of Attending) มีลักษณะของการตอบสนอง 3 ลักษณะ คือ การยอมรับ การตั้งใจที่จะรับรู้และการเลือกสิ่งเร้าที่ต้องการรับรู้

2.2 การตอบสนอง (Responding) เป็นพฤติกรรมที่ต่อเนื่องจากความตั้งใจที่จะรับรู้โดยไม่เพียงแต่จะตั้งใจรับรู้เท่านั้น แต่มีความปรารถนาหรือปฏิกิริยาที่จะโต้ตอบต่อสิ่งเร้านั้นอย่าง เต็มใจ

และเกิดความพึงพอใจจากการตอบสนอง พฤติกรรมขั้นนี้จำแนกเป็น 3 ลักษณะ คือ การยินยอมที่จะตอบสนอง ความเต็มใจที่จะตอบสนองและความพอใจในการตอบสนอง

2.3 การสร้างคุณค่า (Valuing) เป็นขั้นที่บุคคลมองเห็นคุณค่าของการตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือประสบการณ์ที่ได้ ขั้นนี้มีพฤติกรรมการแสดง 3 ลักษณะ ได้แก่ การยอมรับในคุณค่า การนิยมชมชอบในคุณค่าและการสร้างคุณค่า

2.4 การจัดระบบคุณค่า (Organization) หลังจากทีบุคคลได้สร้างค่านิยมของตนขึ้นมาแล้วก็พยายามนำค่านิยมนั้นมาจัดระบบให้เกิดเป็นระบบระเบียบขึ้น ลักษณะการจัดระบบคุณค่ามี 2 ลักษณะคือ การสร้างความคิดรวบยอดของคุณค่าและการจัดระบบของคุณค่า

2.5 การสร้างลักษณะนิสัย (Characterization by a Value Complex) เป็นการจัดระบบคุณค่าที่มีอยู่ในตัวเข้าเป็นระบบที่ถาวร ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมพฤติกรรมการแสดงของบุคคลไม่ว่าจะอยู่ในสถานการณ์ใดๆ ก็แสดงพฤติกรรมตามค่านิยมที่ยึดถือตลอดไป การสร้างลักษณะนิสัยมี 2 ลักษณะคือ การสร้างลักษณะนิสัยชั่วคราวและการสร้างลักษณะนิสัยถาวร

3. พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย เป็นพฤติกรรมเกี่ยวกับความสามารถเชิงปฏิบัติการ พฤติกรรมเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย จำแนกเป็น 5 ระดับ คือ

3.1 การรับรู้ (Perception) เป็นขั้นที่แสดงอาการรับรู้ที่จะเคลื่อนไหวโดยอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ หู ตา จมูก ลิ้นและสัมผัสทางกาย แม้จะมีสิ่งเร้าเข้ามากระตุ้นโดยผ่านทางประสาทสัมผัสพร้อมๆ กันก็อาจเลือกที่จะรับรู้ มีการแปลความหมายสิ่งเร้าเพื่อตอบสนอง

3.2 การเตรียมพร้อม (Set) เป็นสภาพของแต่ละบุคคลที่พร้อมจะแสดงพฤติกรรมออกมา สภาพความพร้อมมี 3 ด้านคือ ความพร้อมด้านร่างกาย ด้านสมองและด้านอารมณ์

3.3 การตอบสนองตามแนวทางที่กำหนดให้ (Guided Response) เป็นการแสดงออกในลักษณะของการเลือกแบบและการลองผิดลองถูก

3.4 ความสามารถด้านกลไก (Mechanism) เป็นขั้นที่นักเรียนได้กระทำตามที่เรียนมาและพัฒนาขึ้นมาจนมีสัมฤทธิ์ผล สามารถสร้างเทคนิควิธีสำหรับตนเองขึ้นมาเพื่อปฏิบัติต่อไป

3.5 การตอบสนองที่ซับซ้อน (Complex Overt Response) เป็นความสามารถในการปฏิบัติในสิ่งที่ย่างยากซับซ้อนมากขึ้นและสามารถกระทำได้อย่างมั่นใจไม่ลังเลและสามารถทำได้ดีจนเป็นอัตโนมัติ

จึงสรุปได้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความจำเป็นต่อการตัดสินผลการเรียน เพราะเป็นการวัดระดับความสามารถในการเรียนรู้ของบุคคลหลังจากที่ได้รับการฝึกฝน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของ Bloom (1982) มี 6 ระดับ คือ 1) ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ 6) การประเมินค่า

ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

คำว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) นักวัดผลและนักการศึกษาไทย มีการเรียกชื่อแตกต่างกันไปเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หรือแบบสอบผลสัมฤทธิ์และได้ให้ความหมายไว้ในแนวทางเดียวกัน ดังนี้

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2557) ได้สรุปแนวคิดไว้ว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการมักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

สุวิมล กฤษณกุลหาสน์ (2564) ให้ความหมายของแบบทดสอบความสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจาก โรงเรียนและทางบ้าน ยกเว้นการวัดทางร่างกาย ความถนัดและทางบุคคลกับสังคม สำหรับในโรงเรียนแล้วแบบทดสอบประเภทผลสัมฤทธิ์มุ่งที่จะวัดความสำเร็จในวิชาการเป็นส่วนใหญ่

รัตนะ บัวสนธ์ (2565) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความรู้ ทักษะ สมรรถภาพด้านต่างๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวงและมุ่งวัดทางด้านวิชาการเป็นสำคัญ

จึงสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียน ได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

โดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน เฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษามีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Test) ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้กำหนดข้อความหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้นๆ (Objective Test or Short Answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวาง เหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ได้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูกผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทุกๆ ไปซึ่งจะสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐานกล่าวคือมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางหลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบ ซึ่งระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง

โดยการศึกษา ตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้ว่าจะแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามา แล้วในขั้นที่ 3

5. ตรวจสอบข้อสอบ

เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจสอบข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดสอบ

เมื่อตรวจสอบข้อสอบเสร็จแล้ว พิมพ์ข้อสอบทั้งหมดจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (Direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองใช้สอบและวิเคราะห์

การทดลองใช้สอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองใช้สอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้อง การสอนจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติของ การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองใช้สอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำ แบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบหากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่ จะนำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

คุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2560) ได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีไว้ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้น มีคุณภาพ เพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือ วัดได้ตรงและ ครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัด วัดได้ตรงตามจุดประสงค์วัดได้ตรงตามสภาพ ความจริง และวัดแล้ว สามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้
2. มีความเชื่อมั่นสูง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่ดีวัดสิ่งเดียวกันหลายครั้งผลที่ได้จาก การวัดจะเหมือนกันหรือแตกต่างกันน้อยมาก
3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวเอง เช่น ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัย จะมีความชัดเจนอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจ ตรงกัน คำตอบแน่นอน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และประการสุดท้ายคือ แปล ความหมาย คำนวณได้ตรงกัน
4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ไม่ยากเกินไปและง่ายไม่เกินไป ข้อสอบข้อใด ที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าง่าย ข้อที่มีคนตอบถูกน้อยแสดงว่ายาก ค่าความยากง่าย ของข้อสอบ (P) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 ข้อสอบที่ดีมีค่า P อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ค่อนข้าง ยาก ปานกลางถึงค่อนข้างง่าย
5. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง สามารถแบ่งแยกคนออกเป็น ประเภท ต่างๆ ได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้หมายถึง ข้อสอบที่คนเก่งตอบถูก คนอ่อนตอบผิดข้อสอบที่ จำแนกกลับ คนเก่งจะตอบผิดแต่คนอ่อนจะตอบถูก และข้อสอบที่จำแนกไม่ได้คนเก่ง และคนอ่อนจะ ตอบถูกและผิดพอๆ กัน ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมากนัก อำนาจจำแนกของ ข้อสอบมีค่า R อยู่ ระหว่าง - 1.00 ถึง + 1.00 ค่า R เป็นเครื่องหมายลบหมายความว่า จำแนกไม่ได้ คนเก่งตอบถูกน้อย กว่าคนอ่อน R เป็นเครื่องหมายลบ หมายความว่าจำแนกได้เก่ง ตอบถูกมากกว่าคนอ่อน ข้อสอบที่มี

ค่า R ไกล่ศูนย์ ($R = -0.19$ ถึง $+0.19$) เป็นข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ เพราะคนเก่ง ตอบถูก พอๆ กับคนอ่อน ข้อสอบที่ดีควรมีค่า R อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00

6. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือเครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้มาก โดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว แต่เสียเวลาน้อย และใช้แรงงานน้อย

7. มีความยุติธรรม (Fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้ที่ถูกวัดด้วยกัน

8. ใช้คำถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ

9. ใช้คำถามยั่ว (Exemplary) มีลักษณะที่ท้าทายให้ผู้สอบอยากคิดอยากตอบและทำด้วยความเต็มใจ

10. คำถามจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามกว้างเกินไปหรือถามคลุมเครือให้คิดหลายแง่มุม

สมนึก ภัททิยธนี (2556) ได้สรุปคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีไว้ 10 ประการ ดังนี้

1. ต้องเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบ แบ่งเป็น 4 ชนิด คือ

1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือตรงกับเนื้อหาที่ได้ทำการสอน กล่าวคือ เมื่อทำการสอนเนื้อหาใด ก็ทำการออกข้อสอบวัดให้ตรงกับเนื้อหานั้น และที่เน้นเป็นสำคัญอยู่ที่ต้องเขียนคำถามให้สอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหานั้นด้วย

1.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือวัดได้ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน กล่าวคือ เมื่อจะสอนเนื้อหาใดครูต้องกำหนดจุดมุ่งหมายไว้ล่วงหน้าว่าจะให้นักเรียนเกิดสมรรถภาพสมองด้านใดแล้วจึงทำการสอนและเขียนข้อสอบให้ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการ

1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงในชีวิตประจำวันหรือปัจจุบันของนักเรียนหรือกล่าวได้ว่า เป็นความสามารถของแบบทดสอบที่ช่วยให้ครูประมาณสภาพอันแท้จริงของ นักเรียนในปัจจุบันได้ถูกต้อง

1.4 ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของนักเรียนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตกล่าวคือ คะแนนผล

การสอบที่เกิดจากแบบทดสอบชุดนั้นสอดคล้องกับผลการเรียนหรือความสำเร็จในอนาคตของนักเรียน

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คง ทองวา ไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะทำการสอบกี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มี การ ได้เปรียบเสียเปรียบในกลุ่มผู้สอบด้วยกัน และไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบได้โดยการเดา ไม่ให้ นักเรียนขี้เกียจหรือไม่สนใจในการเรียนทำข้อสอบได้ดี ผู้ที่ทำข้อสอบได้ควรจะเป็นนักเรียนที่เก่งและ ขยันเท่านั้น

4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะต้องไม่ถามผิวเผิน หรือถามประเภทความรู้ความจำต้องถามให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจ ไปคิดดัดแปลง แก้ปัญหา แล้วจึงตอบได้

5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ไม่ควรใช้คำถามซ้ำซากซึ่งน่าเบื่อหน่าย วิธีการที่จะให้แบบทดสอบมีความยั่วยุอยากตอบ โดยเรียงจากข้อง่ายไปหาข้อยากใช้ข้อสอบรูปภาพบ้าง ถามข้อละปัญหาบ้างรูปแบบของข้อสอบ น่าสนใจ ถ้าเป็นข้อสอบอัตนัยก็ให้บรรยายมีความยาวพอเหมาะและไม่ถามหลายประเด็นในข้อ เดียวกัน

6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทาง การถาม การตอบชัดเจนไม่คลุมเครือไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนงง

7. ความเป็นปรนัย (Objective) จะต้องมีความสมบัติ 3 ประการ คือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจในความหมายได้ถูกต้อง และตรงกัน

7.2 ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคนก็ตาม

7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากพอประมาณใช้เวลา สอบพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีตสามารถตรวจให้คะแนนได้ รวดเร็วรวมถึงสถานการณ์ในการสอบที่ดี

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบ ที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ดี ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง เช่น ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Measurement) อำนาจจำแนกของ ข้อสอบ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่จำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง กลุ่มเก่งทำข้อสอบข้อนั้นถูก แต่กลุ่มอ่อนทำไม่ถูก ส่วนทฤษฎีการวัดผล แบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Measurement) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการ

จำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มรอบรู้กับกลุ่มไม่รอบรู้ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง กลุ่มรอบรู้ทำข้อสอบนั้นถูกแต่กลุ่มไม่รอบรู้ทำไม่ถูก

10. ความยาก (Deficiency) หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อยเพียงใด หรือ อัตราส่วนของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป เรียกว่ามีความยากพอเหมาะ ส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ถือว่าข้อสอบที่ดีสามารถวัดว่านักเรียนได้บรรลุจุดประสงค์หรือไม่ การทำข้อสอบได้ถูกต้อง แสดงว่าบรรลุจุดประสงค์ตามที่ต้องการ

จากที่กล่าวมาแล้วเกี่ยวกับคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีจะต้องมีลักษณะดังนี้ มีความเที่ยงตรง มีความเชื่อมั่นสูง มีความเป็นปรนัย มีความยากง่ายพอเหมาะ มีอำนาจจำแนก มีประสิทธิภาพ มีความยุติธรรม ใช้คำถามถามลึก ใช้คำถามช่วย และคำถามจำเพาะเจาะจง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

เฟาชียะห์ ดือเระ (2558) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลการเรียนการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เรื่อง เคมีอินทรีย์ ที่มีต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เรื่อง เคมีอินทรีย์ 2) เปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยเรื่อง เคมีอินทรีย์ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนสะเดา “ขรรค์ชัยกมลพลาณท่อนุสรณ์” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 14 คน โดยเลือกแบบเจาะจงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เรื่อง เคมีอินทรีย์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85 ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 60 และ 2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เรื่อง เคมีอินทรีย์ มีคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เยาว์ประภา สิงห์มหาไชย (2561) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 เครื่องมือที่ใช้วิจัยในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย จำนวน 6 แผน 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.90 และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับ ที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.88 ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์ (2563) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ให้ผ่านเกณฑ์ในระดับดี กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาวิปากุม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 33 คน จากนักเรียนทั้งหมดจำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ 2) แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละ ผลการวิจัยจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 33 คน มี ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 27.3 และไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดีจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 72.7 วงรอบปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 24 คน มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 54.2 และไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดีจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 45.8 วงรอบปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 11 คน มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 81.8 และไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดีจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 18.2 จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

พัชรญา พลเยี่ยม (2564) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 24 คน โรงเรียนสตรีศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 3) แบบบันทึกหลังการสอนของครู 4) แบบสัมภาษณ์นักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR เพิ่มขึ้น โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 79.17 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67

มณิธา ประเสริฐไทย (2566) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 3) แบบสัมภาษณ์นักเรียน และ 4) แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ใช้แบบสัมภาษณ์และแบบสังเกตพฤติกรรมในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่าวงรอบปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 37.93 วงรอบปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 82.76 และวงรอบปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 100.00

งานวิจัยต่างประเทศ

Shodikin (2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์สมมติฐานนิรนัยต่อความสามารถในการใช้เหตุผลของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์แบบนิรนัยต่อความสำเร็จของความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ใช้การทดสอบก่อน-หลังเรียน กับนักเรียนเกรด 11 ของโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในเมืองปาตี ซวากกลาง ประเทศอินโดนีเซีย ผลการวิจัยพบว่า ความสำเร็จของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้รับผ่านการเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์แบบนิรนัยแบบสมมติฐานนั้นดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการเรียนรู้แบบอธิบาย ในรายละเอียดเพิ่มเติม โดยเฉพาะนักเรียนในระดับกลางเท่านั้นที่แสดงความสำเร็จที่ดีในด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากการค้นพบนี้แนะนำว่าครูควรจะสามารถสนับสนุนให้กลยุทธ์สมมติฐานนิรนัยเพื่อให้บรรลุความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Bibih et al. (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้วิธีสอนแบบนิรนัย-อุปนัย เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีจุดประสงค์คือ เพื่อวิเคราะห์การประยุกต์ใช้วิธีสอนแบบนิรนัย-อุปนัย และเพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ซึ่งกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนเกรด 8 จำนวน 80 คน ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง โดยวิธีสอนแบบนิรนัย-อุปนัย มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ

Wardani (2020) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของนักเรียนตามหลักสูตรมาตรฐานสากล โดยมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของนักเรียนเกรด 10 ในวิชาวัสดุอนุภาค ด้วยวิธีแบบนิรนัยนักเรียนจะมีภาพ/แนวคิดในใจอยู่แล้ว แต่ด้วยวิธีการอุปนัยนักเรียนจะใช้ตรรกะเพื่อทำความเข้าใจแนวคิดและสรุปได้ การศึกษานี้ใช้เป็นวิธีการเชิงพรรณนาเปรียบเทียบด้วยเทคนิคการวิเคราะห์สามเ้า เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบสอบถามสำหรับนักศึกษา 2) เอกสารสังเกตการณ์ วัดก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนสอบนิรนัยและอุปนัยคือ 54.70 และ 48.25 ตามลำดับ 1) ผลการวิเคราะห์แบบสังเกตพบว่าวิธีการแบบนิรนัยมีคะแนนมากกว่าวิธีแบบอุปนัยในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนถึง 12 คะแนน 2) ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม พบว่านักเรียน 38 คนจาก 68 คน ชอบกระบวนการเรียนรู้แบบนิรนัยมากกว่าแบบอุปนัยและคิดว่าเหมาะสมกับนักเรียน ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนวิชานิรนัยและอุปนัยเท่ากับ 68.16 และ 55.47 ตามลำดับ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ของการทดสอบ N-Gain ต่อ

การทดสอบก่อนและหลังการทดสอบชี้ว่าวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความเข้าใจเชิงมนทัศน์ของนักเรียนโดยใช้วิธีนรณยสูงกว่การใช้วิธีอุปนัย 14.22%

Samuel (2021) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการสอนแบบอุปนัยและแบบนรณยต่อประสิทธิภาพของนักเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น: เพศศึกษา โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของวิธีการสอนแบบอุปนัยและวิธีการสอนแบบนรณย (ต่อประสิทธิภาพของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นสามคนในสาขาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน การศึกษานี้ใช้การออกแบบกึ่งทดลองก่อน-หลังเรียน โดยมุ่งเน้นโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น 6 แห่ง ได้รับการคัดเลือกอย่างเจาะจง ภายใต้สภาพเขตเทศบาลอาบูจา เขตนครหลวงสหพันธรัฐ ประเทศไนจีเรีย มีผู้เข้าร่วมทั้งหมด 620 คน ประกอบด้วย นักเรียนชาย 355 คน และนักเรียนหญิง 265 คน มีส่วนร่วมในการศึกษานี้ และเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่าข้อมูลที่เก็บรวบรวมเป็นไปตามสมมติฐาน ผลลัพธ์หลักพบว่าวิธีการสอนที่มีประสิทธิผลและเป็นที่ต้องการมากที่สุดคือวิธีการสอนแบบนรณย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ของผลการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนชายระหว่างทั้งสามกลุ่ม ยังพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในสมรรถภาพเฉลี่ยของนักเรียนหญิงทั้งสามกลุ่ม จากการค้นพบนี้แนะนำว่าควรสนับสนุนการใช้วิธีสอนแบบนรณย-อุปนัย

Folasade (2024) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของกลยุทธ์การสอนแบบอุปนัยและแบบนรณยต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของกลยุทธ์การสอนแบบอุปนัยและนรณยต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน การศึกษานี้ใช้การออกแบบกึ่งทดลอง โดยมุ่งเน้นไปที่นักศึกษาชั้นปีที่ 2 ของวิทยาลัยการศึกษาในรัฐโอโย ตัวอย่างในการศึกษานี้ประกอบด้วยนักเรียน 235 คน การศึกษาใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วยคำถามเชิงวัดอุปสงค์ 25 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามีนัยสำคัญ 0.05 ยังเผยให้เห็นว่ากลยุทธ์การสอนทั้งแบบอุปนัยและแบบนรณยที่นำมาใช้ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมากกว่าวิธีการสอนแบบเดิมๆ ในทำนองเดียวกันผู้ที่ใช้กลยุทธ์การสอนแบบนรณยจะทำงานได้ดีกว่าแบบอุปนัย โดยผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าควรใช้กลยุทธ์การสอนแบบนรณยและแบบอุปนัยในการสอนคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เพื่อส่งเสริมความเข้าใจที่ดีขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนรณย จะส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูผู้สอนนำประเด็นสถานการณ์ปัญหา ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องหรือพบได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ให้นักเรียนได้ทำการศึกษาผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สามารถที่จะสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองและพัฒนานักเรียนในด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหา และทักษะการให้เหตุผลเพื่อส่งเสริมความเข้าใจอย่างมีความหมายต่อนักเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีแนวทางในการดำเนินการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 15 ห้อง รวม 562 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/12 แผนการเรียน ภาษาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียน (The single group, pretest-posttest Design) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538) ซึ่งมีลักษณะการทดลอง ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แบบแผนการวิจัยแบบ Single Group Pretest-Posttest Design

ทดสอบก่อนเรียน	ตัวแปรอิสระ	ทดสอบหลังเรียน
T ₁	X	T ₂

เมื่อ T₁ หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest)
 T₂ หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง (Posttest)
 X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน รวม 9 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
3. แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยแบบทดสอบแต่ละข้อประกอบด้วยข้อความถามย่อย 3 ข้อ ที่วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐาน สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล สามารถคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา ขอบข่ายของเนื้อหา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 ศึกษาคำอธิบายรายวิชาชีววิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 สาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายละเอียดของเนื้อหา เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งเนื้อหาออกเป็น ทั้งหมด 6 เรื่อง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าที่มีทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าที่มีทิศทางไม่สัมพันธ์กับสิ่งเร้า

1.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ ตัวชี้วัด จุดประสงค์ การเรียนรู้ และชั่วโมงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วนำมาสร้างตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย สาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. สารอินทรีย์ ที่จำเป็นต่อ การ เจริญเติบโต ของพืช โดยตรง	ระบุและอธิบาย เกี่ยวกับปัจจัยที่มี ผลต่อการ เจริญเติบโตและ การดำรงชีวิตของ พืช การตอบสนอง ของพืชต่อสิ่งเร้าใน รูปแบบต่างๆ สืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับสารควบคุม การเจริญเติบโต ของพืชที่มนุษย์ สังเคราะห์ขึ้น เพื่อ นำมาใช้ในทาง	พืชแต่ละชนิดมีสารอินทรีย์ จำพวก คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด ซึ่งสร้างและสะสมในแต่ ละอวัยวะในปริมาณที่ แตกต่างกันโดยพืชจะสะสม คาร์โบไฮเดรตในรูปของ น้ำตาล เช่น ผลไม้ต่างๆ และ ในรูปของแป้ง เช่น ข้าว ข้าวโพด มัน สะสมโปรตีน มากในเมล็ด เช่น ถั่วเหลือง สะสมลิพิดส่วนใหญ่ในเมล็ด เช่น มะพร้าว ทานตะวัน สำหรับกรดนิวคลีอิกซึ่งส่วน ใหญ่อยู่ในนิวเคลียส จะพบ	1.นักเรียน สามารถตอบ คำถามเกี่ยวกับ การทดลอง ทดสอบ สารอาหารใน พืชได้ (K) 2.นักเรียน สามารถทดลอง การทดสอบ สารอาหารใน พืชได้ (P)	2

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	การเกษตรและเพิ่มผลผลิตของพืช	มากบริเวณที่มีการแบ่งเซลล์ เช่น ปลายยอดและปลายราก	3. นักเรียนมีวินัยใฝ่เรียนรู้ (A)	
2. สารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง	ระบุและอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช การตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อมในรูปแบบต่างๆ สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น เพื่อนำมาใช้ในทางการเกษตรและเพิ่มผลผลิตของพืช	พืชบางชนิดยังมีสารอินทรีย์อื่น ๆ ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตโดยตรงเช่น สารคาเฟอีนที่พบในกาแฟ น้ำยางจากต้นยางพารา หรือกลิ่นหอมของดอกไม้บางชนิด แต่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช ช่วยให้มีชีวิตรอด หรือช่วยแพร่กระจายพันธุ์ได้ดี ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้ เช่น น้ำมันหอมระเหย น้ำยาง สารคาเฟอีน	1.นักเรียนสามารถบอกตัวอย่างและประโยชน์ของสารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงได้ (K) 2.นักเรียนสามารถทำการทดลองได้ (P) 3. นักเรียนมีวินัยใฝ่เรียนรู้ (A)	1

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3.ปัจจัย ภายนอกที่มี ผลต่อการ เจริญเติบโต ของพืช	ระบุและอธิบาย เกี่ยวกับปัจจัยที่มี ผลต่อการ เจริญเติบโตและ การดำรงชีวิตของ พืช การตอบสนอง ของพืชต่อสิ่งเร้าใน รูปแบบต่างๆ สืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับสารควบคุม การเจริญเติบโต ของพืชที่มนุษย์ สังเคราะห์ขึ้น เพื่อ นำมาใช้ในทาง การเกษตรและเพิ่ม ผลผลิตของพืช	ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตของพืช ประกอบด้วย แสงเป็นแหล่ง พลังงานในกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช น้ำเป็นวัตถุดิบใน กระบวนการสังเคราะห์ด้วย แสง เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา ต่าง ๆ เป็นตัวทำละลายที่ ช่วยในการเคลื่อนที่ของสาร แร่ธาตุเป็นองค์ประกอบ หลักในโครงสร้างของพืช มี ผลต่อการเจริญเติบโตและ การดำรงชีวิตของพืช แก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์เป็น วัตถุดิบในกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสง และ แก๊สออกซิเจนเป็นวัตถุดิบ ในกระบวนการหายใจและ การสลายสารอาหารของพืช	1.นักเรียน สามารถบอก ปัจจัยภายนอกที่มี ผลต่อการ เจริญเติบโตของ พืชได้ (K) 2.นักเรียน สามารถทำการ ทดลองได้ (P) 3.มีความ รับผิดชอบต่องาน ที่ได้รับมอบหมาย (A)	2

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
4. ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	ระบุและอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช การตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อมในรูปแบบต่างๆ สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น เพื่อนำมาใช้ในทางการเกษตรและเพิ่มผลผลิตของพืช	ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ ฮอรโมนพืช ประกอบด้วย ออกซิน (auxin) ช่วยกระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์ และยับยั้งการเจริญของตาข้าง ไซโตไคนิน (cytokinins) ช่วยกระตุ้นการเจริญของยอด ราก ผล และตาข้าง จิบเบอเรลลิน (gibberellin) ช่วยกระตุ้นเซลล์บริเวณลำต้นให้ยืดตัวและแบ่งเซลล์ กระตุ้นการเจริญของราก และช่วยให้เมล็ดงอก กรดแอบไซซิก (abscisic acid) ช่วยยับยั้งการเจริญและการยืดตัวของเซลล์ เอทิลีน (ethylene) ช่วยกระตุ้นการสุกของผลไม้ นอกจากนั้น มนุษย์สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพิ่มผลผลิต	1.นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและตอบคำถามจากสถานการณ์ได้ (K) 2.นักเรียนสามารถทำการทดลองได้ (P) 3.นักเรียนรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น (A)	1

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		นำมาประยุกต์ใช้เพิ่ม ผลผลิตทางการเกษตร เช่น ออกซินสังเคราะห์ จิบเบอเรลลินสังเคราะห์ เป็นต้น		
5.การ ตอบสนอง ของพืชต่อ สิ่งเร้าที่มี ทิศทาง สัมพันธ์กับ สิ่งเร้า	ระบุและอธิบาย เกี่ยวกับปัจจัยที่มี ผลต่อการ เจริญเติบโตและ การดำรงชีวิตของ พืช การตอบสนอง ของพืชต่อสิ่งเร้าใน รูปแบบต่างๆ	การตอบสนองที่มีทิศทาง สัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า หรือทรอปิกมูฟเมนต์ (tropism movement) เป็น การเคลื่อนไหวของพืชที่มี ทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้า ซึ่งอาจเบนเข้าหาหรือเบน ออกจากสิ่งเร้า การ เคลื่อนไหวของพืชลักษณะนี้ เช่น การเคลื่อนไหวที่ ตอบสนองต่อแสง การ เคลื่อนไหวที่ตอบสนองต่อ การสัมผัสสิ่งเร้า การ เคลื่อนไหวที่ตอบสนองต่อ แรงโน้มถ่วงของโลก การ เคลื่อนไหวที่ตอบสนองต่อ สารเคมี การเคลื่อนไหวที่ ตอบสนองต่อน้ำ	1.นักเรียน สามารถบอก ประเภทของการ ตอบสนองของพืช ต่อสิ่งเร้าได้ (K) 2.นักเรียน สามารถทำการ ทดลองได้ (P) 3.นักเรียนมีความ รับผิดชอบต่องาน ที่ได้รับมอบหมาย (A)	2

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
6.การ ตอบสนอง ของพืชต่อ สิ่งเร้าที่มี ทิศทางไม่ สัมพันธ์กับ สิ่งเร้า	ระบุและอธิบาย เกี่ยวกับปัจจัยที่มี ผลต่อการ เจริญเติบโตและ การดำรงชีวิตของ พืช การตอบสนอง ของพืชต่อสิ่งเร้าใน รูปแบบต่างๆ	การตอบสนองที่มีทิศทางไม่ สัมพันธ์กับสิ่งทางของสิ่งเร้า หรือแนสติกมูฟเมนต์ (nastic movement) เป็น การเคลื่อนไหวของพืชที่ ตอบสนองแบบไม่มีทิศทางที่ สัมพันธ์กับสิ่งเร้า การ เคลื่อนไหวลักษณะนี้เกิด จากการเปลี่ยนแปลง ปริมาณน้ำในเซลล์ การ เปลี่ยนแปลงแรงดันเต่ง ภายในเซลล์ หรือการ เจริญเติบโตของส่วนต่าง ๆ ไม่เท่ากัน	1.นักเรียน สามารถบอก ประเภทของการ ตอบสนองของพืช ต่อสิ่งเร้าได้ (K) 2.นักเรียน สามารถทำการ ทดลองได้ (P) 3.นักเรียนมีความ รับผิดชอบต่องาน ที่ได้รับมอบหมาย (A)	1

1.4 กำหนดรูปแบบการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.4.2 ตัวชี้วัด

1.4.3 สาระสำคัญ

1.4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.5 กิจกรรมการเรียนรู้

1.4.6 สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.4.7 การวัดและประเมินผล

1.4.8 เกณฑ์การวัดและประเมินผล

1.4.9 บันทึกหลังสอน

1.5 เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย จำนวน 6 แผน รวม 9 ชั่วโมง เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ตามเนื้อหาที่จะทำการวิจัยโดยให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้และระยะเวลาที่กำหนด

1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมความสอดคล้องด้านตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อประสม การวัดและประเมินผล รวมถึงความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ จากนั้นนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ร่วมกับเอกสารประกอบการเรียน ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องเรียบร้อย ได้แก่ ปรับแก้ขั้นตอนการตั้งคำถามโดยเพิ่มตัวอย่างของการตั้งคำถามขึ้น ปรับแก้เนื้อหาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความชัดเจนและเหมาะสม

1.7 สร้างแบบประเมินคุณภาพความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ร่วมกับเอกสารประกอบการเรียน ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ ดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563)

- คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

1.8 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ร่วมกับเอกสารประกอบการเรียน ที่ผู้วิจัยเขียนเสร็จแล้วพร้อมกับแบบประเมินความเหมาะสมเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสม ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อประสม การวัดและประเมินผล รวมถึงความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

1.8.1 รศ.ดร. ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ วุฒิการศึกษา ประ.ด. (นวัตกรรมการหลักสูตรและการเรียนรู้) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

1.8.2 นายณัฐพล ทองทวี วุฒิการศึกษา ค.ม. (การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน) ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชอุดม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

1.8.3 นายจรรยา ชันทอง วุฒิการศึกษา ศษ.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชอุดม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

1.8.4 นายจักรพันธ์ สุวรรณพิมพ์ วุฒิการศึกษา วท.ม. (ชีววิทยา) ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชอุดม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

1.8.5 นางสาวสิรินันท์ ทองพิทักษ์ วุฒิการศึกษา ค.ม. (การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน) ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชอุดม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

1.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย มาหาค่าเฉลี่ย โดยมีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ถือว่าเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ได้ ซึ่งเกณฑ์การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถวัดตามเกณฑ์ ดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563)

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.11-4.25 หมายถึง เหมาะสมมาก (ภาคผนวก ง)

1.10 ดำเนินการปรับแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ปรับแก้การใช้สื่อจากแหล่งข้อมูลการเรียนรู้ที่ใกล้ตัวนักเรียนและสถานการณ์ปัจจุบัน

1.11 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน 9 ชั่วโมง ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงตามคำแนะนำของ

ผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปดำเนินการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนเพื่อเก็บข้อมูลในงานวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

2. แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.1 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาจากทฤษฎี หลักการ แนวคิดและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ Lawson (2009) ครอบคลุมทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และด้านการสร้างข้อสรุป

2.1.2 จัดทำต้นฉบับแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์โดยมีการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่มีลักษณะบทความหรือ ข้อความทางวิทยาศาสตร์ รูปภาพ หรือคำอธิบายประกอบภาพในประเด็นเรื่องการดำรงชีวิตของพืช แบบ อัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยแบบทดสอบแต่ละข้อประกอบด้วยข้อคำถามย่อย 3 ข้อ ที่วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1) สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานได้ กล่าวคือสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือระบุข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป

2) สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลได้ หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ กล่าวคือ สามารถใช้ ข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการประกอบเพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับ ข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้เลือกมา

3) สามารถคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวได้กล่าวคือ สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหลักฐาน และ ประจักษ์พยานมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุป ข้อมูลหรือหลักฐานได้

ตารางที่ 12 จำนวนข้อแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง	สาระการเรียนรู้	จำนวนแบบทดสอบ	
		จำนวนที่สร้าง	จำนวนที่ใช้จริง
1	- สารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช - ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช - ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช - การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าที่มีทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้า	6	5

ตารางที่ 13 องค์ประกอบและตัวอย่างข้อคำถามการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ตัวอย่างข้อคำถาม	องค์ประกอบ
1	1. ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร 2. การรับประทานอาหารเช้าได้รับสารอาหารที่ครบถ้วนเพียงพอได้อย่างไร และอาหารเช้ามีสารอาหารหลักที่สำคัญอะไรบ้างถึงจะทำให้ได้รับสารอาหารที่ครบถ้วน 3. นางสาวเอ เป็นคนรักสุขภาพ เธอจึงได้เข้าร่วมเทศกาลกินเจ เพื่อหวังว่าการรับประทานอาหารเช้าที่ทำจากผักและงดเว้นเนื้อสัตว์จะทำให้เธอสุขภาพดีขึ้น นักเรียนคิดว่านางสาวเอ มีความเสี่ยงต่อการขาดสารอาหารหรือจะทำให้เธอมีสุขภาพดีขึ้นหรือไม่ และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการขาดคเคเนหรือพยากรณ์ของนักเรียนถูกต้อง	1.สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน 2.สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล 3.สามารถคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐานประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล
2	1. ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร 2. เพราะเหตุใดทำให้ลองกองที่กำลังสุกหลุดร่วงจากต้นง่ายกว่าปกติ 3. นายสม เป็นเกษตรกรมือใหม่ ต้องการปลูกเงาะให้ไปผลผลิตมากเพื่อนำไปขายในตลาด นักเรียนคิดว่านายสม	1.สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน 2.สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล 3.สามารถคาดคะเนหรือการ

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ	ตัวอย่างข้อคำถาม	องค์ประกอบ
	จะต้องตัดยอดของต้นเงาะหรือไม่ เพื่อให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือพยากรณ์ของนักเรียนถูกต้อง	พยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่ สอดคล้องกับข้อมูล
3	1. ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร 2. เพราะเหตุใดต้นมะพร้าวที่คิดว่าตายไปแล้วช่วงปลายลำต้นค่อยๆ โค้งขึ้นมาลักษณะเหมือนต้นไม้แล้วเริ่มออกใบเขียวอีกครั้ง 3. นายบุญ เป็นชาวบ้าน นายบุญปลูกพืชผักแต่ลักษณะของพืชที่นายบุญปลูกมีลักษณะเอนไปทิศทางใดทิศทางหนึ่ง นักเรียนคิดว่าลักษณะของต้นพืชที่เอนไปทิศทางใดทิศทางหนึ่งจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือพยากรณ์ของนักเรียนถูกต้อง	1. สามารถระบุข้อมูลหรือ หลักฐาน หรือประจักษ์พยาน 2. สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล บนพื้นฐานของประจักษ์ พยานข้อมูล 3. สามารถคาดคะเนหรือการ พยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่ สอดคล้องกับข้อมูล

2.1.3 ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 เกณฑ์ประเมินพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์		
	2	1	0
ด้านการระบุข้อมูล หรือหลักฐาน	ระบุหลักฐาน และ เหตุผลของการใช้ หลักฐานได้ถูกต้อง และครบถ้วนอย่าง	ระบุหลักฐาน และ เหตุผลของการใช้ หลักฐานได้ถูกต้องแต่ ไม่ครบถ้วน	ระบุหลักฐาน และ เหตุผลของการใช้ หลักฐานไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

ตารางที่ 14 (ต่อ)

องค์ประกอบ	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์		
	2	1	0
ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบมีความถูกต้องสามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้ และครบถ้วน	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบมีความถูกต้องสามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้ แต่ไม่ครบถ้วน	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบไม่ถูกต้อง ไม่สามารถนำไปใช้เป็นเหตุผลในการลงข้อสรุปได้ หรือไม่ตอบ
ด้านการสร้างข้อสรุป	ลงข้อสรุปได้ถูกต้องและอธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง	ลงข้อสรุปได้ถูกต้องและอธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง	ลงข้อสรุปโดยอ้างถึงหลักฐานที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

2.1.4 นำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความชัดเจนและสอดคล้องกับพฤติกรรม ชีวทัศน์ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายการวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ แก้ไขสถานการณ์ในแต่ละข้อคำถามให้สอดคล้องกับเป้าหมายการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.1.5 นำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ดังนี้

2.1.5.1 รศ.ดร. ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ วุฒิกการศึกษา ปร.ด. (นวัตกรรมการหลักสูตรและการเรียนรู้) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2.1.5.2 นายณัฐพล ทองทวี วุฒิกการศึกษา ค.ม. (การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน) ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชอุดม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2.1.5.3 นายจรรยา ชันทอง วุฒิการศึกษา ศษ.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา)

ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชอุดม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2.1.5.4 นายจักรพันธ์ สุวรรณพิมพ์ วุฒิการศึกษา วท.ม. (ชีววิทยา) ตำแหน่ง ครูวิทย

ฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชอุดม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

2.1.5.5 นางสาวสิรินันท์ ทองพิทักษ์ วุฒิการศึกษา ค.ม. (การพัฒนาหลักสูตรและการ

เรียนการสอน) ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชอุดม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2.1.6 ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยนำผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) กำหนดการให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้อง

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้อง

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้อง

2.1.7 นำผลการประเมินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่า (IOC) ซึ่งจะต้องมีค่า 0.50–1.00 ขึ้นไป จึงจะถือว่าใช้ได้ ถือว่าเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ได้ ซึ่งเกณฑ์การประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถวัดตามเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 หมายถึง มีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 หมายถึง ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ซึ่งผลการวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องพบว่า แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 0.60-1.00 หมายถึง มีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้ (ภาคผนวก จ)

2.1.8 นำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ตาม คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ แก้ไขข้อคำถามในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้มีความละเอียดชัดเจนและเข้าใจได้ง่ายขึ้น

2.1.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ฉบับจริงไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนินัย มีลำดับขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หนังสือคู่มือสำหรับครูแบบเรียน ตัวอย่างข้อสอบ และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ต้องการจริง 20 ข้อ ที่วัดตามองค์ประกอบของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามแนวคิดของ Bloom (1982) จากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของ เนื้อหา ข้อคำถาม รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของภาษาที่ใช้

ตารางที่ 15 จำนวนข้อแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง	สาระการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จำนวน แบบทดสอบ	
			จำนวนที่ สร้าง	จำนวน ที่ใช้จริง
1	สารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง	นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองทดสอบสารอาหารในพืชได้	4	2
2	สารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง	นักเรียนสามารถตอบคำถามเรื่องสารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงได้	4	2

ตารางที่ 15 (ต่อ)

เรื่อง	สาระการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จำนวน แบบทดสอบ	
			จำนวนที่ สร้าง	จำนวน ที่ใช้จริง
3	ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองได้	6	5
4	ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและตอบคำถามได้	6	5
5	การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าที่มีทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้า	นักเรียนสามารถอธิบายการทดลองการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าได้	6	4
6	การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าที่มีทิศทางไม่สัมพันธ์กับสิ่งเร้า	นักเรียนสามารถอธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าได้	4	2

2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ ปรับแก้ข้อคำถามให้มีความชัดเจนและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ปรับแก้จำนวนข้อแบบทดสอบที่สร้างและที่ใช้จริงให้มีความสอดคล้องกัน

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมแบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยนำผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) กำหนดการให้คะแนน ดังนี้ (มนตรี วงษ์ สะพาน, 2563)

- +1 คะแนน หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้อง
- 0 คะแนน หมายถึง ไม่แนใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้อง
- 1 คะแนน หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้อง

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ที่ทำการประเมินการให้คะแนน ดังนี้

2.4.1 รศ.ดร. ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ วุฒิการศึกษา ปร.ด. (นวัตกรรมการหลักสูตรและการเรียนรู้) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2.4.2 นายณัฐพล ทองทวี วุฒิการศึกษา ค.ม. (การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน) ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชอุดม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2.4.3 นายจรรยา ชันทอง วุฒิการศึกษา ศษ.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชอุดม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2.4.4 นายจักรพันธ์ สุวรรณพิมพ์ วุฒิการศึกษา วท.ม. (ชีววิทยา) ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชอุดม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

2.4.5 นางสาวสิรินันท์ ทองพิทักษ์ วุฒิการศึกษา ค.ม. (การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน) ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชอุดม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2.5 นำผลการประเมินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่า (IOC) ซึ่งจะต้องมีค่า 0.50–1.00 ขึ้นไป ถือว่าเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ได้ ซึ่งเกณฑ์การประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดตามเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 หมายถึง มีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 หมายถึง ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ซึ่งผลการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.80-1.00 หมายถึง มีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้ (ภาคผนวก จ)

2.6 ปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ปรับแก้ข้อคำถามให้มีความชัดเจนและเหมาะสมกับเนื้อหาในการเรียน

2.7 แล้วจัดพิมพ์ เพื่อนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเดชอุดม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา อุบลราชธานี อำนาจเจริญ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.8 นำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ เลือกตอบเกิน 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน จากนั้นนำผลทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ วิเคราะห์หาค่า

อำนาจจำแนก (r) กำหนดเกณฑ์คัดเลือกค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 ผลปรากฏว่าเลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.52-0.76 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.27-0.64 (ภาคผนวก จ)

2.9 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.77 (ภาคผนวก จ)

2.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง แล้วนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไปในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบวงจรสมมติฐานนिरนัย ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี โดยมีขั้นตอนดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ชี้แจงข้อตกลงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง โดยแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ เกณฑ์การวัดและประเมินผล เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วัดผลการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
3. ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนिरนัย เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน
4. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรสมมติฐานนिरนัยทั้ง 6 แผน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิม และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วเก็บข้อมูลที่ได้เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบวงจรการตั้งสมมติฐานนिरนัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมุติฐานด้วยสถิติ t-test (Dependent Samples)

2. วิเคราะห์ตามความมุ่งหมายของการวิจัย ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำคำตอบของนักเรียนมาจำแนกเป็นระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดัดแปลงตามเกณฑ์ของ ทศพล สุวรรณพุม (2562) เป็นรายบุคคลทั้งหมด 4 ระดับ คือ ระดับดีมาก ดี ปานกลาง และต่ำ ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 เกณฑ์การแปลผลระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ช่วงคะแนน (ร้อยละของคะแนนเต็ม)	ระดับความสามารถ
มากกว่าร้อยละ 71 ขึ้นไป	ระดับดีมาก
ร้อยละ 61-70	ระดับดี
ร้อยละ 51-60	ระดับปานกลาง
ร้อยละ 50	ระดับต่ำ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้รายงานได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ มีดังต่อไปนี้

1.1 การหาความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (สุวิมล ฤทธิกุลหาสน์, 2564)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา หรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2 การหาค่าความยาก (P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละข้อ โดยใช้สูตรดังนี้ (สุวิมล กฤษณกุล, 2564)

$$P = \frac{PU + PL}{2}$$

เมื่อ

P แทน ระดับความยาก

PU แทน สัดส่วนคนตอบถูกในกลุ่มสูง

PL แทน สัดส่วนคนตอบถูกในกลุ่มต่ำ

1.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละข้อ (สุวิมล กฤษณกุล, 2564)

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

เมื่อ

r คือ อำนาจจำแนกของข้อสอบ

H คือ จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

L คือ จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N คือ จำนวนคนทั้งหมด

1.4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินโดยใช้วิธีของแอลฟาของ Cronbach (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) ดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ

α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อคำถามทั้งหมด

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ร้อยละ (Percentage) (สุวิมล กฤษณกุล, 2564)

$$P = \frac{f \times 100}{N}$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ
f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.2 หาค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนใช้สูตรดังนี้ (สุวิมล กฤษณกุล, 2564)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum fX$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
N แทน จำนวนคนในกลุ่ม

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตรดังนี้ (สุวิมล กฤษณกุล, 2564)

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

เมื่อ S.D แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
X แทน คะแนนแต่ละตัว
N แทน จำนวนคะแนนกลุ่ม
 $\sum$ แทน ผลรวม

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 t-test (Dependent Samples) ใช้สูตรดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563)

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

$$df = n - 1$$

๑

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนประชากร
n	แทน	จำนวนกลุ่มเป้าหมาย
X	แทน	คะแนนจากการทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบ
$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนจากการทดสอบ
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติจากการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช หลังการจัดการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยเสนอเป็น 2 ตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาศักยภาพในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช หลังการจัดการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี

ตารางที่ 17 ผลการพัฒนาศักยภาพในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช หลังการจัดการเรียนรู้แบบวงจรตั้งสมมติฐานนิรนัย

ลำดับ	องค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			รวม (30)	ร้อยละ	ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
	การระบุข้อมูล หรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน (10)	การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล (10)	การคาดคะเน หรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล (10)			
1	7	7	6	20	66.66	ดี
2	7	7	7	21	70	ดี
3	7	7	5	19	63.33	ดี
4	8	7	6	21	70	ดี
5	7	6	6	19	63.33	ดี
6	8	6	7	21	70	ดี
7	8	7	7	22	73.33	ดี
8	8	6	5	19	63.33	ดี
9	8	7	5	20	66.66	ดี
10	6	7	6	19	63.33	ดี
11	8	7	7	22	73.33	ดี
12	7	7	6	20	66.66	ดี
13	6	5	4	15	50	กลาง

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ลำดับ	องค์ประกอบทำให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			รวม (30)	ร้อยละ	ระดับความ สามารถใน การให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์
	การระบุ ข้อมูล หรือ หลักฐาน หรือ ประจักษ์ พยาน (10)	การสร้าง ข้อสรุปที่ สมเหตุสมผล บนพื้นฐาน ของประจักษ์ พยานข้อมูล (10)	การคาดคะเน หรือ การพยากรณ์จาก ข้อมูลหลักฐาน ประจักษ์พยานหรือ ข้อสรุปที่สอดคล้อง กับข้อมูล (10)			
14	6	6	6	18	60	ดี
15	7	6	6	19	63.33	ดี
16	6	6	6	18	60	ดี
17	8	6	5	19	63.33	ดี
18	9	8	8	25	83.33	ดี
19	7	4	4	15	50	กลาง
20	7	6	5	18	60	ดี
21	6	5	5	16	53.33	กลาง
22	9	8	7	24	80	ดี
23	7	7	7	21	70	ดี
24	7	6	6	19	63.33	ดี
25	9	8	8	25	83.33	ดี
26	8	7	7	22	73.33	ดี
27	7	7	7	21	70	ดี
28	8	7	6	21	70	ดี
29	5	6	6	17	56.66	กลาง
30	8	6	7	21	70	ดี
31	8	7	7	22	73.33	ดี
32	7	6	6	19	63.33	ดี
เฉลี่ย	7.31	6.50	6.12	19.93	66.45	

จากตารางที่ 17 พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับดี (ร้อยละ 60-70) จำนวน 28 คน และนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 4 คน พิจารณาคะแนนเป็นองค์รวมนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 19.93 คิดเป็นร้อยละ 66.45 ในขณะที่เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายด้านที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ความสามารถด้านการระบุข้อมูล หรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยาน มีคะแนนเฉลี่ย 7.31 คะแนนความสามารถการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลมีคะแนนเฉลี่ย 6.50 และด้านการคาดคะเน หรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐาน ประจักษ์พยานหรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล มีคะแนนเฉลี่ย 6.12

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลัง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	32	8.40	1.36	34.12*
หลังเรียน	32	17.84	0.84	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 18 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเท่ากับ 8.40, S.D. = 1.36 และคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 17.84, S.D. = 0.84 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีความแตกต่างกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

พูน ปณ ทิโต ชีเว

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยสามารถสรุปการวิจัยได้ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช หลังการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินัย ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินัย

สรุปผล

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินัย มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 28 คน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินัย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวงจรตั้งสมมติฐาน นิรันยมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยองค์รวมนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 19.93 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.45 เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายบุคคลพบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 28 คน และระดับกลางจำนวน 4 คน จากนักเรียนทั้งหมด 32 คน ทั้งนี้เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรตั้งสมมติฐานนิรันยเป็นวงจรการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยจะเน้นให้นักเรียนมีบทบาทที่สำคัญ (Lawson, 1995) โดยขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ของกิจกรรม จะมีการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานได้ สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลได้ สามารถคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวได้ (Lawson, 2009) โดยครูได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถกำหนด และตั้งคำถามได้จากปัญหาสถานการณ์ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้น ซึ่งนักเรียนให้ความสนใจต่อปัญหา สถานการณ์ค่อนข้างดี ส่วนใหญ่สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานได้จากปัญหา สถานการณ์ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้นได้ ซึ่งการใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวกับนักเรียนจะทำให้นักเรียนเข้าใจ ในหลักการต่างๆ ได้ดีขึ้น และนอกจากนี้นักเรียนได้มีการระดมความคิดภายในกลุ่มและนอกกลุ่มเพื่อ เปรียบเทียบและวิเคราะห์ข้อมูล โดยแหล่งเรียนรู้ที่ครูเตรียมไว้ให้ในบทเรียนจะประกอบไปด้วย ใบความรู้ ปัญหาสถานการณ์ของบทเรียนนั้น ๆ และระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ระดมความเห็นซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถที่จะสร้าง ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ได้ดี อีกทั้งนักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอผลการ ปฏิบัติ รวบรวมข้อมูลเพื่อสามารถคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูลเดิมที่สอดคล้องกับปัญหา สถานการณ์เดิมเพื่อที่จะนำมาโน้ตค้นที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ ใหม่ ๆ ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมที่ผ่านมา เป็นการฝึก 3 องค์ประกอบ คือ สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐาน สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล สามารถคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาสาระที่ได้ เรียนรู้ในสถานการณ์เดิมเข้ากับสถานการณ์ใหม่ จากผลการวิจัยยังพบว่าคะแนนเฉลี่ยแต่ละ องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงสุดคือคะแนน ความสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐาน เท่ากับ 7.31 เป็นเพราะสถานการณ์คำถามจะใช้คำตอบที่ได้

จากการที่นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ คะแนนความสามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลเท่ากับ 6.50 ความสามารถคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูลเท่ากับ 6.12 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์ (2563) ที่ได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตั้งสมมติฐาน นิรนัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีคะแนนความสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานเท่ากับ 1.9 ความสามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลเท่ากับ 1.9 ความสามารถคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูลเท่ากับ 1.1 เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ จุนจุพา ทิพย์พิมานพร (2565) ที่ได้ศึกษาพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าองค์ประกอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.70 โดยมีคะแนนด้านระบุข้อมูลหรือหลักฐานเท่ากับ 9.70 คะแนนด้านสร้างข้อสรุปเท่ากับ 7.86 คะแนนด้านคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูลเท่ากับ 9.13 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวงจรตั้งสมมติฐานนิรนัยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการมักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล (สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์, 2557) และจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) รวมทั้งการจัดการเรียนรู้แบบวงจรตั้งสมมติฐานนิรนัย เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญโดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เอสถานการณ์รอบตัวหรือพบเห็นในชีวิตประจำวันของนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนทำให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการเรียนรู้เรื่องราวรอบตัวไปพร้อมกับกระบวนการในการศึกษาหาคำตอบพร้อมการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล โดยในการจัดการเรียนรู้โดยผู้เรียนจะต้องเรียนรู้การปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ศึกษาค้นคว้าความรู้วางแผน และลงมือแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้น ๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัยเป็นกิจกรรมที่นักเรียนไม่เคยปฏิบัติมาก่อนทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการ

เรียน โดยเฉพาะสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถทดลองได้ ส่งผลให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกันทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถเข้าใจได้ง่ายเนื่องจากได้ปฏิบัติและลงมือด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิติรัฐ เอกศาสตร์ (2560) ได้ทำการศึกษาผลการสอนโดยใช้วิธีนินย เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีนินย ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีนินยสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีนินยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Folasade et al. (2024) ได้ศึกษาผลของกลยุทธ์การสอนแบบอุปนัยและแบบนินยต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ชั้น การศึกษาใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามีนัยสำคัญ 0.05 ยังเผยให้เห็นว่ากลยุทธ์การสอนทั้งแบบอุปนัยและแบบนินยที่นำมาใช้มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมากกว่าวิธีการสอนแบบเดิมๆ ในทำนองเดียวกันผู้ที่ใช้กลยุทธ์การสอนแบบนินยจะทำงานได้ดีกว่าผู้ที่ใช้กลยุทธ์การสอนแบบอุปนัย

ข้อเสนอแนะ

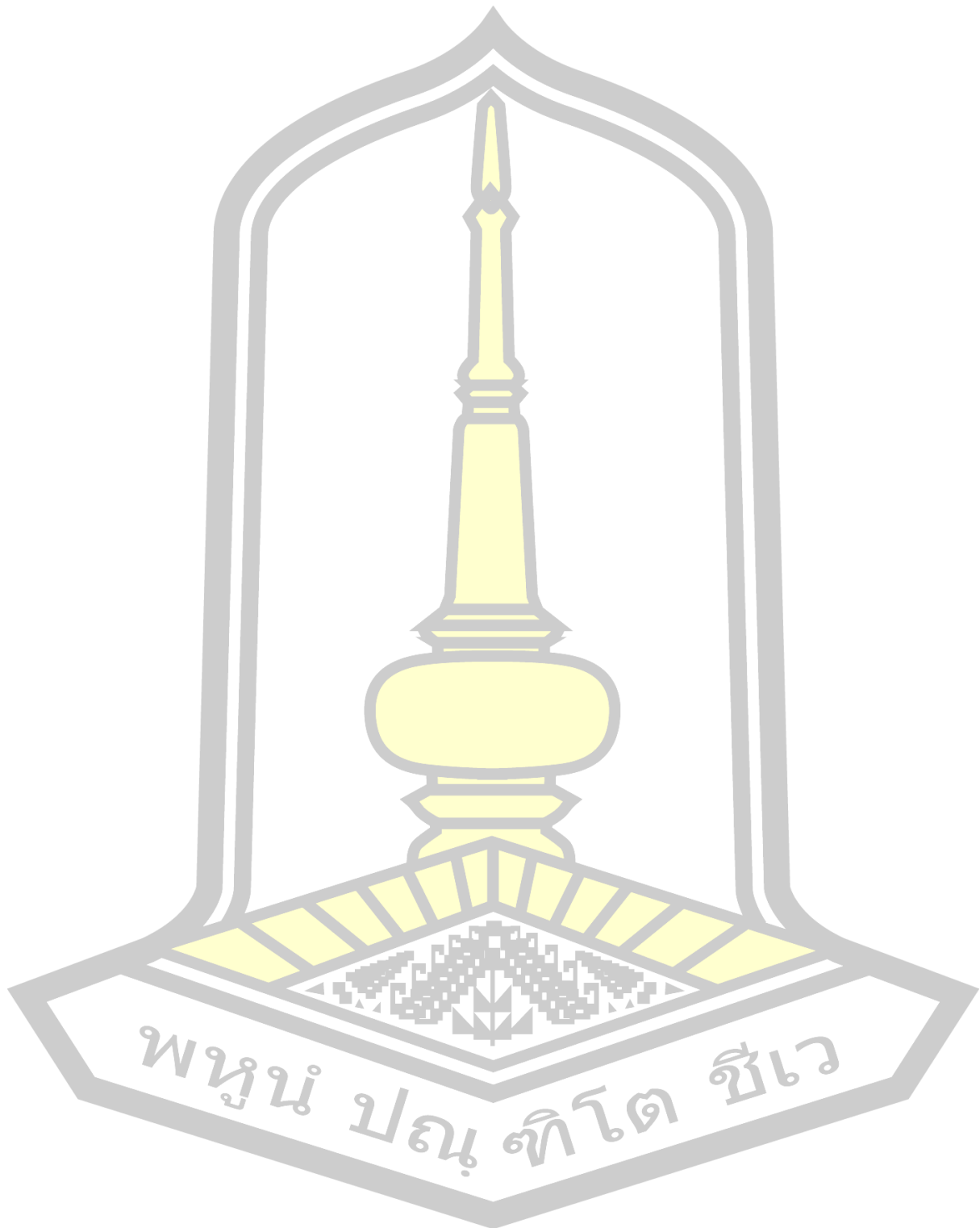
1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

- 1.1 การจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 3 การออกแบบและปฏิบัติการทดลอง เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างนาน ควรกำหนดระยะเวลาการในการทำกิจกรรมให้ชัดเจนและเหมาะสม
- 1.2 จากการทำวิจัยครั้งนี้ พบว่าสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรคำนึงความเหมาะสมกับวิธีการสอน ความพร้อม บริบทของนักเรียนและบริบทของโรงเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 จากการทำวิจัยครั้งนี้ พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินย มีการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย นักเรียนได้การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ให้เหตุผล ออกแบบผลงาน และนำเสนอผลงานของตนเอง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาผลของการเรียนด้วยการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินยโดยที่มีต่อทักษะอื่น ๆ เช่น การแก้ปัญหา เจตคติในการเรียน เป็นต้น
- 2.2 จากการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินยทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม การปฏิบัติการทดลอง รู้จักแก้ปัญหาและการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล ดังนั้นควรมีการสร้างและพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยวงจรการตั้งสมมติฐานนินยในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ หรือในรายวิชาอื่น

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กมลวรรณ ตังธนาภานนท์. (2557). *พื้นฐานการวิจัยเชิงประจักษ์ Fundamental of Empirical Research*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมวิชาการ. (2546). *แนวทางการจัดกิจกรรมพัฒนานักเรียนตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น. (2560). *รายงานสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นประจำปี 2560*. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2554*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กิติรัฐ เอกศาสตร์. (2560). *ผลการสอนโดยใช้วิธีนัย เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ จังหวัดนครราชสีมา*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- เกรียงไกร อภัยวงศ์. (2548). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนัยที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยา*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- จตุพร อินทร์พิมพ์. (2564). *การออกแบบการประเมินเพื่อการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัยประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา*, หนังสือชุดปฏิรูปการศึกษา แนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับครูเพื่อรองรับมาตรฐานเกณฑ์วิชาชีพครู, (38-39). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จุนจุฬา ทิพย์พิมานพร. (2565). *การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

- ชนัญธิดา สุริโย. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ชุลีพร บุตรโคตร. (2555). *ครูสอนวิทย์วิฤทธิหนัก-สวทชั้รัฐเร่งแก้: สอนนอกห้อง-พัฒนาครู-ปรับระบบวัดผลและสร้างแรงจูงใจ'เว้นภาษา-ให้สิทธิพิเศษ'*. สืบค้นเมื่อ 8 มิถุนายน 2566, จาก <https://shorturl.asia/hjW48>.
- ทศพล สุวรรณพุม. (2562). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประภารัตน์ โคตรยอด. (2561). *การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในทัศนวิวัฒนาการ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2564). *วิจัยการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เผชิญ กิจระการ. (2544). *ดัชนีประสิทธิผล*. มหาสารคาม: ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พัชรา พลเยี่ยม. (2564). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2544). *แนวทางการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ บทบาทครูกับการวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิคจำกัด.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2560). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: เอ้าท์ ออฟ เคอร์มีสท์.
- พิมพ์ใจ เกตุการณ์ และคณะ. (2560). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ไพศาล วรคำ. (2562). *การวิจัยทางการศึกษา*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

- ไพศาล สุวรรณน้อย. (2559). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL)*. เอกสารประกอบการบรรยายโครงการพัฒนาการเรียนการสอน :สถาบันพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ฝ่ายวิชาการ, (หน้า 9). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เพาชียะห์ ดือเราะ (2558). *การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย เรื่อง เคมีอินทรีย์*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2552). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ภัทรารวรรณ ไชยมงคล, สกนธ์ชัย ชะนูนันท์, และจินตนา กล่ำเทศ. (2560). *การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง*. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 8(1), 27-40.
- มณธิรา ประเสริฐไทย. (2566). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- มนตรี วงษ์สะพาน. (2563). *พื้นฐานการวิจัยทางหลักสูตรและการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- เยาว์ประภา สิงห์มหาไชย. (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2565). *การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลฎาภา สุทธกุล และลือชา ลดาชาติ. (2556). *การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4*. วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 21(3), 107 – 123.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2546). *การวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สุวีริยาสาส์น.
- วิริยาภรณ์ ชมภูวงศ์. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ศรัลยา วงเอี่ยม และคณะ. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิชา ชีววิทยา เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อบริหาร. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). ผลการวิจัยโครงการ TIMSS วิชา วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมนึก ภัททิยธนี. (2556). การวัดผลการศึกษา. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2554). กรอบทิศทางการพัฒนาการศึกษา ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) ที่สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545-2559) ฉบับสรุป. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2560-2579). กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟฟิค.

สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). สภาพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โครงการหนึ่งอำเภอหนึ่งโรงเรียนในฝัน. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). สรุปสาระสำคัญแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (ฉบับที่ 11). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติสำนักนายกรัฐมนตรี.

สำเร็จ นางสีคุณ. (2557). ศึกษาการใช้กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐานผ่านสื่อการเรียนรู้ดิจิทัล เรื่อง พันธุกรรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

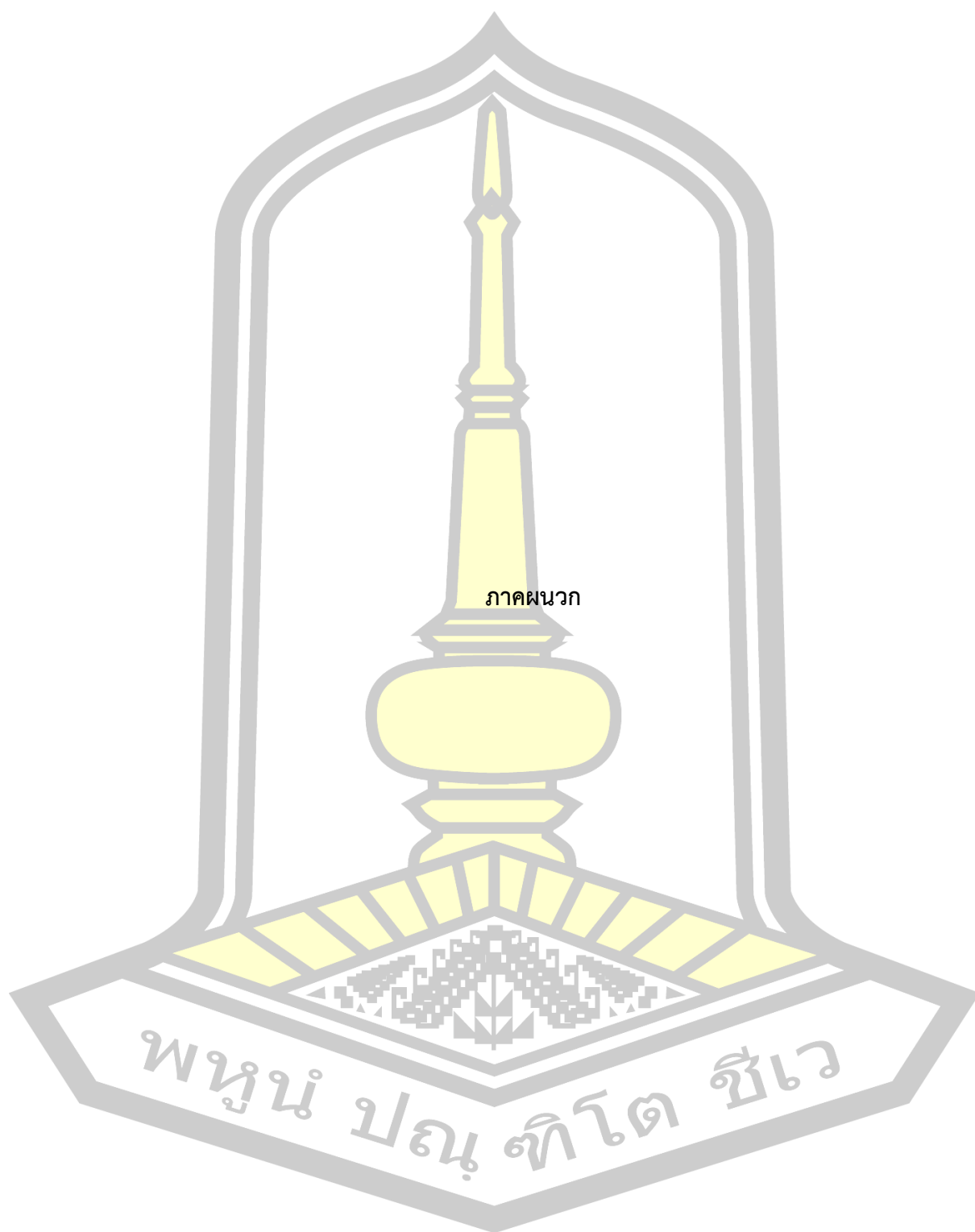
สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ (2555) ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อตัวแทนความคิดเรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ กศ.ด., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

- สิรินุช เข้มคง และคณะ. (2560). *การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2544). *เอกสารคำสอนวิชา ปถ.421 วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. (2557). *ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- สุวิมล กฤษศยาสา. (2564). *การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์. (2553). *ตรรกวิทยาสัญลักษณ์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนุวัติ คุณแก้ว. (2558). *การวัดผลและประเมินผลการศึกษาแนวใหม่*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนุวัติ คุณแก้ว. (2565). *การทดสอบ การวัดผลและการประเมินผลการศึกษาแนวใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารยา ปาละโชติ. (2551). *การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่สอดแทรกการอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิค fading Scaffold เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลของนักเรียน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- Abraham, M. R., & Renner, J. W. (1986). The sequence of learning cycle activities in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(2), 121–143.
- Acar, O. (2014). Scientific reasoning, conceptual knowledge, & achievement differences between prospective science teachers having a consistent misconception and those having a scientific conception in an argumentation-based guided inquiry course. *Learning and Individual Differences*, 30, 148-154.
- Acar, O., & Patton, B. (2012). Argumentation and formal reasoning skills in an argumentation-based guided inquiry course. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4756-4760.
- Bloom, B. S. (1982). *Human Characteristic and School Learning*. New York.: McGraw-Hill.

- Bibih, H., Euis E. R., & Bambang A. (2018). Application of inductive-deductive approach to improve the ability of mathematical communication and self efficacy of junior high school student. *Journal of innovative mathematics learning*, 1(2), 70.
- Davis, C. A. (2009). *Gender, Mathematics, Reading Comprehension and Science Reasoning As Predictors of Science Achievement among African-American Students At A Historical Blaack College or University*. Doctor of Philosophy, The University of Southern Mississippi, Gettysburg.
- Fischer, T., Di Pietro, B., Stoyanova, V., Thymiakou, G., Strapatsa, C., & Mitrofanenko, T. (2014). Big Foot: Sustainable regional development through intergenerational learning. *Journal of Intergenerational Relationships*, 28-45.
- Fnetti, T. M. (2011). *The effect of problem solving video games on the science reasoning skills of college students*. Doctoral dissertation, University of Missouri-St. Louis, Saint Louis.
- Folasade, O. I. (2024). Investigating the Effects of Inductive and Deductive Teaching Strategies on Students' Learning in Basic General Mathematics: Implication for Sustainable Development. *International Journal of Research and Innovation in Applied Science (IJRIAS)*, 93-102.
- Han, S., Capraro, R., and Capraro, M. M. (2014). How Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Project-based Learning (PBL) affects High, Middle and Low Achievers Differently, The Impact of Student Factors on Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 201-220.
- Hanley, C. D. (1997). *The effects of the learning cycle on the ecological knowledge of general biology students as measured by two assessment techniques*, University of Kentucky, Lexington.
- Hausman, A., Kahane, H., & Tidman, P. (2010). *Logic and philosophy a modern indroduction*. USA.: Wadsworth.
- James Arthur, et al., (2012). *Research methods and methodologies in education*. USA, Sage Publications Ltd.
- Joe, T., & John, B. (2015). *Innovation and Entrepreneurship Roman by Thomson Digital*. India: Wiley.

- Kant, J., Scheiter, K., & Oschatz, K. (2017). How to sequence video modeling examples and inquiry tasks to foster scientific reasoning. *Learning And Instruction*, 52, 46-58.
- Klopfer, L. E. (1971). *Evaluation of learning in science*: McGraw.
- Kuhn, D. (1993, June). Science as argument: *Implications for teaching and learning scientific Thinking*. Retrieved June 21, 2023, from <https://shorturl.asia/tsfi2>.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and Development of Thinking*. California, Wadsworth.
- Lawson, A. E. (2000). *Classroom test of scientific reasoning*. Arizona, Arizona State University.
- Lawson, A. E. (2004). The nature and development of scientific reasoning. *International Journal of Science and Mathematics Education: A synthetic view*. 10.
- Lawson, A. E. (2005). The nature and development of hypothetic-predictive argumentation with implication for science teaching. *International Journal of Science Education*, 25, 1387-1408.
- Lawson, A. E. (2009, May 28). *Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery*. Retrieved June 10, 2023, from <https://doi.org/10.1002/sce.20357>.
- Lawson, Abraham, & Renner. (1989). *Minnesota K-12 Science framework*. Minnesota, Minnesota University.
- Lee, C., & She, H. (2009). Facilitating Students' Conceptual Change and Scientific Reasoning Involving the Unit of Combustion. *Journal Research Science Education*, 40, 479.
- Martin & Raiph E. J. et.al., (1994). *Teaching Science for all Children*. Massachusetts: Allya and becon
- Mayer, R. E. (2003). *Learning and instruction*. USA: Pearson Education, Inc.
- OECD. (2015). *OECD guidelines on corporate governance of state-owned enterprises 2015 Edition*. OECD Publishing, Paris.
- Osborne, J., & Collins, S. (2001). Pupils' Views of the Role and Value of the Science Curriculum: A Focus-Group Study. *International Journal of Science Education*, 63-70.

- Purser, R. K., & Renner, J. W. (1983, January). *Results of Two Tenth-Grade Biology Teaching Procedures*. Retrieved June 12, 2023, from <https://shorturl.asia/6r0ol>
- Renner, B. R., Schopler, E., & Reichler, R. J. (1988). *The Childhood Autism Rating Scale*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services.
- Samuel, O. A. (2021). Effect of Inductive and Deductive Teaching Methods on Students' Performance in Basic Science Among Junior Secondary Schools Students: A Gender Study. *American Journal of Education and Information Technology*, 27-36.
- Shodikin, A. (2017). THE EFFECT OF LEARNING WITH ABDUCTIVE-DEDUCTIVE STRATEGY ON HIGH SCHOOL STUDENTS' REASONING ABILITY. *International Journal of Education*, 10(1), 67-72.
- Taufiq, W., & Ketang. (2009). *Using Computer Simulation To Improve Concept Comprehension Of Physics Teacher Candidates Students In Special Relativity*, In: *Proceedings The 3rd International Seminar on Science Education*. Science Education Program, Graduate School Indonesia University of Education, Bandung, Indonesia.
- UNESCO. (2012). *Shaping the Education of Tomorrow: 2012 Full-Length Report on the UN Decade of Education for Sustainable Development*. Retrieved June 10, 2023, from <https://shorturl.asia/h1VdZ>.
- Wardani, S., & Kusuma, I. W. (2020). COMPARISON OF LEARNING IN INDUCTIVE AND DEDUCTIVE APPROACH TO INCREASE STUDENT'S CONCEPTUAL UNDERSTANDING BASED ON INTERNATIONAL STANDARD CURRICULUM. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9 (1), 70-71.
- Zimmerman, C. (2005). The development of scientific reasoning skills: *What psychologists contribute to an understanding of elementary science learning*. Retrieved June 10, 2023, from http://www.nationalacademies.org/base/Corinne_Zimmerman_Final_Paper.pdf.



ภาคผนวก

พูนัน ปณ จิต ชีเว



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การดำรงชีวิตของพืช

เรื่อง สารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง

รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

เวลา 2 ชั่วโมง

โรงเรียนเดชอุดม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

1.มาตรฐานตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออก. จากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ระบุและอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่างๆ

3. สาระการเรียนรู้

สารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

- นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองทดสอบสารอาหารในพืชได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

- นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองทดสอบสารอาหารในพืชได้

ด้านพฤติกรรม (Attitude)

- นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม

5. สาระสำคัญ

พืชแต่ละชนิดมีสารอินทรีย์จำพวก คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด ซึ่งสร้างและสะสมในแต่ละอวัยวะในปริมาณที่แตกต่างกันโดยพืชจะสะสมคาร์โบไฮเดรตในรูปของน้ำตาล เช่น อ้อย ผลไม้ต่างๆ และในรูปของแป้ง เช่น ข้าว ข้าวโพด มันเทศ สะสมโปรตีนมากในเมล็ด เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง สะสมลิพิดส่วนใหญ่ในเมล็ด เช่น มะพร้าว ทานตะวัน ถั่วลิสง ถั่วเหลือง สำหรับกรดนิวคลีอิกซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในนิวเคลียส จะพบมากบริเวณที่มีการแบ่งเซลล์ เช่น ปลายยอดและปลายราก

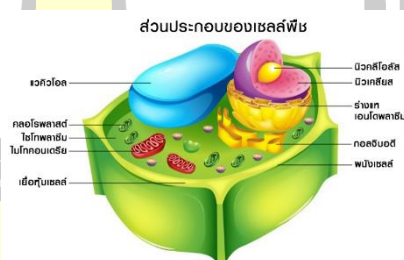
6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การศึกษา

1. ครูทบทวนความรู้เดิมว่าพืชต้องการสารอาหารและพลังงานเช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิต โดยพืชสามารถสร้างสารอาหารได้เองผ่านการสังเคราะห์ด้วยแสงสารอาหารที่สร้าง คือ น้ำตาล

2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบและหน้าที่ของเมล็ด ผล ก้าน ลำต้น ดอก ใบ รากของพืชต้องมีการทำงานที่สัมพันธ์กันในการทำให้พืชเจริญเติบโต

3. ครูนำภาพตัวอย่างสารอินทรีย์ภายในเซลล์ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับภาพนี้เพื่อให้นักเรียนพิจารณาองค์ประกอบพื้นฐานของเซลล์พร้อมอธิบาย ว่าสารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงซึ่งพืชสร้างและสะสมสารอินทรีย์พวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิก กรดอะมิโน วิตามิน คลอโรฟิลล์ ฮอโมนพืชที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและกิจกรรมต่างๆ เช่น การแบ่งเซลล์ การขยายขนาดเซลล์ การสังเคราะห์ด้วยแสง



4. ครูนำเสนอสถานการณ์ ปัญหาตัวอย่าง เกี่ยวกับหิวของกลางจะเรียน ดังนี้

“เมื่อเข้าสู่เทศกาลกินเจ นางบีเป็นผู้ที่สนใจเทศกาลกินเจเป็นปีแรกจึงเริ่มต้นเข้าสู่การกินเจ แต่อาหารเจมักจะมีลักษณะที่ห้ามกินเนื้อสัตว์หรืออาหารที่มีส่วนผสมหรือส่วนประกอบ หรือเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งจากสัตว์ ไม่ว่าจะเป็นเนื้อสัตว์ ไขมันสัตว์ ไข่ เลือด หรืออะไรก็ตามที่เกี่ยวกับเนื้อสัตว์ นอกจากนั้น อาหารเจ มักทำมาจากพืช จากแป้งเป็นหลัก และมีน้ำมัน เป็นส่วนประกอบอยู่มาก นางบีจึงเกิดการสงสัยว่าถ้านางบีบริโภคไม่ถูกหลักโภชนาการ ก็มีโอกาที่จะเกิดการขาดสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายได้หรือไม่ อย่างไร”

ขั้นที่ 2 การตั้งคำถาม

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม
2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามเชิงสาเหตุเกี่ยวกับสถานการณ์หรือข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาเพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และเป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐาน

เช่น นางปรีดาประทานอาหารเจโดยที่ไม่ได้กินอาหารจากเนื้อสัตว์เลย นางก็จะเกิดการขาดสารอาหารที่ จำเป็นต่อร่างกายหรือไม่ อย่างไร

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน

1. นักเรียนตั้งสมมติฐานอย่างมีเหตุผลเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำลังทำการศึกษา โดยจะนำไปสู่การออกแบบการทดลองหรือทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูล

ขั้นที่ 4 การออกแบบและปฏิบัติทดลอง

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลอง
2. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองหรือทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากที่ได้ทำการออกแบบจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ เป็นต้น เพื่อทดสอบสมมติฐานที่นักเรียนได้ตั้งขึ้น
3. ให้นักเรียนบันทึกผลปฏิบัติการทดลองหรือผลศึกษาค้นคว้า
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปและอภิปรายผลปฏิบัติการทดลองหรือผลศึกษาค้นคว้า โดยให้สมาชิกแต่ละคนคิดคนเดียวก่อน จากนั้นคิดและอภิปรายเป็นกลุ่ม

ขั้นที่ 5 การเปรียบเทียบและวิเคราะห์

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองหรือทำการศึกษาค้นคว้าหน้าชั้นเรียน โดยนักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอจดบันทึกข้อมูลและสังเกตผลของกลุ่มที่นำเสนอ
2. เมื่อทุกกลุ่มนำเสนอเสร็จ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถาม โดยมีแนวคำถาม ดังนี้
 - ผลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองหรือทำการศึกษาค้นคว้า มีกลุ่มใดที่แตกต่างจากกลุ่มอื่นบ้าง เพราะเหตุใด
 - ผลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองหรือทำการศึกษาค้นคว้าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร
 - สาเหตุที่ทำให้เกิดผลปฏิบัติการทดลองหรือทำการศึกษาค้นคว้า คืออะไร

ขั้นที่ 6 การนำไปใช้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากนักเรียนแต่ละกลุ่มและสรุป
2. แนะนำคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนศึกษารวมทั้งความรู้เพิ่มเติม โดยใช้สื่อต่างๆ เช่น วีดิทัศน์ พาวเวอร์พอยต์ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนนำไปเชื่อมโยงกับผลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองหรือทำการศึกษาค้นคว้า

3. ครูนำเสนอปัญหาใหม่ เพื่อให้นักเรียนนำแนวคิดที่ได้จากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนี้

ถ้านักเรียนต้องการที่จะรับประทานกระเพาะปลาน้ำแดง และต้องการทราบว่ากระเพาะปลาน้ำแดงประกอบด้วยสารอาหารใดบ้าง แล้วสารอาหารจากกระเพาะปลาน้ำแดงที่นักเรียนรับประทานจะครบหรือไม่ นักเรียนจะทำการตรวจสอบได้อย่างไร

7.การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
ด้านความรู้ นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองทดสอบสารอาหารในพืชได้	ตรวจคำถามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทดสอบสารอาหารในพืช	ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทดสอบสารอาหารในพืช	ได้คะแนนจากแบบประเมินความรู้ผ่านเกณฑ์ประเมิน 3 คะแนน หรือมากกว่า 3 คะแนน
ด้านทักษะกระบวนการ นักเรียนสามารถสามารถปฏิบัติทดลองทดสอบสารอาหารในพืชได้	ตรวจคำถามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทดสอบสารอาหารในพืช	ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทดสอบสารอาหารในพืช	ได้คะแนนจากแบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ 6 คะแนน หรือมากกว่า 6 คะแนน
ด้านจิตพิสัย นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	แบบประเมินพฤติกรรม	ได้คะแนนจากแบบประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 3 คะแนน หรือมากกว่า 3 คะแนน

8.สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- เพาเวอร์พอยท์ เรื่อง สารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง
- วิดีโอการปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง การทดสอบสารอาหารในพืช (<https://www.youtube.com/watch?v=Fk9NUXKJD3s>)
- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทดสอบสารอาหารในพืช
- หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

9.เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

10.บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหาและอุปสรรค

แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....

(นางสาวเมธพร อนันทวรรณ)

...../...../.....

พูน ปณ ทัต ชิน

เกณฑ์การให้คะแนนด้านความรู้

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2	1	0
สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองทดสอบสารอาหารในพืชได้	นักเรียนสามารถตอบคำถามการทดลองทดสอบสารอาหารในพืชได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามการทดลองทดสอบสารอาหารในพืชได้อย่างถูกต้อง	นักเรียนไม่ตอบคำถามการทดลองทดสอบสารอาหารในพืชได้

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน 5-6 คะแนน คิดเป็นระดับดีมาก

คะแนน 3-4 คะแนน คิดเป็นระดับดี

คะแนน 0-2 คะแนน คิดเป็นระดับปรับปรุง

หมายเหตุ ช่วงคะแนนระดับคุณภาพขึ้นอยู่กับผู้สอนจะพิจารณาตามความเหมาะสม



เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะกระบวนการ

หัวข้อการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
ปฏิบัติการทดลอง	นักเรียนสามารถ ปฏิบัติการ ทดลองทดสอบ สารอาหาร ได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	นักเรียนสามารถ ปฏิบัติการทดลอง ทดสอบ สารอาหารได้ อย่างถูกต้องแต่ไม่ ครบถ้วน	นักเรียนไม่ สามารถ ปฏิบัติการทดลอง ทดสอบ สารอาหารได้	นักเรียนไม่ ปฏิบัติการ ทดลองทดสอบ สารอาหารใน พืช(ไม่ทำ กิจกรรม)
สังเกตการทดลอง	นักเรียนสามารถ สังเกตการ เปลี่ยนแปลงของ สารละลายที่ใช้ ทดสอบพืชได้ อย่างถูกต้องและ ครบถ้วน	นักเรียนสามารถ สังเกตการ เปลี่ยนแปลงของ สารละลายที่ใช้ ทดสอบพืชได้ อย่างถูกต้องแต่ไม่ ครบถ้วน	นักเรียนไม่ สามารถสังเกต การทดลอง ทดสอบ สารอาหารในพืช ได้	นักเรียนไม่ สังเกตการ ทดลองทดสอบ สารอาหารใน พืช(ไม่ทำ กิจกรรม)

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน 13-18 คะแนน คิดเป็นระดับดีมาก

คะแนน 6-12 คะแนน คิดเป็นระดับดี

คะแนน 0-5 คะแนน คิดเป็นระดับปรับปรุง

หมายเหตุ ช่วงคะแนนระดับคุณภาพขึ้นอยู่กับผู้สอนจะพิจารณาตามความเหมาะสม

พูน ปณ ทิโต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนด้านจิตพิสัย

หัวข้อการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
ความร่วมมือ	นักเรียนทุกคนในกลุ่ม ทำงานตามแผนและขั้นตอนที่วางไว้	นักเรียนในกลุ่ม 1-2 คน ไม่ทำงานตามแผนและขั้นตอนที่วางไว้	นักเรียนในกลุ่ม 3-4 คน ไม่ทำงานตามแผนและขั้นตอนที่วางไว้	นักเรียนไม่ทำงานตามแผนและขั้นตอนที่วางไว้
ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนทุกคนในกลุ่มแบ่งหน้าที่และปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดี	นักเรียนในกลุ่ม 1-2 คน ไม่ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนในกลุ่ม 3-4 คน ไม่ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนไม่ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน 5-6 คะแนน คิดเป็นระดับดีมาก

คะแนน 3-4 คะแนน คิดเป็นระดับดี

คะแนน 0-2 คะแนน คิดเป็นระดับปรับปรุง

หมายเหตุ ช่วงคะแนนระดับคุณภาพขึ้นอยู่กับผู้สอนจะพิจารณาตามความเหมาะสม

พูน ปณ จิตโต ชีเว

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การทดสอบสารอาหารในพืช

วัสดุอุปกรณ์

1. ตัวอย่างพืช เช่น เนื้อมะพร้าวแก่ มันฝรั่ง ข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วลิสง งา แครอท
2. น้ำ
3. น้ำแป้งมัน 0.2%
4. นมจืด
5. น้ำมันพืช
6. สารละลายไอโอดีน 1%
7. สารละลายไบยูเรต
8. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์
9. เครื่องชั่งสาร
10. การดาซขาว
11. ฟู่กัน
12. โกร่งบด
13. หลอดทดลอง
14. ปีกเกอร์
15. หลอดหยด
16. ผ้าขาวบาง

ขั้นตอน

การเตรียมตัวอย่างพืช

นำตัวอย่างพืชแต่ละชนิดปริมาณ 10 g หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ ใช้โกร่งบดตัวอย่างพืชให้ละเอียด แล้วใส่น้ำลงไปประมาณ 30 ml ผสมให้เข้ากัน กรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำส่วนของเหลวที่ได้มาทดสอบสารอาหารดังนี้

การทดสอบแป้งโดยใช้สารละลายไอโอดีน

1. นำน้ำ แป้งมัน และของเหลวจากตัวอย่างพืชแต่ละชนิดที่เตรียมไว้แยกลงในหลอดทดลองแต่ละหลอด หลอดละ 2 ml
2. หยดสารละลายไอโอดีน จำนวน 2 หยด ลงในหลอดทดลองแต่ละหลอด เขย่าให้เข้ากัน

3. สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงสีของสารละลายในแต่ละหลอดและบันทึกผล

หลอดที่	สารที่นำมาทดสอบ	ปริมาณสารที่ทดสอบ (mL)	ปริมาณสารละลายไอโอดีน (หยด)
1	น้ำ	2	2
2	น้ำแป้งมัน	2	2
3	ตัวอย่างที่ 1	2	2
4	ตัวอย่างที่ 2	2	2
5		2	2

การทดสอบโปรตีนโดยใช้สารละลายไบยูเรต

1. นำน้ำ นมจืด และของเหลวจากพืชแต่ละชนิดที่เตรียมไว้ใส่ลงในหลอดทดลองแต่ละหลอด หลอดละ 10 mL
2. เติมสารละลายไบยูเรตจำนวน 2.5 mL ลงในหลอดทดลอง เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที
3. สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงสีของสารละลายในแต่ละหลอดและบันทึกผล

หลอดที่	สารที่นำมาทดสอบ	ปริมาณสารที่ทดสอบ (mL)	ปริมาณสารละลายไอโอดีน (หยด)
1	น้ำ	0.5	2.5
2	นมจืด	0.5	2.5
3	ตัวอย่างที่ 1	0.5	2.5
4	ตัวอย่างที่ 2	0.5	2.5
5		0.5	2.5

การทดสอบลิพิดโดยใช้กระดาษขาว

1. นำกระดาษขาว 1 แผ่น มาตีตารางเป็นช่องขนาดเท่าๆกัน ตามจำนวนตัวอย่างที่นำมาทดสอบ
2. ใช้ฟู่กันจุ่มน้ำแล้วนำไปถูลงบนกระดาษขาวในช่องที่ 1 และใช้ฟู่กันอีกอันจุ่มลงในน้ำมันพืช แล้วนำไปถูลงบนกระดาษขาวในช่องที่ 2
3. นำชิ้นส่วนของพืชแต่ละชนิดมาถูหรือหากชิ้นส่วนแข็งให้นำไปบดแล้งจึงนำมาถูลงบนช่องที่เหลือ จากนั้นรอรจนกระดาษแห้ง
4. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกระดาษขาวแต่ละช่องและบันทึก



แบบบันทึกผลการทดลอง
เรื่อง การทดสอบสารอาหารในพืช

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

บันทึกผลการทดลอง

การทดสอบ	ผลการเปลี่ยนแปลง
แป้ง	
โปรตีน	
ลิพิด	

การทำกิจกรรม

สารที่นำมาทดสอบ	การทดสอบแป้งด้วย สารละลายไอโอดีน (สีน้ำมันอ่อนเป็นสีน้ำ เงินแกมม่วง)	การทดสอบโปรตีนด้วย สารละลายไบยูเรต (สีฟ้าเป็นสีม่วง)	การทดสอบลิพิดโดยดู บนกระดาษขาว (กระดาษมีความโปร่ง แสงขึ้น)
น้ำ			
น้ำแป้งมัน			
นมจืด			
น้ำมันพืช			
แครอท			
ข้าวสุก			
ข้าวโพดข้าวเหนียว			
ข้าวโพดหวาน			
มันเทศ			
มันฝรั่ง			
เนื้อมะพร้าวแก่			
ถั่วแดง			
ถั่วลิสง			
งา			

ข้อแนะนำ : บันทึกการเปลี่ยนแปลงของสี ความเข้มของสีโดยใช้ +/++/+++

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ชิ้นส่วนพืชแต่ละชนิดที่นำมาทดสอบมีสารอาหารที่สะสมอยู่ในปริมาณที่แตกต่างกันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เพราะเหตุใดจึงต้องใช้น้ำแอมโมเนีย นมจืด และน้ำมันพืชในการทดสอบแป้ง โปรตีนและลิพิด ตามลำดับ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ถ้านักเรียนต้องการที่จะรับประทานกระเพาะปลาน้ำแดง และต้องการทราบว่ากระเพาะปลาน้ำแดงประกอบด้วยสารอาหารใดบ้าง แล้วสารอาหารจากกระเพาะปลาน้ำแดงที่นักเรียนรับประทานจะครบหรือไม่ นักเรียนจะทำการตรวจสอบได้อย่างไร

.....

.....

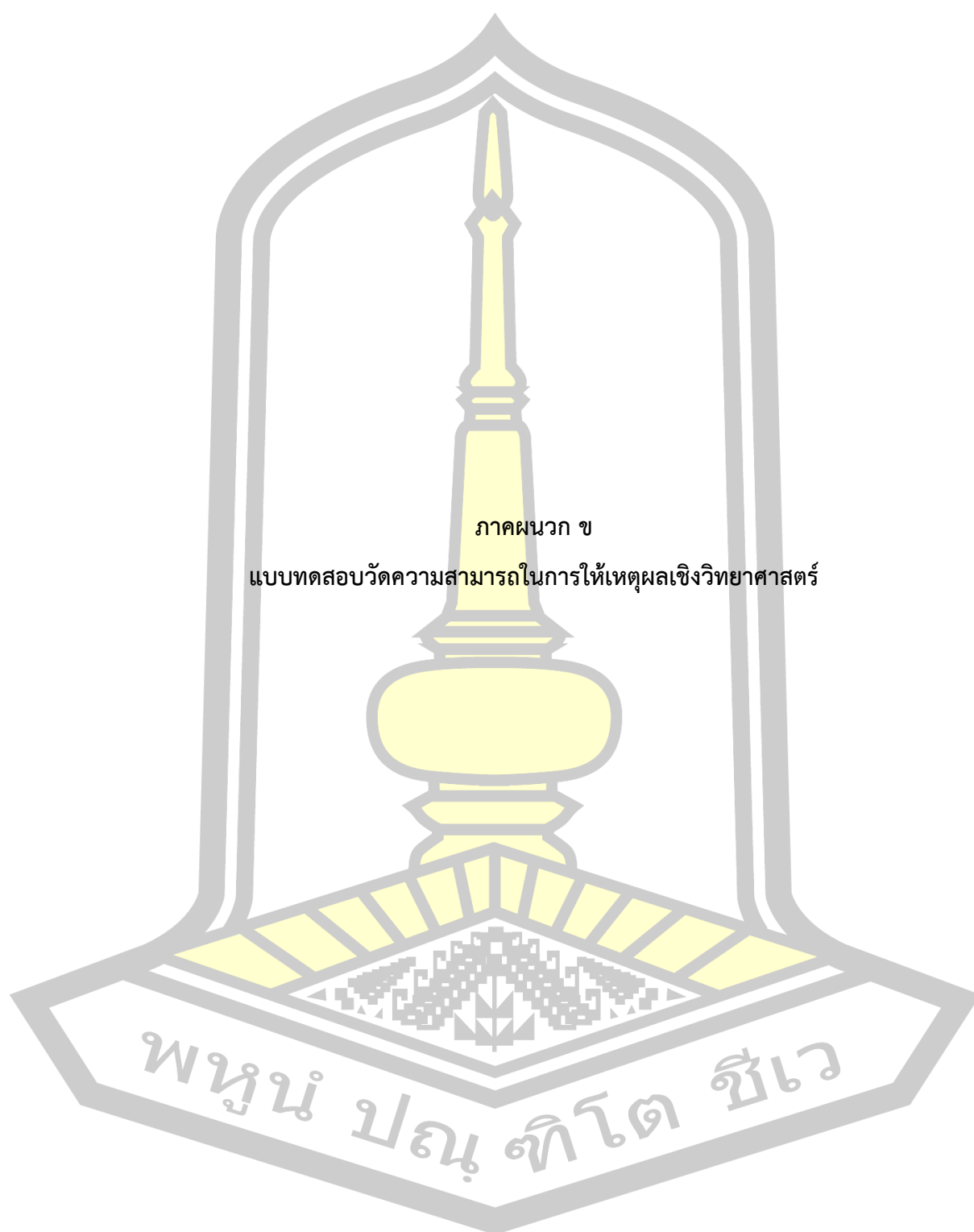
.....

.....

.....

.....

พจนานุกรมศัพท์ชีว



แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

คำถามข้อที่ 1

คำชี้แจง: ให้นักเรียนอ่านบทความ/สถานการณ์ที่กำหนดให้จากนั้นตอบคำถาม



ช่วงเทศกาลกินเจของทุกปี ตรงกับวันขึ้น 1 ค่ำ ถึง 9 ค่ำ เดือน 9 ตามปฏิทินจีน ตรงกับเดือน 11 หรือเดือนตุลาคมของไทย ตามปฏิทินสากล รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 9 วัน 9 คืน เทศกาลกินเจ 2566 เริ่มวันที่ 15-23 ตุลาคม 2566 รวมเป็นเวลา 9 วัน

คนส่วนใหญ่ในปัจจุบันหันมากินเจกันมากขึ้น โดยอาหารเจมักจะมีลักษณะที่ห้ามกินเนื้อสัตว์ หรืออาหารที่มีส่วนผสมหรือส่วนประกอบ หรือเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งจากสัตว์ ไม่ว่าจะเป็นเนื้อสัตว์ ไขมันสัตว์ ไข่ เลือด หรืออะไรก็ตามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อสัตว์ และมักจะพึ่งอาหารจากร้าน นอกบ้าน และมักพบว่ามีกานำเอาวัตถุดิบที่ผ่านการแปรรูปมาใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารมากขึ้นเพื่อเพิ่มรสชาติ บางครั้งยังทำกลิ่นและรสสัมผัสให้คล้ายเนื้อสัตว์ ซึ่งสารที่เติมเข้าไป ก็อาจมีส่วนผสมของสารเคมี สารกันบูด และบางผลิตภัณฑ์ยังมีการปนเปื้อนของเชื้อราอีกด้วย นอกจากนี้ อาหารเจ มักทำมาจาก แป้งเป็นหลัก และมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบอยู่มาก ซึ่งถ้าเราบริโภคไม่ถูกหลักโภชนาการ ก็มีโอกาที่จะเกิดการขาดสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายได้ (ที่มา : <https://shorturl.asia/UbsuO>)

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาคืออะไร (สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยานข้อมูล)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. การรับประทานอาหารเช้าจะได้รับสารอาหารที่ครบถ้วนเพียงพอได้อย่างไร และอาหารเช้ามีสารอาหารหลักที่สำคัญอะไรบ้างถึงจะทำให้ได้รับสารอาหารที่ครบถ้วน (สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. นางสาวเอ เป็นคนรักสุขภาพ เธอจึงได้เข้าร่วมเทศกาลกินเจ เพื่อหวังว่าการรับประทานอาหารเช้าที่ทำจากผักและงดเว้นเนื้อสัตว์จะทำให้เธอสุขภาพดีขึ้น นักเรียนคิดว่านางสาวเอ มีความเสี่ยงต่อการขาดสารอาหารหรือจะทำให้เธอมีสุขภาพดีขึ้นหรือไม่ และนักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าการคาดคะเนหรือพยากรณ์ของนักเรียนถูกต้อง (สามารถคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูล)

.....

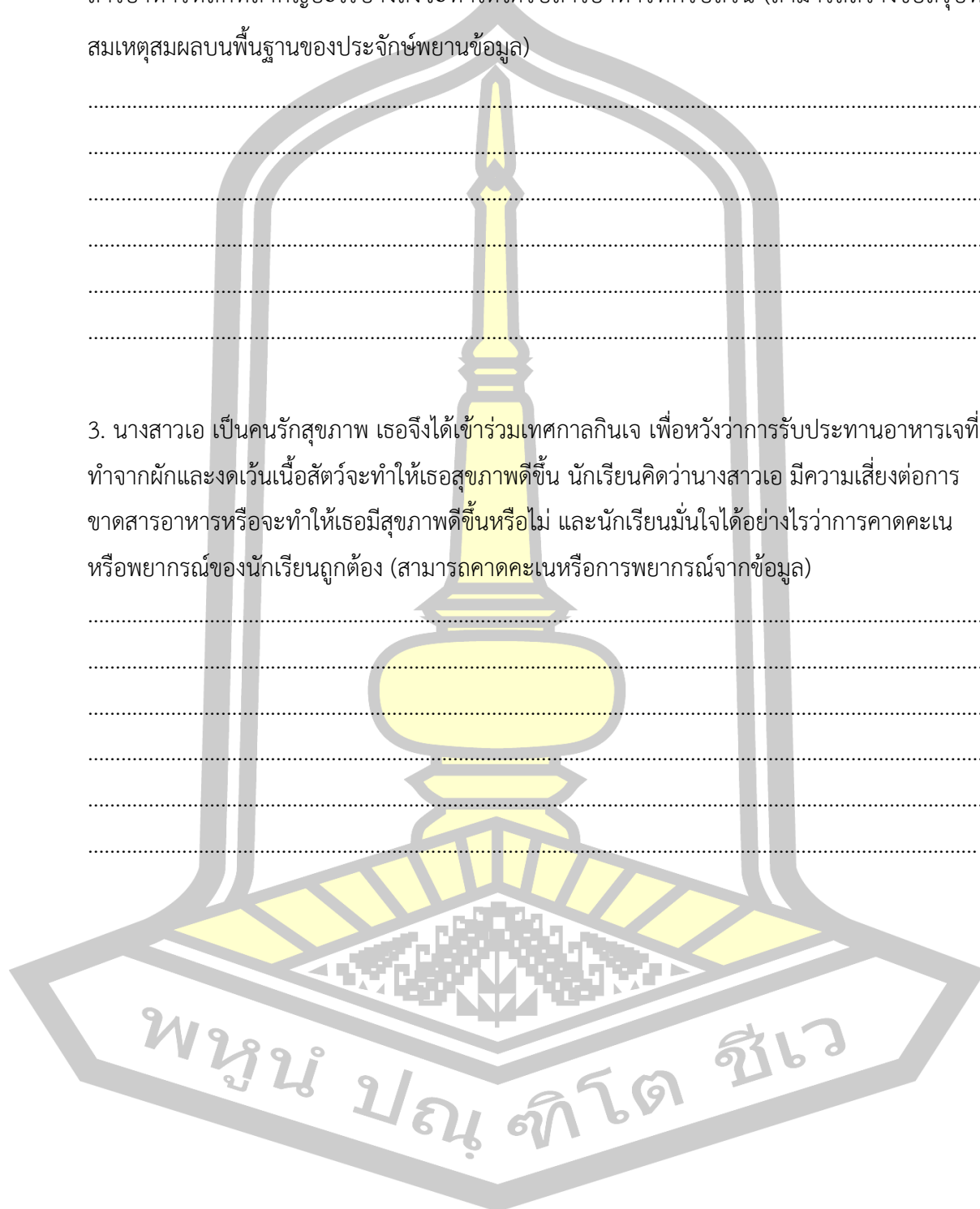
.....

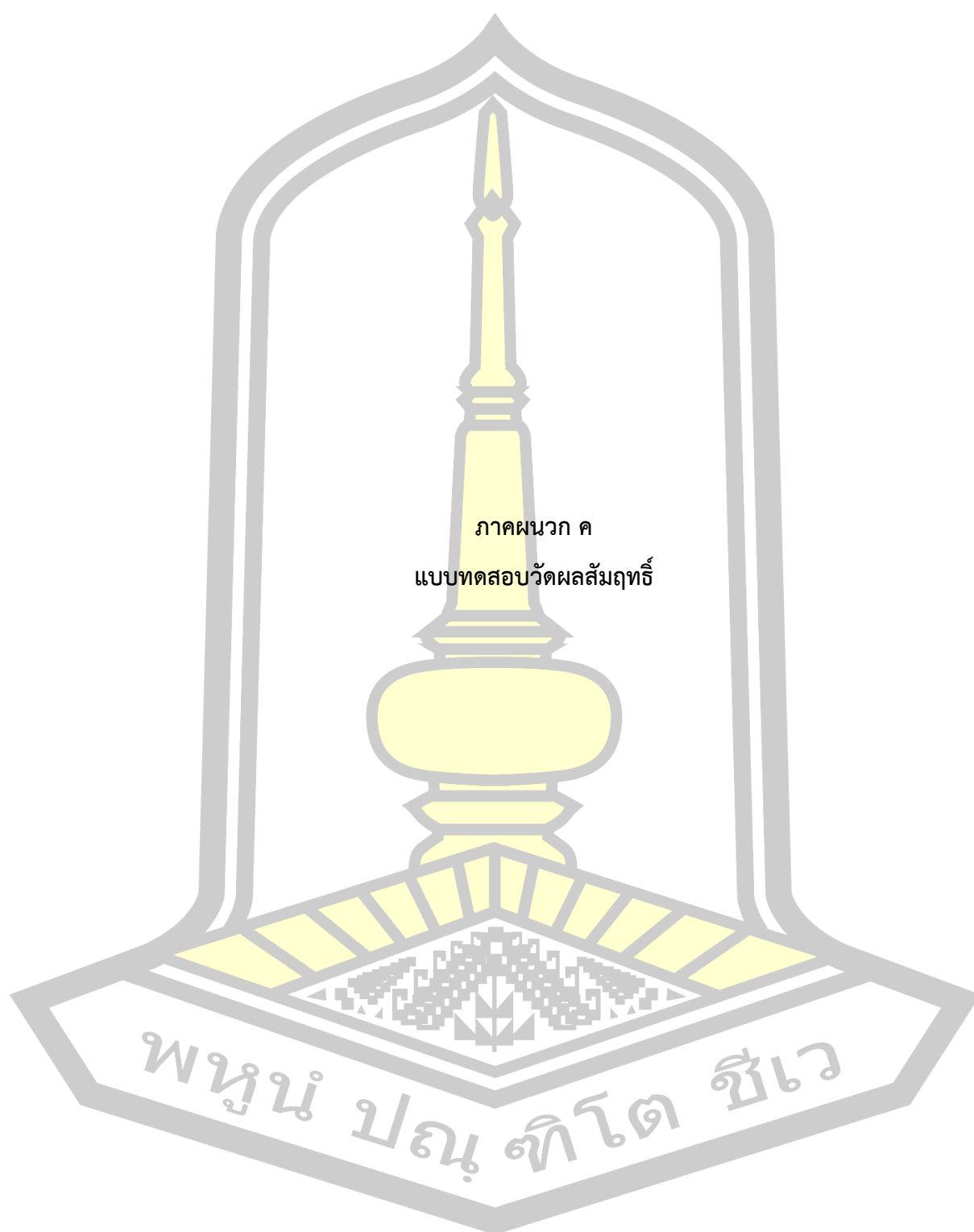
.....

.....

.....

.....





แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ข้อสอบมี 20 ข้อ

- เมื่อทำการทดสอบมันฝรั่งด้วยสารละลายไอโอดีน สารละลายไอโอดีนจะเปลี่ยนสีเป็นสีใด

ก. สีน้ำตาล	ข. สีม่วง
ค. สีแดง	ง. สีเหลือง
- น้ำตาลกลูโคสจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงถูกนำไปใช้ในกระบวนการ ยกเว้นข้อใด

ก. ถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่
ข. ถูกใช้ในการสร้างลิกนินและโปรตีน
ค. ถูกเปลี่ยนเป็นแป้งและสะสมในลำต้น ราก
ง. ถูกใช้สร้างเป็นเซลลูโลสซึ่งเป็นส่วนประกอบผนังเซลล์
- ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของสารอินทรีย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช

ก. สีของดอกไม้ช่วยล่อแมลง
ข. สารคาเฟอีนยับยั้งจุลินทรีย์
ค. แป้งที่มีการสะสมในเมล็ดข้าวโพด
ง. น้ำมันหอมระเหยระงับการเจริญของพืชบางชนิด
- ข้อใดไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ที่มาจากสารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

ก. ร่องเท้าแตะ	ข. ยางรถยนต์
ค. กระดาษ	ง. น้ำมันหอมระเหย
- ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช คือสิ่งใด

ก. น้ำตาล	ข. O_2
ค. แร่ธาตุ	ง. ฮอรโมน
- ข้อใดไม่ใช่บทบาทหน้าที่ของน้ำต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของพืช

ก. รักษาอุณหภูมิในเซลล์พืช	ข. เป็นองค์ประกอบของสารในพืช
ค. ทำให้เซลล์พืชสามารถคงรูปร่างได้	ง. เป็นวัตถุดิบในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ธาตุอาหารในข้อใดเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณที่มาก

ก. ไนโตรเจน โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส	ข. แคลเซียม สังกะสี คลอรีน
ค. ไนโตรเจน สังกะสี ฟอสฟอรัส	ง. แมงกานีส แคลเซียม โบรอน

8. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวข้องกับปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- ธาตุอาหารรองเป็นธาตุที่ต้องได้รับในปริมาณมาก ไม่สามารถขาดได้
 - โครงสร้างพืชประกอบด้วยธาตุอาหารคือ คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน ไฮโดรเจน
 - ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงคือ แสง น้ำ แก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์
 - ออกซิเจนเป็นผลผลิตของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่พืชต้องการออกซิเจนเป็นอันดับแรกในกระบวนการหายใจ
9. พืชขาดธาตุชนิดใดจะส่งผลต่อคลอโรฟิลล์ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง
- แคลเซียม
 - ฟอสฟอรัส
 - กำมะถัน
 - โพแทสเซียม
10. เมื่อดันไม้ถูกตัดยอดแล้วตาข้างมีการแตกกิ่งเป็นพุ่มขึ้นมา เกิดจากการกระตุ้นของฮอร์โมนชนิดใด
- ออกซิน
 - เอทิลีน
 - ไซโตไคนิน
 - จิบเบอเรลลิน
11. ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมักนิยมใส่ฮอร์โมนกลุ่มใดในการกระตุ้นการเจริญเติบโต
- เอทิลีน แอปไซซิก
 - ออกซิน เอทิลีน
 - ไซโตไคนิน จิบเบอเรลลิน
 - ออกซิน ไซโตไคนิน
12. ฮอร์โมนพืชในข้อใดมีความสัมพันธ์ถูกต้อง
- ออกซิน : กระตุ้นการเจริญตาข้าง
 - เอทิลีน : ชะลอการสุกของผลไม้
 - กรดแอบไซซิก : ควบคุมการเปิดปิดของปากใบ
 - จิบเบอเรลลิน : ยับยั้งการงอกของเมล็ดและตาข้าง
13. สารในข้อใดไม่จัดอยู่ในกลุ่มออกซินสังเคราะห์
- เบนซิลอะดีนีน
 - กรด 4 คลอโรเฟนโนกซีแอซิดิก
 - กรดแนปทาลีนแอซิดิก
 - กรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซิดิก

14. ภาวะฝนเหลือง เกิดจากการนำสารสังเคราะห์มาโปรยในป่า ทำให้เกิดการหลุดร่วงของใบและต้นไม้ตายในที่สุดเป็นการทำลายแหล่งหลบซ่อนทหารยุคสงครามในอดีต ข้อใดคือสารสังเคราะห์ทางการเกษตรที่นำมาผลิตฝนเหลือง

- ก. 2,4-D และ 2,4,5-T
- ข. NAA และ IBA
- ค. BA และ TDZ
- ง. calcium carbide และ GA_3

15. ข้อใดแสดงถึงพืชตอบสนองต่อแสงสว่าง

- ก. เถาอึ่งพันหลักไม้ที่ทำเป็นชิงช้า
- ข. การหุบของใบจามจุรีในเวลากลางคืน
- ค. ลำต้นพืชปลูกในที่ร่มเอนไปทางหน้าต่าง
- ง. หม้อข้าวหม้อแกงลิงปิดฝาเมื่อแมลงตกลงในกระเปาะ

16. การที่ต้นพวงชมพูเลื้อยพันไปตามหลังคา กำแพง หรือโครงสร้างต่างๆได้นั้น เป็นการตอบสนองของพืชในรูปแบบที่เหมือนกับการดำรงชีวิตของพืชในข้อใด

- ก. การหุบและบานของดอกบัว
- ข. ดอกทานตะวันหันดอกเข้าหาแสงแดด
- ค. ดอกคุณนายตื่นสายบานเมื่อได้รับแสงแดด
- ง. การหุบบานของต้นกาบหอยแครงเพื่อดักจับแมลง

17. ปัจจัยในข้อใดไม่ใช่ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการทดลองปลูกต้นถั่ว

“ทำการทดลองปลูกต้นถั่วกับแสงสว่าง พบว่าแสงสว่างเป็นสิ่งเร้าให้ต้นถั่วเอนเข้าหาแสงสว่าง”

- ก. ปัจจัยภายในต้น
- ข. ปัจจัยภายนอกต้น
- ค. ฮอโมนแพร่กระจายไม่สม่ำเสมอ
- ง. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำในเซลล์

พจนานุกรม ปณฺ ภิโต ชีเว

18. ในการทดลองเกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้า นำเมล็ดถั่วเขียวจำนวน 20 เมล็ด เพาะในกระถางที่มีความชื้นแล้วทิ้งให้งอกในที่มืด จนกระทั่งรากยาวประมาณ 1.5 ซม. นำเมล็ดขึ้นมาแล้วนำไปปลูกใหม่ในกระถางสูงเช่นเดียวกัน แต่ได้มีการวางรากให้ขนานกับพื้น เมื่อเวลาผ่านไปพบว่ารากได้มีการแทงลงแนวดิ่งไม่ขนานกับพื้นเหมือนเดิม ในการทดลองนี้เป็นการทดสอบการตอบสนองของพืชต่ออะไร

ก. สารเคมี

ข. แสงสว่าง

ค. ความชื้น

ง. แรงโน้มถ่วง

19. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยในการเคลื่อนไหวของพืชแบบแนสติกมุฟเมนต์

ก. การเคลื่อนที่ของน้ำระหว่างเซลล์

ข. ปริมาณภายในเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลง

ค. แรงดันภายในเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลง

ง. ส่วนต่างๆของพืชเจริญเติบโตไม่เท่ากัน

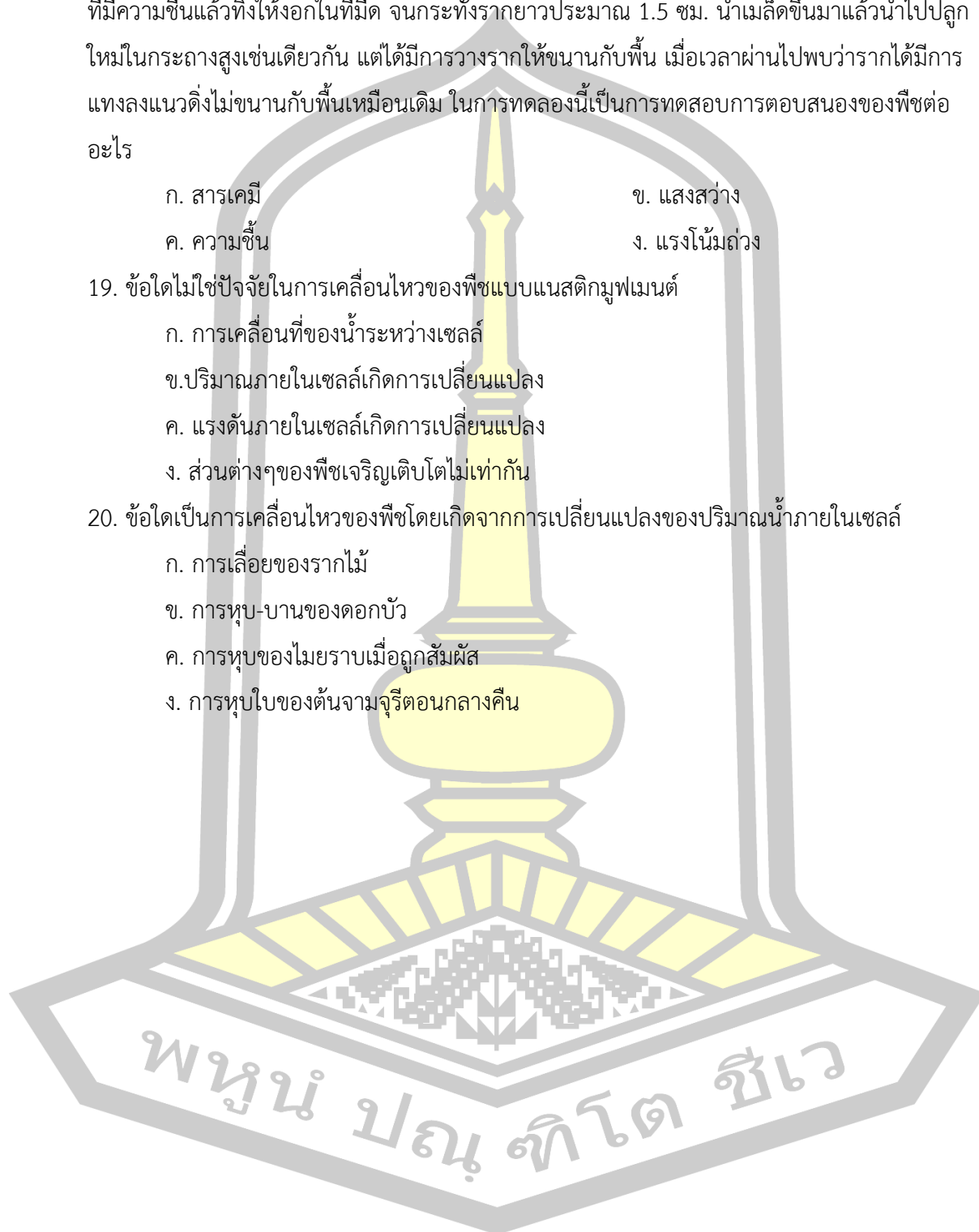
20. ข้อใดเป็นการเคลื่อนไหวของพืชโดยเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำภายในเซลล์

ก. การเลื้อยของรากไม้

ข. การหุบ-บานของดอกบัว

ค. การหุบของไมยราบเมื่อถูกสัมผัส

ง. การหุบใบของต้นจามจุรีตอนกลางคืน





ตารางที่ 19 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินัย
ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ 1

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1.1 สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียน	3	5	4	5	5	4.40
1.2 สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	4	4	5	5	4.60
1.3 สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	4	5	4	5	4.40
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนา	5	4	4	3	5	4.20
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4	4	3	4	4	3.80
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	5	4	3	5	5	4.40
4.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	3	4	4	3	4	3.60
4.2 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	3	4	4	4	5	4.00
5.1 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	3	4	4	3	3	3.40
5.2 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	3	4	4	4	4	3.80
5.3 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัดสามารถวัดได้จริง	3	4	4	4	4	3.80
เฉลี่ย	3.83	4.16	4.00	4.08	4.50	4.11
	4.11					
ความเหมาะสม	เหมาะสมมาก					

ตารางที่ 20 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย
ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ 2

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1.1 สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียน	4	5	3	5	5	4.40
1.2 สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4	5	5	5	5	4.80
1.3 สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	4	4	3	5	4.00
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนา	5	4	4	4	5	4.40
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4	4	4	4	4	4.00
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	5	4	4	5	5	4.60
4.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4	4	4	3	4	3.80
4.2 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	3	4	4	4	5	4.00
5.1 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.00
5.2 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	4	4	4	4.00
5.3 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัดสามารถวัดได้จริง	4	4	4	4	4	4.00
เฉลี่ย	4.16	4.25	4.08	4.16	4.58	4.25
	4.25					
ความเหมาะสม	เหมาะสมมาก					

ตารางที่ 21 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย
ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ 3

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1.1 สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60
1.2 สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4	5	4	5	5	4.60
1.3 สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	4	4	4	5	4.20
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุ ความสามารถที่ต้องการพัฒนา	4	4	4	4	5	4.20
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4	4	4	5	5	4.40
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	5	4	3	5	5	4.40
4.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับ เนื้อหาสาระ	4	4	3	3	3	3.40
4.2 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับ ระดับชั้นของนักเรียน	4	4	4	4	5	4.20
5.1 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.00
5.2 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้ เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	4	4	4	4.00
5.3 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัดสามารถวัดได้จริง	4	4	4	4	4	4.00
เฉลี่ย	4.16	4.25	3.91	4.33	4.58	4.25
	4.25					
ความเหมาะสม	เหมาะสมมาก					

ตารางที่ 22 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินัย
ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ 4

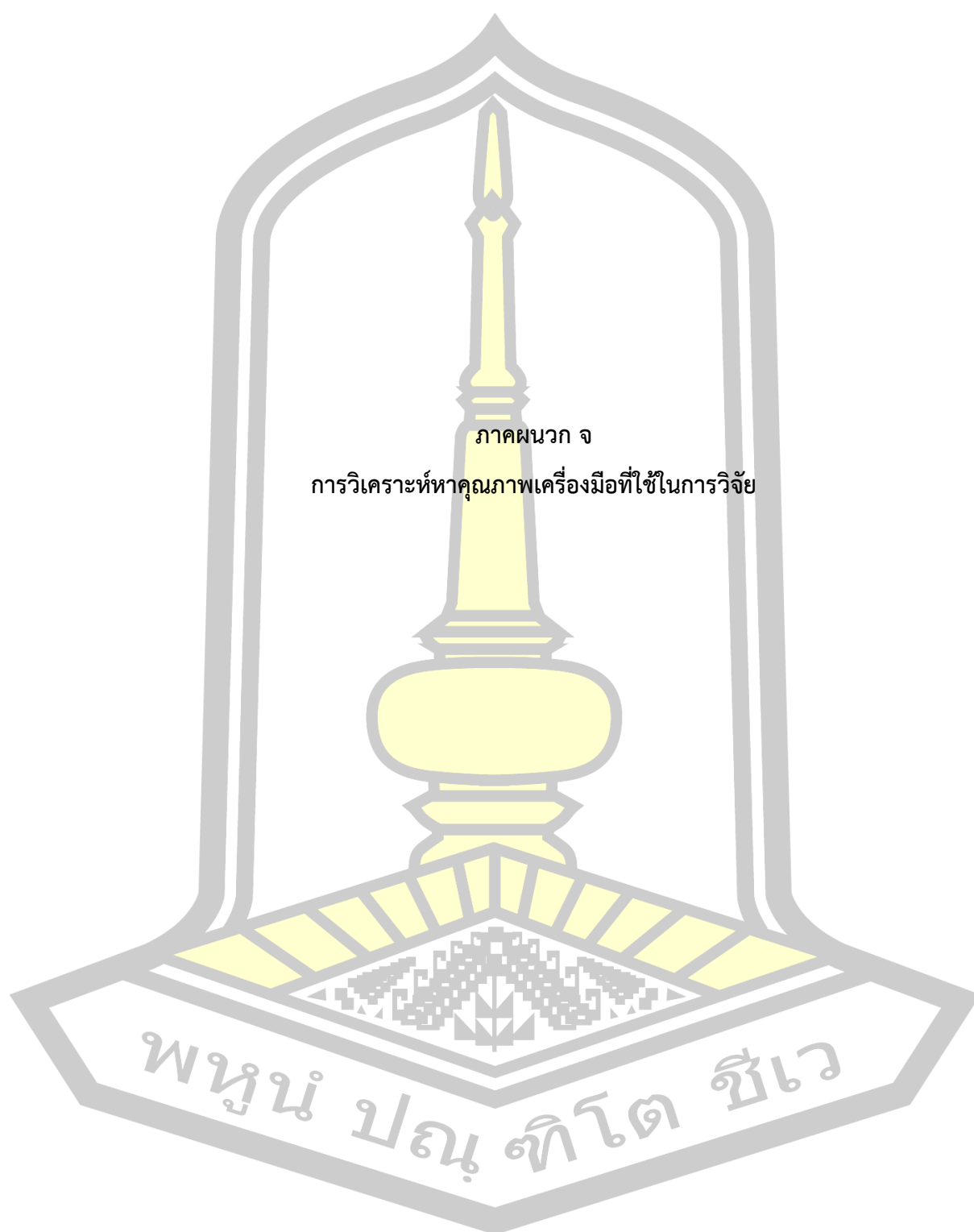
รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1.1 สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60
1.2 สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4	5	4	5	5	4.60
1.3 สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	4.00
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุ ความสามารถที่ต้องการพัฒนา	4	4	4	4	5	4.20
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4	4	4	5	5	4.40
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	4	4	4	5	5	4.40
4.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับ เนื้อหาสาระ	4	4	4	3	4	3.80
4.2 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับ ระดับชั้นของนักเรียน	4	4	4	4	5	4.20
5.1 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.00
5.2 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้ เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	4	4	4	4.00
5.3 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัดสามารถวัดได้จริง	4	4	4	4	4	4.00
เฉลี่ย	4.08	4.25	4.08	4.33	4.58	4.26
	4.26					
ความเหมาะสม	เหมาะสมมาก					

ตารางที่ 23 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย
ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ 5

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1.1 สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60
1.2 สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4	5	4	5	5	4.60
1.3 สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	4.00
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหา	4	5	5	5	5	4.80
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุ ความสามารถที่ต้องการพัฒนา	4	4	4	4	5	4.20
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	4	3	5	5	4.40
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	4	4	4	5	5	4.40
4.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับ เนื้อหาสาระ	4	4	3	4	4	3.80
4.2 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับ ระดับชั้นของนักเรียน	4	4	3	4	5	4.00
5.1 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.00
5.2 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้ เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	4	4	4	4.00
5.3 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัดสามารถวัดได้จริง	4	4	4	4	4	4.00
เฉลี่ย	4.08	4.25	3.83	4.41	4.58	4.23
	4.23					
ความเหมาะสม	เหมาะสมมาก					

ตารางที่ 24 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย
ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ 6

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1.1 สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผล การเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60
1.2 สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4	5	4	5	5	4.60
1.3 สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	4	4	3	4	3.80
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหา	4	5	5	5	5	4.80
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุ ความสามารถที่ต้องการพัฒนา	4	4	4	4	5	4.20
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	4	4	4	5	4.40
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	4	4	4	5	5	4.40
4.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับ เนื้อหาสาระ	4	4	4	4	4	4.00
4.2 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับ ระดับชั้นของนักเรียน	4	4	4	4	5	4.20
5.1 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.00
5.2 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้ เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	4	4	4	4.00
5.3 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัดสามารถวัดได้จริง	4	4	4	4	4	4.00
เฉลี่ย	4.08	4.25	4.08	4.25	4.58	4.25
	4.25					
ความเหมาะสม	เหมาะสมมาก					



ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ศึกษาได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลมาสนับสนุนคำตอบของคำถามจากสถานการณ์ปัญหาที่กำลังศึกษา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	นักเรียนสามารถคาดคะเนข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
2	นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ศึกษาได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลมาสนับสนุนคำตอบของคำถามจากสถานการณ์ปัญหาที่กำลังศึกษา	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	นักเรียนสามารถ คาดคะเนข้อมูลจาก สถานการณ์ปัญหาที่ เกิดขึ้นโดยมีการอ้างอิง หลักการทางวิทยาศาสตร์ ได้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
3	นักเรียนสามารถระบุ ประเด็นปัญหาจาก สถานการณ์ปัญหาที่ ศึกษาได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	นักเรียนสามารถสร้าง ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลมา สนับสนุนคำตอบของ คำถามจากสถานการณ์ ปัญหาที่กำลังศึกษา	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	นักเรียนสามารถ คาดคะเนข้อมูลจาก สถานการณ์ปัญหาที่ เกิดขึ้นโดยมีการอ้างอิง หลักการทางวิทยาศาสตร์ ได้	0	+1	0	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
4	นักเรียนสามารถระบุ ประเด็นปัญหาจาก สถานการณ์ปัญหาที่ ศึกษาได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
	นักเรียนสามารถระบุ ประเด็นปัญหาจาก สถานการณ์ปัญหาที่ ศึกษาได้	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	นักเรียนสามารถสร้าง ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลมา สนับสนุนคำตอบของ คำถามจากสถานการณ์ ปัญหาที่กำลังศึกษา	0	0	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
5	นักเรียนสามารถระบุ ประเด็นปัญหาจาก สถานการณ์ปัญหาที่ ศึกษาได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	นักเรียนสามารถสร้าง ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลมา สนับสนุนคำตอบของ คำถามจากสถานการณ์ ปัญหาที่กำลังศึกษา	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	นักเรียนสามารถ คาดคะเนข้อมูลจาก สถานการณ์ปัญหาที่ เกิดขึ้นโดยมีการอ้างอิง หลักการทางวิทยาศาสตร์ ได้	0	+1	0	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
6	นักเรียนสามารถระบุ ประเด็นปัญหาจาก สถานการณ์ปัญหาที่ ศึกษาได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	นักเรียนสามารถสร้าง ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลมา สนับสนุนคำตอบของ คำถามจากสถานการณ์ ปัญหาที่กำลังศึกษา	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	นักเรียนสามารถ คาดคะเนข้อมูลจาก สถานการณ์ปัญหาที่ เกิดขึ้นโดยมีการอ้างอิง หลักการทางวิทยาศาสตร์ ได้	0	+1	0	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้



ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
2	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
7	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
8	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
10	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
13	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
15	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
18	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
21	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
22	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
24	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
25	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
27	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
29	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

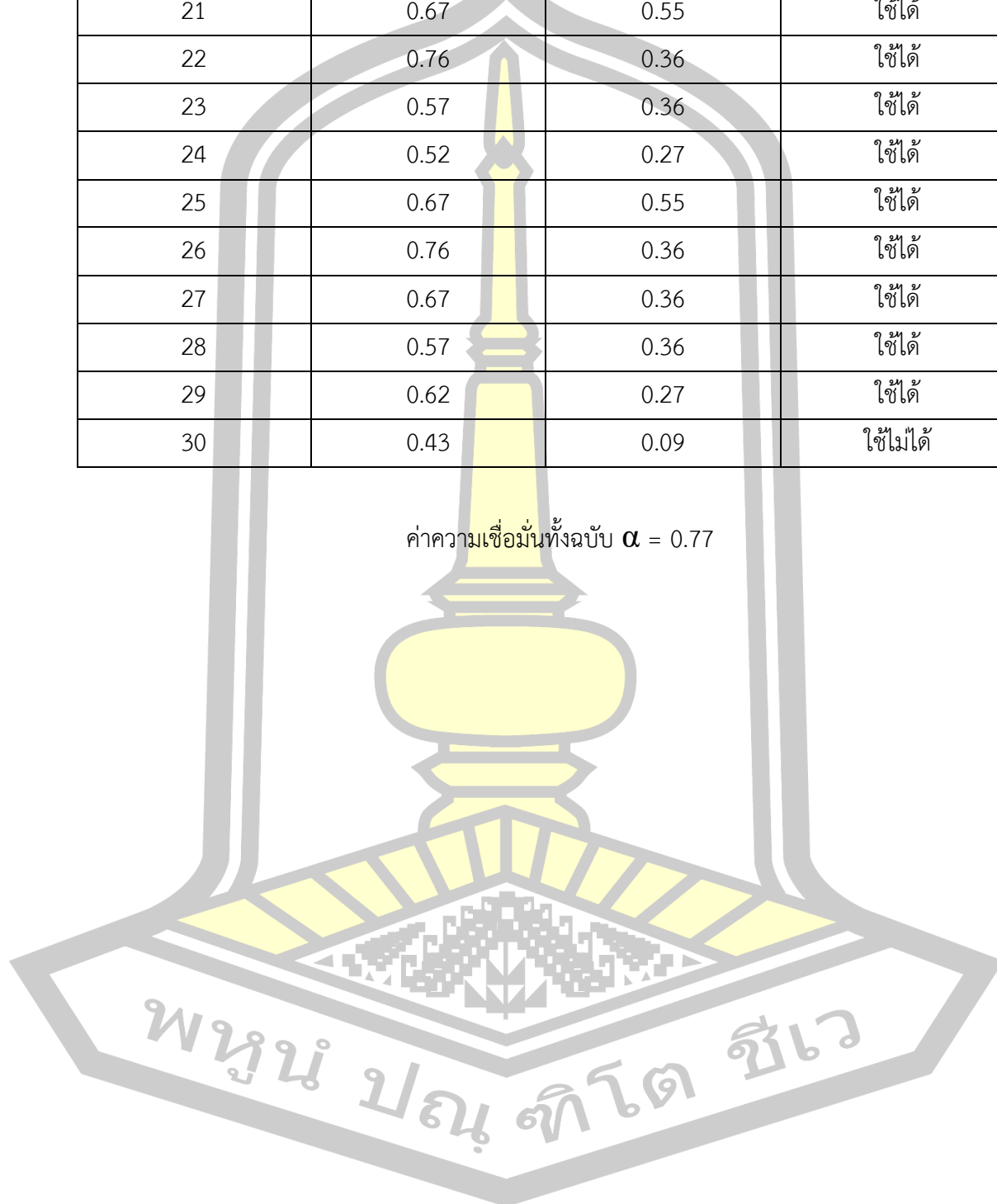
ตารางที่ 27 ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

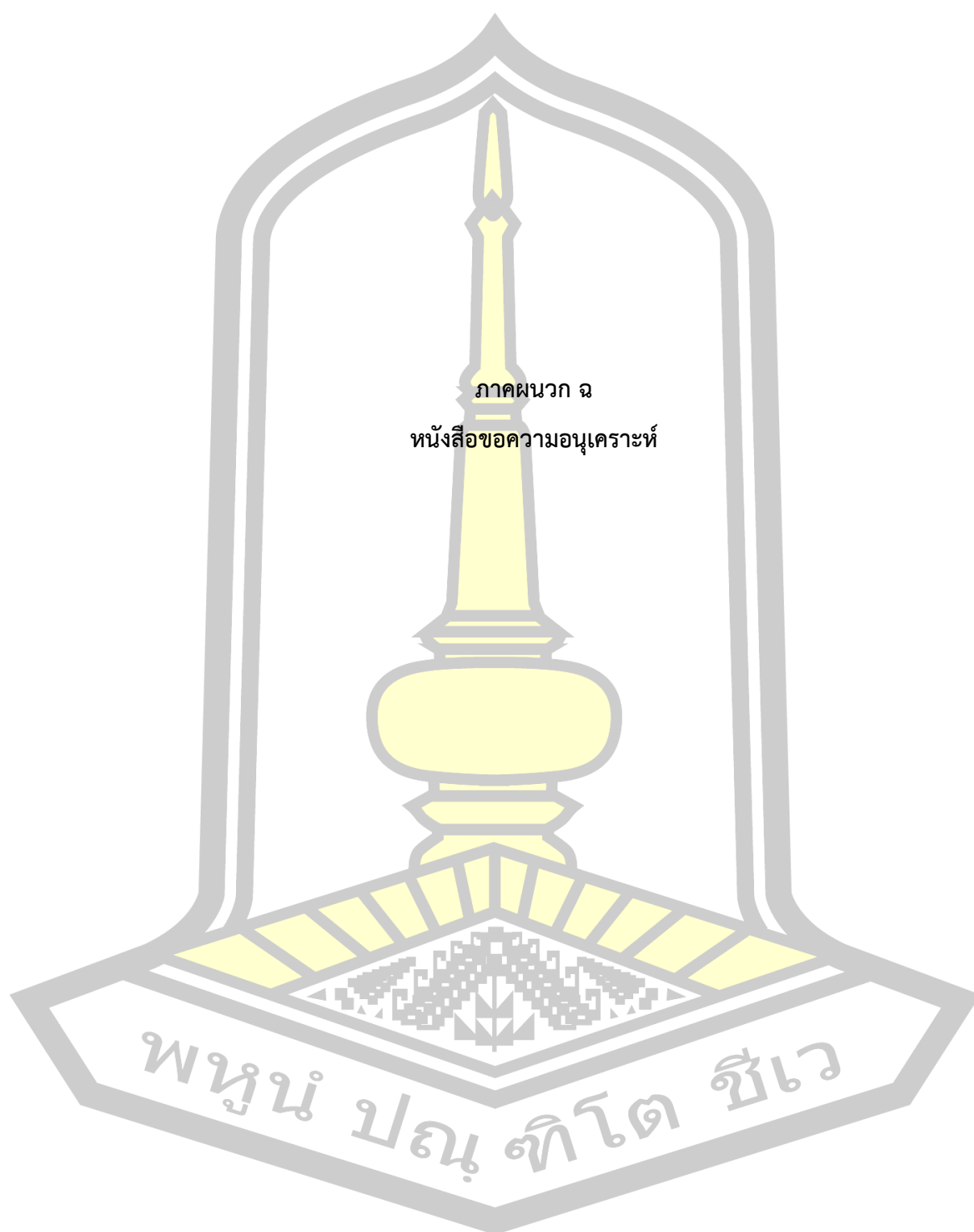
ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.57	0.55	ใช้ได้
2	0.52	0.45	ใช้ได้
3	0.57	0.55	ใช้ได้
4	0.71	0.45	ใช้ได้
5	0.76	0.36	ใช้ได้
6	0.67	0.55	ใช้ได้
7	0.57	0.36	ใช้ได้
8	0.57	0.36	ใช้ได้
9	0.76	0.36	ใช้ได้
10	0.62	0.45	ใช้ได้
11	0.67	0.55	ใช้ได้
12	0.62	0.27	ใช้ได้
13	0.62	0.45	ใช้ได้
14	0.62	0.27	ใช้ได้
15	0.62	0.64	ใช้ได้
16	0.52	0.45	ใช้ได้
17	0.57	0.55	ใช้ได้
18	0.71	0.27	ใช้ได้
19	0.52	0.45	ใช้ได้
20	0.52	0.27	ใช้ได้

ตารางที่ 27 (ต่อ)

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
21	0.67	0.55	ใช้ได้
22	0.76	0.36	ใช้ได้
23	0.57	0.36	ใช้ได้
24	0.52	0.27	ใช้ได้
25	0.67	0.55	ใช้ได้
26	0.76	0.36	ใช้ได้
27	0.67	0.36	ใช้ได้
28	0.57	0.36	ใช้ได้
29	0.62	0.27	ใช้ได้
30	0.43	0.09	ใช้ไม่ได้

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ $\alpha = 0.77$







ที่ อว 0605.5(2)/5477

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 ธันวาคม 2566

เรื่อง ขออนุญาตเคราะหืทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเดชอุดม

ด้วย นางสาวเมธพร อนันทวรรณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติวรดา พลเยี่ยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขออนุญาตจากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวเมธพร อนันทวรรณ ทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0844119396



ที่ อว 0605.5(2)/5478

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 ธันวาคม 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเดชอุดม

ด้วย นางสาวเมธพร อนันทวรรณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติรดา พลเยี่ยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาว เมธพร อนันทวรรณ เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4374-3174

เบอร์โทรนิสิต 0844119396



ที่ อว 0605.5(2)/ว5342

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

25 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขออนุญาตครูเป็นผู้ใช้ยานยนต์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชาดิ ประเสริฐสังข์

ด้วย นางสาวเมธพร อนันทวรรณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาคศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.จิตติรดา พลเยี่ยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุญาตครูจากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0844119396



ที่ อว 0605.5(2)/ว5342

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

25 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายณัฐพล ทองทวี

ด้วย นางสาวเมธพร อนันทวรรณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาคศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนินัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.จิตติรดา พลเยี่ยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0844119396



ที่ อว 0605.5(2)/ว5342

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

25 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายจรรยา ชันทอง

ด้วย นางสาวเมธพร อนันทวรรณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาคศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.จิตติรดา พลเยี่ยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0844119396



ที่ อว 0605.5(2)/ว5342

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

25 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายจักรพันธ์ สุวรรณพิมพ์

ด้วย นางสาวเมธพร อนันทวรรณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.จิตติรดา พลเยี่ยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0844119396



ที่ อว 0605.5(2)/ว5342

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

25 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวสิรินันท์ ทองพิทักษ์

ด้วย นางสาวเมธพร อนันทวรรณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาคศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบวงจรการตั้งสมมติฐานนิรนัย ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.จิตติรดา พลเยี่ยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

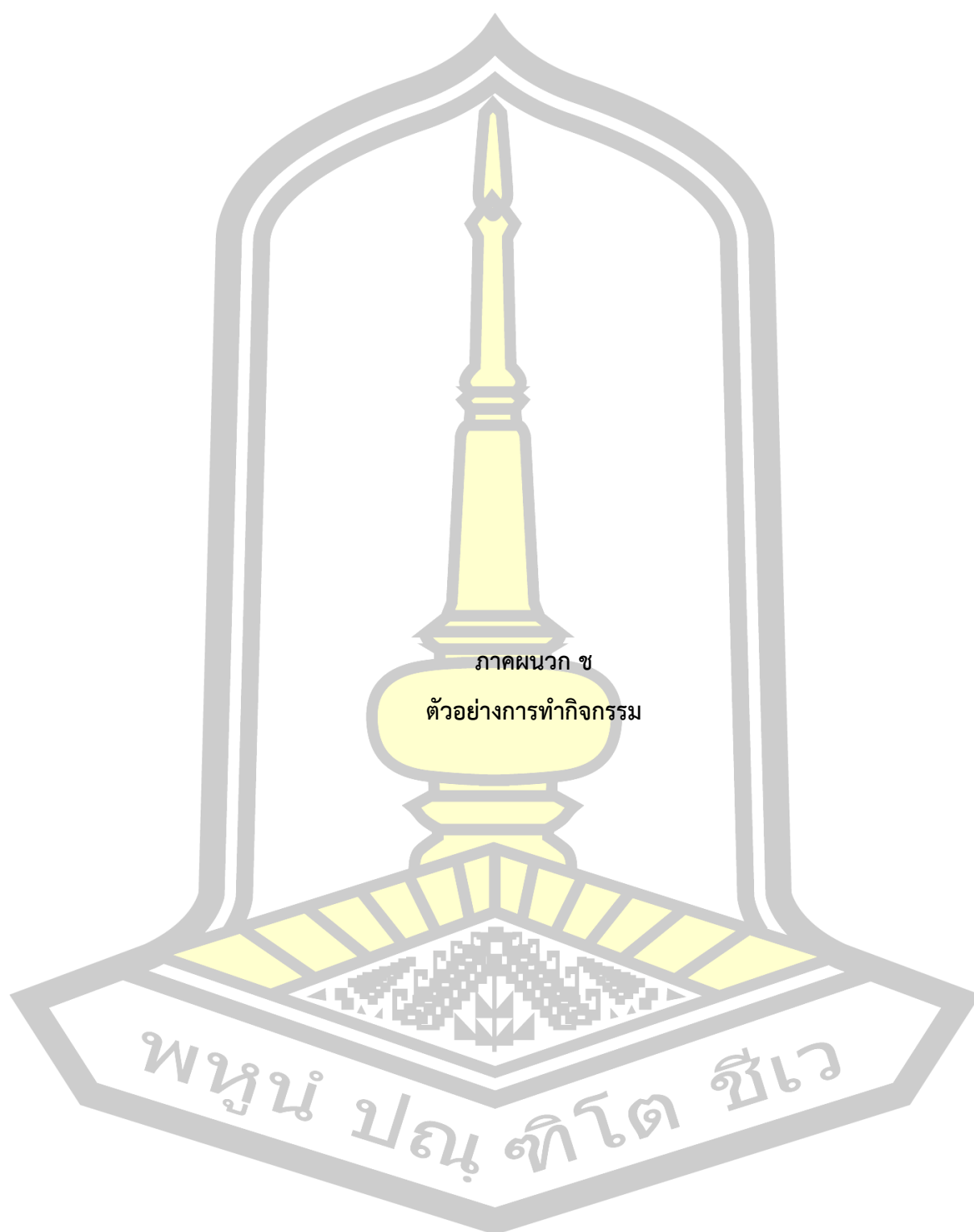
เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0844119396





ประวัติผู้เขียน

ชื่อ

นางสาวเมธพร อนันทวรรณ

วันเกิด

26 สิงหาคม 2540

สถานที่เกิด

อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

บ้านเลขที่ 6 ซอยแจ้งสนิท7 ถนนแจ้งสนิท ตำบลในเมืองอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2558 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี

พ.ศ. 2562 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

พ.ศ. 2567 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ ภัโต ชีเว