



การพัฒนาเกณฑ์ปกติและอิทธิพลเชิงสาเหตุของการรู้ทางชีวภาพสำหรับนักเรียน  
โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัยในประเทศไทย  
Development of Norm and Causal Influencing Biological Literacy of Students  
of Princess Chulabhorn Science High Schools in Thailand

นุรีชะห์ สือรี

Nurisah Sueri

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of  
Master of Education in Educational Research and Evaluation  
Prince of Songkla University

2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



การพัฒนาเกณฑ์ปกติและอิทธิพลเชิงสาเหตุของการรู้ทางชีวภาพสำหรับนักเรียน  
โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัยในประเทศไทย  
Development of Norm and Causal Influencing Biological Literacy of Students  
of Princess Chulabhorn Science High Schools in Thailand

นุรีชะห์ สือรี

Nurisah Sueri

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of  
Master of Education in Educational Research and Evaluation

Prince of Songkla University

2565

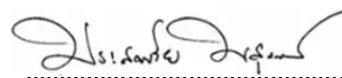
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์      การพัฒนาเกณฑ์ปกติและอิทธิพลเชิงสาเหตุของการรู้ทางชีวภาพสำหรับ  
 นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัยในประเทศไทย  
 ผู้เขียน              นางสาวนุรีชะห์ สีอริ  
 สาขาวิชา            การวิจัยและประเมินผลการศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ

.....  
 (รองศาสตราจารย์ ดร.อาฟีฟี ลาเต๊ะ)



.....ประธานกรรมการ  
 (รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพชัย พสุนนท์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....กรรมการ  
 (รองศาสตราจารย์ ดร.อาฟีฟี ลาเต๊ะ)

.....  
 (ดร.แววฤดี แววทองรักษ์)

.....กรรมการ  
 (ดร.แววฤดี แววทองรักษ์)

.....กรรมการ  
 (ดร.ศุภกาญจน์ บัวทิพย์)

.....กรรมการ  
 (ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
 ของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผล  
 การศึกษา

.....  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกกิง วงศ์ศิริโชติ)  
 รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาพีพี ลาเต๊ะ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....

(ดร.แววฤดี แววทองรักษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ.....

(นางสาวนุรีชะห์ สือรี)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นางสาวนุรีชะห์ สือรี)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาเกณฑ์ปกติและอติพิลเชิงสาเหตุของการรู้ทางชีวภาพสำหรับนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย
ผู้เขียน	นางสาวนุรีชะห์ สือรี
สาขาวิชา	การวิจัยและประเมินผลการศึกษา
ปีการศึกษา	2565

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติและศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทยประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยที่กำลังศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีทั้งสิ้น 1580 คน กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 จำนวน 402 คน โดยใช้สูตรของเครจซี่และมอร์แกน ระยะที่ 2 จำนวน 275 คน โดยใช้อัตราส่วนจำนวนพารามิเตอร์ของสถิติวิเคราะห์ สุ่มตามความสะดวก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ระยะที่ 1 คือแบบทดสอบการรู้ทางชีวภาพ จำนวน 25 ข้อ ระยะที่ 2 แบบทดสอบการรู้ทางชีวภาพ จำนวน 12 ข้อและแบบสอบถาม 7 ด้าน ได้แก่ ด้านแรงจูงใจ ด้านความใฝ่รู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านครูผู้สอนชีววิทยา ด้านโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา และด้านแหล่งการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดย วิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐาน ค่าที่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว คะแนนที่ เปอร์เซ็นไทล์ เกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพ ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยการรู้ทางชีวภาพในด้านเจตคติและภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อจำแนกตามรายภาค พบว่า ค่าเฉลี่ยการรู้ทางชีวภาพในภาพรวมมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เกณฑ์ปกติของคะแนนการรู้ทางชีวภาพของกลุ่มตัวอย่างโดยรวม มีช่วงคะแนนที่ ตั้งแต่ T20 ถึง T80 (P0.12 – P99.88) ผลการทดสอบสมมติฐานโมเดลสมการโครงสร้างจากทั้ง 14 สมมติฐานปรากฏว่าสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดเพียง 4 สมมติฐาน 1) โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยาต่อความใฝ่รู้ 2) ครูผู้สอนชีววิทยาต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) สื่อการเรียนรู้ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4) แรงจูงใจต่อความใฝ่รู้ ส่วนอีก 10 สมมติฐานปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดไว้

**คำสำคัญ:** เกณฑ์ปกติ การรู้ทางชีวภาพ ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพล

**Thesis Title**                      Development of Norm and Causal Influencing Biological Literacy of Students of Princess Chulabhorn Science High Schools in Thailand

**Author**                                Miss Nurisah Sueri

**Major Program**                    Educational Research and Evaluation

**Academic Year**                    2022

## ABSTRACT

The objectives of this research was to establish the norm and to study the causal factors influence the biological literacy of Princess Chulabhorn Science High Schools in Thailand. There are 1580 students of Princess Chulabhorn Science High Schools in Mathayom 6. The sample divided into 2 phases. Phase 1 consisted of 402 students using Krejcie and Morgan, Phase 2 convenience sampling was selected by 275 students according to the ratio of parameters. The instruments used in the phase 1 research were biological literacy tests of 25 questions and Phase 2, 12 questions and 7 aspects of questionnaire include, motivation, curiosity, instructional media, edutainment, biology teacher, academic of biology and source of learning. The data was statistically analyzed by using basic statistics t-test one – way ANOVA T-score percentile and construct norms of biological literacy and analyzing the causal factors using Smart PLS 3.0 program. The results of the study showed that when classified by gender, it was found that the mean of biological cognition in attitudes and in overall has statistically significant differences at the .05 level. The overall average scores of biological literacy were classified by each region does not have statistically significant differences. The sample of biological literacy norms were ranged from T20 to T80 (P0.12 – P99.88). The results of the hypothesis testing of the structural equation model from all 14 hypotheses show that only 4 hypotheses are supported as followed: 1) academic of biology has a positive influence on curiosity, 2) biology teacher has a positive influence on edutainment, 3) instructional media has a positive influence on edutainment and 4) motivation has a positive influence on curiosity. The other 10 hypotheses showed that the influence between the two latent variables is not statistically significant, which mean that it cannot support the hypothesis set forth.

**Keywords:** Norm, Biological Literacy, Causal factor influence

### กิตติกรรมประกาศ

ด้วยพระนามของอัลลอฮ์ ผู้ทรงกรุณาปราณี ผู้ทรงเมตตาเสมอ ผู้วิชัยขื่อน้อมถวาย มวลสรรเสริญแด่องค์อัลลอฮ์ ผู้ทรงประทานความง่ายดายให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี บรรดาการสรรเสริญทั้งหมดนั้นเป็นเอกสิทธิ์ของอัลลอฮ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความกรุณาและเอาใจใส่อย่างยิ่ง ของรองศาสตราจารย์ ดร.อาฟีฟี ลาเต๊ะ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และดร.แววฤดี แววทองรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำแนะนำเป็นอย่างดี และได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการ อ่าน ตรวจสอบ ชัดเจนภาษา ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณ ณ โอกาสนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ประสพชัย พสุนนท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ และดร.ศุภกัญญา บัวทิพย์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณา เป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และได้ตรวจสอบ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ อย่างยิ่งจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบ เครื่องมือวิจัย และให้ข้อเสนอแนะในการนำไปปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ นักเรียนผู้ให้ข้อมูลทุกท่านที่ได้กรุณาตอบ แบบทดสอบ และแบบสอบถามอย่างครบถ้วนสมบูรณ์

ขอขอบคุณ นางสาวทิติยา ศรีสุวรรณ และเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย คณะศึกษาศาสตร์ที่ได้อำนวยความสะดวก และให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยในการติดต่อประสานงาน เรื่องต่าง ๆ เป็นอย่างดียิ่ง ขอขอบคุณศึกษาศาสตร์ที่ได้มอบทุนสนับสนุนการศึกษาระดับปริญญา ตรี-โท คณะศึกษาศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2562 (รุ่น 4) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต ปัตตานี และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยเพื่อการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณครอบครัวเป็นอย่างยิ่งที่คอยให้กำลังใจ คอยผลักดัน และให้การ สนับสนุนในทุก ๆ ด้านเสมอมา และขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน รุ่นน้องรวมถึงทุกคนที่เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือจนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นุรีชะห์ สือรี



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
ABSTRACT	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาของปัญหาและปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
สมมติฐานของการวิจัย	6
ประโยชน์ของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
การรู้ทางชีวภาพ	10
ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้วิทยาศาสตร์	16
เกณฑ์ปกติ	33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	35
กรอบแนวคิดการวิจัย	44
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	48
ระยะที่ 1 การสร้างเกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพฯ	48
ระยะที่ 2 การศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพฯ	53
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	60
ระยะที่ 1 การสร้างเกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพฯ	60
ระยะที่ 2 การศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพฯ	69
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	91
สรุปผลการวิจัย	92
อภิปรายผล	93
ข้อเสนอแนะ	102

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	104
ภาคผนวก	112
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ	113
ภาคผนวก ข ตัวอย่างหนังสือขอความอนุเคราะห์	115
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	120
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ	157
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	165
ประวัติผู้เขียน	177

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 การสังเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ประเมินการรู้ทางวิทยาศาสตร์	15
ตารางที่ 2 การสังเคราะห์ตัวแปรปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้วิทยาศาสตร์	44
ตารางที่ 3 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย	48
ตารางที่ 4 จำนวนกลุ่มตัวอย่างระยะที่ 1	49
ตารางที่ 5 ตารางวิเคราะห์การสร้างแบบทดสอบ (Test Blueprint) ตามกรอบการรู้ทางชีวภาพ	50
ตารางที่ 6 จำนวนตัวอย่างระยะที่ 2	53
ตารางที่ 7 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	61
ตารางที่ 8 ค่าสถิติพื้นฐานของการรู้ทางชีวภาพของกลุ่มตัวอย่าง แบ่งตามด้าน (n=402)	64
ตารางที่ 9 ค่าสถิติพื้นฐานของการรู้ทางชีวภาพด้านความรู้ของกลุ่มตัวอย่าง (n=402)	64
ตารางที่ 10 ค่าสถิติพื้นฐานของการรู้ทางชีวภาพด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง (n=402)	65
ตารางที่ 11 ค่าสถิติพื้นฐานของการรู้ทางชีวภาพด้านเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง (n=402)	65
ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรู้ทางชีวภาพ ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ (n=402)	66
ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรู้ทางชีวภาพ ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาค (n=402)	66
ตารางที่ 14 เกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพของกลุ่มตัวอย่าง	68
ตารางที่ 15 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	69
ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ ด้านการรู้ทางชีวภาพ โดยมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน	70
ตารางที่ 17 ค่าสถิติพื้นฐานของการรู้ทางชีวภาพด้านความรู้ของกลุ่มตัวอย่าง (n=275)	70
ตารางที่ 18 ค่าสถิติพื้นฐานของการรู้ทางชีวภาพด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง (n=275)	71
ตารางที่ 17 ค่าสถิติพื้นฐานของการรู้ทางชีวภาพด้านเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง (n=275)	71

## สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านแรงจูงใจ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน	71
ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านความใฝ่รู้ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน	73
ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ ด้านแหล่งการเรียนรู้ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน	74
ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ ด้านครูผู้สอนชีววิทยา โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน	75
ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ ด้านสื่อการเรียนรู้ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน	76
ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน	77
ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ ด้านโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน	78
ตารางที่ 27 ค่าแอลฟาครอนบาค ความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ และค่าความแปรปรวนเฉลี่ยขององค์ประกอบที่สกัดได้	79
ตารางที่ 28 ค่าความเที่ยงตรงเชิงจำแนกด้วยเกณฑ์ของ Fornell-Larcker	80
ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์อัตราส่วน HTMT (Heterotrait-Monotrait)	81
ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยการขยายตัวของความแปรปรวน ของตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบสะท้อน (Inner VIF)	82
ตารางที่ 31 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ ที่มีต่อตัวแปรแฝง (Outer loadings)	83
ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ (n=275)	87
ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ค่าอิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect) ของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตาม (n=275)	89
ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพ	90

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	47
ภาพที่ 2 การตอบคำถามและการให้คะแนนของข้อคำถามอัตนัยแบบตอบสั้น	62
ภาพที่ 3 การตอบคำถามและการให้คะแนนของข้อคำถามปรนัยเชิงซ้อน	62
ภาพที่ 4 การตอบคำถามและการให้คะแนนของข้อคำถามอัตนัย	63
แบบอธิบายเหตุผลประกอบ	
ภาพที่ 5 การตอบคำถามและการให้คะแนนของข้อคำถามปรนัย 4 ตัวเลือก	63
ภาพที่ 6 โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝง	86
ที่มีการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย	
ในประเทศไทย	
ภาพที่ 7 ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพของตัวแปรแฝง	90
ที่มีต่อการรู้ทางชีวภาพ	

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ชีววิทยาเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ อย่างมีเหตุและผล ซึ่งศึกษาทั้งในเรื่องด้านโครงสร้าง ด้านการทำงาน ด้านการเจริญเติบโต ด้านวิวัฒนาการ ด้านถิ่นกำเนิด ด้านอนุกรมวิธาน ด้านการกระจายพันธุ์ และด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าอย่างมีเหตุมีผลในทุกแง่มุมของสิ่งมีชีวิตอย่างละเอียด โดยพึ่งพาการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ และเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ศึกษาสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ (ประคอง ตังประพทธีกุล, 2558)

การดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์นั้นล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นทางด้านโภชนาการ การเกษตร การแพทย์ สิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ รวมถึงเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศ ดังนั้น ชีววิทยาจึงเป็นการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษา เราจึงต้องเรียนรู้เกี่ยวกับชีววิทยาเพื่อเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตจนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ และสิ่งมีชีวิตสามารถอยู่ร่วมกันได้ (มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, 2563)

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านชีววิทยาส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ทั้งในด้านความมั่นคงความสะดวกสบาย ความปลอดภัย และการมีสุขภาพดี ทำให้มนุษย์คิดค้นและพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกต่อการดำรงชีวิตมากขึ้น เทคโนโลยีได้เข้ามาเสริมปัจจัยพื้นฐานการดำรงชีวิตได้เป็นอย่างดี เทคโนโลยีทำให้การสร้างที่พักอาศัยให้มีคุณภาพมาตรฐาน สามารถผลิตสินค้าและให้บริการต่าง ๆ นอกจากนี้มีการผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์ ตลอดจนสถานบันวิจัยต่าง ๆ มีการใช้อุปกรณ์เพื่อการวิจัยทดลองทางด้านวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2561) ทำให้เกิดการพัฒนาประเทศอย่างไม่หยุดยั้งเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์มากขึ้น ซึ่งชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบันต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกรอบด้าน เปิดกว้างในการยอมรับความ ต้องการคำอธิบายมากขึ้น ต้องมีเหตุผล ต้องรู้สึกว่าได้เข้าใจกับทุกเรื่องในชีวิต สามารถหาความรู้ได้ทุกที่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเจริญก้าวหน้าทางด้านชีววิทยาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคม และระบบความคิด หรืออาจจะกล่าวได้ว่า

เมื่อมีการค้นพบสิ่งใหม่ทางด้านชีววิทยา ส่งผลต่อวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์ด้วย ดังนั้น การเรียนชีววิทยาจึงมีความสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนที่มีความรู้ เชื้อข้อมูลที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ และยอมรับความความคิดที่เห็นต่างได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การรู้ทางชีวภาพเป็นการรู้ทางวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยา (Suwono et al., 2017) ดังนั้น บุคคลที่มีการรู้ทางชีวภาพควรมีการรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอันดับแรก ทำความคุ้นเคยกับลักษณะของการรู้ทางวิทยาศาสตร์ คุณค่าของวิทยาศาสตร์และระเบียบวิธีวิจัยทางวิทยาศาสตร์ บุคคลที่มีความรู้ทางชีววิทยาจำเป็นต้องเข้าใจแนวคิดพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ การพัฒนาแนวความคิดทางชีวภาพ หลักการทางชีวภาพและผลกระทบของมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อมและรู้ว่าการกระทบของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ความหลากหลายทางชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพต่อสังคม รวมถึงความสำคัญของชีววิทยา บุคคลที่มีการรู้ทางชีวภาพต้องมีความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ การกำหนดปัญหาเกี่ยวกับธรรมชาติด้วยเหตุผลเชิงวิพากษ์ ประเมินความรู้ใช้เทคโนโลยีชีวภาพอย่างเหมาะสม ตัดสินใจอย่างมีจริยธรรมในประเด็นทางชีววิทยา ใช้ความรู้ทางชีววิทยาเพื่อแก้ปัญหา โดยสรุปสาระสำคัญของการรู้ทางชีวภาพ คือ การเข้าใจหลักการทั่วไปของชีววิทยาและนำไปใช้ในชีวิตรส่วนตัวและสังคม บุคคลที่มีความรู้ทางชีวภาพสามารถเข้าใจวิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการศึกษา จากการสังเกตและจำแนก การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ การออกแบบการทดลอง การตีความข้อมูลและการหาข้อสรุป (Arzu & Sule, 2019)

รายงานการประเมินผลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชาติ (National Test) และนานาชาติ จากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (OECD/PISA) ซึ่ง OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) หรือองค์การความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ และได้เริ่มโครงการภายใต้ชื่อ PISA (Programme for International Student Assessment) เป็นการประเมินการรู้เรื่อง (Literacy) นักเรียนที่จบการศึกษาภาคบังคับ อายุ 15 ปี เป็นการสำรวจการรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานกลางของ OECD เท่ากับ 500 คะแนน โดยเริ่มต้นประเมินที่ PISA 2000 ต่อด้วย PISA 2003, PISA 2006, PISA 2009 PISA 2012 PISA 2015 และล่าสุด PISA 2018 สรุปผลการประเมินประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์เท่ากับ 436 คะแนน 429 คะแนน 421 คะแนน 425 คะแนน 444 คะแนน 421 คะแนน

และ 426 คะแนน ตามลำดับ จากผลการประเมินดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า นักเรียนในประเทศไทย มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานกลางของ OECD (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) คะแนนเหล่านี้เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นว่า กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นยังไม่มีประสิทธิภาพมากพอเป็นการเรียนการสอนที่ไม่ก่อให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

การประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการประเมินองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบริบท (Context) ด้านความรู้ (Knowledge) และด้านเจตคติ (Attitude) ซึ่งทั้งสามด้านนี้จะส่งผลต่อการมีสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Thomson et al., 2013) ผลการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นอกจากจะทำให้ข้อมูลความสามารถของบุคคลแล้ว ผลการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีความสัมพันธ์สูงกับความคาดหวังในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ในอนาคต นั่นคือ นักเรียนที่มีคะแนนสูงมีความต้องการศึกษาต่อและทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในขณะที่กลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนต่ำมีความคาดหวังที่จะทำงานทางด้านนี้น้อยมาก (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2016) การประเมินการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนเป็นประโยชน์ต่อตัวนักเรียนในการได้ทราบถึงระดับการรู้ทางชีวภาพเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเองให้มีความมุ่งหวังทางชีวภาพมากขึ้น อีกทั้งทำให้ทราบได้ว่ามีความเกี่ยวข้องกับคะแนนสอบเข้าหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับมัธยมปลาย แต่ปัจจุบันยังไม่มีเครื่องมือที่เป็นการประเมินการรู้ทางชีวภาพสำหรับนักศึกษานักเรียน มีเพียงแต่แบบทดสอบประเมินการรู้ทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมการประเมินความรู้ เจตคติ การเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์กับบริบทต่าง ๆ (โครงการ PISA ประเทศไทย, 2560) อีกทั้งไม่มีเกณฑ์ปกติสำหรับประเมินการรู้ทางชีวภาพ เพราะเกณฑ์ปกติเป็นการบอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร (บุญชม ศรีสะอาด, 2561) คะแนนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ประเมินได้นอกจากจะเป็นตัวยืนยันถึงความสามารถของบุคคลแล้ว สิ่งหนึ่งที่ควรให้ความสำคัญคือการศึกษาว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งในระดับผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริงนั้น จะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง ทั้งปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อม จากงานวิจัยของพีรพร แก้วแดง (2554) ได้ทำการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ประสิทธิภาพสอนของครู



แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการสอนของครูเป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน การที่ครูมีทักษะการจัดการเรียนรู้ที่สามารถทำให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพย่อมจะส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างมาก

จากมติของคณะรัฐมนตรีในคราวประชุมเมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน 2553 เห็นชอบให้กระทรวงศึกษาธิการ ดำเนินงานตามโครงการพัฒนาโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยให้เป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ทั้ง 12 แห่งให้เป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคที่มีคุณภาพระดับเดียวกับโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นนำของนานาชาติ เพื่อเพิ่มจำนวนผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ จิตวิญญาณที่จะพัฒนาตนเองสู่ความเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์ นักคิดค้นในอนาคต สร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ประเทศไทย เพื่อให้ประเทศไทยสามารถพึ่งตนเองได้มากขึ้น ลดการพึ่งพาท้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากต่างชาติ เป็นไปตามนโยบายการพัฒนากำลังคนด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของรัฐบาล และเพื่อเป็นการกระจายโอกาสให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีกระจายอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศไทยให้ได้รับโอกาสมากขึ้น กลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัยมีเป้าหมายสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลในปัจจุบันเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะด้านการเตรียมความพร้อมกำลังคนระดับสูงทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี นโยบาย Thailand 4.0 รวมถึงเป็นการเตรียมกำลังคนระดับสูงทางด้าน STEM เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับนักลงทุนจากต่างประเทศที่จะเข้ามาลงทุนในอุตสาหกรรม 4.0 ในโครงการ Eastern Economic Corridor (EEC) และโครงการอื่น ๆ ของประเทศ

ระบบการศึกษาไทยมีส่วนหนึ่งที่มีคุณภาพและสามารถพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในระดับสูงได้ซึ่งเห็นได้จากดำเนินงานของกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ในช่วงปีการศึกษา 2554 – 2560 นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ได้แสดงศักยภาพต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก เช่น ผลการสอบ PISA ของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ปี 2555 และ 2558 ได้คะแนนผลการสอบ PISA สูงกว่าคะแนนเฉลี่ย

ของประเทศ OECD และอยู่ในระดับเดียวกับประเทศที่ได้คะแนนเป็นลำดับที่ 1 ของโลก (สำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา, 2562) จากการดำเนินงานข้างต้นทำให้เห็นว่าการได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐและความพร้อมของโรงเรียนสามารถพัฒนานักเรียนในด้านต่าง ๆ ตามเป้าประสงค์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาเกี่ยวกับโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย เพื่อต้องการทราบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพ และสามารถนำผลการวิจัยมาใช้ในการปรับปรุงหลักสูตร กิจกรรมเสริมหลักสูตร หรือสนับสนุนปัจจัยที่ส่งเสริมต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับการพัฒนาตัวตนของนักเรียนให้เกิดการรู้ทางชีวภาพกับโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ (แผนวิทย์ คณิต) หากระดับนโยบายสามารถสร้างความเท่าเทียมทางการศึกษาได้สำเร็จ โดยขยายระบบการศึกษาที่มีคุณภาพไปให้ทั่วถึง ประเทศไทยก็จะสามารถยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนให้ทัดเทียมกับนานาชาติได้

จากปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบเพื่อประเมินการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย เนื่องจากนักเรียนได้ผ่านการเรียนรายวิชาชีววิทยาจำนวนเกินครึ่งหนึ่งของรายวิชาทั้งหมด ทำให้มีความรู้มากพอสำหรับการประเมินการรู้ทางชีวภาพ โดยทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ปัจจัยด้านแรงจูงใจ ปัจจัยความใฝ่รู้ ปัจจัยสื่อการเรียนรู้ ปัจจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัจจัยครูผู้สอนชีววิทยา ปัจจัยโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา และ ปัจจัยแหล่งการเรียนรู้ ผลการศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้โรงเรียนทั่วประเทศได้ส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนมีการรู้ทางชีวภาพที่ดี นำไปสู่การประเมินและพัฒนานโยบายทางการศึกษาการพัฒนาหลักสูตร การพัฒนาครู และบุคลากรทางการศึกษา อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาให้เป็นที่ไปในทิศทางที่ควรจะเป็นและมีประสิทธิภาพต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย

## สมมติฐานของการวิจัย

อิทธิพลเชิงสาเหตุอย่างน้อย 1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย

## ประโยชน์ของการวิจัย

### 1. ด้านความรู้

1. ได้องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบประเมินการรู้ทางชีวภาพ
2. ได้ทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลที่ทำให้นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยเกิดการรู้ทางชีวภาพ

### 2. ด้านการนำไปใช้

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยตลอดจนโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ (แผนวิทย์ คณิต) นำความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ทางชีวภาพ ไปใช้ในการปรับปรุงหลักสูตร กิจกรรมเสริมหลักสูตร หรือสนับสนุนปัจจัยที่ส่งเสริมต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับการพัฒนาตัวตนของนักเรียนให้เกิดการรู้ทางชีวภาพ

## ขอบเขตของการวิจัย

### 5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

**ระยะที่ 1** การสร้างเกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย

ประชากร คือ นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยที่กำลังศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีทั้งสิ้น 1580 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยที่กำลังศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีทั้งสิ้น 324 คน

**ระยะที่ 2** การศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียน  
โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

ประชากร คือ นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยที่กำลังศึกษา  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีทั้งสิ้น 1580 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยที่กำลังศึกษา  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีทั้งสิ้น 275 คน

## 5.2 ขอบเขตด้านตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แบ่งตามโครงสร้างของตัวแปรสำหรับใช้ในการวิเคราะห์โมเดล  
เชิงสาเหตุ ซึ่งได้มาจากการทบทวนวรรณกรรม แนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัย ได้แก่

1) ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ประกอบด้วย ตัวแปรด้านต่าง ๆ  
จำนวน 7 ตัวแปร ดังนี้

- (1) ปัจจัยด้านแรงจูงใจ
- (2) ปัจจัยความใฝ่รู้
- (3) ปัจจัยสื่อการเรียนรู้
- (4) ปัจจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- (5) ปัจจัยครูผู้สอนชีววิทยา
- (6) ปัจจัยโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา
- (7) ปัจจัยแหล่งการเรียนรู้

2) ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ การรู้ทางชีวภาพ ซึ่งมี 3  
องค์ประกอบมีดังนี้

- (1) ความรู้
- (2) บริบท
- (3) เจตคติ

## นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. การรู้ทางชีวภาพ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเข้าใจความรู้  
ทางชีววิทยา เพื่อนำไปใช้กำหนดปัญหาทางที่เกิดขึ้นในสังคม อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน  
และสรุปผลจากพยานหลักฐานเกี่ยวกับประเด็นที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ทางชีววิทยา โดยใช้  
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เข้าใจและเชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลกันและสามารถ  
สื่อสารกับผู้อื่นได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับบริบททางสังคม ประกอบด้วย

**1) บริบท** หมายถึง การตระหนักถึงสถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยที่สถานการณ์หรือบริบท (Situations or contexts) เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใน 3 ด้านหลัก คือ 1) วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ 2) วิทยาศาสตร์ในโลกและสิ่งแวดล้อม และ 3) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**2) ความรู้** หมายถึง ความเข้าใจโลกธรรมชาติบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific knowledge) เป็นการเชื่อมโยงความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) ความรู้วิทยาศาสตร์และ 2) ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

**3) เจตคติ** หมายถึง ความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ การสืบหาความรู้วิทยาศาสตร์ และที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ 2) การเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และ 3) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม

**2. แรงจูงใจ** หมายถึง กระบวนการที่ถูกกระตุ้นให้มีการตอบสนองในการดำเนินไปสู่เป้าหมายหรือความต้องการ พยายามทุกวิถีทางที่จะแก้ปัญหาเพื่อนำตนไปสู่ความสำเร็จ มุ่งมั่นที่จะทำให้ดีเลิศ เพื่อบรรลุมาตรฐานที่ตั้งไว้

**1) การกำหนดเป้าหมาย** หมายถึง การวางแผนทำงานอย่างมีเป้าหมาย เพื่อให้ตนประสบความสำเร็จในการศึกษาหาความรู้

**2) ความเชื่อมั่นในศักยภาพ** หมายถึง ความมุ่งมั่น ความมานะพยายามต่อสิ่งที่ท้าทายความสามารถของตนโดยไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค และเชื่อว่าสามารถทำงานออกมาได้สำเร็จ

**3) ความอดทนต่ออุปสรรค** หมายถึง สามารถอดทนและบากบั่นปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างความพยายามได้

**4) ความทะเยอทะยาน** หมายถึง ความต้องการทำให้สำเร็จ และพยายามทำให้ความสามารถของตนเองดีขึ้นกว่าเดิม

**3. ความใฝ่รู้** หมายถึง ความรู้สึกของบุคคล ความรู้สึกที่เป็นสุข และทัศนคติที่ดีของบุคคลที่มีต่อความใฝ่เรียนรู้ การได้รับการตอบสนองทางด้านร่างกายและจิตใจ ทำให้บุคคลเกิดความใฝ่เรียนรู้และก่อให้เกิดความเต็มใจแสวงหาความรู้ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพประกอบด้วย

1) **ความอยากรู้อยากเห็น** หมายถึง การเป็นคนที่ชอบตั้งคำถามนำไปสู่คำตอบ ชอบสังเกตในสิ่งต่าง ๆ

2) **ความกระตือรือร้น** หมายถึง คนที่มีความเร่รุ่ม มีไฟในการแสวงหาความรู้

3) **ความเพียรพยายาม** หมายถึง ความมุ่งมั่น บากบั่น ให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

4) **ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์** หมายถึง มีความคิดที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับใคร และแตกต่างจากความคิดธรรมดา มีรูปแบบการคิดที่อาจนำเสนอเรื่องราวเดียวกันในรูปแบบต่าง ๆ ที่ไม่ตายตัวหรือสามารถดัดแปลงความรู้หรือประสบการณ์ในเรื่องต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วนำมาเขียน เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น

4. **สื่อการเรียนรู้** หมายถึง ตัวกลางที่นำความรู้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตาม จุดประสงค์ของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ได้อย่างง่ายและรวดเร็ว เช่น อุปกรณ์การสอน โสตทัศนูปกรณ์ เทคโนโลยีที่ใช้ช่วยสอน

5. **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้** คือ กระบวนการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน กับผู้เรียนเพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของผู้สอน โดยมีวิธีการหรือกิจกรรม ที่เหมาะสมกับเนื้อหาและบริบทของโรงเรียน

6. **ครูผู้สอนชีววิทยา** หมายถึง ครูที่ทำหน้าสอนวิชาชีววิทยา และสร้าง ประสบการณ์ทางด้านชีววิทยาให้กับนักเรียน ครูทำหน้าที่อบรมคุณธรรม จริยธรรมอันดี ให้กับนักเรียน ครูมีความมุ่งมั่นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ มุ่งมั่นพัฒนาวิชาชีพของตนเพื่อให้นักเรียน บรรลุผลในการเรียนและสามารถให้คำปรึกษานักเรียนได้

7. **โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา** หมายถึง การได้รับโอกาสเข้าถึงความรู้ด้าน วิชาชีววิทยา ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เข้าค่ายวิชาการ ทัศนศึกษาที่เพิ่มพูน ความรู้ และทักษะปฏิบัติการด้านชีววิทยา เช่น ค่ายโอลิมปิกวิชาการวิชาชีววิทยา โครงการด้าน ชีววิทยา การนำเสนอผลงานด้านชีววิทยาในงานวิชาการ

8. **แหล่งการเรียนรู้** หมายถึง สถานที่ที่ให้แหล่งข้อมูล ข่าวสาร สาระความรู้ ประสบการณ์ที่หลากหลาย หรือองค์ความรู้ที่ปรากฏอยู่รอบตัวผู้เรียน เอื้อให้เกิดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน เกิดเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องกว้างขวาง

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาเกณฑ์ปกติและอิทธิพลเชิงสาเหตุของการรู้ทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัยในประเทศไทย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนการวิจัยดังนี้

1. การรู้ทางชีวภาพ
  - 1.1 ความหมายของการรู้ทางชีวภาพ
  - 1.2 ลักษณะของบุคคลที่รู้ทางชีวภาพ
  - 1.3 การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์
2. ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้วิทยาศาสตร์
  - 2.1 ปัจจัยด้านแรงจูงใจ
  - 2.2 ปัจจัยความใฝ่รู้
  - 2.3 ปัจจัยสื่อการเรียนรู้
  - 2.4 ปัจจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
  - 2.5 ปัจจัยครูผู้สอนชีววิทยา
  - 2.6 ปัจจัยโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา
  - 2.7 ปัจจัยแหล่งการเรียนรู้
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. กรอบแนวคิดการวิจัย

#### 1. การรู้ทางชีวภาพ

##### 1.1 ความหมายของการรู้ทางชีวภาพ

การรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การสร้างสังคมที่มีการรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ สังคมที่เข้าใจวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ของปัญหา ดังนั้นความสำคัญไม่เพียงความเชี่ยวชาญของแนวคิดของวิทยาศาสตร์ แต่ความสามารถในการคิด การรู้ทางทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างเชี่ยวชาญและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ใช้ในการแก้ไขปัญหาสังคม (Choi et al., 2011; Archer-Bradshaw, 2014)

การรู้ทางชีวภาพ หมายถึง การรู้ทางวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยา ดังนั้น บุคคลที่มีการรู้ทางชีวภาพควรมีการรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอันดับแรก ทำความคุ้นเคยกับลักษณะของการรู้ทางวิทยาศาสตร์คุณค่าของวิทยาศาสตร์และระเบียบวิธีวิจัยทางวิทยาศาสตร์ (Suwono et al., 2017)

บุคคลที่มีความรู้ทางชีววิทยายำเป็นต้องเข้าใจแนวคิดพื้นฐานของชีววิทยา การพัฒนาแนวความคิดทางชีวภาพหลักการทางชีวภาพและผลกระทบของมนุษย์ที่มีสิ่งแวดล้อม และรู้ว่าผลกระทบของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ความหลากหลายทางชีวภาพชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพต่อสังคมรวมถึงความสำคัญของชีววิทยา

บุคคลที่มีการรู้ชีวภาพต้องมีความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ การกำหนดปัญหาเกี่ยวกับธรรมชาติด้วยเหตุผลเชิงวิพากษ์ ประเมินความรู้ใช้เทคโนโลยีชีวภาพอย่างเหมาะสมตัดสินใจอย่างมีจริยธรรมในประเด็นทางชีววิทยาใช้ความรู้ทางชีววิทยาเพื่อแก้ปัญหา

การรู้ทางชีวภาพ คือ ความสามารถในการใช้การสอบถามทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทำความเข้าใจและรับรู้ ประเด็นทางชีววิทยาในสังคมและบูรณาการสิ่งเหล่านี้ ใช้ในการตัดสินใจ และสื่อสาร (Suwono et al., 2017)

การรู้ทางชีวภาพ คือ การเข้าใจหลักการทั่วไปของชีววิทยาและนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน บุคคลที่มีความรู้ทางชีวภาพสามารถเข้าใจวิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการศึกษา โดยมีทักษะการสังเกต การตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การออกแบบการทดลอง การตีความข้อมูลและการหาข้อสรุป (Arzu & Sule, 2019)

จากความหมายของ การรู้ทางชีวภาพข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า “การรู้ทางชีวภาพ” คือ ความสามารถของบุคคลในการเข้าใจความรู้ทางชีววิทยา เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดปัญหา ทางที่เกิดขึ้นในสังคม อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และสรุปผลจากพยานหลักฐาน เกี่ยวกับประเด็นที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ทางชีววิทยา โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เข้าใจ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลกัน และสามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับบริบททางสังคม

## 1.2 ลักษณะของบุคคลที่รู้ทางชีวภาพ

Shen (2009) ได้ระบุลักษณะของบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ไว้ 6 องค์ประกอบ ดังนี้

- 1) ความเข้าใจแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
- 2) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 3) ความเข้าใจในจริยธรรมที่เป็นแนวทางการทำงานของนักวิทยาศาสตร์
- 4) ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม



5) ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และมนุษยศาสตร์

6) ความเข้าใจความสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บุคคลที่สามารถถามค้นหาหรือกำหนดคำตอบสำหรับคำถามที่มาจากความอยากรู้ อยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน หมายความว่าบุคคลมีความสามารถในการอธิบาย อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการอ่านด้วยการทำความเข้าใจบทความเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในสื่อยอดนิยมและมีส่วนร่วมในการสนทนาทางสังคมเกี่ยวกับความถูกต้องของข้อสรุป ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หมายถึงบุคคลที่สามารถระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ภายใต้การตัดสินใจระดับชาติและระดับท้องถิ่นและแสดงตำแหน่งที่ได้รับการแจ้งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### 1.3 การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy assessment)

เป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ด้านความสามารถทางสติปัญญา ด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551)

องค์กรความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือที่เรียกว่า OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) ได้เริ่มโครงการประเมินผลการจัดศึกษาของประเทศสมาชิก ภายใต้ชื่อโครงการ Programme for International Student Assessment หรือ PISA โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินนักเรียนที่จบการศึกษาภาคบังคับ (เยาวชนอายุ 15 ปี) จะได้รับการเตรียมพร้อมความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการเป็นประชาชนที่มีคุณภาพในอนาคต และมีส่วนร่วมสร้างสังคมได้หรือไม่ เพียงใด

โดยกรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตามการประเมิน PISA 2015 ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1) บริบท หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิตประจำวันในระดับส่วนตัว ระดับชาติและระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องอดีตที่ผ่านมาหรือในปัจจุบัน ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริงของแนวคิดหลักและทฤษฎีสำคัญที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี ความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิดต่าง ๆ และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้

3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

4) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง การตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยความสนใจ ให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม

สกลรัตน์ สวัสดิ์มูล (2545) ได้การศึกษาลักษณะความรอบรู้เชิงวิทยาศาสตร์ (A Study of the Characteristics of Scientific Literacy) โดยใช้เทคนิคเดลฟายกับเชี่ยวชาญทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ศึกษา ผลการศึกษาพบว่าลักษณะของการรู้วิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) แบ่งเป็น 3 องค์ประกอบ คือ ทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์ การสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Cognitive Science Knowledge) แบ่งออกเป็น 6 องค์ประกอบ ดังนี้

2.1 ความรู้ที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.2 ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

2.3 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคม และ สิ่งแวดล้อม

2.4 ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เพื่อความอยู่ดีมีสุขของมนุษย์เพื่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน

2.5 เพื่อรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

2.6 มีขอบเขตความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับหนึ่ง

3. ด้านลักษณะนิสัยทางวิทยาศาสตร์ (Habits of Mind) มี 11 องค์ประกอบ ดังนี้

3.1 ค่านิยมและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.2 การคิดคำนวณและการประมาณค่า

3.3 การใช้ทักษะการจัดการและการสังเกต

3.4 ทักษะการสื่อสาร

3.5 ทักษะในการตอบสนองอย่างมีวิจารณญาณ

3.6 ทักษะการตัดสินใจ

3.7 ทักษะการแก้ปัญหา

3.8 ทักษะการใช้สารสนเทศ (Information Skills)

3.9 ทักษะการประเมิน

3.10 ความซาบซึ้ง

3.11 Science Vision Imagination ของนักวิทยาศาสตร์

จากองค์ประกอบความรู้วิทยาศาสตร์ของนักวิชาการทั้งหลาย ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ

1. สถานการณ์หรือบริบท (Situations or contexts) เป็นการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใน 3 ด้านหลัก คือ 1) วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ 2) วิทยาศาสตร์ในโลกและสิ่งแวดล้อม และ 3) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจโลกธรรมชาติบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific knowledge) เป็นการเชื่อมโยงความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) ความรู้วิทยาศาสตร์และ 2) ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

3. เจตคติ (Attitude) เป็นการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์ด้วยความสนใจสนับสนุนการสืบหาความรู้วิทยาศาสตร์ และแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ 2) การเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และ 3) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม

#### 1.4 เครื่องมือที่ใช้ประเมินการรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ประเมินการรู้ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย		
	แบบทดสอบวัดการรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ตามกรอบของ PISA)	แบบวัดเจตคติ	แบบสอบถาม
นิริรัตน์อาโยวงษ์ และ วิมล สำ รานูวานิช (2554)	/		
พิรพร แก้วแดง (2554)	/	/	/
สุรียาวดี นีกรักษ์ อัญชลี สิริกุลขจร และ สิริินภา กิจเกื้อกูล (2559)	/		
กุลธิดา ชนาภิมุข สุรีย์พร สว่างเมฆ และ ปราณีนางงาม (2563)	/		
อามील มาหามะ (2563)	/		

จากการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงเลือกสร้างแบบทดสอบเพื่อประเมินการรู้ทางชีวภาพตามกรอบการประเมินของ PISA โดยมีกรอบการประเมิน ดังนี้

1. บริบท (contexts) การตระหนักถึงสถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยที่สถานการณ์หรือบริบท (Situations or contexts) เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใน 3 ด้านหลัก คือ 1) วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ 2) วิทยาศาสตร์ในโลกและสิ่งแวดล้อม และ 3) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความเข้าใจโลกธรรมชาติบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific knowledge) เป็นการเชื่อมโยงความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) ความรู้วิทยาศาสตร์และ 2) ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

3. เจตคติ (Attitude) หมายถึง การตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์ด้วยความสนใจ สนับสนุนการสืบหาความรู้วิทยาศาสตร์ และแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ 2) การเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และ 3) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม

## 2. ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้วิทยาศาสตร์

### 2.1 แรงจูงใจ

#### 2.1.1 แรงจูงใจหมายถึง

สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต (2547) กล่าวว่า แรงจูงใจ หมายถึง สิ่ง que บุคคลคาดหวัง โดยสิ่งนั้นอาจเป็นสิ่งที่บุคคลพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจก็ได้ ความคาดหวังนี้เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคล แสดงพฤติกรรมออกมา

ศิริบุรณ์ สายโกสุม (2548) กล่าวว่า แรงจูงใจ คือ การกระตุ้นก่อให้เกิด ปฏิบัติการทั้งทางจิตวิทยและกายภาพ

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556) มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์โดยผ่านทางเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจเป็นกระบวนการที่บุคคลถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า โดยจงใจ ให้กระทำหรือคืนรนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์บางอย่าง

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า แรงจูงใจเป็นกระบวนการที่ถูก กระตุ้นให้มีการตอบสนองในการดำเนินไปสู่เป้าหมายหรือความต้องการ พยายามทุกวิถีทาง ที่จะแก้ปัญหาเพื่อนำตนไปสู่ความสำเร็จ มุ่งมั่นที่จะทำให้ดีเลิศ เพื่อบรรลุมาตรฐานที่ตั้งไว้

#### 2.1.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจ

ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow)

ปรเมษฐ์ ศรีทาสังข์ ( ม.ป.ป., อ้างอิงใน Maslow, 1987) ได้ลำดับความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์ไว้ 5 ขั้น ดังนี้

1) ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological Need) คือ ความต้องการพื้นฐานของร่างกาย ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่บุคคลต้องการในการดำรงชีวิต เช่น ความต้องการอาหาร น้ำ อากาศ เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรคและความต้องการทางเพศ เป็นต้น

2) ความต้องการความมั่นคงและความปลอดภัย (Safety Need) คือ ความต้องการความมั่นคงปลอดภัยทั้งด้านร่างกายและจิตใจในการดำรงชีวิต เช่น การสร้างบ้านอย่างแข็งแรง หรือ บุคคลที่ต้องการมีหน้าที่การงานที่มั่นคงเพื่อมีรายได้มาใช้จ่ายในชีวิตประจำวัน

3) ความต้องการความรักและเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม (Love and Belonging Need) คือ การต้องการความรัก การยอมรับ และมีสัมพันธภาพที่ดีกับบุคคลอื่นในสังคม เมื่อความต้องการในขั้นที่ 1 และ 2 ของบุคคลได้รับการตอบสนองเป็นที่พอใจแล้วบุคคลจะเริ่มนึกถึงผู้อื่น และต้องการเข้าสังคม มีเพื่อน มีหมู่คณะหรือกลุ่มของตน ต้องการให้คนเป็นที่ยอมรับของกลุ่ม ต้องการที่จะมีความรู้สึกว่าคุณเป็นเจ้าของและเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของกลุ่ม

4) ความต้องการชื่อเสียง การยกย่อง และเกียรติยศ (Esteem Need) คือ ความต้องการที่จะให้ผู้อื่นมองตนเองว่าเป็นบุคคลมีความสามารถ มีคุณค่า มีเกียรติ มีตำแหน่ง

บุคคลที่มีความต้องการในขั้นนี้จะพยายามทำสิ่งต่าง ๆ ให้ประสบความสำเร็จเห็นประจักษ์แก่สายตาผู้อื่น

5) ความต้องการที่จะพัฒนาตนเองตามศักยภาพอย่างแท้จริง (Self actualization need) คือ ความต้องการที่จะรู้จักและเข้าใจตนเองว่ามีศักยภาพที่แท้จริงเป็นอย่างไร และใช้ศักยภาพนั้นให้เกิดประโยชน์แก่สังคมอย่างแท้จริง กล่าวคือ บุคคลกล้าที่กล้าตัดสินใจเลือกทางเดินของชีวิต พิจารณาตนเองอย่างเป็นธรรม ยอมรับทั้งในส่วนที่เป็นข้อดีและข้อบกพร่องของตนเอง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

### 2.1.3 ประเภทของแรงจูงใจ

พาสนา จุรรัตน์ (2548) กล่าวว่า ประเภทของแรงจูงใจสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ถ้าแบ่งตามที่มาของแรงจูงใจ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 แรงจูงใจทางสรีระหรือแรงจูงใจทางร่างกาย (Physiological Motive) เป็นแรงจูงใจที่มีติดตัวมาแต่กำเนิด มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น ความหิว ความกระหาย และความต้องการทางเพศ

1.2 แรงจูงใจทางสังคม (Social Motive) เป็นแรงจูงใจที่เกิดจากการเรียนรู้ และมีการพัฒนาต่อเนื่อง เช่น ความต้องการความรัก และการมีชื่อเสียง

2. ถ้าแบ่งตามเหตุผลของเบื้องหลังในการแสดงออกของพฤติกรรม แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 แรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motive) คือ แรงจูงใจที่เกิดจากความต้องการที่บุคคลจะแสดงพฤติกรรมโดยตรง ไม่ขึ้นอยู่กับอิทธิพลหรือผลของสิ่งเร้าภายนอก

2.2 แรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motive) คือ แรงจูงใจที่เกิดจากอิทธิพลหรือสิ่งเร้าภายนอกตัวบุคคล ซึ่งเป็นที่ต้องการของบุคคลนั้น ๆ

McClelland (1961) ได้จำแนกแรงจูงใจโดยสรุปจากการทดลองโดยใช้แบบทดสอบการรับรู้ของบุคคล (Thematic Apperception Test (TAT)) เพื่อวัดความต้องการของมนุษย์ โดยแบบทดสอบ TAT เป็นเทคนิคการนำเสนอภาพต่าง ๆ แล้วให้บุคคลเขียนเรื่องราวเกี่ยวกับสิ่งที่เขาเห็น จากการศึกษาวิจัย แมคเคลลีแลนดได้จำแนกแรงจูงใจเป็น 3 ประเภท คือ

- 1) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement Motive)
- 2) แรงจูงใจใฝ่สัมพันธ์ (Affiliation Motive)
- 3) แรงจูงใจใฝ่อำนาจ (Power Motive)

มจรัส สว่างบำรุง (2542) กล่าวว่า แรงจูงใจมี 2 ประเภท คือ

1) แรงจูงใจทางด้านสรีรวิทยา (Physiological Motive) เป็นแรงจูงใจที่ผลักดันให้มนุษย์พยายามตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานทางกายภาพของตน ได้แก่ ความต้องการความหิว ความกระหาย ความต้องการทางเพศ การนอนหลับ การขับถ่าย เป็นต้น

2) แรงจูงใจทางด้านจิตวิทยา (Psychological Motive) เป็นแรงจูงใจที่นอกเหนือความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์ ได้แก่ ต้องการความรัก ความเข้าใจ เกียรติยศ ชื่อเสียง ความต้องการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เป็นต้น

#### 2.1.4 ลักษณะของบุคคลที่มีแรงจูงใจ

McClelland (1961) ได้กล่าวถึงบุคลิกของผู้มีแรงจูงใจไว้ 3 ประการ คือ

1) มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน (Personal Responsibility for Performance) มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติอย่างมีเหตุผล เขาจะทำงานได้ดีภายใต้สภาพที่เขา รู้สึกพอใจ

2) ต้องการทราบข้อมูลย้อนกลับ (Need for Performance Feedback) ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะชอบทำงานในสถานการณ์ที่พวกเขาทราบผลข้อมูลย้อนกลับของงานที่ได้ทำลงไป

3) เป็นผู้เปลี่ยนแปลงและพัฒนาอยู่เสมอ (Innovativeness) การทำในสิ่ง ที่แตกต่างและดีขึ้นจากเดิม เช่น ใช้เวลาน้อยกว่า หรือมีประสิทธิภาพในการส่งจดหมายมากกว่า

จากความหมาย ที่มา ทฤษฎี และลักษณะของบุคคลที่มีแรงจูงใจ จะเห็นได้ ว่าแรงจูงใจเป็นปัจจัยที่สำคัญของการเรียนรู้ เพราะแรงจูงใจจะทำให้บุคคลมีความมุ่งมั่น พยายามอดทนที่จะทำงานให้สำเร็จอย่างมีเป้าหมาย และมักจะเป็นเป้าหมายที่มีมาตรฐานสูง มีความทะเยอทะยานและแผนการทำงานของตนเองอย่างเป็นระบบเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ และแม้ว่าบุคคลจะพบปัญหาอุปสรรค บุคคลจะไม่ย่อท้อ แต่กลับมีความมุ่งมั่นที่จะเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ เพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ และจากการทบทวนวรรณกรรมลักษณะของบุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้สรุปลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีแรงจูงใจจะประกอบไปด้วยลักษณะสำคัญ 4 ประการ ดังนี้

- 1) มีการตั้งเป้าหมายในการทำงาน
- 2) มีความตั้งใจมุ่งมั่นในการทำงานให้ประสบความสำเร็จ
- 3) มีความอดทนไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
- 4) มีความทะเยอทะยานให้ผลงานเป็นที่ยอมรับและเกิดความก้าวหน้าในงาน

## 2.2 ความใฝ่รู้

### 2.2.1 ความหมายของความใฝ่รู้

ความใฝ่รู้ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความตั้งใจ เพียรพยายาม แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนสม่ำเสมอ เด็กที่เป็นผู้ใฝ่เรียนรู้เป็นเด็กที่มีความตั้งใจ มีความเพียรพยายาม สนใจเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ สามารถเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม มีการจดบันทึกความรู้ วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปเป็นองค์ความรู้ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นและสามารถถ่ายทอดเผยแพร่ ซึ่งมีนักวิชาการแต่ละคนได้ให้ความหมายของความใฝ่เรียนรู้ไว้ดังนี้

บุญชิต มณีโชติ (2540) ให้นิยามความใฝ่รู้ คือ การที่บุคคลมีแรงจูงใจ ความกระตือรือร้น ความอยากรู้และอยากเห็น เพื่อตอบสนองความต้องการหรือกระหายใคร่รู้ที่เกิดขึ้น พฤติกรรมที่แสดงถึงความใฝ่ เรียนรู้ เช่น การสนใจแสวงหาความรู้ การคิดสืบค้น การสอบถามผู้รู้ การสืบเสาะหาความรู้

คณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ (2540) ให้นิยามความใฝ่รู้ คือ คุณลักษณะทางจิตใจและพฤติกรรมที่แสดงถึงความสนใจ ความกระตือรือร้น แสวงหาความรู้ด้านต่าง ๆ ความสามารถในการจำแนก เปรียบเทียบและวิเคราะห์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิตได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ยุพิน โภจนทา และคณะ (2544) ให้นิยามความใฝ่รู้ คือ คุณลักษณะทางจิตใจ และพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงถึงความกระตือรือร้น แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนและนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ จากแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของความใฝ่เรียนรู้อย่างกว้างขวาง

สรุปได้ว่า ความใฝ่รู้ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคล ความรู้สึกที่เป็นสุข และทัศนคติที่ดีของบุคคลที่มีต่อความใฝ่เรียนรู้อตามระดับความรู้สึกของแต่ละบุคคล เกิดจากการได้รับการตอบสนองทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ทำให้บุคคลเกิดความใฝ่เรียนรู้อย่างต่อเนื่องและก่อให้เกิดความเต็มใจที่จะแสวงหาความรู้ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ บุคคลจะมีความใฝ่เรียนรู้อย่างมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้องการของบุคคลและองค์ประกอบที่เป็นแรงจูงใจที่เกี่ยวข้องด้วย ทั้งนี้ต้องมีปัจจัยหลายด้านมาเสริมความใฝ่เรียนรู้อย่างมีมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยให้ความหมายของความใฝ่รู้ของการวิจัยครั้งนี้ว่าคุณลักษณะของครูที่มีความกระตือรือร้น ตั้งใจมุ่งมั่นในการใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์โดยการแสวงหาความรู้ การสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ตลอดจนมีความสนใจในการเข้าร่วมการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มพูนความรู้ด้านต่าง ๆ ของตนเอง



## 2.2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความใฝ่รู้

จิราภา และคณะ (2543) กล่าวว่า พฤติกรรมของบุคคลสามารถสังเกตได้ เช่น การเดิน การยืน การพูด อารมณ์ดีใจ เสียใจ หรือโกรธ แต่พฤติกรรมบางอย่างไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงด้วยวิธีรับรู้ความรู้สึกและอาจจะต้องใช้เครื่องมือบางอย่างเพื่อวัดพฤติกรรม เช่น เครื่องจับเท็จ เป็นต้น

สุรางค์ ไคว้ตระกูล (2545) กล่าวว่า พฤติกรรมตามแนวคิดของทฤษฎีพุทธิปัญญานิยม คือ กระบวนการคิดมีส่วนทำให้เกิดพฤติกรรมที่มีเป้าหมาย นอกจากความรู้สึก ความรู้ ความเข้าใจและพฤติกรรมต่าง ๆ ของบุคคลต่างก็มีความสัมพันธ์กัน

กรมวิชาการ (2543) กล่าวว่า การเสริมสร้างให้บุคคลมีพฤติกรรมการเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้และเกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ โดยมุ่งหวังว่าให้ผู้ที่ผ่านการศึกษาแต่ละคนจะมีคุณลักษณะพื้นฐานที่สำคัญ คือ มีความใฝ่รู้ ความสามารถในการคิด การแสวงหาความรู้อยู่เสมอ สามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

คณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ (2540) กล่าวว่า ความใฝ่รู้ว่าเป็นคุณลักษณะทางจิตใจและพฤติกรรมที่แสดงถึง ความกระตือรือร้น สนใจ ใฝ่คิดค้น แสวงหาความรู้ด้านต่าง ๆ ความสามารถในการจำแนกเปรียบเทียบและวิเคราะห์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิตได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมทั้งยังเป็นสิ่งที่บุคคลควรแสวงหาเพื่ออำนวยความสะดวกให้ชีวิตมีความเป็นอยู่ที่สะดวก

ยุพิน โภจนชา และคณะ (2544) กล่าวว่า ความใฝ่รู้ว่าเป็นคุณลักษณะทางจิตใจและพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงถึงความกระตือรือร้นสนใจ เสาะแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ มาเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนและนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม จากแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของความใฝ่เรียนรู้อย่างกว้างขวาง

ปิลันญา วงศ์บุญ (2550, อ้างอิงใน Brubacher, John W. and others, 1994) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะใฝ่รู้ที่สำคัญ มีลักษณะดังนี้

- 1) มีเหตุผล
- 2) มีความอยากรู้อยากเห็น
- 3) มีแรงจูงใจ
- 4) ชอบแสวงหาความรู้
- 5) ชอบความท้าทาย

จากความสำคัญและความหมายที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายคุณลักษณะของผู้มีความใฝ่รู้ หมายถึง บุคคลที่มีลักษณะชอบสังเกต มีความกระตือรือร้น มีความเพียรพยายาม มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า ความใฝ่รู้ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่เป็นสุขและทัศนคติที่ดีของบุคคลที่มีต่อความใฝ่เรียนรู้ตามระดับความรู้สึกของแต่ละบุคคลนั้น ๆ เกิดจากการได้รับการตอบสนองทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ทำให้บุคคลเกิดความใฝ่รู้และก่อให้เกิดสมัครใจที่จะแสวงหาความรู้ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ บุคคลจะมีความใฝ่รู้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้องการของบุคคลและองค์ประกอบที่เป็นแรงจูงใจที่มีอยู่ในงานนั้นด้วย ทั้งนี้ ต้องมีปัจจัยหลายด้านเข้ามาเสริมความใฝ่รู้ให้มีมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยให้ความหมายของความใฝ่รู้ของการวิจัยครั้งนี้ว่าเป็นคุณลักษณะของครูที่มีความกระตือรือร้น ตั้งใจมุ่งมั่นในการใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์โดยการแสวงหาความรู้ การสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ตลอดจนมีความสนใจในการเข้าร่วมการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มพูนความรู้ด้านต่าง ๆ ของตนเอง

## 2.3 ปัจจัยสื่อการเรียนรู้

### 2.3.1 สื่อการเรียนรู้หมายถึง

Matavee (2559) สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นบุคคล วัสดุ อุปกรณ์ ตลอดจนเทคนิควิธีการ ซึ่งเป็นตัวกลางทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ได้อย่างง่ายและรวดเร็วเป็นเครื่องมือและตัวกลางซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการเรียนการสอนมีหน้าที่เป็นตัวนำความต้องการของครูไปสู่ตัวนักเรียนอย่างถูกต้องและรวดเร็วเป็นผลให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นักการศึกษาเรียกชื่อการเรียนการสอนด้วยชื่อต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์การสอน โสตทัศนูปกรณ์ เทคโนโลยีการศึกษา สื่อการเรียนการสอน สื่อการศึกษา

นฤมล โล่ห์ทองคำ (2553) สื่อการเรียนรู้ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่มีอยู่รอบตัวไม่ว่าจะเป็นวัสดุ ของจริง บุคคล สถานที่ เหตุการณ์ หรือความคิดก็ตาม ถือเป็น สื่อ การเรียนรู้ทั้งสิ้น ขึ้นอยู่กับว่าเราเรียนรู้จากสิ่งนั้น ๆ หรือนำสิ่งนั้น ๆ เข้ามาสู่การเรียนรู้ของเราหรือไม่

ศษานนท์ ฉ่ำเมืองปักษ์ (2553) สื่อการเรียนรู้ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างรอบตัวผู้เรียนที่ช่วยผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นวัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ คน สัตว์ สิ่งของ หรือแนวความคิดที่ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ เพิ่มประสบการณ์หรือเป็นเครื่องมือที่กระตุ้นให้เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

สื่อการสอนพรีดอทคอม (2563) สื่อการเรียนรู้ หมายถึง ตัวกลางหรือช่องทางในการถ่ายทอดองค์ความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ จากแหล่ง ความรู้ไปสู่ผู้เรียน และทำให้เกิดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ในทางการศึกษา มีคำที่มีความหมายแนวเดียวกันกับสื่อการเรียนการสอน เช่น สื่อการสอน (Instructional Media or Teaching Media) สื่อการศึกษา (Educational Media) อุปกรณ์ ช่วยสอน (Teaching Aids) เป็นต้น

ชวลิต แข่งทอง (ม.ป.ป.) สื่อการเรียนรู้ หมายถึง ตัวกลางนำความรู้ในกระบวนการสื่อความหมายระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน สิ่งใดก็ตามไม่ว่าจะเป็นเทปบันทึกเสียง สไลด์ วิทยุ โทรทัศน์ วีดิทัศน์ แผนภูมิ แผ่นซีดีสำเร็จรูป รูปภาพ ฯลฯ ซึ่งเป็นวัสดุบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนหรือเป็นอุปกรณ์เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาสิ่งเหล่านี้เป็นวัสดุอุปกรณ์ทางกายภาพที่นำมาใช้เทคโนโลยีการศึกษาเป็นสิ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางทำให้การสอนส่งไปถึงผู้เรียน

สรุปได้ว่า สื่อการเรียนรู้ หมายถึง ตัวกลางที่นำความรู้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ได้อย่างง่ายและรวดเร็ว เช่น อุปกรณ์การสอน โสตทัศนูปกรณ์ เทคโนโลยีที่ใช้ช่วยสอน

### 2.3.2 ประเภทสื่อการเรียนรู้

ไพศาล สุวรรณน้อย (2553) ได้แบ่งประเภทสื่อการเรียนรู้ เป็น 4 ประเภท คือ

- 1) สื่อประเภทวัสดุ ได้แก่ สไลด์ แผ่นใส เอกสาร ตารา สารเคมี สิ่งพิมพ์ ต่างๆ และคู่มือการฝึกปฏิบัติ
- 2) สื่อประเภทอุปกรณ์ ได้แก่ ของจริง หุ่นจำลอง เครื่องเล่นเทปเสียง เครื่องเล่นวีดิทัศน์ เครื่องฉายแผ่นใส อุปกรณ์และเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ
- 3) สื่อประเภทเทคนิคหรือวิธีการ ได้แก่ การสาธิต การอภิปรายกลุ่ม การฝึกปฏิบัติ การฝึกงาน การจัดนิทรรศการและสถานการณ์จำลอง

4) สื่อประเภทคอมพิวเตอร์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) การนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer presentation) การใช้ Intranet และ Internet เพื่อการสื่อสาร

เดชพงษ์ อุ่นชาติ (2557) ได้แบ่งประเภทของสื่อการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนแบ่งตามคุณลักษณะได้ 4 ประเภทคือ

- 1) สื่อประเภทวัสดุ ได้แก่ สไลด์ แผ่นใส เอกสาร ตารา สารเคมี สิ่งพิมพ์ ต่าง ๆ และคู่มือการฝึกปฏิบัติ
- 2) สื่อประเภทอุปกรณ์ ได้แก่ ของจริง หุ่นจำลอง เครื่องเล่นเทปเสียง เครื่องเล่นวีดิทัศน์ เครื่องฉายแผ่นใส อุปกรณ์และเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ
- 3) สื่อประเภทเทคนิคหรือวิธีการ ได้แก่ การสาธิต การอภิปรายกลุ่ม การฝึกปฏิบัติการฝึกงาน การจัดนิทรรศการ และสถานการณ์จำลอง
- 4) สื่อประเภทคอมพิวเตอร์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) การนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer presentation) การใช้ Intranet และ Internet เพื่อการสื่อสาร (Electronic mail: E-mail) และ การใช้ WWW (World Wide Web)

Matavee (2559) ได้แบ่งสื่อการเรียนการสอนโดยจำแนกตามรูปแบบ (Form) Louis Shores ได้แบ่งประเภทสื่อการสอน 4 ประเภท ดังนี้

- 1) สิ่งตีพิมพ์ (Printed Materials) เช่น หนังสือแบบเรียน เอกสารการสอน ฯลฯ
- 2) วัสดุกราฟิก เช่น แผนภูมิ (Charts) แผนสถิติ (Graph) แผนภาพ (Diagram)
- 3) วัสดุฉายและเครื่องฉาย (Projected Materials and Equipment) เช่น ภาพยนตร์ สไลด์
- 4) วัสดุถ่ายทอดเสียง (Transmission) เช่น วิทยุ เครื่องบันทึกเสียง

สรุปได้ว่า ประเภทสื่อการสอน แบ่งตามคุณลักษณะได้ 4 ประเภท 1) สื่อประเภทวัสดุ ได้แก่ สไลด์ แผ่นใส เอกสาร สารเคมี สิ่งพิมพ์และคู่มือการฝึกปฏิบัติ 2) สื่อประเภทอุปกรณ์ ได้แก่ หุ่นจำลอง เครื่องเล่นเทปเสียง เครื่องเล่นวีดิทัศน์ อุปกรณ์และเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ 3) สื่อประเภทเทคนิคหรือวิธีการ ได้แก่ การสาธิต การอภิปรายกลุ่ม การฝึกปฏิบัติ การฝึกงาน การจัดนิทรรศการและสถานการณ์จำลอง 4) สื่อประเภทคอมพิวเตอร์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) การนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer presentation) การใช้ Intranet หรือ Internet เพื่อการสื่อสาร

## 2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### 2.4.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ในทัศนะต่าง ๆ ดังนี้

Hough and Duncan (1970) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ว่า คือ กิจกรรมของบุคคลนั้น ๆ ซึ่งมีหลักและเหตุผล เป็นกิจกรรมที่บุคคลนั้น ๆ ได้ใช้ความรู้ของตนเองอย่างสร้างสรรค์ เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความสุข ดังนั้น การจัดการเรียนรู้จึงเป็นกิจกรรมในแง่มุมต่าง ๆ 4 ด้าน คือ

- 1) ด้านหลักสูตร (Curriculum) คือ การศึกษาจุดประสงค์รายวิชาและการตั้งจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจน ตลอดจนการเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมสอดคล้องกับท้องถิ่น
- 2) ด้านการจัดการเรียนรู้ (Instruction) คือ การเลือกวิธีสอนและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้
- 3) ด้านการวัดผล (Measuring) คือ การเลือกวิธีการวัดผลที่เหมาะสม และสามารถวิเคราะห์ผลได้
- 4) ด้านการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ (Evaluating) คือ ความสามารถในการประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดได้

Good (1975) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ว่าการจัดการเรียนรู้ คือ การกระทำอันเป็นการอบรมสั่งสอนผู้เรียนในสถาบันการศึกษา

Hills (1982) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ กระบวนการให้การศึกษแก่ผู้เรียน ซึ่งต้องอาศัยปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ว่าการจัดการเรียนรู้ได้ว่าการจัดการเรียนรู้ คือ กระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของผู้สอน

วราภรณ์ ศรีวิโรจน์ (ม.ป.ป.) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ว่า คือ วิธีการ/กิจกรรมที่ครูหรือผู้เกี่ยวข้อง นำมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

วิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวชช์ (2542) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีระบบระเบียบครอบคลุมการดำเนินการ ตั้งแต่การวางแผน การจัดการเรียนรู้ จนถึงการประเมินผล

สรุปได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ กระบวนการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของผู้สอน โดยมีวิธีการหรือกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาและบริบทของโรงเรียน

#### 2.4.2 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ในการจัดการเรียนรู้สมัยใหม่ ครูจำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถหลายอย่างในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุด โดยมีนักการศึกษาหลายท่านอธิบายหลักการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

วราภรณ์ ศรีวิโรจน์ (ม.ป.ป.) ได้แบ่งหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

1) สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตร จุดประสงค์การจัดการเรียนรู้  
ลักษณะเนื้อหาวิชา

2) เหมาะสมกับวัย ความสามารถและความสนใจของผู้เรียน

3) จัดเรียงเนื้อหาตามลำดับขั้นตอน

4) แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและเหมาะสม

5) ผู้เรียนมีส่วนร่วมทำกิจกรรมและการประเมินผล

6) ส่งเสริมกระบวนการคิดและทักษะต่าง ๆ

7) ใช้เทคนิควิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย

8) การวัดและประเมินผลหลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม

9) นักเรียนมีความสุข มีเจตคติที่ดีและอยากเรียนรู้อีกขึ้น

วิทยา พัฒนเมธาดา (2560) ได้แบ่งหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

1) หลักการรู้จักผู้เรียน ถือเป็นสิ่งแรกที่ผู้สอนต้องสามารถวิเคราะห์ ศักยภาพผู้เรียนได้ว่าเป็นอย่างไร มีความสามารถที่จะเรียนรู้ได้อย่างไร มากน้อยเพียงใด ปกติสามารถ แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ (1) กลุ่มสติปัญญาค่อนข้างอ่อน/เรียนรู้ช้า กลุ่มนี้สามารถเรียนรู้ได้ ต่อเมื่อได้รับการช่วยเหลือหรือสอนจากครูอย่างค่อยเป็นค่อยไปจึงจะเรียนรู้สำเร็จเป้าหมายการเรียนรู้ เพียงช่วยเหลือตนเองได้โดยไม่ต้องเป็นภาระแก่ผู้อื่นในการดำรงชีวิต (2) กลุ่มสติปัญญาปานกลาง กลุ่มนี้มีความสามารถในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง แต่ต้องได้รับคำชี้แนะจากครูผู้สอนภายใต้การให้ กำลังใจการเรียนรู้จึงจะประสพผลสำเร็จ (3) กลุ่มสติปัญญาสูง กลุ่มนี้มีความสามารถที่จะเรียนรู้ได้ ด้วยตนเองโดยต่อยอดจากการเรียนรู้จากครูแต่ต้องการความเป็นอิสระในการเรียนรู้ การใช้ความคิด ริเริ่ม สร้างสรรค์ จินตนาการ ดังนั้นต้องการโอกาสและการให้ความสะดวกในการเรียนรู้ ที่หลากหลาย

2) หลักการวางแผนและเตรียมจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องมีความรู้ ความสามารถในการวางแผนการจัดการเรียนรู้และวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย ให้เหมาะสมกับกลุ่ม ผู้เรียนแต่ละศักยภาพ กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้สอดคล้องต่อการเรียนรู้ ของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

3) หลักการใช้จิตวิทยาการเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องมีพื้นฐานความรู้ทางด้าน จิตวิทยาการเรียนรู้ จิตวิทยาพัฒนาการ ทฤษฎีสมอง จิตวิทยาแนะแนวและการให้คำปรึกษา เพื่อประกอบการตัดสินใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

4) หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ครูผู้สอนจะเลือกรูปแบบการวัด และประเมินผลการเรียนรู้รูปแบบใด ๆ จำเป็นต้องให้เหมาะสมกับวิธีการ

หลักการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรคำนึงถึง ดังนี้

- 1) จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตร
- 2) จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน
- 3) จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับวัย ความสามารถและความสนใจของผู้เรียน
- 4) จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา
- 5) จัดกิจกรรมอย่างเป็นขั้นตอน
- 6) จัดกิจกรรมโดยใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม
- 7) จัดกิจกรรมโดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ
- 8) จัดกิจกรรมโดยที่ก่อให้เกิดความท้าทายความสามารถของผู้เรียน
- 9) จัดกิจกรรมด้วยวิธีการสอนที่หลากหลาย
- 10) จัดกิจกรรมให้เกิดความสนุกสนานมีบรรยากาศเชิงสร้างสรรค์
- 11) จัดกิจกรรมเสริม และมีการประเมินผลการทำกิจกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2553)

- 1) จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตร
- 2) จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้
- 3) จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับวัย ความสามารถและความสนใจของผู้เรียน
- 4) จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาวิชา
- 5) จัดกิจกรรมให้มีลำดับขั้นตอน
- 6) จัดกิจกรรมที่น่าสนใจ ใช้สื่อการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายและ

เหมาะสม

- 7) จัดกิจกรรมโดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ทำกิจกรรม
- 8) จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการคิด
- 9) จัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย
- 10) จัดกิจกรรมโดยเน้นการเรียนรู้อย่างมีความสุข
- 11) จัดกิจกรรมแล้วต้องสามารถประเมินผลได้

สรุปได้ว่า หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องคำนึงถึง ดังนี้

- 1) กิจกรรมต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- 2) จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับวัย ความสามารถและความสนใจของผู้เรียน
- 3) จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาวิชา
- 4) จัดกิจกรรมให้มีลำดับขั้นตอน
- 5) จัดกิจกรรมที่น่าสนใจ ใช้สื่อการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายและ

เหมาะสม

- 6) จัดกิจกรรมโดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ทำกิจกรรม
- 7) จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการคิด
- 8) จัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย
- 9) จัดกิจกรรมโดยเน้นการเรียนรู้อย่างมีความสุข
- 10) จัดกิจกรรมแล้วต้องสามารถประเมินผลได้

## 2.5 ครูผู้สอนชีววิทยา

### 2.5.1 ความหมายของครูผู้สอนชีววิทยา

ครูชีววิทยา คือ คนที่เรียนวิชาชีววิทยาหรือวิทยาศาสตร์เพื่อชีวิตในระดับวิทยาลัยและจากนั้นทำการศึกษาขั้นสูงโดยได้รับประกาศนียบัตรการสอนระดับปริญญาโทหรือปริญญาเอก อาจสอนในโรงเรียนมัธยมหรือโรงเรียนมัธยมและสามารถสอนที่วิทยาลัยชุมชนหรือ

TCAS Planning (ม.ป.ป.) ได้อธิบายความหมายของครูชีววิทยาที่มีคุณลักษณะที่สำคัญ หมายถึง ต้องเป็นผู้มีคุณธรรม จริยธรรม ให้มีความรู้ในวิชาชีพครู วิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์และวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร (2560) ครูผู้สอนชีววิทยา หมายถึง ครูที่มีคุณธรรม จริยธรรม มีความรู้ในวิชาชีพครู มีความรู้ในวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์และวิชาเอกชีววิทยาและมีคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์

Richard (n.d.) ครูสอนชีววิทยา คือ ครูที่ทำหน้าที่สร้างประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่กำลังพัฒนาของนักเรียน มุ่งมั่นที่จะสอนนักเรียน กำหนดเป้าหมายทางวิชาการให้นักเรียนบรรลุผล มุ่งมั่นพัฒนาวิชาชีพตามแผนและเฉพาะกิจ ทำงานสานต่อพันธกิจและวิสัยทัศน์ของการศึกษาและโรงเรียน มุ่งมั่นที่จะเป็นส่วนหนึ่งของนักเรียนในฐานะครู สนับสนุนวัฒนธรรมและแนวปฏิบัติของโรงเรียนผ่านกิจกรรมและหลักสูตรและหลักสูตรรวม สร้างความสัมพันธ์ที่เหมาะสมกับนักเรียนเพื่อรับทราบการพัฒนาทางวิชาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำงานร่วมกับนักเรียนและครอบครัวเพื่อบรรลุผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

สรุปได้ว่า ครูผู้สอนชีววิทยา หมายถึง ครูที่ทำหน้าที่สอนวิชาชีววิทยา และสร้างประสบการณ์ทางด้านชีววิทยาให้กับนักเรียน ครูทำหน้าที่อบรมคุณธรรม จริยธรรมอันดีให้กับนักเรียน ครูมีความมุ่งมั่นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ มุ่งมั่นพัฒนาวิชาชีพของตนเพื่อให้นักเรียนบรรลุผลในการเรียนและสามารถให้คำปรึกษานักเรียนได้

### 2.5.2 สมรรถนะของครูวิทยาศาสตร์

Mahara (2560) ได้อธิบายสมรรถนะของครูวิทยาศาสตร์ดังนี้

- 1) มีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับความรู้ที่เด็กมี
- 2) จัดเตรียมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเลือกสรรกิจกรรมที่เหมาะสม
- 3) จัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียน
- 4) มีการแนะนำอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เด็กสนใจ
- 5) ส่งเสริมด้านการสำรวจค้นคว้าของเด็กเพื่อนำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่
- 6) สอดแทรกทางวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาการเรียนรู้อื่น ๆ
- 7) ยอมรับความคิดเห็นของเด็ก ๆ และฝึกให้เด็กบันทึกข้อมูล

ธเนศ ขำเกิด (2555) ได้อธิบายสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์

- 1) มีการแสวงหาความรู้เพื่อเพิ่มพูนความรู้ที่ทันต่อความก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสม่ำเสมอ



2) ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายในสิ่งที่เป็นเหตุและผล

3) มีทักษะในการตั้งคำถามให้เกิดกระบวนการคิด

4) การมีความรู้ที่ถูกต้อง กลุ่มลึกลงในเนื้อหาสาระวิชาที่สอน

5) ทักษะในการปลูกฝังและพัฒนาผู้เรียนให้มีจิตวิทยาศาสตร์

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ) (2560) ได้อธิบายสมรรถนะของครูวิทยาศาสตร์

1) Inspiration สร้างแรงคลใจ

2) Insight เห็นข้อมูล เห็นข้อเท็จจริง เห็นปรากฏการณ์ต่าง ๆ

3) Intuition เกิดญาณทัศน์

4) Imagination เพราะถ้าเกิดความอยากรู้อยากเห็น

ศุภลักษณ์ แป้นเพชร (2558) ได้อธิบายสมรรถนะของครูวิทยาศาสตร์

1) การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน การให้คำปรึกษาชี้แนะ

2) ให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาทุกคน

3) มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี ให้ความเป็นกันเอง เข้าใจจิตใจนักเรียน

4) เข้ากับนักเรียนได้ดีคอยให้คำแนะนำในการปฏิบัติตนของนักเรียนให้อยู่

ในกรอบของศีลธรรมอันดีฝึกการทำงานเป็นกลุ่มเพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนนักเรียนและสภาพแวดล้อมรอบตัวนักเรียน

สรุปได้ว่า สมรรถนะของครูวิทยาศาสตร์ 1) การมีความรู้ที่ถูกต้อง กลุ่มลึกลงในเนื้อหาสาระวิชาที่สอน 2) จัดเตรียมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเลือกสรรกิจกรรมที่เหมาะสม 3) จัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนให้น่าเรียน 4) มีการแนะนำอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เด็กสนใจ 5) ส่งเสริมด้านการสำรวจค้นคว้าของเด็กเพื่อนำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ 6) สอดแทรกทางวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาการเรียนรู้อื่น ๆ 7) ยอมรับความคิดเห็นของเด็ก ๆ และฝึกให้เด็กบันทึกข้อมูล

## 2.6 โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา

### 2.6.1 ความหมายของโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา

ราชบัณฑิตยสถาน (2556) ให้คำอธิบายไว้ว่าคำว่า โอกาส (opportunity) คือ ช่องทาง เวลาที่เหมาะสม จังหวะ

โอกาส (opportunity) คือ สถานการณ์ที่สามารถทำสิ่งในที่ยากทำหรือสิ่งที่ต้องทำ หรือความเป็นไปได้ในการทำบางสิ่งบางอย่าง ซึ่งโอกาสทางวิชาการมีนักวิชาการและหน่วยงานได้กล่าวถึงดังต่อไปนี้

ธนูสิทธิ์ บุรินทร์ประโคน (2558) กล่าวว่า “ประเทศไทยส่งนักเรียนเข้าแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 จนถึงปัจจุบัน โดยมีเป้าหมายในระยะเริ่มต้นเพื่อวัดมาตรฐานนักเรียนมัธยมศึกษาของประเทศกับระดับสากล และนำความรู้ที่ได้จากการแข่งขันมาช่วยยกระดับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของประเทศ แต่เป้าหมายหลักคือการยกระดับการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในระดับโรงเรียน ซึ่งยังเป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการต่อไป”

สมเกียรติ ศรีจารนัย (2558) กล่าวว่า "...การดำเนินงานค่ายโอลิมปิกวิชาการ และพัฒนามาตรฐาน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และค่ายดาราศาสตร์โอลิมปิก มีเป้าหมายเพื่อยกระดับมาตรฐานนักเรียนระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยให้ทัดเทียมกับระดับสากล ซึ่งจะเป็นการเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ของอาจารย์และนักเรียนเพื่อช่วยยกระดับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ของประเทศ...จากผู้เข้าสอบแข่งขันกว่าหมื่นคนไม่ใช่เรื่องง่าย ถือนักเรียนทุกคนได้รับโอกาสที่ดีในครั้งนี้ ขอให้มีความตั้งใจและปฏิบัติตามระเบียบค่ายฯ อย่างเคร่งครัด เพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในการเข้าแข่งขันครั้งต่อไป หรือเพื่อประโยชน์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ในอนาคต"

ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา (2561) กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ภาคฤดูร้อน มีเป้าหมาย เพื่อส่งเสริมให้เยาวชนมีโอกาสเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการค่าย และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2563) การจัดการแข่งขันชีววิทยาโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 17 มีเป้าหมายเพื่อคัดเลือกนักเรียนระดับมัธยมศึกษาเข้าร่วมอบรมค่ายโอลิมปิกวิชาการ ในโครงการคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันชีววิทยาโอลิมปิกระหว่างประเทศของ สสวท. มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั่วประเทศที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ได้มีโอกาสพัฒนาศักยภาพวิชาการ ทั้งภาคทฤษฎีและทักษะด้านปฏิบัติการ สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ และแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนและอาจารย์ผู้สอนได้พัฒนาศักยภาพทั้งด้านการเรียนและการสอน และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างอาจารย์จากศูนย์สอวน. ทั่วประเทศ

สถาพร รุ่งเรือง และคณะ (อยู่ระหว่างการตีพิมพ์) ได้อธิบายโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ หมายถึง โอกาสที่นักศึกษาสาขาฟิสิกส์ได้แสดงบทบาทนักฟิสิกส์ และใช้ทักษะกระบวนการอย่างเต็มที่ในการสร้างแนวคิด การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้านฟิสิกส์ ไม่ว่าจะเป็โอกาสในการทำงานการทำวิจัยหรือการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ด้านฟิสิกส์ที่เกิดขึ้น

Great Schools Partnership (2016) ได้อธิบายโอกาสทางวิชาการ หมายถึง นักเรียนได้รับโอกาสให้เข้าถึงองค์ความรู้ด้านวิชาการ ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ

ภายในชั้นเรียน แนะนำวิชาการ การสนับสนุนห้องปฏิบัติการ การเข้าอบรมต่าง ๆ ที่โรงเรียนจัดขึ้น การทำกิจกรรมอาสา การเข้าค่ายกับหน่วยงานอื่น ๆ เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียน

สรุปได้ว่า โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา หมายถึง นักเรียนได้รับโอกาสเข้าถึง ความรู้ด้านวิชาชีววิทยา ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เข้าค่ายวิชาการ ทัศนศึกษาที่ เพิ่มพูนความรู้ และทักษะปฏิบัติการด้านชีววิทยา เช่น ค่ายโอลิมปิกวิชาการวิชาชีววิทยา โครงการงาน ด้านชีววิทยา การนำเสนอผลงานด้านชีววิทยาในงานวิชาการ เป็นต้น

## 2.7 ปัจจัยแหล่งการเรียนรู้

### 2.7.1 ความหมายของแหล่งการเรียนรู้

แหล่งการเรียนรู้มีความสำคัญในกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างมาก เพราะ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากสภาพจริง แหล่งการเรียนรู้ จะมีความเกี่ยวข้องกับสิ่งเหล่านี้ คือ บุคคล สถานที่ ธรรมชาติ ภูมิปัญญาการประกอบอาชีพ เป็นต้น ซึ่งแหล่งเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้า หาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้ได้เอง แหล่งการเรียนรู้เหล่านั้น มีทั้งที่อยู่ในโรงเรียนและอยู่ในชุมชน จึงมีผู้ให้ความหมาย ไว้หลากหลาย ดังนี้

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545) ได้ให้ความหมายของแหล่งเรียนรู้ หมายถึง แหล่งข้อมูลข่าวสาร สารสนเทศและประสบการณ์ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนใฝ่เรียนใฝ่รู้ แสวงหาความรู้ และเรียนรู้ด้วยตนเองตามอัธยาศัยอย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง เพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้ ช่วยขยายแนวความคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กว้างขวางขึ้น แหล่งเรียนรู้กระตุ้นให้เกิดการพัฒนากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2548) ได้ให้ความหมายของแหล่งเรียนรู้ หมายถึง แหล่งหรือที่รวมสาระความรู้ อาจเป็นสถานที่หรือศูนย์ข้อมูลข่าวสาร สาระความรู้หรือบุคคลที่เอื้อให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

จันทรา อ่อนระหง (2550) ได้ให้ความหมายของแหล่งเรียนรู้ว่า หมายถึง แหล่งหรือที่รวมซึ่งอาจเป็นสภาพหรือสถานที่หรือศูนย์รวมที่ประกอบด้วยข้อมูล ข่าวสาร ความรู้ และกิจกรรมที่มีกระบวนการเรียนรู้หรือกระบวนการเรียนการสอนที่มีรูปแบบแตกต่างจากกระบวนการเรียนการสอนที่มีครูเป็นผู้สอนหรือเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ เป็นการเรียนที่มีกำหนดเวลายืดหยุ่นสอดคล้องกับความต้องการและความพร้อมของผู้เรียน

จิรศักดิ์ ประทุมรัตน์ (2550) ได้ให้ความหมายของแหล่งการเรียนรู้ หมายถึง แหล่งวิชาการที่เป็นตัวบุคคลหรือหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน รวมถึงภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สามารถให้คุณค่าต่อการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และสามารถนำมาใช้เพื่อ ก่อให้เกิดประโยชน์ได้

พันธ์ประภา พูนสิน (2554) ได้ให้ความหมายของแหล่งการเรียนรู้ หมายถึง ประสบการณ์ แหล่งข้อมูล ข่าวสาร เทคโนโลยีสารสนเทศ แหล่งความรู้วิชาการต่าง ๆ ที่เสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน แสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้ตามอัธยาศัยอย่างต่อเนื่อง และเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้

สรุปได้ว่า แหล่งการเรียนรู้ หมายถึง แหล่งข้อมูล ข่าวสาร สารความรู้ ประสบการณ์ที่หลากหลาย หรือองค์ความรู้ที่ปรากฏอยู่รอบตัวผู้เรียน เอื้อให้เกิดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน เกิดเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องกว้างขวาง

### 2.7.2 ประเภทของแหล่งการเรียนรู้

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารพบว่า ได้มีผู้แบ่งกลุ่มหรือประเภทแหล่งการเรียนรู้ไว้หลายลักษณะ ดังนี้

Ramirez (1954) จำแนกแหล่งการเรียนรู้ในชุมชนออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

- 1) แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นธรรมชาติ เช่น แสงแดด อากาศ ดิน น้ำ เป็นต้น
- 2) แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นบุคคล ได้แก่ บุคคลที่มีความรู้ความสามารถในชุมชน
- 3) แหล่งการเรียนรู้ทางด้านเทคโนโลยี ได้แก่ แหล่งความรู้ที่เกิดจากความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ การคิดประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ เช่น เครื่องยนต์
- 4) แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นสถาบัน ได้แก่ สถาบันต่าง ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น โรงเรียน โบสถ์

Jarolimek (1969) จำแนกแหล่งความรู้ออกเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) ประเภทที่เป็นวัสดุในการอ่าน (Reading Materials) ได้แก่ หนังสือ จุลสาร วารสาร หนังสือพิมพ์และสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ
- 2) ประเภทที่ไม่ใช่วัสดุในการอ่าน (Non-Reading Materials) ได้แก่ ภาพยนตร์ รูปภาพ फिल्मสตริป เครื่องบันทึกเสียง แผนที่ ลูกโลก และแหล่งวิชาการอื่น ๆ

ชัชวาล วงษ์ประเสริฐ (2537) แบ่งแหล่งการเรียนรู้ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

- 1) แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นบุคคล หมายถึง บุคคลที่สามารถให้ข้อมูลข่าวสารกับผู้อื่นได้ ได้แก่ สมาชิกในครอบครัว เพื่อนบ้าน ผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ จากประสบการณ์ของตนเอง เป็นต้น ซึ่งแหล่งบุคคลนี้จะเปิดโอกาสให้มีการสื่อสารแบบสองทางมากกว่าแหล่งการเรียนรู้ประเภทอื่น ๆ
- 2) แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นสื่อมวลชน เป็นแหล่งที่เป็นการให้ข้อมูล ข่าวสาร โดยผ่านทางสื่อมวลชนประเภทต่าง ๆ เช่น วิทยุ โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร และวารสารต่าง ๆ

เป็นต้น ซึ่งสื่อมวลชนจะสามารถเข้าถึงผู้ใช้ได้อย่างกว้างขวางแต่การสื่อสารจากแหล่งสื่อมวลชน จะเป็นการสื่อสารแบบทางเดียว

3) แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นสถาบัน เป็นองค์กรซึ่งจัดตั้งขึ้นโดยหน่วยงาน ของรัฐบาล หรือเอกชนเพื่อทำหน้าที่ในการแสวงหาสารสนเทศแล้วนำมาวิเคราะห์ จัดเก็บ และให้บริการเผยแพร่ ได้แก่ ห้องสมุดหรือศูนย์สารสนเทศ แหล่งข้อมูลของหน่วยงานองค์กร ทางราชการ สมาคมวิชาชีพ

สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดมหาสารคาม (2545) ได้จำแนกแหล่ง การเรียนรู้ไว้ 3 ประเภท ได้แก่

1) แหล่งการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้จากสภาพจริง เช่น อุทยานแห่งชาติ สวนพฤกษศาสตร์ ภูเขา ทะเล แม่น้ำ ลำคลอง ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ฝนตก แดดออก น้ำท่วม ความแห้งแล้ง

2) แหล่งการเรียนรู้ที่จัดหรือสร้างขึ้น ซึ่งมีในสถานศึกษา และนอก สถานศึกษา เพื่อใช้เป็นแหล่งศึกษาหาความรู้ได้สะดวกและรวดเร็ว

- แหล่งการเรียนรู้ในสถานศึกษา ได้แก่ ห้องเรียน ห้องสมุด สวนสมุนไพร สวนสุขภาพ สนามกีฬา

- แหล่งการเรียนรู้นอกสถานศึกษา ได้แก่ ศาสนสถาน พิพิธภัณฑ์ สถาบัน ค้นคว้าวิจัยแหล่งวิชาการ แหล่งบริการ สวนสาธารณะ สวนสัตว์ ห้องสมุดประชาชน ศูนย์กีฬา ศูนย์การค้า

3) แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นทรัพยากรบุคคล ได้แก่ ครู ผู้ปกครอง ตลอดจน บุคคลที่มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ซึ่งเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น เช่น บุคคล ที่เป็นภูมิปัญญาในสาขาอาชีพ

เกษม คำบุตรดา (2550) ได้จำแนกแหล่งการเรียนรู้ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1) แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นบุคคล เช่น ครู เพื่อในห้องเรียน เพื่อนต่างห้องเรียน เพื่อต่างระดับ บุคลากรในโรงเรียน ผู้ปกครอง คนในชุมชน

2) แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นแหล่งวิชาการ ได้แก่ สถานที่ต่าง ๆ ภายในโรงเรียน และชุมชน เช่น ห้องสมุด วัด ตลาด ร้านค้า สถานีตำรวจ สถานีอนามัย โบราณสถาน สวนสัตว์

3) แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นแหล่งธรรมชาติ ได้แก่ ห้วย หนอง คลอง สวนสาธารณะ ป่า ต้นไม้ ไร่ ฝาย อุทยานธรรมชาติ รวมทั้งสัตว์ต่าง ๆ เช่น สัตว์เลี้ยง สัตว์ป่า

4) แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นสื่อ นวัตกรรม และเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น หนังสือ ตำรา นิตยสาร วารสาร สิ่งพิมพ์ หนังสือพิมพ์ แผ่นปลิว ป้ายโฆษณาต่าง ๆ รายการวิทยุ รายการ โทรทัศน์ เสียงตามสาย เกมคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ

สรุปได้ว่า การจำแนกประเภทของแหล่งการเรียนรู้ที่มีอยู่รอบ ๆ นักเรียน จะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นบุคคล เช่น ครู ผู้รู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น นักการศึกษา นักวิจัย และผู้ประกอบการต่าง ๆ

2) แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นสถานที่ เช่น โรงเรียน ห้องสมุด สถานประกอบการต่าง ๆ ศาสนสถาน แพลงเกษตร สวนพฤกษศาสตร์ อุทยานแห่งชาติ

3) แหล่งการเรียนรู้ที่เป็นสื่อสารสนเทศ และสื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ นวัตกรรมต่าง ๆ สื่อทางโซเซียลมีเดีย ผลงานประดิษฐ์คิดค้น

### 3. เกณฑ์ปกติ

เนื่องจากคะแนนดิบ (Raw Score) จากแบบทดสอบไม่ได้ให้ความหมายใด ๆ นอกจากไปพิจารณาร่วมกับสิ่งที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะช่วยให้มีความหมายตามที่ต้องการ สิ่งที่เกี่ยวข้องนี้มีหลายรูปแบบ เช่น จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ ระยะเวลาการสอบ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน ความเที่ยงตรง ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบ และถ้าหากคะแนนที่ได้ ไม่ใช่คะแนนดิบ แต่เป็นคะแนนที่แปลงแล้ว ก็จำเป็นต้องทราบหน่วยการวัดที่ใช้ ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ นับว่าเป็นประโยชน์ในการพิจารณาคุณค่าของแบบทดสอบ เพราะถ้าหากแบบทดสอบขาดความเที่ยงตรง ขาดความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้ก็ไม่มีคุณค่า นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องนำคะแนนที่ได้ไปเปรียบเทียบกับคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่กำหนดเอาไว้ คะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างนี้เรียกว่า Norms (อนันต์ ศรีโสภา, 2525) คะแนนจาก Norms โดยทั่วไปมักอยู่ในลักษณะของคะแนนแปลงรูปซึ่งใช้สำหรับพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนแต่ละคน

#### 3.1 ความหมายและหลักการสร้างเกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกติ (Norm) หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนน จากประชากรที่นิยามไว้อย่างดีแล้ว เป็นคะแนนที่บอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร การสร้างเกณฑ์ปกติจึงควรคำนึงถึงหลัก 3 ประการ คือ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2539)

3.1.1 ความเป็นตัวแทนที่ดี การสุ่มตัวอย่างของประชากรที่นิยามไว้ทำได้หลายแบบ เช่น การสุ่มแบบธรรมดา การสุ่มแบบชั้น การสุ่มแบบเป็นระบบ หรือการสุ่มแบบกลุ่ม เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายจะดีที่สุด แต่ถ้ามีลักษณะที่ต่างกันมาก เช่น ขนาดโรงเรียนแตกต่างกันระดับความสามารถแตกต่างกัน ทำเลที่ตั้งแตกต่างกัน และมีผลต่อการเรียน การสุ่มแบบแบ่งชั้น จึงเหมาะสม แต่ถ้าแต่ละหน่วยการสุ่ม เช่น โรงเรียนหรือห้องเรียนมีคุณลักษณะไม่แตกต่างกัน คือมีปะปนกันทั้งเด็กเก่ง เด็กอ่อน อาจใช้การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มจะดีที่สุด การสุ่ม 3 วิธีนี้

ใช้เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติมากที่สุดตั้งนั้นก่อนสร้างเกณฑ์ปกติต้องวางแผนการสุ่มให้ดีกว่าก่อน เพื่อให้เกณฑ์ปกติเชื่อมั่นได้

3.1.2 มีความเที่ยงตรง หมายถึงการนำคะแนนดิบไปเทียบกับเกณฑ์ปกติที่ทำไว้แล้วสามารถแปลความหมายได้ตรงกับความเป็นจริง เช่น คนหนึ่งสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 20 คะแนน ตรงกับคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 และตรงกับคะแนนที (T) ที่ 50 แปลว่านักเรียนคนนี้มีความสามารถปานกลางของกลุ่ม แต่ความเป็นจริงจะเป็นเช่นนั้นหรือไม่ นั้นความสอดคล้องของคะแนนการสอบกับเกณฑ์ปกติตามความเป็นจริง จึงถือเป็นสิ่งสำคัญมากในการแปลความหมายของคะแนนการสอบแต่ละครั้ง

3.1.3 มีความทันสมัย เกณฑ์ปกติขึ้นอยู่กับความสามารถของประชากรกลุ่มนั้น การพัฒนาคนมีอยู่ตลอดเวลา เทคโนโลยี สภาพแวดล้อม อาหารการกิน เหล่านี้ คนจะเก่งหรือด้อยลงได้ ดังนั้นเกณฑ์ปกติที่เคยศึกษาไว้หลายปีอาจมีข้อผิดพลาดจากความเป็นจริง จึงควรศึกษาใหม่ เปลี่ยนแปลงเกณฑ์ให้ทันสมัยอยู่เสมอ โดยทั่วไปเกณฑ์ปกติควรเปลี่ยนทุก ๆ 5 ปี จึงจะทันสมัย แต่ถ้าเนื้อหาหลักสูตรเปลี่ยนแปลงไปข้อสอบทั้งหลายก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้นเกณฑ์ปกติก็ควรต้องเปลี่ยน

## 3.2 ชนิดของเกณฑ์ปกติ

ในการสร้างเกณฑ์ปกติชนิดต่าง ๆ นอกจากจะแบ่งเป็นเกณฑ์ปกติที่ยึดระดับอายุ ระดับชั้น เปอร์เซ็นต์ไทล์และคะแนนมาตรฐานเป็นหลักแล้วยังสามารถแบ่งชนิดของเกณฑ์ปกติออกเป็นเกณฑ์ปกติระดับชาติ (National Norms) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนของคนทั้งชาติ และเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างย่อยออกเป็นระดับภาค (ภาคเหนือ, กลาง, ใต้, ตะวันออกเฉียงเหนือ ฯลฯ) หรือระดับจังหวัด หรือเกณฑ์ปกติสำหรับคนกลุ่มพิเศษ (Special Group Norms) เช่น เกณฑ์ปกติด้านสติปัญญาของคนตาบอด หรือหูหนวก เป็นต้น เพื่อความสะดวกของผู้ใช้เกณฑ์ปกติซึ่งมีจุดประสงค์ในการใช้ที่แตกต่างกันมากมายจะได้เลือกใช้ได้ตรงตามที่ต้องการ โดยแบ่งชนิดตามลักษณะของการใช้สถิติเปรียบเทียบ (สมนึก ภัททิยธนี, 2546) ได้แก่

3.2.1 เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Norm) เกณฑ์ปกตินี้สร้างจากคะแนนดิบ ที่มาจากประชากร หรือกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดี แล้วดำเนินการสร้างเกณฑ์ปกติทั่วไป เมื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์เสร็จก็หยุดแค่นั้น เกณฑ์ปกตินี้เป็นคะแนนจัดอันดับเท่านั้น จะนำไปบวกลบกันไม่ได้ แต่สามารถเทียบและแปลความหมายได้ เช่น เด็กคนหนึ่งสอบได้ 25 คะแนน ไปเทียบกับเกณฑ์ปกติตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 แสดงว่าถ้ามีคนที่สอบ 100 คน เด็กคนนี้มีความสามารถเหนือกว่าคนอื่นอยู่ 80 คน

3.2.2 เกณฑ์ปกติที่ (T- Score Norm) นิยมใช้กันมากเพราะเป็นคะแนนมาตรฐาน สามารถนำมาบวกลบและเฉลี่ยได้ มีค่าเหมาะสมในการแปลความหมายคือมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 10 เรียกคะแนนชนิดนี้ว่า คะแนน T ปกติ (Normalized T Score)

3.2.3 เกณฑ์ปกติสเตโนน (Stanine Norm) คะแนนนี้เป็นคะแนนมาตรฐานชนิดหนึ่งที่มี 9 ตัว คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2 แต่ละสเตโนนจะถูกกำหนดตามอัตราส่วนร้อยละของการแจกแจงโค้งปกติ

3.2.4 เกณฑ์ปกติตามอายุ (Age Norm) แบบทดสอบมาตรฐานบางอย่างหาเกณฑ์ปกติตามอายุเพื่อดูพัฒนาการในเรื่องเดียวกันว่า อายุต่างกันจะมีพัฒนาการอย่างไร หรืออายุเท่ากันมีพัฒนาการต่างกันหรือไม่ การสร้างแบบทดสอบเชาว์ปัญญาและความถนัดนิยามหาเกณฑ์ปกติโดยวิธีนี้ ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะหาเฉพาะแบบทดสอบที่เป็นวิชาพื้นฐาน เช่น ภาษา หรือคณิตศาสตร์ เป็นต้น

สรุปได้ เกณฑ์ปกติสามารถแบ่งชนิดตามลักษณะของประชากร ได้แก่ เกณฑ์ปกติระดับชาติ (National Norms) เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms) เกณฑ์ปกติสำหรับคนกลุ่มพิเศษ (Special Group Norms) และสามารถแบ่งชนิดตามลักษณะของการใช้สถิติเปรียบเทียบ ได้แก่ เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Norm) เกณฑ์ปกติที่ (T-Score Norm) เกณฑ์ปกติสเตโนน (Stanine Norm) และเกณฑ์ปกติตามอายุ (Age Norm)

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์

ประภาพรณ บอกสันเทียะ และ ศิริพันธ์ ดิยะวงศ์สุวรรณ (2561) ได้ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ระดับปัจจัยเชิงสาเหตุมีอิทธิพลด้าน ความถนัดทางการเรียน มีค่าเฉลี่ยในระดับดี ความรู้พื้นฐานเดิม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ คุณภาพการสอน ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความตั้งใจเรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ส่วนค่าเฉลี่ยมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง อยู่ในระดับปานกลาง โมเดลความสัมพันธ์มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งตัวแปรที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือ ความถนัดทางการเรียน รองลงมาได้แก่ คุณภาพการสอน และมโนภาพเกี่ยวกับตนเองตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อม มากที่สุดคือ คุณภาพการสอน รองลงมาได้แก่ มโนภาพเกี่ยวกับตนเองโดยปัจจัยเชิงสาเหตุทั้งหมดสามารถร่วมอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 80



วิลาวรรณ จตุเทน (2560) ได้ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การนำตนเองสู่การเรียนรู้มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมการสอนของครู และการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์

วิศนีย์ ศรีบัว ภัทรภาพร เกษสังข์ และ พงษ์ศักดิ์ ศรีจันทร์ (2561) ศึกษาเรื่อง โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเลย เขต 1 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเลย เขต 1 จำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์การแปรผัน ค่าความโด่ง ค่าความเบ้ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดล และวิเคราะห์สมการเชิงเส้น ผลการวิจัยพบว่า 1) โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ตัวแปรที่นำมาศึกษาในโมเดลสามารถอธิบายความหมายแปรปรวนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเลย เขต 1 ได้ร้อยละ 38 2) อิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมของปัจจัยมีสัมประสิทธิ์อิทธิพลมาตรฐานตามลำดับ ดังนี้ 2.1) ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 3 ตัวแปร ได้แก่ มโนภาพแห่งตน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และบรรยากาศในชั้นเรียน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.2) ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี 2 ตัวแปร ได้แก่ บรรยากาศในชั้นเรียน โดยส่งผ่านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และมโนภาพแห่งตน

ปาจริย์ คุ่มสิงห์สันต์ แยก บุญมาทัน และ น้ำทิพย์ งามอาจวานิชย์ (2560) ศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูที่สอนวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 3 กลุ่มตัวอย่างคือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2558 จำนวน 79 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถดถอย โดยใช้เทคนิควิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นบันได ผลการศึกษาพบว่า 1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูที่สอนวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ปัจจัยด้านความเป็นผู้ใฝ่รู้กับปัจจัยด้านการวัดและประเมินผล ปัจจัยด้านผู้เรียนกับปัจจัยด้านหลักสูตร และปัจจัยด้านคุณภาพการสอนกับปัจจัยด้านความเป็นผู้ใฝ่รู้ 2) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านต่าง ๆ กับการ

จัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ปัจจัยด้านการวัดและประเมินผล ปัจจัยด้านสื่อการเรียนการสอน ด้านความเป็นผู้ใฝ่รู้ และด้านบรรยากาศในชั้นเรียน 3) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงสุด คือ ด้านความเป็นผู้ใฝ่รู้ รองลงมาคือ ด้านสื่อการเรียนการสอน และด้านบรรยากาศในชั้นเรียน

กนกวรรณ ปัจจวงษ์ (2559) ศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความใฝ่เรียนรู้อย่างดีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 2 กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 2 ปี การศึกษา 2558 จำนวน 360 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดความใฝ่เรียนรู้อย่างดีและปัจจัยที่สัมพันธ์กับความใฝ่เรียนรู้อย่างดี สถิติที่ใช้คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความใฝ่เรียนรู้อย่างดีโดยภาพรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก 2) แรงจูงใจในการเรียน การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน การเห็นคุณค่าในตนเอง ความฉลาดทางอารมณ์ และการสนับสนุนทางสังคมจากครอบครัว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความใฝ่เรียนรู้อย่างดีของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ปัจจัยที่สามารถพยากรณ์ความใฝ่เรียนรู้อย่างดีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้แก่ แรงจูงใจในการเรียน ปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน การเห็นคุณค่าในตนเอง และการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ร่วมกันพยากรณ์ความใฝ่เรียนรู้อย่างดี

กัญญาพร จงภักดิ์ทรัพย์ และ พัชรวาลย์ มีทรัพย์ (2559) ศึกษาเรื่องโมเดลเชิงสาเหตุของความสามารถการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลกเขต 1 พบว่า ปัจจัยความสามารถด้านเหตุผล เจตคติต่อการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความเชื่ออำนาจภายในตน บรรยากาศในชั้นเรียน และการอบรมเลี้ยงดูของผู้ปกครองทั้งหมดมีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และปัจจัยบางตัวยังมีอิทธิพลทางอ้อมที่ส่งผ่านปัจจัยตัวอื่นด้วย

ศิวะพงษ์ จำปาเทศ (2558) ศึกษาเรื่อง ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา เก็บตัวอย่างโดยใช้แบบสอบถามจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 350 คน และวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุให้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์โครงสร้างเชิงเส้น พบว่า องค์ประกอบด้านปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประกอบด้วย 1.1 ปัจจัยด้านบุคคล และ 1.2 ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบระหว่าง 0.17 – 0.85 ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถม พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ

81.15;  $p = 0.00145$  ที่ องศาอิสระเท่ากับ 47  $GFI = 0.96$   $CFI = 1.00$   $RMSEA = 0.044$  ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ตัวแปรตาม คือ ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาเท่ากับ 0.99 แสดงว่า ตัวแปรในโมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา

เจษฎาภรณ์ อ้นแก้ว พัทธราวัลย์ มีทรัพย์ และ นิคม นาคอ้าย (2557) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจังหวัดพิษณุโลก: การวิเคราะห์พหุระดับโดยใช้โมเดลระดับลดหลั่นเชิงเส้น (HLM) กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2,398 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) ศึกษาตัวแปรระดับนักเรียน 5 ตัวแปร ได้แก่ เจตคติ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครองและเวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่มเติม ตัวแปรระดับห้องเรียน 3 ตัวแปร ได้แก่ คุณภาพการสอนของครู พฤติกรรมการสอนสาระวิทยาศาสตร์ และบรรยากาศในชั้นเรียน ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระวิทยาศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์พหุระดับ (Multi-level analysis) โดยใช้โปรแกรม HLM ผลการวิเคราะห์ดังนี้ 1) ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนที่มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ เจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครองและเวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่มเติม 2) ตัวแปรระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือบรรยากาศในชั้นเรียน รองลงมาคือพฤติกรรมการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 3) ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของเวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่มเติมที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Slope ของ Time :  $b_{5j}$ ) คือคุณภาพการสอนของครู 4) ได้สมการพหุระดับแสดงอิทธิพลของตัวแปรสองระดับที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ในรูปแบบคะแนนมาตรฐาน

สุทธินี แร่นาค ภัทรพร เกษสังข์ และ นฤมล ศักดิ์ปภรณ์กานต์ (2557) ศึกษาเรื่องปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถาม แบบวัดความถนัดทางการเรียน และแบบวัดการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน และตรวจสอบความสอดคล้องกันของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ได้พัฒนาขึ้นกับข้อมูลจริง

เชิงประจักษ์ด้วยโปรแกรมลิสเรล 8.30 ผลการศึกษาพบว่า 1) ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 19 ได้แก่ ปัจจัยด้านมโนภาพแห่งตนด้านวิทยาศาสตร์ มีระดับปานกลาง ปัจจัยด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์มีระดับมาก ปัจจัยด้านการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตยมีระดับมาก ปัจจัยด้านปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มเพื่อนมีระดับมาก และปัจจัยด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีระดับปานกลาง 2) รูปแบบความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างปัจจัยเชิงสาเหตุกับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 19 ที่ได้พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลจริงเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลมาตรฐาน พบว่า 1. ปัจจัยด้านที่มีอิทธิพลทางตรงมากที่สุดคือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ ด้านมโนภาพแห่งตนด้านวิทยาศาสตร์ และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 2. ปัจจัยด้านที่มีอิทธิพลทางอ้อมมากที่สุดคือ ปัจจัยการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย รองลงมาคือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มเพื่อน

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556) ศึกษาเรื่อง ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่าง คือ โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน รวมเป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 554 คน เครื่องมือที่ใช้คือ 1. แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน และแบบสอบถาม 5 ฉบับ ได้แก่ 1. แบบสอบถามการสนับสนุนของครอบครัวเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2. แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ 3. แบบสอบถามการสนับสนุนของโรงเรียนเพื่อการเรียนวิทยาศาสตร์ 4. แบบสอบถามคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ และ 5. แบบวัดเจตคติวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้คือ การวิเคราะห์แบบเส้นทาง โดยใช้โปรแกรมลิสเรล ผลการวิจัยพบว่า โมเดลสมมติฐานไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความถนัดทางการเรียน ทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์และการสนับสนุนของครอบครัวเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสนับสนุนของโรงเรียน มีอิทธิพลผ่านตัวแปรทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และคุณภาพการสอนมีอิทธิพลผ่าน ตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์

อพันธ์ พูลพุทธา สุนทร จันทศิลา และ สุนทรพจน์ ดำรงพานิช (2556) ศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดสุรินทร์ : การประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,001 คน ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน และครูวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 78 คน ผลการวิจัย พบว่า 1. โมเดลการวัดพหุระดับตัวแปรแฝงจิตวิทยาศาสตร์ มีความตรงเชิงโครงสร้าง และสามารถวัดได้ทั้งระดับนักเรียนและระดับห้องเรียน ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ขนาดอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมของตัวแปรในโมเดล พบว่า 1) ในระดับนักเรียน พบว่า อัตมโนทัศน์มีอิทธิพลทางตรงต่อจิตวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความรู้พื้นฐานเดิมมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อจิตวิทยาศาสตร์ และมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านอัตมโนทัศน์ และตัวแปรทำนายทั้งสองตัวร่วมกันทำนายความแปรปรวนจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้ร้อยละ 50.7 2) ในระดับห้องเรียน พบว่า ความรู้พื้นฐานเดิมมีอิทธิพลทางตรงต่อจิตวิทยาศาสตร์ของห้องเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตัวแปรทำนายสามารถอธิบายความแปรปรวนจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ร้อยละ 44.6

ณัฐติยาภรณ์ หยกกอบล (2555) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า ปัจจัยด้านโรงเรียน ด้านครอบครัว และด้านตัวนักเรียน มีความสัมพันธ์กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรง ได้แก่ ปัจจัยด้านตัวนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 1) เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ 2) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และ 3) การทำการบ้านของนักเรียน ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลทางอ้อมได้แก่ ปัจจัยด้านโรงเรียน ซึ่งประกอบด้วย 1) คุณภาพการสอนของครู 2) ความเป็นผู้นำด้านวิชาการของผู้บริหาร และ 3) ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และปัจจัยด้านครอบครัว ประกอบด้วย 1) การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง และ 2) ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างปัจจัยด้านโรงเรียนด้านครอบครัวและด้านตัวนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในเกณฑ์ดี ปัจจัยด้านโรงเรียน ด้านครอบครัว และด้านตัวนักเรียน สามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ร้อยละ 90.60

รัตติมา บุญสวน (2554) ศึกษาเรื่อง ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 451 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถาม 8 ฉบับ สถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และใช้โปรแกรม LISREL ในการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างรูปแบบตามทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลการวิจัย

พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความใฝ่เรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจในการเรียน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การกำหนดเป้าหมายในอนาคต ความเชื่ออำนาจภายในตน การอบรมเลี้ยงดู นิสัยรักการอ่าน และบรรยากาศในชั้นเรียน โมเดลตามสมมติฐานมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และได้ค่าสถิติตามเกณฑ์ที่กำหนด

#### 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์

พิรุณ ไพลินทิ (2556) ศึกษาเรื่อง การวิจัยและพัฒนากลยุทธ์การวิจัยเพื่อยกระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้วิธีวิจัยแบบผสม โดยการสัมภาษณ์เชิงลึกจำนวน 5 รายการ และใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลอง การสนทนากลุ่ม เครื่องมือในการวิจัยใช้แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรร่วมพหุนาม (MANCOVA) ผลการวิจัยพบว่า 1. ลักษณะกลยุทธ์การวิจัยเพื่อยกระดับการรู้วิทยาศาสตร์ สังเคราะห์ได้ทั้งสิ้น 11 กลยุทธ์วิจัย ได้แก่ กลยุทธ์การปฐมนิเทศเพื่อเข้าใจคำว่า วิจัย กลยุทธ์การจัดทำบันทึกวิจัยนักเรียน (Log Book) กลยุทธ์การค้นพบปัญหาวิจัย กลยุทธ์การกระตุ้นการทำวิจัย กลยุทธ์คาดเดาคำตอบอย่างรอบคอบ กลยุทธ์การวางแผน กลยุทธ์ออกแบบเพื่อความจริงที่รัดกุม กลยุทธ์การตรวจสอบความก้าวหน้า กลยุทธ์การสรุปผล กลยุทธ์การฝึกนำเสนอที่ดีและกลยุทธ์การนำเสนอและประเมินผล 2. การสร้างและพัฒนาแผนกลยุทธ์การวิจัยเพื่อยกระดับการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 11 กลยุทธ์การวิจัย ภายใต้กิจกรรมการเรียนรู้ CRP ทั้งสิ้น 10 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 กลยุทธ์การวิจัยจัดกิจกรรมตามรูปแบบ C 4 กลยุทธ์การวิจัย จัดกิจกรรมตามรูปแบบ R และ 2 กลยุทธ์การวิจัยจัดกิจกรรมตามรูปแบบ P 3. ผลการใช้แผนกลยุทธ์การวิจัย เพื่อยกระดับการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้กิจกรรมการเรียนรู้ CRP พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยแผนกลยุทธ์การวิจัย เพื่อยกระดับการรู้วิทยาศาสตร์ มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Pillai's Trace:  $p = 0.00$ , Wilks' Lambda:  $p = 0.00$ , Hotelling's Trace:  $p = 0.00$  Roy's Largest Root:  $p = 0.0$ ) และมีคะแนนพัฒนาการสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ

วรรณงาม มาระครอง (2553) ศึกษาเรื่อง การส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านโนนม่วง จังหวัดขอนแก่น ในการเรียนรู้เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลก และเทคโนโลยีอวกาศ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS Approach) กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนบ้านโนนม่วง จังหวัดขอนแก่น สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 1 จำนวน 26 คน รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Approach) ของ ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

ของนักเรียน ประเมินได้จากสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการแยกแยะคำถามที่เป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ และการบอกคำสำคัญสำหรับการค้นคว้า การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผล กับสถานการณ์หนึ่ง ๆ ในการบรรยาย การอธิบายและคาดการณ์ หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้น การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล รวมถึงการสื่อสารข้อสรุปการแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

พีรพร แก้วแดง (2554) ศึกษาเรื่อง ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษจำนวน 1,070 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ 1 ฉบับ แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 1 ฉบับ แบบสอบถาม 1 ฉบับ สถิติที่ใช้ คือ การวิเคราะห์เส้นทาง Path Analysis ด้วยโปรแกรมลิสเรล ผลการวิจัยพบว่า 1) ตัวแปรแฝงที่มีอิทธิพลในรูปแบบที่เป็นสาเหตุโดยตรงต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้แก่ ประสิทธิภาพการสอนของครู แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ตัวแปรแฝงที่มีอิทธิพลในรูปแบบที่เป็นสาเหตุโดยตรงและทางอ้อมต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้แก่ ความสัมพันธ์ในครอบครัวและสถานะทางเศรษฐกิจของครอบครัว 2) โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้วิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

อามील มาหามะ (2563) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาเกณฑ์ปกติและอิทธิพลเชิงสาเหตุของการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครูในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 จำนวน 220 คน โดยใช้สูตรของเครจซี่และมอร์แกน ระยะที่ 2 จำนวน 210 คน โดยใช้อัตราส่วนจำนวนพารามิเตอร์ของสถิติวิเคราะห์ สุ่มตัวอย่างแบบโควต้า เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ระยะที่ 1 คือ แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 18 ข้อ ระยะที่ 2 แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 9 ข้อและแบบสอบถาม 4 ด้าน ได้แก่ ด้านทัศนคติ ด้านแรงจูงใจ ด้านความใฝ่รู้ และด้านคุณภาพชีวิต วิเคราะห์ข้อมูลโดย 1) วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ 2) วิเคราะห์เกณฑ์ปกติการรู้วิทยาศาสตร์ และ 3) วิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุด้วยโปรแกรม Smart PLS 3.0 ผลการศึกษาพบว่า 1) คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในภาพรวมเท่ากับ 20.41 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านความรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.60 จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน ด้านบริบทมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.04 จากคะแนนเต็ม 9 คะแนนและด้านเจตคติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.77 จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน

และเมื่อจำแนกตามมหาวิทยาลัย โดยรวมมีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์มีค่าเฉลี่ยสูงกว่านักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และมหาวิทยาลัยฟาฏอนี ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความรู้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) เกณฑ์ปกติของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยรวม มีช่วงคะแนนที่ ตั้งแต่ T14 ถึง T70 (P3.8 – P96.10) 3) ผลการทดสอบสมมติฐานโมเดล สมการโครงสร้างจากทั้ง 8 สมมติฐานปรากฏว่าสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดเพียง 3 สมมติฐาน ได้แก่ 1) ทักษะคดีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อคุณภาพชีวิต 2) แรงจูงใจมีอิทธิพลเชิงบวกต่อทัศนคติ และ 3) แรงจูงใจมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความใฝ่รู้ ส่วนอีก 5 สมมติฐานปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดไว้



## 5. กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย

**ตารางที่ 2** การสังเคราะห์ตัวแปรปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้วิทยาศาสตร์

/ หมายถึง ตัวแปรที่พบจากการศึกษางานวิจัย ซึ่งมีความสัมพันธ์แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

/\* หมายถึง ตัวแปรที่พบจากการศึกษางานวิจัย ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ

.05 หรือ .01

ตัวแปรที่ศึกษา	ผู้วิจัย	วรรณงาม (2553)	พิรพร (2554)	รัตติมา (2554)	ณัฐดิยาภรณ์ (2555)	พรทิพย์ (2556)	พิรณ (2556)	อพนันต์ และคณะ (2556)	เจษฎาภรณ์ (2557)	สุทธิณีและคณะ (2557)	ศิวพงษ์ (2558)	กนกวรรณ (2559)	กัญญาพร และคณะ (2559)	ปาจรีย์ และคณะ (2560)	วิลาวรรณ (2560)	ประภาพรพรณ (2561)	วิศนีย์ และคณะ (2561)	อำมิต (2563)
ตัวแปรอิสระ																		
มโนภาพแห่งตน									/								/*	/*
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ / ความตั้งใจ		/*	/	/*	/				/	/*	/*	/		/*	/*	/*	/*	
บรรยากาศในชั้นเรียน / สื่อการสอน / ปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน / นวัตกรรม / แหล่งการเรียนรู้			/	/*			/	/		/*		/	/*				/*	
ครูผู้สอน / วิธีการสอน / วิธีการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ / กิจกรรมการเรียนรู้		/*	/	/*	/		/	/*			/*		/*	/*	/*	/*		
ความใฝ่รู้												/*	/*					/*
การอบรมเลี้ยงดูของผู้ปกครอง / การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง / การอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย		/						/*	/			/						

ตารางที่ 2 (ต่อ) การสังเคราะห์ตัวแปรปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้วิทยาศาสตร์

ตัวแปรที่ศึกษา	ผู้วิจัย																
	วรรณงาม (2553)	พิพร (2554)	รัตติมา (2554)	ณัฏยาภรณ์ (2555)	พรทิพย์ (2556)	พริณ (2556)	อพนันต์ และคณะ (2556)	เกษภาภรณ์ (2557)	สุทธิณีและคณะ (2557)	ศิวพงษ์ (2558)	กนกวรรณ (2559)	กัลยาพร และคณะ (2559)	ปาจารย์ และคณะ (2560)	วิลาวรรณ (2560)	ประภาพรณ (2561)	วิศนีย์ และคณะ (2561)	อามัล (2563)
ตัวแปรตาม																	
การรู้วิทยาศาสตร์/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์	/	/		/*		/								/	/*		/
เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ / ทักษะคิด		/*	/				/	/*								/	

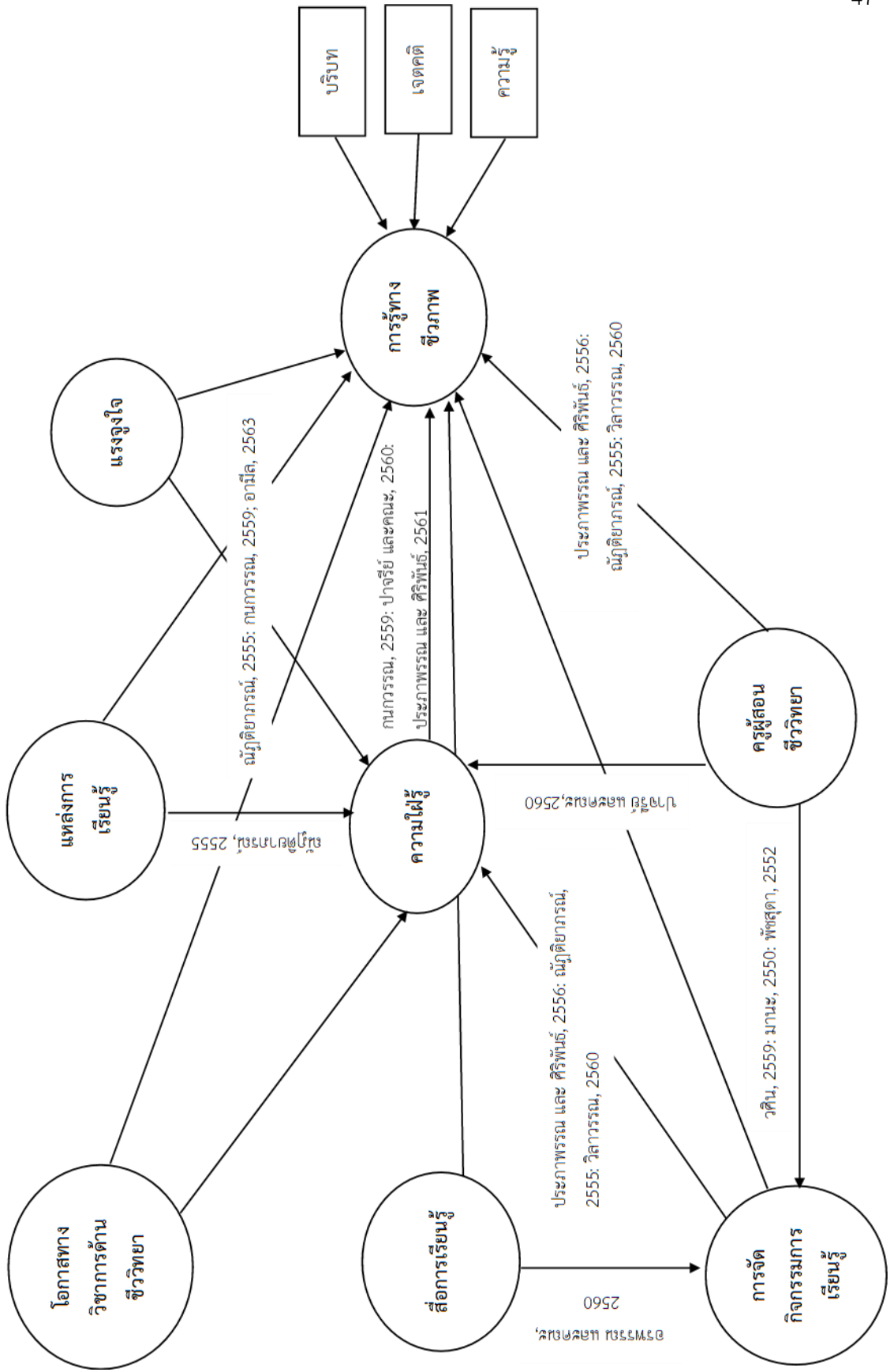
จากการนำเสนอเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า ปัจจัยด้านแรงจูงใจ ปัจจัยด้านความใฝ่รู้ ปัจจัยสื่อการเรียนรู้ ปัจจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัจจัยครูผู้สอน ปัจจัยมโนภาพแห่งตน ปัจจัยการอบรมเลี้ยงดู และปัจจัยแหล่งการเรียนรู้เป็นปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ และผู้วิจัยได้คัดเลือกตัวแปรโดยพิจารณาความสอดคล้องกับการรู้ทางชีวภาพโดยใช้หลักในการพิจารณา ดังนี้

1) ตัวแปรภายในตัวนักเรียนที่เกี่ยวกับพฤติกรรมแสดงออกทางด้านสติปัญญา การปฏิบัติ และจิตใจ ตามทฤษฎีของบลูม (Bloom's Taxonomy) ที่ประกอบด้วยพฤติกรรมด้านสมองเป็นพฤติกรรมเกี่ยวกับสติปัญญา พฤติกรรมด้านความสามารถในการปฏิบัติ และพฤติกรรมด้านจิตใจ

2) ตัวแปรภายนอกตัวนักเรียนเกี่ยวกับครูผู้สอนและสถานศึกษา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ แหล่งการเรียนรู้ภายใน การสอนของครูและสถานศึกษา ซึ่งวิเคราะห์จากงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่า วิธีการจัดการเรียนการสอนของครูและสิ่งอำนวยความสะดวกภายในสถานศึกษามีผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ซึ่งแนวคิดในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลนั้นเกิดจากสาเหตุ ปัจจัยภายในและภายนอก (GEPS 123 พฤติกรรมมนุษย์กับการพัฒนาตน, ม.ป.ป.) และจะเห็นได้ว่าผู้วิจัยได้ไม่ได้นำตัวแปรเกี่ยวกับครอบครัวมาพิจารณาเนื่องจากผู้วิจัยมองว่าครอบครัวไม่ได้มีส่วนร่วมกับการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแต่เป็นเพียงบุคคลที่สนับสนุน ส่งเสริมด้านอื่น ๆ ให้กับนักเรียน จึงสรุปและจัดกลุ่มปัจจัยที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อการรู้

ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ได้แก่ 1) ปัจจัยด้านแรงจูงใจ 2) ปัจจัยด้านความใฝ่รู้ 3) ปัจจัยสื่อการเรียนรู้ 4) ปัจจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5) ปัจจัยครูผู้สอนชีววิทยา 6) ปัจจัยโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา และ 7) ปัจจัยแหล่งการเรียนรู้ และเพื่อต้องการทราบความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านี้ จึงทำให้ผู้วิจัยทำการศึกษาโมเดลสมการเชิงโครงสร้างเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยต่อไปได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) มุ่งเน้นการพัฒนาเกณฑ์ปกติและอิทธิพลเชิงสาเหตุของการรู้ทางชีวภาพสำหรับนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย โดยผู้วิจัยแบ่งการศึกษาเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 เป็นการพัฒนาเกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

ระยะที่ 2 เป็นการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

ระยะที่ 1 การสร้างเกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยที่กำลังศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีทั้งหมด 12 แห่ง ได้แก่ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย เชียงราย เลย์ พิษณุโลก ลพบุรี มุกดาหาร บุรีรัมย์ ชลบุรี ปทุมธานี เพชรบูรณ์ นครศรีธรรมราช ตรัง และสตูล มีจำนวนทั้งสิ้น 1580 คน ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เนื่องจากนักเรียนได้ผ่านการเรียนรายวิชาชีววิทยาจำนวนเกินครึ่งหนึ่งของรายวิชาทั้งหมด ทำให้มีความรู้มากพอสำหรับการประเมินการรู้ทางชีวภาพ

ตารางที่ 3 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

ราชวิทยาลัย	จำนวนนักเรียน (คน)
เชียงราย	143
เลย์	144
พิษณุโลก	143
ลพบุรี	144
มุกดาหาร	144
บุรีรัมย์	144
ชลบุรี	144

ตารางที่ 3 (ต่อ) จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

ราชวิทยาลัย	จำนวนนักเรียน (คน)
ปทุมธานี	144
เพชรบุรี	144
นครศรีธรรมราช	144
ตรัง	143
สตูล	143
<b>รวม</b>	<b>1580</b>

## 1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบประเมินการทางชีวภาพโดยใช้ตาราง Krejcie และ Morgan (1970) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจำนวน 324 คน ทำการสุ่มตัวอย่างแบบโควต้า (Quota sampling) ตามสัดส่วนประชากรแต่ละราชวิทยาลัย ได้แก่ เชียงราย เลย พิษณุโลก ลพบุรี มุกดาหาร บุรีรัมย์ ชลบุรี ปทุมธานี เพชรบุรี นครศรีธรรมราช ตรัง และสตูล ตามสัดส่วนตารางดังนี้

ตารางที่ 4 จำนวนกลุ่มตัวอย่างระยะที่ 1

ราชวิทยาลัย	จำนวนนักเรียน (คน)
เชียงราย	27
เลย	27
พิษณุโลก	27
ลพบุรี	27
มุกดาหาร	27
บุรีรัมย์	27
ชลบุรี	27
ปทุมธานี	27
เพชรบุรี	27
นครศรีธรรมราช	27
ตรัง	27
สตูล	27
<b>รวม</b>	<b>324</b>

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบประเมินการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และส่วนที่ 2 แบบทดสอบการรู้ทางชีวภาพ ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบริบท ด้านความรู้ และด้านเจตคติ เป็นข้อสอบเชิงสถานการณ์แบบปรนัยและอัตนัย จำนวน 10 สถานการณ์ 35 ข้อคำถาม แบ่งเป็น ปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 4 ข้อ ปรนัยเชิงซ้อนจำนวน 16 ข้อ อัตนัยแบบตอบสั้นจำนวน 8 ข้อ และอัตนัยแบบอธิบายเหตุผลประกอบจำนวน 7 ข้อ เครื่องมือได้รับการตรวจสอบคุณภาพทั้งความตรงเชิงเนื้อหา ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

### 2.1 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

แบบทดสอบเพื่อประเมินการรู้ทางชีวภาพ มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรู้ทางชีวภาพและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการสร้างแบบทดสอบการรู้ทางชีวภาพ

2.1.2 สร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุม กรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ คือ บริบท (Context) ความรู้ (Knowledge) และเจตคติ (Attitude) ตามตารางวิเคราะห์การสร้างแบบทดสอบ ดังตารางที่ 4 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และแบบอัตนัย รวมทั้งสิ้น 35 ข้อ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของปริมาณข้อคำถาม แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

ตารางที่ 5 ตารางวิเคราะห์การสร้างแบบทดสอบ (Test Blueprint) ตามกรอบการรู้ทางชีวภาพ

องค์ประกอบที่	กรอบเนื้อหาการรู้ทางชีวภาพ	จำนวนที่สร้าง (ข้อ)	จำนวนที่ใช้ (ข้อ)
1	<b>ความรู้</b> - ความรู้พื้นฐานที่ครอบคลุมองค์ความรู้ พืชศาสตร์ สัตววิทยา นิเวศวิทยา พันธุศาสตร์ และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ - กระบวนการเสาะหาความรู้เกี่ยวกับชีววิทยา	20	13
2	<b>บริบท</b> การประยุกต์ความรู้ทางชีววิทยาและ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน - วิทยาศาสตร์ในชีวิตและสุขภาพ - วิทยาศาสตร์ในโลกและสิ่งแวดล้อม - วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	8	6

ตารางที่ 5 (ต่อ) ตารางวิเคราะห์การสร้งแบบทดสอบ (Test Blueprint) ตามกรอบการรู้ทางชีวภาพ

องค์ประกอบที่	กรอบเนื้อหาการรู้ทางชีวภาพ	จำนวนที่สร้าง (ข้อ)	จำนวนที่ใช้ (ข้อ)
3	เจตคติ - ความสนใจในชีวิตวิทยา - การเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใน การสืบเสาะหาความรู้ - ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม	7	6

2.1.3 นำแบบทดสอบปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาจำนวน 5 คน มีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา รายข้อ (I-CVI) เท่ากับ 1.00 ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับ (S-CVI/Ave) เท่ากับ 1.00 เพื่อนำไปทดลองใช้ คัดเลือกข้อ ที่มีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา รายข้อ (I-CVI) เท่ากับ 1.00 เพื่อนำไปทดลองใช้ ตามเกณฑ์ของ Lynn (1986) ที่กำหนดว่าถ้าผู้เชี่ยวชาญ 3-5 คน ควรมีค่า I-CVI เท่ากับ 1

2.1.4 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แล้วนำมาหาคุณภาพข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่า ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21-0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.29-0.86 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็นปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 3 ข้อ ปรนัยเชิงซ้อนจำนวน 13 ข้อ อัตนัยแบบตอบสั้นจำนวน 7 ข้อและอัตนัยแบบอธิบายเหตุผลประกอบจำนวน 7 ข้อ

2.1.5 นำแบบทดสอบการรู้ทางชีวภาพที่มีคุณภาพแล้วไปจัดพิมพ์พร้อมนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### 3. ขั้นตอน และวิธีการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.1 ผู้วิจัยทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตศึกษา และภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ถึงผู้บริหารของสถานศึกษากลุ่มตัวอย่าง และขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยจากสถานศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลไปดำเนินการเก็บข้อมูลในรูปแบบออนไลน์บนแพลตฟอร์ม Google form เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด 2019 โดยเก็บข้อมูลจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2564



3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยกำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และตั้งค่าจำเป็นในทุกข้อคำถามเพื่อไม่ให้นักเรียนข้ามข้อนั้น ๆ

3.4 นำผลการตอบไปตรวจให้คะแนน เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าการรู้ทางชีวภาพ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

4.1 วิเคราะห์การรู้ทางชีวภาพ การตรวจให้คะแนนแต่ละข้อ มีเกณฑ์พิจารณาดังนี้

- ข้อปรนัย 4 ตัวเลือก ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน
- ข้อปรนัยเชิงซ้อน ตอบถูก 3-4 ข้อได้ 2 คะแนน ตอบถูก 1-2 ข้อได้ 1

คะแนน ตอบผิดทุกข้อหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

- ข้ออัตนัยแบบตอบสั้น ตอบถูกต้องหรือตรงประเด็นได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตรงประเด็นได้ 0 คะแนน

- ข้ออัตนัยแบบอธิบายเหตุผลประกอบ ตอบถูกต้องพร้อมให้เหตุผลประกอบอย่างเหมาะสมได้ 2 คะแนน ตอบถูกต้องแต่ให้เหตุผลประกอบไม่เหมาะสมหรือไม่มีเหตุผลประกอบได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

4.2 วิเคราะห์การตรวจให้คะแนนและค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการรู้ทางชีวภาพ โดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.3 วิเคราะห์เกณฑ์ปกติของการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ด้วยการแปลงคะแนนดิบเป็นค่าเปอร์เซ็นต์และคะแนนที่ โดยเกณฑ์ของ Clark-Carter (2005) ดังนี้

เปอร์เซ็นต์ 75.00 ขึ้นไป หมายถึง มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับสูง

เปอร์เซ็นต์ 50.00 - เปอร์เซ็นต์ 74.99 หมายถึง มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับ  
ค่อนข้างสูง

เปอร์เซ็นต์ 25.00 - เปอร์เซ็นต์ 49.99 หมายถึง มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับค่อนข้าง  
ต่ำ

น้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ 25.00 หมายถึง มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับต่ำ

**ระยะที่ 2** การศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยที่กำลังศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีทั้งหมด 12 แห่ง ได้แก่ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย เชียงราย เลย พิษณุโลก ลพบุรี มุกดาหาร บุรีรัมย์ ชลบุรี ปทุมธานี เพชรบุรี นครศรีธรรมราช ตรัง และสตูล มีจำนวนทั้งสิ้น 1580 คน

#### 1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุ เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มตัวอย่างในระยะที่ 1 ซึ่งจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์คำนวณได้จากการกำหนดอัตราส่วนระหว่างหน่วยตัวอย่างตามจำนวนพารามิเตอร์ หรือตัวแปรตามสูตรของ Hair et al. (2010) ที่ได้กล่าวว่า จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกับการใช้สถิติการวิเคราะห์พหุตัวแปร ควรมีจำนวนอย่างน้อย 5-10 เท่าของดัชนีชี้วัด ในการศึกษาวิจัยมีแบบสอบถาม 55 ข้อ จำนวนกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำจึงควรมีประมาณ 275 ตัวอย่างและงานวิจัยในอดีตได้แนะนำจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการประเมินโมเดลเชิงโครงสร้างด้วย วิธี PLS-SEM คือ กลุ่มตัวอย่างควรมีจำนวนระหว่าง 100-200 ตัวอย่าง (Ringle et al., 2009; Hair et al. 2011; Sarstedt et al., 2014) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้กลุ่มตัวอย่างไม่ต่ำกว่า 275 ตัวอย่าง ทำการสุ่มตัวอย่างแบบโควตา (Quota sampling) ตามสัดส่วนประชากรแต่ละราชวิทยาลัย ได้แก่ เชียงราย เลย พิษณุโลก ลพบุรี มุกดาหาร บุรีรัมย์ ชลบุรี ปทุมธานี เพชรบุรี นครศรีธรรมราช ตรัง และสตูล

### ตารางที่ 6 จำนวนตัวอย่างระยะที่ 2

ราชวิทยาลัย	จำนวนนักเรียน (คน)
เชียงราย	23
เลย	23
พิษณุโลก	23
ลพบุรี	23
มุกดาหาร	23
บุรีรัมย์	23
ชลบุรี	23

## ตารางที่ 6 (ต่อ) จำนวนตัวอย่างระยะที่ 2

มหาวิทยาลัย	จำนวนนักเรียน (คน)
ปทุมธานี	144
เพชรบุรี	144
นครศรีธรรมราช	144
ตรัง	143
สตูล	143
<b>รวม</b>	<b>1580</b>

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบการรู้ทางชีวภาพ แบบปรนัย และแบบอัตนัย ที่ได้จากระยะที่ 1 จำนวน 12 ข้อ โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกที่เหมาะสมที่สุด

แบบสอบถามเพื่อประเมินระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพ ซึ่งเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประกอบด้วย 7 ด้าน

ด้านที่ 1 ปัจจัยด้านแรงจูงใจ

ด้านที่ 2 ปัจจัยความใฝ่รู้

ด้านที่ 3 ปัจจัยสื่อการเรียนรู้

ด้านที่ 4 ปัจจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านที่ 5 ปัจจัยครูผู้สอนชีววิทยา

ด้านที่ 6 ปัจจัยโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา

ด้านที่ 7 ปัจจัยแหล่งการเรียนรู้

### 3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในระยะที่ 2 เป็นการสร้างและหาคุณภาพของแบบสอบถาม ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ มีรายละเอียดในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ปัจจัยด้านแรงจูงใจ ปัจจัยความใฝ่รู้ ปัจจัยสื่อการเรียนรู้ ปัจจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัจจัยครูผู้สอนชีววิทยา ปัจจัยโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา และปัจจัยแหล่งการเรียนรู้ เพื่อกำหนดกรอบเนื้อหาของแบบสอบถามให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามที่นियามศัพท์

3.2 กำหนดกรอบของเนื้อหา ที่ใช้ในการสร้างแบบสอบถามให้ครอบคลุมปัจจัยทั้ง 7 ด้าน เพื่อให้คะแนนที่ได้จากแบบสอบถามจะเป็นข้อมูลที่บ่งบอกถึงพฤติกรรมที่ต้องการศึกษาว่าเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย

3.3 สร้างข้อคำถามตามกรอบที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาถึงความถูกต้อง ครอบคลุม และครบถ้วนของเนื้อหา เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของปริมาณข้อคำถาม แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.4 นำแบบสอบถามปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาจำนวน 5 ท่าน ในชุดเดียวกับแบบทดสอบการรู้ทางชีวภาพ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) คัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา รายข้อ (I-CVI) เท่ากับ 1.00 เพื่อนำไปทดลองใช้ ตามเกณฑ์ของ Lynn (1986) ที่กำหนดว่าถ้าผู้เชี่ยวชาญ 3-5 คน ควรมีค่า I-CVI เท่ากับ 1

3.5 นำแบบสอบถามที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน แล้วนำแบบสอบถามที่คัดเลือกไว้ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งฉบับ ด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach)

3.6 นำแบบสอบถามที่มีคุณภาพแล้วไปจัดทำแบบสอบถามออนไลน์ (Google form) เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

#### 4. ขั้นตอน และวิธีการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

4.1 ผู้วิจัยทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตศึกษา และภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ถึงผู้บริหารของสถานศึกษากลุ่มตัวอย่าง และขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย เรื่อง ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย จากสถานศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลไปดำเนินการเก็บข้อมูล ในรูปแบบออนไลน์บนแพลตฟอร์ม Google form เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด 2019 โดยเก็บข้อมูลจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2564

4.3 นำผลการตอบไปตรวจให้คะแนน เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าการรู้ทางชีวภาพ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

5.1 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบทดสอบและแบบสอบถาม โดยวิเคราะห์ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.2 วิเคราะห์การรู้ทางชีวภาพ การตรวจให้คะแนนแต่ละข้อ มีเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

- ข้อปรนัย 4 ตัวเลือก ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน
- ข้อปรนัยเชิงซ้อน ตอบถูก 3-4 ข้อได้ 2 คะแนน ตอบถูก 1-2 ข้อได้ 1 คะแนน ตอบผิดทุกข้อหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน
- ข้ออัตนัยแบบตอบสั้น ตอบถูกต้องหรือตรงประเด็นได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตรงประเด็นได้ 0 คะแนน
- ข้ออัตนัยแบบอธิบายเหตุผลประกอบ ตอบถูกต้องพร้อมให้เหตุผลประกอบอย่างเหมาะสมได้ 2 คะแนน ตอบถูกต้องแต่ให้เหตุผลประกอบไม่เหมาะสมหรือไม่มีเหตุผลประกอบได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

5.3 วิเคราะห์ระดับความสำคัญของปัจจัยจากแบบสอบถาม

โดยนำค่าเฉลี่ยของคำตอบแบบสอบถาม โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย โดยกำหนดระดับการประเมิน 5 ระดับ ที่มีช่วงกว้างเท่า ๆ กัน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น} = \frac{(\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด})}{\text{จำนวนชั้น}} = \frac{5-1}{5} = 0.8$$

ดังนั้น การแปลผลคะแนนเฉลี่ยของตัวแปรมาตราวัดแบบอันตรภาคในแต่ละข้อดังนี้

คะแนน 4.21 – 5.00	หมายถึง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
คะแนน 3.41 – 4.20	หมายถึง	เห็นด้วย
คะแนน 2.61 – 3.40	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
คะแนน 1.81 – 2.60	หมายถึง	ไม่เห็นด้วย
คะแนน 1.00 – 1.80	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5.4 การประเมินโมเดลการวัด (Measurement Model Evaluation) โดยใช้

โปรแกรม Smart PLS 3.0

โมเดลการวัดมี 2 ลักษณะดังนี้

#### 5.4.1 โมเดลการวัดแบบรวมตัว (Formative)

ตัวแปรสังเกต (Observed Variable) หรือตัวแปรบ่งชี้ (Indicator Variables) จะเป็น สาเหตุของตัวแปรแฝง และการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรสังเกต (Observed Variable) หรือตัวแปรบ่งชี้ (Indicator Variables) จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรแฝง

#### 5.4.2 โมเดลการวัดแบบสะท้อน (Reflective)

ตัวแปรแฝงมีการเปลี่ยนแปลงจะสะท้อนการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรสังเกต (Observed Variable) หรือตัวแปรบ่งชี้ (Indicator Variables) ความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามหรือตัวแปรสังเกตหรือตัวแปรบ่งชี้จะต้องมีความสัมพันธ์กันสูงและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือวัดในสิ่งเดียวกัน (Hair et al., 2006; Hair et al., 2014) ความสัมพันธ์นี้จะใช้เป็นตัววัดความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) ระหว่างตัวแปรสังเกตหรือตัวแปรบ่งชี้ (Indicator Variables) ภายใน

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ และใช้โมเดลการวัดแบบสะท้อน (Reflective) เนื่องจากตัวแปรแฝงทั้งหมดไม่สามารถวัดค่าได้โดยตรง และตัวแปรสังเกตหรือตัวแปรบ่งชี้หรือข้อคำถามมีความสัมพันธ์กันและเป็นไปในทิศทาง โดยมีรายละเอียดการพิจารณาโมเดลตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- การทดสอบความเที่ยง (Indicator Reliability) สำหรับวิธี PLS-SEM จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงประกอบ หรือ “Composite Reliability” ในการทดสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Hair et al., 2014) ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงประกอบ จะมีค่าระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 โดยค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงประกอบ มีค่าเข้าใกล้ 0.00 หมายความว่าเครื่องมือวัดมีความเที่ยงน้อยหรือไม่มีความเที่ยง และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงประกอบมีค่าเข้าใกล้ 1.00 หมายความว่าเครื่องมือวัดมีความเที่ยงสูง สัมประสิทธิ์ความเที่ยงประกอบมีค่ามากกว่า 0.7 ถือว่าเป็นระดับที่ยอมรับได้ในการทดสอบความเที่ยงของข้อมูล (Hair et al., 2011; Hair Jr et al., 2013; Wong, 2013; Hair et al., 2014)

- การทดสอบน้ำหนักองค์ประกอบภายนอก (Outer loadings) ใช้วัดความเชื่อมั่นระดับตัวแปรสังเกตซึ่งเป็นค่าที่ตัวแปรแฝงอธิบายความแปรปรวนของตัวบ่งชี้ Hair et al. (2014) แนะนำว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (Standardize Outer Loadings) ควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.70 หากต่ำกว่านี้ควรพิจารณาตัดตัวแปรสังเกตหรือตัวชี้วัดออก

- การทดสอบความตรงเชิงเหมือน (Convergent Validity) การทดสอบความตรงของเครื่องมือวัดในแบบสอบถามในความหมายของการวัด จะหมายความว่า ข้อคำถาม (Item) หรือตัวแปรแฝงต่าง ๆ สามารถใช้เป็นตัวแปรบ่งชี้ของ Construct เดียวกันนั้นได้เหมือนกัน ทั้งนี้สถิติที่ใช้วัดความตรงเชิงเหมือนคือค่าความแปรปรวนที่สกัดได้เฉลี่ย (Average Variance

Extract) หรือ AVE โดยค่าสถิติ AVE จะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.5 แสดงว่าตัวแปรแฝงอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรบ่งชี้ได้มากกว่าร้อยละ 50 (Hair Jr et al., 2013)

- การทดสอบความตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ความตรงเชิงจำแนก คือ ความสามารถของเครื่องมือวัดที่มีความสัมพันธ์กันต่ำกับเครื่องมือวัดที่ไม่เหมือนกัน กล่าวคือ ขอบเขตที่ตัวแปรบ่งชี้ของตัวแปรแฝงหนึ่งจะต้องแยกขาดจากกันกับตัววัดของตัวแปรแฝงอื่น สามารถพิจารณาความเที่ยงเชิงจำแนกด้วย เกณฑ์ 2 ชนิด คือ เกณฑ์ของ Fornell-Larcker (Fornell-Larcker Criterion) และ ค่าน้ำหนักไขว้ (Cross Loadings)

(1) เกณฑ์ของ Fornell-Larcker (Fornell-Larcker Criterion) เป็นการเทียบระหว่าง รากที่สองของค่าความแปรปรวนสกัดได้เฉลี่ย (AVE) ของตัวแปรแฝงแต่ละตัวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงอื่นในโมเดล โดยค่า  $\sqrt{AVE}$  ของตัวแปรแฝงแต่ละตัวควรมีค่าสูงกว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรแฝงกับตัวแปรแฝงอื่นในโมเดลยกกำลังสอง ( $\sqrt{AVE} > AVE(\xi_i, \xi_j)$ ) แสดงว่าตัวแปรแฝงนั้นมีความแปรปรวนรวมกันกับตัวบ่งชี้ในบล็อกเดียวกันมากกว่าตัวแปรอื่นในโมเดลที่มาจากตัวบ่งชี้ต่างบล็อกกัน

(2) ค่าน้ำหนักไขว้ (Cross Loadings) เป็นการพิจารณาค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ของตัวแปรแฝงนั้นกับน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้กับตัวแปรแฝงอื่นในโมเดล ซึ่งแต่ละตัวบ่งชี้ควรมีน้ำหนักองค์ประกอบกับตัวแปรแฝงที่ตัวบ่งชี้เกี่ยวข้องสูงมากกว่าตัวแปรแฝงอื่น (Henseler & Sarstedt, 2013) โดยค่าน้ำหนักควรมีค่าไม่น้อยกว่า 0.70 ซึ่งสามารถต่ำกว่านี้ได้แต่จะต้องไม่ต่ำกว่า 0.50 (Lee et al., 2011) และค่าน้ำหนักควรมีค่าเป็นบวก

5.5 การประเมินโมเดลภายใน (Inner Model Evaluation) เมื่อผู้วิจัยได้ประเมินโมเดลการวัดด้านความเชื่อถือได้ความเที่ยงและความตรงของเครื่องมือแล้วจะต้องดำเนินการประเมินความสัมพันธ์ตามสมมติฐานงานวิจัย โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

5.5.1 การคำนวณสัมประสิทธิ์การทำนาย (Coefficient determinant) ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (Coefficient of Determinant) หรือ  $R^2$  เป็นตัวแปรบ่งชี้ความแม่นยำของการทำนาย โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

5.6 การทดสอบสมมติฐาน (Path Coefficients and Significance Levels) การคำนวณสัมประสิทธิ์เส้นทาง PLS-SEM จะใช้การทดสอบการมีนัยสำคัญทางสถิติของพารามิเตอร์ด้วยกระบวนการ Bootstrapping ซึ่งกระบวนการ Bootstrapping จะใช้ในการหาช่วงความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์หาค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแต่ละพารามิเตอร์เพื่อใช้วิเคราะห์ผลทางสถิติ (Helm et al., 2010; Henseler & Sarstedt, 2013; Hair et al., 2014) และใช้เทคนิคการสุ่มซ้ำข้อมูลที่เก็บได้เพิ่มเติมเพื่อสร้างเป็นชุดข้อมูลใหม่ โดยจำนวนชุดที่ได้จากการสุ่มซ้ำ โดยทั่วไปจะกำหนดจำนวน 5,000 ชุด (Hair et al., 2011; Wong, 2013)

การทดสอบสมมติฐานด้วยกระบวนการ Bootstrapping นั้น จะใช้การทดสอบ สมมติฐานที่มีเขตการ ปฏิเสธทางเดียว (one-tailed) โดยสัมพันธ์เส้นทางของ Inner Model มีระดับ นัยสำคัญ .01 หรือ .05

5.7 Importance-Performance Map Analysis (IPMA) ใช้ช่วยตรวจสอบว่า ตัวแปรสาเหตุตัวใดมีความสำคัญหรือไม่ เช่น ตัวแปรที่ large importance แต่ low performance จะต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข Importance = absolute total effect โดยไม่สนใจเครื่องหมายว่า ลบหรือบวก สนใจแต่ปริมาณ Performance = ค่าเฉลี่ยของ unstandardized latent variable score

5.8 Goodness of Fit (GoF) ใช้แสดงว่าตัวแปรต้นทั้งหมดสามารถคาดคะเน ความผันแปรตัวชี้วัดของตัวแปรผลลัพธ์ได้ดีเพียงใด มีเกณฑ์ดังนี้

GoF = .308 ตัวแบบมีความเหมาะสมต่ำ

GoF = .406 ตัวแบบมีความเหมาะสมปานกลาง

GoF = .578 ตัวแบบมีความเหมาะสมสูง



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาเกณฑ์ปกติและอิทธิพลเชิงสาเหตุของการรู้ทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย โดยผู้วิจัยแบ่งการศึกษา เป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 เป็นการสร้างเกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียน วิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย

ระยะที่ 2 เป็นการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียน โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย

**ระยะที่ 1 การสร้างเกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราช วิทยาลัยในประเทศไทย**

ผลการศึกษการสร้างเกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย ผู้วิจัยได้แบ่งประเด็นการนำเสนอ ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง
2. ผลการศึกษาคะแนนการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณ ราชวิทยาลัยในประเทศไทย

2.1 ผลการวิเคราะห์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบการรู้ทางชีวภาพ ของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย

2.2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการรู้ทางชีวภาพ ของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย

2.3 ทดสอบสมมติฐาน เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรู้ทางชีวภาพ ของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย จำแนกตามเพศ

2.4 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการ รู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย จำแนกตามภาค

3. ผลการวิเคราะห์เกณฑ์ปกติของการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียน วิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย

ตารางที่ 7 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	134	33.33
หญิง	268	66.67
โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย		
เชียงราย	27	6.72
เลย	1	0.25
พิษณุโลก	21	5.22
ลพบุรี	64	15.92
มุกดาหาร	11	2.74
บุรีรัมย์	13	3.23
ชลบุรี	1	0.25
ปทุมธานี	0	0.00
เพชรบุรี	70	17.41
นครศรีธรรมราช	75	18.66
ตรัง	68	16.92
สตูล	51	12.69

จากตารางที่ 7 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นนักเรียนเพศหญิง จำนวน 268 คิดเป็นร้อยละ 66.67 และนักเรียนเพศชาย จำนวน 134 คิดเป็นร้อยละ 33.33 และส่วนใหญ่เป็นนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช เพชรบุรี และตรัง คิดเป็นร้อยละ 18.66 17.41 และ 16.92 ตามลำดับ

## 2. ผลการศึกษาคะแนนการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

2.1 ผลการวิเคราะห์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

ตัวอย่างการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ ซึ่งมีทั้งอัตรันัยแบบตอบสั้น (ภาพที่ 2) ปรนัยเชิงซ้อน (ภาพที่ 3) อัตรันัยแบบอธิบายเหตุผลประกอบ (ภาพที่ 4) และปรนัย 4 ตัวเลือก (ภาพที่ 5)

11. จงให้เหตุผลหนึ่งข้อว่าทำไมโรคหลอดเลือดสมองเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับ 2 ของโลก และเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับ 1 ของประเทศไทย \*

เพราะคนในปัจจุบันต้องใช้ชีวิตอย่างเร่งรีบ ดังนั้นอาจไม่ได้ดูแลสุขภาพตัวเองเท่าที่ควร รวมถึงการออกกำลังกายน้อยครั้งด้วย และในทุกวันนี้โลกมีการแข่งขันสูงมากทำให้มีเรื่องให้เครียดอยู่เสมอได้ทุกเพศทุกวัย หากไม่ได้ดูแลสุขภาพดีมาพอ ก็อาจก่อให้เกิดโรคนี้ได้

ภาพที่ 2 การตอบคำถามและการให้คะแนนของข้อคำถามอัตนัยแบบตอบสั้น (ด้านบริบท)

จากภาพที่ 2 เป็นตัวอย่างการตอบคำถามข้อสอบอัตนัยแบบตอบสั้นจากข้อคำถามที่ 11 สถานการณ์ที่ 4 โรคหลอดเลือดสมอง (STROKE) เป็นข้อสอบด้านบริบท มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกต้องหรือตรงประเด็นได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตรงประเด็นได้ 0 คะแนน จากตัวอย่าง นักเรียนคนนี้ตอบถูกต้องตรงประเด็นจึงได้ 1 คะแนน ข้อนี้จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 402 คน มีนักเรียนได้ 1 คะแนน จำนวน 352 คน (ร้อยละ 87.56) และได้ 0 คะแนน จำนวน 50 คน (ร้อยละ 12.44)

14. จากคำถามที่ปรากฏ ข้อใด คือ ปัจจัยที่สามารถทำให้สายห้อยสีแดงเจริญเติบโตได้ดี หรือ ไม่ จงวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม \*

	ใช่	ไม่ใช่
1. ปริมาณน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
2. กระแสน้ำอุ่นแทนที่กระแสน้ำเย็นมากขึ้น	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. อุณหภูมิของโลกเฉลี่ยสูงขึ้นทุกปี	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. ปริมาณประชากรโลกเพิ่มขึ้น	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

ภาพที่ 3 การตอบคำถามและการให้คะแนนของข้อคำถามปรนัยเชิงซ้อน (ด้านความรู้)

จากภาพที่ 3 เป็นตัวอย่างการตอบคำถามข้อสอบปรนัยเชิงซ้อนจากข้อคำถามที่ 14 สถานการณ์ที่ 6 เรื่องปรากฏการณ์ ‘น้ำแข็งเลือด’ ที่ขั้วโลกใต้ เป็นข้อสอบด้านความรู้ มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูก 3-4 ข้อได้ 2 คะแนน ตอบถูก 1-2 ข้อได้ 1 คะแนน ตอบผิดทุกข้อหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน จากตัวอย่าง นักเรียนคนนี้ตอบถูก 4 ข้อจึงได้ 2 คะแนน ข้อนี้จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 402 คน มีนักศึกษาได้ 2 คะแนน จำนวน 208 คน (ร้อยละ 51.74) ได้ 1 คะแนนจำนวน 187 คน (ร้อยละ 46.52) และได้ 0 คะแนน จำนวน 6 คน (ร้อยละ 1.49)

19. หากนักเรียนเป็นตัวแทนในการผลิตวัคซีนต้านไวรัสโคโรนา- 2019 ซึ่งเป็นวัคซีนที่มีความต้องการใช้อย่างเร่งด่วน นักเรียนจะให้ความสำคัญต่อขั้นตอนการผลิตที่ถูกต้องตามหลักการผลิตวัคซีนหรือไม่ พร้อมระบุเหตุผลประกอบ \*

ต้องให้ความสำคัญในการเลือกผลิตวัคซีนที่มีคุณภาพมากที่สุดเพื่อยับยั้งผลกระทบจากการแพร่ระบาดซึ่งก็คือการตายของประชากรให้ได้ดีที่สุดเพราะถ้าวัคซีนไม่มีคุณภาพก็เท่ากับเสียเวลาเสียทุนและประชากรก็ลดลงส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิต เศรษฐกิจต่างๆเจ็บครั้งเดียวแต่จบยอมดีกว่า

#### ภาพที่ 4 การตอบคำถามและการให้คะแนนของข้อคำถามอัตนัยแบบอธิบายเหตุผลประกอบ

(ด้านเจตคติ)

จากภาพที่ 4 เป็นตัวอย่างการตอบคำถามข้อสอบอัตนัยแบบอธิบายเหตุผลประกอบ จากข้อคำถามที่ 19 สถานการณ์ที่ 7 เรื่อง วัคซีน เป็นข้อสอบด้านเจตคติ มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกต้องพร้อมให้เหตุผลประกอบอย่างเหมาะสมได้ 2 คะแนน ตอบถูกต้องแต่ให้เหตุผลประกอบไม่เหมาะสมหรือไม่มีเหตุผลประกอบได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน จากตัวอย่าง นักเรียนคนนี้ตอบถูกต้องพร้อมให้เหตุผลประกอบอย่างเหมาะสมจึงได้ 2 คะแนน ข้อนี้จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 402 คน มีนักเรียนได้ 2 คะแนนจำนวน 361 คน (ร้อยละ 89.80) ได้ 1 คะแนน จำนวน 31 คน (ร้อยละ 7.71) และได้ 0 คะแนน จำนวน 10 คน (ร้อยละ 2.49)

23. เมื่อเติมสารที่เรียกว่าอิมัลซิไฟเออร์ลงไปจะทำให้น้ำมันและไขมันผสมเข้ากันกับน้ำได้ จากข้อมูลที่ปรากฏ เพราะเหตุใดสบู่และน้ำจึงสามารถลบลิปสติกออกได้ \*

- น้ำมันอิมัลซิไฟเออร์ที่ทำให้สบู่และลิปสติกผสมกันได้
- สบู่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ทำให้น้ำและลิปสติกผสมกันได้
- อิมัลซิไฟเออร์ในลิปสติกทำให้สบู่และน้ำผสมกันได้
- สบู่และลิปสติกผสมกันจนเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ผสมกับน้ำได้

#### ภาพที่ 5 การตอบคำถามและการให้คะแนนของข้อคำถามปรนัย 4 ตัวเลือก (ด้านความรู้)

จากภาพที่ 5 เป็นตัวอย่างการตอบคำถามข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จากข้อคำถามที่ 23 สถานการณ์ที่ 9 เรื่อง ลิปมัน เป็นข้อสอบด้านความรู้ มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกต้อง 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน จากตัวอย่าง นักเรียนคนนี้ตอบถูกต้องจึงได้ 1 คะแนน ข้อนี้จากจำนวน

นักเรียนทั้งหมด 402 คน มีนักเรียนได้ 1 คะแนนจำนวน 343 คน (ร้อยละ 85.32) และได้ 0 คะแนนจำนวน 59 คน (ร้อยละ 14.68)

2.2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัยในประเทศไทย

จากการประเมินการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัยในประเทศไทย สามารถสรุปคะแนนการรู้ทางชีวภาพโดยจำแนกรายด้าน ดังตารางที่ 8

**ตารางที่ 8** ค่าสถิติพื้นฐานของการรู้ทางชีวภาพของกลุ่มตัวอย่าง แบ่งตามด้าน (n=402)

การรู้ทางชีวภาพ	คะแนนเต็ม	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ
ด้านความรู้	19	10	18	14.96	1.58	78.74
ด้านบริบท	11	2	11	8.29	1.48	75.36
ด้านเจตคติ	10	0	10	8.29	1.58	82.90
ภาพรวม	40	12	38	31.53	3.21	78.83

จากตาราง 8 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในภาพรวมเท่ากับ 31.53 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความรู้ ด้านบริบทและด้านเจตคติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.96 8.29 และ 8.29 จากคะแนนเต็ม 19 11 และ 10 ตามลำดับ ซึ่งแต่ละด้านคิดเป็นร้อยละ 78.74 75.36 และ 82.90 ตามลำดับ

**ตารางที่ 9** ค่าสถิติพื้นฐานของการรู้ทางชีวภาพด้านความรู้ของกลุ่มตัวอย่าง (n=402)

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ
2	1	0	1	0.91	0.29	91.04
4	1	0	1	0.93	0.26	92.79
6	1	0	1	0.40	0.49	40.05
7	1	1	1	1.00	0.00	100.00
12	1	0	1	0.99	0.07	99.50
13	1	0	1	0.72	0.45	72.39
14	2	0	2	1.50	0.53	75.19
15	2	0	2	0.87	0.68	43.66
17	2	1	2	1.97	0.18	98.38
21	2	0	2	1.47	0.52	73.51
22	1	0	1	0.60	0.49	60.20
23	1	0	1	0.85	0.35	85.32
25	3	2	3	2.74	0.44	91.27

จากตาราง 9 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในด้านความรู้ ข้อที่ 7 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมา ข้อที่ 12 และ 17 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.99 และ 1.97 คะแนน จากคะแนนเต็ม 1 และ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 99.50 และ 98.38 ตามลำดับ

**ตารางที่ 10** ค่าสถิติพื้นฐานของการรู้ทางชีวภาพด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง (n=402)

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนน ต่ำสุด	คะแนน สูงสุด	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละ
1	2	0	2	1.65	0.72	82.34
3	2	0	2	1.12	0.95	56.09
10	2	0	2	1.90	0.32	94.90
11	1	0	1	0.88	0.33	87.56
18	2	0	2	1.64	0.52	82.09
24	2	0	2	1.10	0.37	55.10

จากตาราง 10 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในด้านบริบท ข้อที่ 10 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1.90 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 94.90 รองลงมา ข้อที่ 11 และ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 และ 1.65 คะแนน จากคะแนนเต็ม 1 และ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.56 และ 82.34 ตามลำดับ

**ตารางที่ 11** ค่าสถิติพื้นฐานของการรู้ทางชีวภาพด้านเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง (n=402)

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนน ต่ำสุด	คะแนน สูงสุด	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละ
5	1	0	1	0.91	0.28	91.29
8	1	0	1	0.87	0.34	87.06
9	2	0	2	1.79	0.49	89.68
16	2	0	2	1.49	0.60	74.38
19	2	0	2	1.87	0.40	93.66
20	2	0	2	1.36	0.52	67.79

จากตาราง 11 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในด้านบริบท ข้อที่ 19 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1.87 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 93.66 รองลงมา ข้อที่ 5 และ 9 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 และ 1.79 คะแนน จากคะแนนเต็ม 1 และ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.29 และ 89.68 ตามลำดับ

**ตารางที่ 12** ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรู้ทางชีวภาพของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ (n=402)

การรู้ทางชีวภาพ	ชาย		หญิง		t	Sig. (2-tailed)
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ด้านความรู้	14.89	1.69	14.98	1.53	-.60	.549
ด้านบริบท	8.19	1.52	8.34	1.45	.953	.341
ด้านเจตคติ	7.73	1.97	8.57	1.26	-4.51*	.000
ภาพรวม	30.80	3.80	31.90	2.81	-2.95*	.004

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 12 พบว่า กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศระหว่างเพศชายและเพศหญิง มีคะแนนเฉลี่ยการรู้ทางชีวภาพในด้านความรู้และด้านบริบทแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนคะแนนเฉลี่ยการรู้ทางชีวภาพในด้านเจตคติและภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่า เพศชายมีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าเพศหญิง ดังนี้ นักเรียนเพศชายมีคะแนนเฉลี่ยด้านเจตคติ เท่ากับ 7.73 คะแนน ส่วนนักเรียนเพศหญิงมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 8.57 คะแนน และนักเรียนเพศชายมีคะแนนเฉลี่ยในภาพรวม เท่ากับ 30.80 คะแนน ส่วนนักเรียนเพศหญิงมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 31.90 คะแนน

**ตารางที่ 13** ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการรู้ทางชีวภาพของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาค (n=402)

การรู้ทางชีวภาพ	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	F	sig
ด้านความรู้				0.938	.422
ภาคใต้	194	15.02	1.67		
ภาคกลาง	134	14.87	1.42		
ภาคตะวันออก	26	14.58	1.75		
ภาคเหนือ	48	14.96	1.57		
ด้านบริบท				1.908	.128
ภาคใต้	194	8.16	1.51		
ภาคกลาง	134	8.31	1.30		
ภาคตะวันออก	26	8.23	2.12		
ภาคเหนือ	48	8.73	1.38		
ด้านเจตคติ				2.196	0.88
ภาคใต้	194	8.24	1.67		
ภาคกลาง	134	8.40	1.41		

การรู้ทางชีวภาพ	จำนวนกลุ่ม ตัวอย่าง (คน)	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	F	sig
ภาคตะวันออก	26	7.65	1.79		
ภาคเหนือ	48	8.56	1.47		
ภาพรวม				2.352	.072
ภาคใต้	194	31.42	3.40		
ภาคกลาง	134	31.59	2.34		
ภาคตะวันออก	26	30.46	4.81		
ภาคเหนือ	48	32.44	3.38		

จากตารางที่ 13 คะแนนเฉลี่ยการรู้ทางชีวภาพโดยภาพรวม พบว่า มีค่า F เท่ากับ 2.352 ค่าซิก (Sig.) เท่ากับ .072 แสดงว่า การรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในแต่ละภาคมีคะแนนเฉลี่ยโดยภาพรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยรายภาค พบว่า ภาคเหนือมีคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมสูงที่สุด รองลงมา เป็นภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันออก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.44 31.59 31.42 และ 30.46 คะแนน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการรู้ทางชีวภาพ พบว่า คะแนนเฉลี่ยการรู้ทางชีวภาพด้านความรู้ ด้านบริบท และด้านเจตคติ มีค่า F เท่ากับ 0.938 1.908 และ 2.196 ตามลำดับ ค่า sig. เท่ากับ .422 .128 และ .88 ตามลำดับ แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยการรู้ทางชีวภาพรายด้านของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในแต่ละภาคแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยรายภาค พบว่า ด้านความรู้ภาคใต้มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาเป็นภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.02 14.96 14.87 และ 14.58 ตามลำดับ ด้านบริบทภาคเหนือมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาเป็นภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.73 8.31 8.23 และ 8.16 ตามลำดับ และด้านเจตคติภาคเหนือมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาเป็นภาคกลาง ภาคใต้ และ ภาคตะวันออก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.56 8.40 8.24 และ 7.65 ตามลำดับ

### 3. ผลการวิเคราะห์เกณฑ์ปกติของการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย

ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติของการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทยด้วยการแปลงคะแนนดิบเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์และคะแนนที่ปกติ พบว่า เกณฑ์ปกติภาพรวมมีช่วงคะแนนที่ ตั้งแต่  $T_{20}$  ถึง  $T_{80}$  ( $P_{0.12} - P_{99.88}$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความรู้ มีช่วงคะแนนที่ ตั้งแต่  $T_{20}$  ถึง  $T_{70}$  ( $P_{0.12} - P_{97.64}$ ) ด้านบริบท มีช่วงคะแนนที่ ตั้งแต่  $T_{20}$  ถึง  $T_{74}$  ( $P_{0.12} - P_{99.25}$ ) และด้านเจตคติ มีช่วงคะแนนที่ ตั้งแต่  $T_{23}$  ถึง  $T_{63}$  ( $P_{0.37} - P_{90.30}$ )



และสามารถแปลผลคะแนนตามเกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในประเทศไทยดังตารางที่ 9

ตารางที่ 14 เกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพของกลุ่มตัวอย่าง

การรู้ทางชีวภาพ	คะแนนดิบ	เปอร์เซ็นต์ไทล์	คะแนนที่	การแปลผล	จำนวน (ร้อยละ)
ด้านความรู้	17 ขึ้นไป	P <sub>75.00</sub> ขึ้นไป	T <sub>63</sub> - T <sub>70</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับสูง	64 (15.92)
	16	P <sub>50.00</sub> - P <sub>74.99</sub>	T <sub>56</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับ ค่อนข้างสูง	45 (11.19)
	14 - 15	P <sub>25.00</sub> - P <sub>49.99</sub>	T <sub>44</sub> - T <sub>50</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับ ค่อนข้างต่ำ	170 (42.29)
	น้อยกว่า 14	น้อยกว่า P <sub>25.00</sub>	T <sub>20</sub> - T <sub>38</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับต่ำ	74 (18.41)
ด้านบริบท	10 ขึ้นไป	P <sub>75.00</sub> ขึ้นไป	T <sub>61</sub> - T <sub>74</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับสูง	96 (23.88)
	9	P <sub>50.00</sub> - P <sub>74.99</sub>	T <sub>53</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับ ค่อนข้างสูง	98 (24.38)
	8	P <sub>25.00</sub> - P <sub>49.99</sub>	T <sub>47</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับ ค่อนข้างต่ำ	101 (25.12)
	น้อยกว่า 8	น้อยกว่า P <sub>25.00</sub>	T <sub>20</sub> - T <sub>41</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับต่ำ	107 (26.62)
ด้านเจตคติ	10	P <sub>75.00</sub>	T <sub>63</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับสูง	78 (19.40)
	9	P <sub>50.00</sub> - P <sub>74.99</sub>	T <sub>53</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับ ค่อนข้างสูง	142 (35.32)
	8	P <sub>25.00</sub> - P <sub>49.99</sub>	T <sub>46</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับ ค่อนข้างต่ำ	94 (23.38)
	น้อยกว่า 8	น้อยกว่า P <sub>25.00</sub>	T <sub>23</sub> - T <sub>40</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับต่ำ	88 (21.89)
รวม	34 ขึ้นไป	P <sub>75.00</sub> ขึ้นไป	T <sub>58</sub> - T <sub>80</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับสูง	113 (28.11)
	32-33	P <sub>50.00</sub> - P <sub>74.99</sub>	T <sub>50</sub> - T <sub>53</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับ ค่อนข้างสูง	111 (27.61)
	30-31	P <sub>25.00</sub> - P <sub>49.99</sub>	T <sub>44</sub> - T <sub>47</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับ ค่อนข้างต่ำ	87 (21.64)
	น้อยกว่า 30	น้อยกว่า P <sub>25.00</sub>	T <sub>20</sub> - T <sub>41</sub>	มีการรู้ทางชีวภาพอยู่ในระดับต่ำ	91 (22.64)

ระยะที่ 2 ผลการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียน  
วิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

ผลการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียน  
วิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย ผู้วิจัยได้แบ่งประเด็นการนำเสนอ ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง
2. ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัด
3. ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง
4. ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพ

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 15 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	93	33.82
หญิง	182	66.18
โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย		
เชียงใหม่	15	5.45
เลย	6	2.18
พิษณุโลก	10	3.64
ลพบุรี	39	14.18
มุกดาหาร	0	0
บุรีรัมย์	21	7.64
ชลบุรี	0	0
ปทุมธานี	39	14.18
เพชรบุรี	30	10.91
นครศรีธรรมราช	45	16.36
ตรัง	23	8.36
สตูล	47	17.09

จากตารางที่ 15 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาเพศหญิง จำนวน 182 คน คิดเป็นร้อยละ 66.18 และส่วนใหญ่เป็นนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย สตูล นครศรีธรรมราช และปทุมธานี คิดเป็นร้อยละ 17.09 16.36 และ 14.18 ตามลำดับ

## 2. ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัด

2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวแปรที่ใช้ในโมเดลการวิจัยด้วยค่าสถิติพื้นฐาน

**ตารางที่ 16** ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านการรู้ทางชีวภาพ โดยมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน

การรู้ทางชีวภาพ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ
BL1 ด้านความรู้	9	7.11	1.20	79.00
BL2 ด้านบริบท	6	4.64	1.20	77.33
BL3 ด้านเจตคติ	5	4.54	0.86	90.80
<b>รวม</b>	<b>20</b>	<b>16.30</b>	<b>2.15</b>	<b>81.50</b>

จากตารางที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนตัวแปรแฝงด้านการรู้ทางชีวภาพโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.15 (คิดเป็นร้อยละ 81.50) เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความรู้ ด้านบริบทและด้านเจตคติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.11 4.64 และ 4.54 จากคะแนนเต็ม 9 6 และ 5 ตามลำดับ

**ตารางที่ 17** ค่าสถิติพื้นฐานของการรู้ทางชีวภาพด้านความรู้ของกลุ่มตัวอย่าง (n=275)

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ
3	1	0	1	0.59	0.49	58.91
5	1	1	1	1.00	0.00	100.00
6	2	0	2	1.61	0.53	80.73
7	2	0	2	1.61	0.59	80.55
11	2	0	2	1.53	0.51	76.36
12	1	0	1	0.78	0.41	77.82

จากตาราง 17 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในด้านความรู้ ข้อที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมา ข้อที่ 6 7 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.61 1.61 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.73 80.55 ตามลำดับ

**ตารางที่ 18** ค่าสถิติพื้นฐานของการรู้ทางชีวภาพด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่าง (n=275)

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนน ต่ำสุด	คะแนน สูงสุด	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละ
1	2	0	2	1.57	0.77	78.36
2	2	0	2	1.35	0.87	67.45
9	2	0	2	1.71	0.50	85.64

จากตาราง 18 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในด้านบริบท ข้อที่ 9 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1.71 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.64 รองลงมา ข้อที่ 1 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.57 1.35 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.36 67.45 ตามลำดับ

**ตารางที่ 19** ค่าสถิติพื้นฐานของการรู้ทางชีวภาพด้านเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง (n=275)

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนน ต่ำสุด	คะแนน สูงสุด	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละ
4	1	0	1	0.99	0.12	98.55
8	2	1	2	1.79	0.48	89.27
10	2	1	2	1.76	0.47	88.00

จากตาราง 19 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในด้านบริบท ข้อที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.99 คะแนน จากคะแนนเต็ม 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 98.55 รองลงมา ข้อที่ 8 10 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.79 1.76 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 89.27 และ 88.00 ตามลำดับ

**ตารางที่ 20** ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านแรงจูงใจ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผล
MT 1 นักเรียนสามารถดำเนินชีวิตตามเป้าหมายที่วางไว้อย่างชัดเจน	3.62	0.83	เห็นด้วย
MT 2 นักเรียนไม่รู้สึกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้นั้นเป็นอุปสรรคของชีวิต	3.64	1.05	เห็นด้วย
MT 3 นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจทำงานที่ตนได้รับมอบหมาย	4.12	0.78	เห็นด้วย
MT 4 นักเรียนสามารถสร้างแรงผลักดันให้เกิดความมุ่งมั่นตั้งใจในตนเอง	3.89	0.89	เห็นด้วย
MT 5 ความมุ่งมั่นตั้งใจของนักเรียนทำให้ชีวิตมีความหมาย	4.16	0.84	เห็นด้วย
MT 6 นักเรียนมีการวางแผน เตรียมพร้อมก่อนการทำงานต่าง ๆ อยู่เสมอ	3.92	0.83	เห็นด้วย

ตารางที่ 20 (ต่อ) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านแรงจูงใจ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ข้อความ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
MT 7 นักเรียนสามารถอดทนต่ออุปสรรคต่าง ๆ ในชีวิตได้	3.88	0.82	เห็นด้วย
MT 8 นักเรียนจะหาที่ปรึกษาเมื่อเจออุปสรรคที่ไม่สามารถแก้ไขด้วยตัวเอง	3.91	1.00	เห็นด้วย
MT 9 นักเรียนสามารถแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ ลุล่วงไปด้วยดี	3.81	0.74	เห็นด้วย
MT 10 อุปสรรคต่าง ๆ ช่วยผลักดันให้นักเรียนมีความมุ่งมั่นมากขึ้น	3.80	0.97	เห็นด้วย
MT 11 นักเรียนชอบกิจกรรมที่ต้องมีการแข่งขันหรือมีความท้าทาย	3.27	1.20	ไม่แน่ใจ
MT 12 นักเรียนมักจะเลือกเพื่อนร่วมงานที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงในการทำงาน	4.16	0.83	เห็นด้วย
<b>รวม</b>	<b>3.85</b>	<b>0.25</b>	<b>เห็นด้วย</b>

จากตารางที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยสำหรับตัวแปรแฝงด้านแรงจูงใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.85 ซึ่งมีข้อความ MT 12 “นักเรียนมักจะเลือกเพื่อนร่วมงานที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงในการทำงาน” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.16 อยู่ในระดับเห็นด้วย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.83) รองลงมาข้อความ MT 6 “นักเรียนมีการวางแผน เตรียมพร้อมก่อนการทำงานต่าง ๆ อยู่เสมอ” ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92 อยู่ในระดับเห็นด้วย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.83) และข้อความ MT 11 “นักเรียนชอบกิจกรรมที่ต้องมีการแข่งขันหรือมีความท้าทาย” ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.27 อยู่ในระดับไม่แน่ใจ (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.20)

**ตารางที่ 21** ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านความใฝ่รู้ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
CR1 นักเรียนให้ความสนใจและซักถามในสิ่งที่สงสัยอยู่เสมอ	3.84	0.86	เห็นด้วย
CR2 นักเรียนชอบสังเกตการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อม นำมาซึ่งการตั้งคำถามอย่างมีเหตุผล	3.92	0.89	เห็นด้วย
CR3 ความช่างสังเกตของนักเรียนทำให้ได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ	4.01	0.82	เห็นด้วย
CR4 นักเรียนศึกษาข้อมูลในงานที่ได้รับมอบหมายก่อนลงมือทำเสมอ	4.01	0.88	เห็นด้วย
CR5 นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จลุล่วงในเวลาที่กำหนด	4.15	0.90	เห็นด้วย
CR6 นักเรียนมักเรียนรู้และรับมือกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เข้ามาในชีวิตได้อย่างรวดเร็ว	3.82	0.85	เห็นด้วย
CR7 นักเรียนพยายามทำงานให้มีความผิดพลาดน้อยที่สุด	4.33	0.70	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
CR8 เมื่อนักเรียนขาดความรู้ในสิ่งใด นักเรียนจะเพียงพยายามหาความรู้นั้นให้ได้	3.96	0.82	เห็นด้วย
CR9 นักเรียนจะพยายามศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเองก่อนเสมอ	4.13	0.77	เห็นด้วย
CR10 นักเรียนมักจะคิดหาวิธีการใหม่ ๆ ที่จะช่วยทำงานให้สำเร็จ	4.00	0.80	เห็นด้วย
CR11 นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว	3.55	0.88	เห็นด้วย
CR12 ในทุก ๆ วันนักเรียนจะแบ่งเวลาสำหรับการหาความรู้วิทยาศาสตร์อยู่เสมอ	3.20	1.01	ไม่แน่ใจ
<b>รวม</b>	<b>3.91</b>	<b>0.30</b>	<b>เห็นด้วย</b>

จากตารางที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ยสำหรับตัวแปรด้านความใฝ่รู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.91 ซึ่งมีข้อคำถาม CR7 “นักเรียนพยายามทำงานให้มีความผิดพลาดน้อยที่สุด” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.33 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70) CR9 “นักเรียนจะพยายามศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเองก่อนเสมอ” ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 อยู่ในระดับเห็นด้วย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77) และข้อคำถาม CR12 “ในทุก ๆ วันนักเรียนจะแบ่งเวลาสำหรับการหาความรู้วิทยาศาสตร์อยู่เสมอ” ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.20 อยู่ในระดับไม่แน่ใจ (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.01)

**ตารางที่ 22** ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านแหล่งการเรียนรู้ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
SL1 โรงเรียนมีแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ห้องปฏิบัติการเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และดาราศาสตร์ ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น	4.51	0.72	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
SL2 โรงเรียนมีแหล่งการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถพิเศษของนักเรียนเต็มตามศักยภาพ เช่น ชุมนุมต่าง ๆ ตามความสนใจของนักเรียน	3.94	1.03	เห็นด้วย
SL3 โรงเรียนมีแหล่งการเรียนรู้ที่ช่วยจุดประกายความเป็นนักชีววิทยา เช่น ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา สวนพฤกษศาสตร์	3.99	0.99	เห็นด้วย
SL4 โรงเรียนมีบริการคอมพิวเตอร์ในห้องสมุด โดยให้บริการอินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ และบริการกระดานข่าวภายในโรงเรียน	4.07	1.06	เห็นด้วย
SL5 โรงเรียนจัดงานวิชาการเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่	3.99	0.98	เห็นด้วย
<b>รวม</b>	<b>4.1</b>	<b>0.23</b>	<b>เห็นด้วย</b>

จากตารางที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ยสำหรับตัวแปรแฝงด้านแหล่งการเรียนรู้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 ซึ่งมีข้อคำถาม SL1 “โรงเรียนมีแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ห้องปฏิบัติการเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และดาราศาสตร์ ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.51 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.72) รองลงมาข้อคำถาม SL4 “โรงเรียนมีบริการคอมพิวเตอร์ในห้องสมุด โดยให้บริการอินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ และบริการกระดานข่าวภายในโรงเรียน” ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 อยู่ในระดับเห็นด้วย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.06) และข้อคำถาม SL2 “โรงเรียนมีแหล่งการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถพิเศษของนักเรียนเต็มตามศักยภาพ เช่น ชุมนุมต่าง ๆ ตามความสนใจของนักเรียน” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.94 อยู่ในระดับเห็นด้วย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.03)

**ตารางที่ 23** ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านครูผู้สอนชีววิทยา โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ข้อความคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
BT1 ครูผู้สอนชีววิทยามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่สอนอย่างลึกซึ้ง	4.32	0.75	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
BT2 ครูผู้สอนชีววิทยามีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ในการสอน	4.33	0.71	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
BT3 ครูผู้สอนชีววิทยามีความตรงต่อเวลาและใสใจนักเรียนเป็นรายบุคคล	4.15	0.79	เห็นด้วย
BT4 ครูผู้สอนชีววิทยาสามารถจัดการเรียนการสอนได้หลากหลาย และเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน	4.11	0.83	เห็นด้วย
BT5 ครูผู้สอนชีววิทยามีการตรวจสอบงานที่มอบหมาย และให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างสม่ำเสมอ	4.15	0.81	เห็นด้วย
BT6 ครูผู้สอนชีววิทยาสามารถเพิ่มแรงบันดาลใจในการเรียนชีววิทยา	3.78	1.04	เห็นด้วย
<b>รวม</b>	<b>4.14</b>	<b>0.20</b>	<b>เห็นด้วย</b>

จากตารางที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ยสำหรับตัวแปรแฝงด้านครูผู้สอนชีววิทยาโดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ซึ่งมีข้อความคำถาม BT2 “ครูผู้สอนชีววิทยามีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ในการสอน” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.33 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71) รองลงมาข้อความคำถาม BT1 “ครูผู้สอนชีววิทยามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่สอนอย่างลึกซึ้ง” ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.75) และข้อความคำถาม BT6 “ครูผู้สอนชีววิทยาสามารถเพิ่มแรงบันดาลใจในการเรียนชีววิทยา” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.78 อยู่ในระดับเห็นด้วย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.04)



**ตารางที่ 24** ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านสื่อการเรียนรู้ โดยมี  
คะแนนเต็ม 5 คะแนน

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผล
IM1 โรงเรียนมีสื่อเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ทันสมัยและเอื้อต่อ การเรียนรู้ของนักเรียน เช่น กระดานอัจฉริยะ โปรเจคเตอร์ หุ่นจำลอง เป็นต้น	4.06	0.92	เห็นด้วย
IM2 สื่อ วัสดุ อุปกรณ์การเรียนรู้มีจำนวนเพียงพอต่อจำนวน นักเรียน เช่น หุ่นยนต์จำลองการทำงานของระบบต่าง ๆ ใน ร่างกาย ชุดอุปกรณ์ผ่าตัด กล้องจุลทรรศน์ สไลด์ แผ่นปิดสไลด์ เป็นต้น	4.14	0.89	เห็นด้วย
IM3 สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม กับเนื้อหาสาระการเรียนรู้และทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมี ประสิทธิภาพ	4.22	0.80	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
IM4 เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการผลิตและใช้สื่ออย่าง ง่าย	4.03	0.87	เห็นด้วย
IM5 ครูใช้ตัวอย่างสด ตัวอย่างแห้ง หรือตัวอย่างดองในการทำ ปฏิบัติการทางชีววิทยาได้อย่างเหมาะสม	4.32	0.78	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
<b>รวม</b>	<b>4.16</b>	<b>0.14</b>	<b>เห็นด้วย</b>

จากตารางที่ 24 แสดงค่าเฉลี่ยสำหรับตัวแปรทางด้านสื่อการเรียนรู้โดยภาพรวม  
อยู่ในระดับเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 ซึ่งมีข้อคำถาม IM5 “ครูใช้ตัวอย่างสด ตัวอย่างแห้ง  
หรือตัวอย่างดองในการทำปฏิบัติการทางชีววิทยาได้อย่างเหมาะสม” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.32  
อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.78) รองลงมาข้อคำถาม IM3  
“สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้และทำให้เกิด  
การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ” ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง (ส่วนเบี่ยงเบน  
มาตรฐานเท่ากับ 0.80) และข้อคำถาม IM4 “เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการผลิตและใช้สื่อ  
อย่างง่าย” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.03 อยู่ในระดับเห็นด้วย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.87)

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
EM1 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ	4.08	0.86	เห็นด้วย
EM2 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.18	0.76	เห็นด้วย
EM3 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนที่หลากหลายและเหมาะสมกับเนื้อหา	4.01	0.82	เห็นด้วย
EM4 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาให้นักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ตามจุดมุ่งหมายของโรงเรียน	4.02	0.85	เห็นด้วย
EM5 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง	4.32	0.76	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
EM6 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น	4.10	0.87	เห็นด้วย
EM7 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และรายบุคคล	4.28	0.76	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
EM8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนรู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เชื่อถือได้ เช่น ฐานข้อมูลการวิจัย	4.15	0.78	เห็นด้วย
<b>รวม</b>	<b>4.14</b>	<b>0.11</b>	<b>เห็นด้วย</b>

จากตารางที่ 25 แสดงค่าเฉลี่ยสำหรับตัวแปรแฝงด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ซึ่งมีข้อคำถาม EM5 “ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.32 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.76) รองลงมาข้อคำถาม EM7 “ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และรายบุคคล” ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.76) และข้อคำถาม EM3 “ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนที่หลากหลายและเหมาะสมกับเนื้อหา” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.01 อยู่ในระดับเห็นด้วย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.82)

**ตารางที่ 26** ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านปัจจัยด้านโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
AB1 ถ้าฉันได้ทำโครงการ/ทำวิจัยจะทำให้ฉันได้ใช้ทักษะกระบวนการด้านชีววิทยาได้อย่างเต็มที่	3.86	0.93	เห็นด้วย
AB2 ถ้าฉันมีโอกาสเข้าชมผลงานด้านชีววิทยา/นิทรรศการความรู้ด้านชีววิทยา ทำให้ฉันเกิดแนวคิดใหม่ ๆ ในการสร้างผลงาน และสามารถนำความรู้มาใช้ในการเรียนได้	3.89	0.88	เห็นด้วย
AB3 ฉันคิดว่าโอกาสในการร่วมงานประชุมวิชาการด้านชีววิทยา น่าจะทำให้ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้มากขึ้น	3.93	0.88	เห็นด้วย
AB4 ฉันคิดว่าค่ายวิชาการด้านชีววิทยา น่าจะทำให้ฉันถ่ายทอดหรือได้รับความรู้ได้อย่างเต็มที่	3.96	0.92	เห็นด้วย
AB5 ฉันตื่นตัวตลอดเวลาในการค้นคว้าหาความรู้จากข่าวสารด้านชีววิทยา	3.52	1.00	เห็นด้วย
AB6 ฉันชอบศึกษา ค้นคว้า แชร์หรือแบ่งปันความรู้ทางด้านชีววิทยากับโลกออนไลน์	3.45	1.07	เห็นด้วย
AB7 ข่าวสารด้านชีววิทยาทำให้ฉันเข้าใจหลักการทางด้านชีววิทยามากขึ้น	3.93	0.93	เห็นด้วย
<b>รวม</b>	<b>3.79</b>	<b>0.21</b>	<b>เห็นด้วย</b>

จากตารางที่ 26 แสดงค่าเฉลี่ยสำหรับตัวแปรแฝงด้านโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยาโดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.79 ซึ่งมีข้อคำถาม AB4 “ฉันคิดว่าค่ายวิชาการด้านชีววิทยา น่าจะทำให้ฉันถ่ายทอดหรือได้รับความรู้ได้อย่างเต็มที่” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.96 อยู่ในระดับเห็นด้วย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.92) รองลงมาข้อคำถาม AB3 “ฉันคิดว่าโอกาสในการร่วมงานประชุมวิชาการด้านชีววิทยา น่าจะทำให้ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้มากขึ้น” ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 อยู่ในระดับเห็นด้วย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.88) และข้อคำถาม AB6 “ฉันชอบศึกษา ค้นคว้า แชร์หรือแบ่งปันความรู้ทางด้านชีววิทยากับโลกออนไลน์” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.45 อยู่ในระดับเห็นด้วย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.07)

ตารางที่ 27 ค่าแอลฟาครอนบาค ความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ และค่าความแปรปรวนเฉลี่ยขององค์ประกอบที่สกัดได้

ตัวแปรแฝง	แอลฟาครอนบาค	ความเชื่อมั่นของ องค์ประกอบ (CR)	ค่าความแปรปรวนเฉลี่ยของ องค์ประกอบที่สกัดได้ (AVE)
โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	0.888	0.912	0.599
ครูผู้สอนชีววิทยา	0.892	0.917	0.649
ความใฝ่รู้	0.856	0.885	0.436
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	0.919	0.934	0.640
สื่อการเรียนรู้	0.877	0.911	0.671
แรงจูงใจ	0.839	0.875	0.440
แหล่งการเรียนรู้	0.841	0.887	0.611
การรู้ทางชีวภาพ		0.696	

จากตารางที่ 27 ผลการประเมินความสอดคล้องภายในของตัวแปรสังเกตได้ที่เป็นโมเดลแบบสะท้อน (Reflective Model) ด้วยค่าความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ (Composite Reliability) มีค่าระหว่าง 0.696-0.934 ซึ่งส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 0.80 การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเหมือนด้วยค่าความแปรปรวนเฉลี่ยขององค์ประกอบที่สกัดได้ (Average Variance Extracted: AVE) มีค่าระหว่าง 0.436-0.671 ซึ่งส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 0.50 และการประเมินความเชื่อมั่นด้วยค่าแอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) มีค่าระหว่าง 0.839-0.919 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.80 แสดงให้เห็นว่าตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันภายใน และสามารถรวมกันอธิบายองค์ประกอบที่สกัดได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 28 ค่าความเที่ยงตรงเชิงจำแนกด้วยเกณฑ์ของ Fornell-Larcker

ตัวแปรแฝง	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	การรู้ทางชีวภาพ	ครูผู้สอนชีววิทยา	ความไม่รู้	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	แรงจูงใจ	แหล่งการเรียนรู้
โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	0.774							
การรู้ทางชีวภาพ	-0.058	0.668						
ครูผู้สอนชีววิทยา	0.526	-0.011	0.806					
ความไม่รู้	0.510	-0.092	0.381	0.660				
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	0.552	-0.028	0.728	0.461	0.800			
สื่อการเรียนรู้	0.528	0.031	0.638	0.458	0.735	0.819		
แรงจูงใจ	0.488	-0.052	0.430	0.752	0.440	0.462	0.663	
แหล่งการเรียนรู้	0.517	-0.034	0.575	0.373	0.597	0.691	0.414	0.782

จากตารางที่ 28 แสดงค่าความเที่ยงตรงเชิงจำแนก ด้วยเกณฑ์ของ Fornell-Larcker มีค่าในแนวทแยงระหว่าง 0.660-0.819 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่านอกแนวทแยงของเมทริกซ์ ซึ่งมีค่าระหว่าง -0.092-0.752

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์อัตราส่วน HTMT (Heterotrait-Monotrait)

ตัวแปรแฝง	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	การรู้ทางชีวภาพ	ครูผู้สอนชีววิทยา	ความใฝ่รู้	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	แรงจูงใจ	แหล่งการเรียนรู้
โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา								
การรู้ทางชีวภาพ	0.128							
ครูผู้สอนชีววิทยา	0.593	0.127						
ความใฝ่รู้	0.579	0.236	0.428					
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	0.611	0.122	0.800	0.516				
สื่อการเรียนรู้	0.595	0.118	0.720	0.522	0.814			
แรงจูงใจ	0.564	0.191	0.498	0.872	0.500	0.539		
แหล่งการเรียนรู้	0.593	0.111	0.662	0.427	0.674	0.798	0.488	

จากตารางที่ 29 แสดงค่าอัตราส่วน HTMT (Heterotrait- Monotrait) มีค่าระหว่าง 0.111-0.872 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.90 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละโมเดลการวัดสามารถวัดองค์ประกอบได้เฉพาะโมเดลนั้น ๆ เป็นอย่างดี

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยการขยายตัวของความแปรปรวนของตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบสะท้อน (Inner VIF)

ตัวแปรแฝง	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	การรู้ทางชีวภาพ	ครูผู้สอนชีววิทยา	ความใฝ่รู้	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	แรงจูงใจ	แหล่งการเรียนรู้
โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา		1.796		1.727				
การรู้ทางชีวภาพ								
ครูผู้สอนชีววิทยา		2.396		2.350	1.687			
ความใฝ่รู้		2.542						
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้		3.027		2.496				
สื่อการเรียนรู้		2.890			1.687			
แรงจูงใจ		2.497		1.424				
แหล่งการเรียนรู้		2.127		1.784				

จากตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างโดยการพิจารณาภาวะร่วมเชิงเส้น (Multicollinearity) ของตัวแปรสังเกตได้ด้วยค่าปัจจัยการขยายตัวของความแปรปรวนของตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบสะท้อน (Inner VIF) มีค่าระหว่าง 1.424–3.027 และตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบรวม (Outer VIF) มีค่าระหว่าง 1.008–2.970 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 5 แสดงว่าไม่เกิดปัญหาภาวะร่วมเชิงเส้นของตัวแปรสังเกตได้

ตารางที่ 31 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ที่มีต่อตัวแปรแฝง (Outer loadings)

ตัวแปรแฝง	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	การรู้ทางชีวภาพ	ครูผู้สอนชีววิทยา	ความใฝ่รู้	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	แรงจูงใจ	แหล่งการเรียนรู้
AB1	0.706							
AB2	0.777							
AB3	0.767							
AB4	0.784							
AB5	0.827							
AB6	0.766							
AB7	0.784							
BL2		0.468						
BL3		0.829						
BT1			0.780					
BT2			0.777					
BT3			0.806					
BT4			0.844					
BT5			0.804					
BT6			0.822					
CR1				0.612				
CR10				0.636				
CR11				0.718				
CR12				0.626				
CR2				0.685				
CR3				0.660				
CR4				0.603				
CR6				0.694				
CR8				0.717				
CR9				0.638				
EM1					0.784			

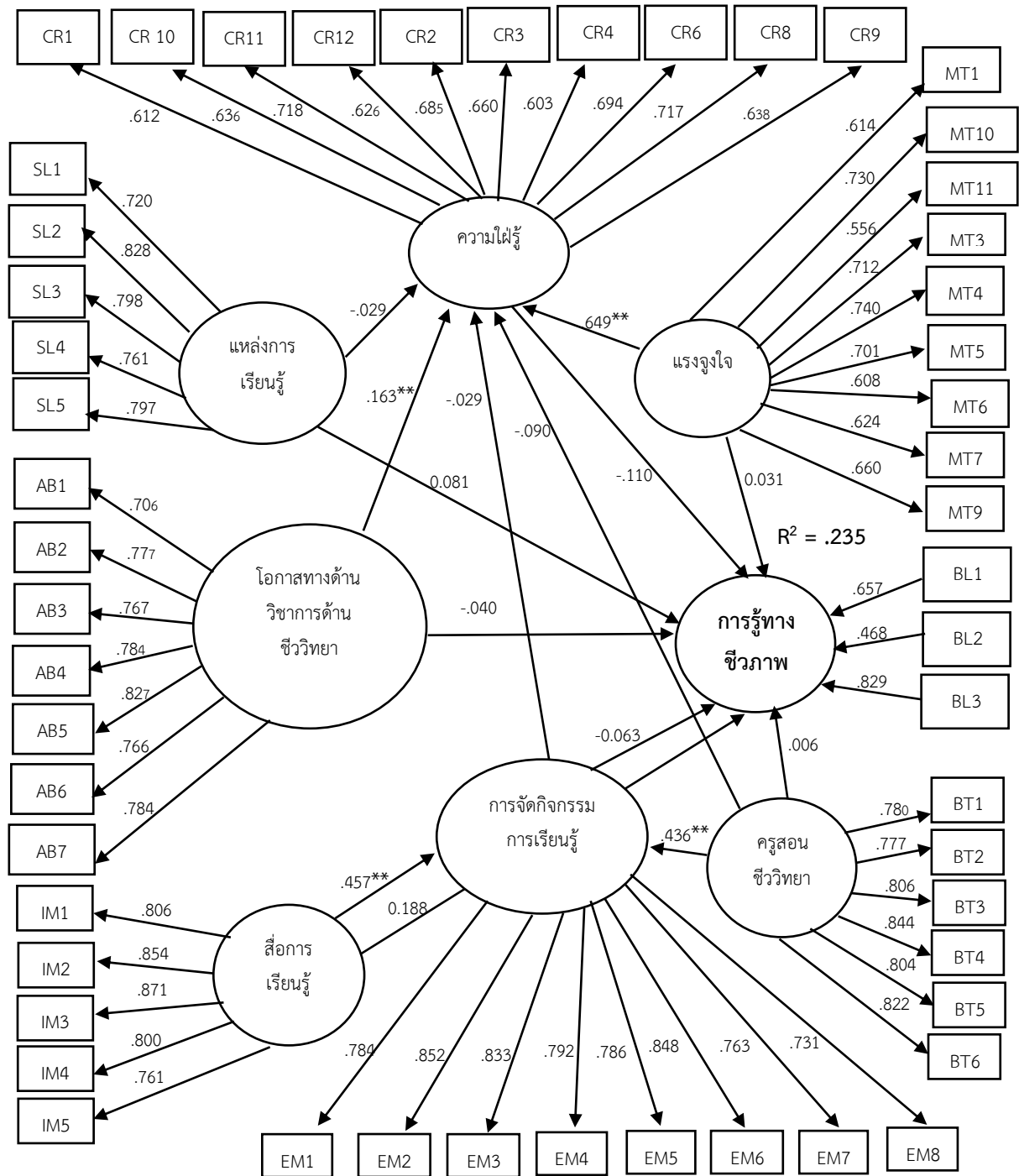


ตารางที่ 31 (ต่อ) คำนวณน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ที่มีต่อตัวแปรแฝง (Outer loadings)

ตัวแปรแฝง	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	การรู้ทางชีวภาพ	ครูผู้สอนชีววิทยา	ความใส่ใจ	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	แรงจูงใจ	แหล่งการเรียนรู้
EM2					0.852			
EM3					0.833			
EM4					0.792			
EM5					0.786			
EM6					0.848			
EM7					0.763			
EM8					0.731			
IM1						0.806		
IM2						0.854		
IM3						0.871		
IM4						0.800		
IM5						0.761		
MT1							0.614	
MT10							0.730	
MT11							0.556	
MT3							0.712	
MT4							0.740	
MT5							0.701	
MT6							0.608	
MT7							0.624	
MT9							0.660	
SL1								0.720
SL2								0.828
SL3								0.798
SL4								0.761
SL5								0.797
BL1		0.657						

จากตารางที่ 31 พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตาม ซึ่งเป็นการรู้ทางชีวภาพ ด้าน BL3 “เจตคติ” ให้ค่าอิทธิพลสูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.829 รองลงมา BL1 “ความรู้” มีค่าเท่ากับ 0.657 และต่ำสุด BL2 “บริบท” มีค่าเท่ากับ 0.468 และค่าน้ำหนักอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรอิสระโดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า 0.70 ดังนี้ ตัวแปรด้านโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยามีค่าอิทธิพลระหว่าง 0.706-0.827 ด้านครูผู้สอนชีววิทยามีค่าอิทธิพลระหว่าง 0.777-0.844 ด้านความใฝ่รู้มีค่าอิทธิพลระหว่าง 0.603-0.717 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าอิทธิพลระหว่าง 0.731-0.852 ด้านสื่อการเรียนรู้มีค่าอิทธิพลระหว่าง 0.761-0.871 ด้านแรงจูงใจมีค่าอิทธิพลระหว่าง 0.556-0.740 และแหล่งการเรียนรู้มีค่าอิทธิพลระหว่าง 0.720-0.828

ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดได้ตัดตัวแปรสังเกตได้ CR5 CR7 MT2 MT8 และ MT12 เนื่องจากน้ำหนักองค์ประกอบ (Main Loading) น้อยกว่า 0.70 แต่ตัวแปรสังเกตได้ CR1 CR2 CR3 CR4 CR6 CR9 CR12 MT1 MT6 MT7 MT9 และ MT11 แม้วามีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Main Loading) น้อยกว่า 0.70 น้อยก็ไม่สามารถตัดออกจากโมเดลนั้น ๆ ได้ เพราะโมเดลการวัดนั้นสามารถตัดตัวแปรสังเกตได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝงที่มีการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

จากภาพที่ 6 แสดงผลการทดสอบสมมติฐานโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM ใช้ขั้นตอนวิธี Bootstrap ได้ตัดข้อความ CR5 “นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จคล่องในเวลาที่กำหนด” CR7 “นักเรียนพยายามทำงานให้มีความผิดพลาดน้อยที่สุด” MT2 “นักเรียนไม่รู้สึกร่าเริงที่ตั่งไว้นั้นเป็นอุปสรรคของชีวิต” MT8 “นักเรียนจะหาที่ปรึกษาเมื่อเจออุปสรรคที่ไม่สามารถแก้ไขด้วยตัวเอง” และ MT12 “นักเรียนมักจะเลือกเพื่อนร่วมงานที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงในการทำงาน” เนื่องจากน้ำหนักองค์ประกอบ (Main Loading น้อยกว่า .50 แต่ตัวแปรสังเกตได้ BL2 แม้ว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบ น้อยก็ไม่สามารถตัดออกจากโมเดลนั้น ๆ ได้เพราะมีโมเดลการวัดเป็นแบบรวมตัว

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย ( $R^2$ ) เท่ากับ .235 แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 7 ตัวสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้ร้อยละ 23.5 และมีค่า Goodness of Fit (GOF) เท่ากับ 0.320 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 0.308 แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 7 ตัวสามารถคาดคะเนความผันแปรของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามได้ในระดับต่ำ

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ (n=275)

สมมติฐานที่	เส้นทางอิทธิพล	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่า SE	ค่าสถิติทดสอบ t	Sig.	ผลการทดสอบ
1	แรงจูงใจ -> ความใฝ่รู้	0.650	0.048	13.541**	0.000	สนับสนุน
2	สื่อการเรียนรู้ -> การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	0.457	0.067	6.799**	0.000	สนับสนุน
3	ครูผู้สอนชีววิทยา -> การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	0.436	0.070	6.246**	0.000	สนับสนุน
4	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา -> ความใฝ่รู้	0.163	0.058	2.794**	0.005	สนับสนุน
5	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ -> ความใฝ่รู้	0.168	0.095	1.771	0.077	ไม่สนับสนุน
6	สื่อการเรียนรู้ -> การรู้ทางชีวภาพ	0.188	0.136	1.380	0.168	ไม่สนับสนุน
7	ครูผู้สอนชีววิทยา -> ความใฝ่รู้	-0.090	0.082	1.108	0.268	ไม่สนับสนุน
8	ความใฝ่รู้ -> การรู้ทางชีวภาพ	-0.129	0.167	0.772	0.440	ไม่สนับสนุน
9	แหล่งการเรียนรู้ -> การรู้ทางชีวภาพ	-0.081	0.112	0.724	0.469	ไม่สนับสนุน
10	แหล่งการเรียนรู้ -> ความใฝ่รู้	-0.028	0.058	0.486	0.627	ไม่สนับสนุน
11	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ -> การรู้ทางชีวภาพ	-0.063	0.135	0.468	0.640	ไม่สนับสนุน

ตารางที่ 32 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ (n=275)

สมมติฐาน ที่	เส้นทางอิทธิพล	ค่า สัมประสิทธิ์	ค่า SE	ค่าสถิติ ทดสอบ t	Sig.	ผลการ ทดสอบ
12	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา -> การรู้ทางชีวภาพ	-0.040	0.107	0.372	0.710	ไม่สนับสนุน
13	แรงจูงใจ-> การรู้ทางชีวภาพ	0.031	0.150	0.208	0.836	ไม่สนับสนุน
14	ครูผู้สอนชีววิทยา -> การรู้ทาง ชีวภาพ	0.018	0.130	0.138	0.890	ไม่สนับสนุน

\*\*p<.01, SE: Standard Error (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

จากตารางที่ 32 แสดงค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากทั้ง 14 สมมติฐาน ปรากฏว่าสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดเพียง 4 สมมติฐานได้แก่

1) แรงจูงใจต่อความใฝ่รู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.650 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 13.541

2) สื่อการเรียนรู้ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.457 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 6.799

3) ครูผู้สอนชีววิทยาต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .436 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 6.246

4) โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยาต่อความใฝ่รู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.163 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 2.794

ส่วนอีก 10 สมมติฐานปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดไว้

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ค่าอิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect) ของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตาม (n=275)

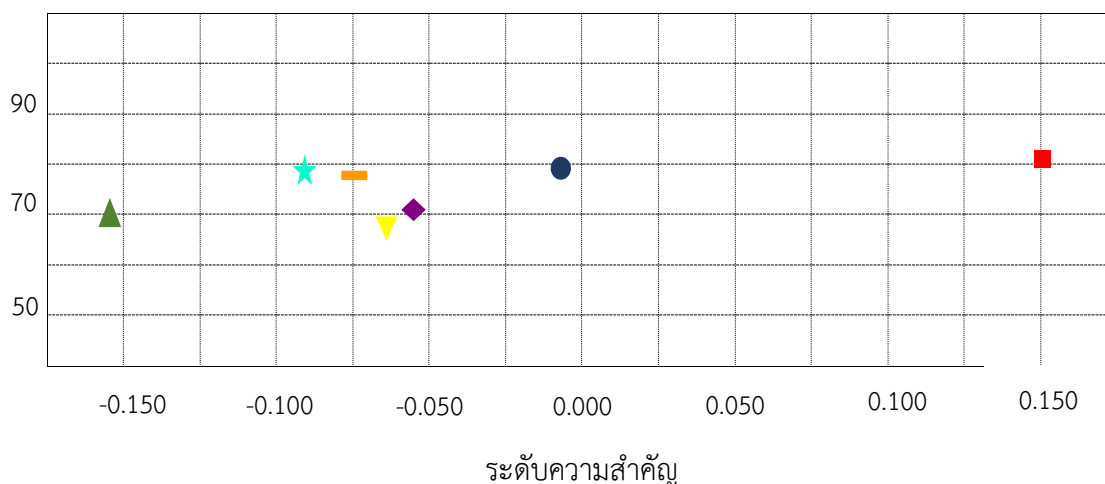
สมมติฐาน ที่	เส้นทางอิทธิพล	ค่า สัมประสิทธิ์	ค่า SE	ค่าสถิติ ทดสอบ t	Sig.
1	ครูสอนวิชาชีววิทยา-> การจัดการเรียนรู้ -> ความใฝ่รู้	0.073	0.043	1.726	0.084
2	สื่อการเรียนรู้-> การจัดการเรียนรู้-> การรู้ทางชีวภาพ	0.077	0.046	1.672	0.095
3	แรงจูงใจ-> ความใฝ่รู้-> การรู้ทางชีวภาพ	-0.084	0.110	0.762	0.446
4	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา-> ความใฝ่รู้-> การรู้ทางชีวภาพ	-0.021	0.029	0.711	0.477
5	การจัดการเรียนรู้-> ความใฝ่รู้-> การรู้ทางชีวภาพ	-0.022	0.033	0.660	0.509
6	ครูสอนวิชาชีววิทยา-> การจัดการเรียนรู้-> ความใฝ่รู้-> การรู้ทางชีวภาพ	-0.009	0.014	0.655	0.512
7	สื่อการเรียนรู้-> การจัดการเรียนรู้-> ความใฝ่รู้-> การรู้ทางชีวภาพ	-0.010	0.015	0.646	0.519
8	ครูสอนชีววิทยา-> ความใฝ่รู้-> การรู้ทางชีวภาพ	0.012	0.022	0.525	0.600
9	ครูสอนวิชาชีววิทยา-> การจัดการเรียนรู้-> การรู้ทางชีวภาพ	-0.028	0.060	0.461	0.645
10	สื่อการเรียนรู้-> การจัดการเรียนรู้-> การรู้ทางชีวภาพ	-0.029	0.063	0.457	0.648
11	แหล่งการเรียนรู้-> ความใฝ่รู้-> การรู้ทางชีวภาพ	0.004	0.013	0.291	0.771

จากตารางที่ 34 แสดงค่าอิทธิพลทางอ้อมของปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตาม พบว่าทั้ง 11 สมมติฐานมีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือไม่สามารถสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดไว้

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพ

สัญลักษณ์	ตัวแปรแฝง	การรู้ทางชีวภาพ	
		ระดับความสำคัญ	ระดับประสิทธิภาพ
■	สื่อการเรียนรู้	0.150	79.181
—	แหล่งการเรียนรู้	-0.073	77.980
★	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	-0.092	77.697
●	ครูผู้สอนชีววิทยา	-0.008	76.981
◆	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	-0.058	69.870
▲	ความใฝ่รู้	-0.158	69.536
▼	แรงจูงใจ	-0.064	66.879

## ระดับประสิทธิภาพ



ภาพที่ 7 ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพของตัวแปรแฝงที่มีต่อการรู้ทางชีวภาพ

ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพ (Importance-performance Matrix Analysis) ปรากฏว่ามีเฉพาะสื่อการเรียนรู้ที่ให้ค่าระดับความสำคัญต่อการรู้ทางชีวภาพเป็นค่าบวก มีค่า เท่ากับ 0.150 ส่วนอีก 6 ตัวแปรแฝงให้ค่าระดับความสำคัญต่อการรู้ทางชีวภาพเป็นค่าลบ ได้แก่ ครูสอนชีววิทยา โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา แรงจูงใจ แหล่งการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และความใฝ่รู้ โดยมีระดับความสำคัญเท่ากับ -0.008 -0.058 -0.064 -0.073 -0.092 -0.158 ตามลำดับ และสื่อการเรียนรู้มีระดับประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับการรู้ทางชีวภาพ โดยมีค่าคะแนนเท่ากับ 79.181 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน รองลงมาเป็นแหล่งการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีระดับประสิทธิภาพเท่ากับ 77.980 และ 77.697 ตามลำดับ ผลดังตารางที่ 35 และภาพที่ 7

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพและศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย

**ระยะที่ 1** การสร้างเกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย มีทั้งสิ้น 1580 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย จำนวน 402 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 10 สถานการณ์ 25 ข้อ คำถาม การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นวิเคราะห์คะแนนการรู้ทางชีวภาพ โดยวิเคราะห์ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำคะแนนมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเพศและรายภาค และสร้างเกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย

**ระยะที่ 2** การศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย

ประชากร คือ นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยที่กำลังศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีทั้งสิ้น 1580 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยที่กำลังศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 275 คน ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) 7 ตัวแปร คือ ปัจจัยด้านแรงจูงใจ ปัจจัยความใฝ่รู้ ปัจจัยสื่อการเรียนรู้ ปัจจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัจจัยครูผู้สอนชีววิทยา ปัจจัยโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา และปัจจัยแหล่งการเรียนรู้ ตัวแปรตาม (Dependent Variables) 1 ตัวแปร คือ การรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบการรู้ทางชีวภาพ จำนวน 8 สถานการณ์ 12 ข้อคำถาม ที่คัดเลือกจากระยะที่ 1 และแบบสอบถามการรู้ทางชีวภาพ จำนวน 3 ตอน การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย โดยโปรแกรม Smart PLS 3.0 เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุตามโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์



## สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. การสร้างเกณฑ์ปกติของการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย มีผลการศึกษาดังนี้

1.1 คะแนนเฉลี่ยการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย ในภาพรวมเท่ากับ 31.53 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.96 จากคะแนนเต็ม 19 คะแนน ด้านบริบทมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.29 จากคะแนนเต็ม 11 คะแนน และด้านเจตคติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.29 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า ด้านความรู้กับบริบท นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน เมื่อจำแนกตามรายภาคพบว่านักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

1.2 เกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพนี้เป็นเกณฑ์ปกติระดับประเทศ สร้างจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย จำนวน 402 คน ได้ค่าคะแนนที่อยู่ระหว่าง  $T_{20}$  ถึง  $T_{80}$  ( $P_{0.12} - P_{99.88}$ )

2. ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย มีผลการศึกษาดังนี้

น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตาม ซึ่งเป็นการรู้ทางชีวภาพ ด้าน BL3 “เจตคติ” ให้ค่าอิทธิพลสูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.829 รองลงมา BL1 “ความรู้” มีค่าเท่ากับ 0.657 และต่ำสุด BL2 “บริบท” มีค่าเท่ากับ 0.468 และค่าน้ำหนักอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรอิสระโดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า 0.7 ดังนี้ ตัวแปรด้านโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยามีค่าอิทธิพลระหว่าง 0.706-0.827 ด้านครูผู้สอนชีววิทยามีค่าอิทธิพลระหว่าง 0.777-0.844 ด้านความใฝ่รู้มีค่าอิทธิพลระหว่าง 0.603-0.717 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าอิทธิพลระหว่าง 0.731-0.852 ด้านสื่อการเรียนรู้มีค่าอิทธิพลระหว่าง 0.761-0.871 ด้านแรงจูงใจมีค่าอิทธิพลระหว่าง 0.556-0.740 และแหล่งการเรียนรู้มีค่าอิทธิพลระหว่าง 0.720-0.828

ผลการทดสอบสมมติฐานโมเดลสมการโครงสร้างจากทั้ง 14 สมมติฐาน ปรากฏว่าสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดเพียง 4 สมมติฐานได้แก่ 1) แรงจูงใจต่อความใฝ่รู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.650 ค่าสถิติทดสอบ  $t$  เท่ากับ 13.541 2) สื่อการเรียนรู้ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.457 ค่าสถิติทดสอบ  $t$  เท่ากับ 6.799 3) ครูผู้สอนชีววิทยาต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .436 ค่าสถิติ

ทดสอบ t เท่ากับ 6.246 และ 4) โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยาต่อความใฝ่รู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.163 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 2.794 ส่วนอีก 10 สมมติฐานปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนสมมติฐานที่กำหนดไว้

ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพ (Importance-performance Matrix Analysis) ปรากฏว่า ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพ (Importance-performance Matrix Analysis) ปรากฏว่ามีเฉพาะสื่อการเรียนรู้ที่ให้ค่าระดับความสำคัญต่อการรู้ทางชีวภาพเป็นค่าบวก มีค่า เท่ากับ 0.150 ส่วนอีก 6 ตัวแปรแฝงให้ค่าระดับความสำคัญต่อการรู้ทางชีวภาพเป็นค่าลบ ได้แก่ ครูสอนชีววิทยา โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา แรงจูงใจ แหล่งการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และความใฝ่รู้ โดยมีระดับความสำคัญเท่ากับ -.008 -.058 -0.064 -0.073 -0.092 -0.158 ตามลำดับ และสื่อการเรียนรู้มีระดับประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องเนื่องกับการรู้ทางชีวภาพ โดยมีค่าคะแนนเท่ากับ 79.181 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน รองลงมาเป็นแหล่งการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีระดับประสิทธิภาพเท่ากับ 77.980 และ 77.697 ตามลำดับ

### อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนออภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. การสร้างเกณฑ์ปกติของการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย สามารถนำประเด็นที่น่าสนใจมาอภิปรายหลายประเด็น ดังนี้

1.1 คะแนนเฉลี่ยการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย ในภาพรวมเท่ากับ 31.53 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.96 จากคะแนนเต็ม 19 คะแนน ด้านบริบทมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.29 จากคะแนนเต็ม 11 คะแนน และด้านเจตคติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.29 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า ด้านความรู้กับบริบท นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ส่วนโดยภาพรวมกับด้านเจตคติมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน จากการรายงานของศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) จากการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนหญิงแสดงความสามารถต่ำกว่านักเรียนชาย แต่ด้านวิทยาศาสตร์มีช่องว่างของความแตกต่างแคบกว่าในด้านคณิตศาสตร์ เมื่อจำแนกตามรายภาคพบว่านักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับการ

ดำเนินงานของโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในระยะที่ 3 (2554-2561) มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ทั้ง 12 แห่ง ซึ่งกระจายอยู่ทั่วประเทศให้เป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ที่มีคุณภาพระดับเดียวกับโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ และโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นนำของนานาชาติ เพื่อเพิ่มจำนวนผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาที่ได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ มีจิตวิญญาณที่จะพัฒนาตนเองให้ก้าวไปสู่ความเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์ นักคิดค้นในอนาคต สร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ประเทศชาติ และเพื่อเป็นการกระจายโอกาสให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีกระจายอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศ ให้ได้รับโอกาสมากขึ้น และที่สำคัญที่ทำให้คะแนนเฉลี่ยโดยภาพรวมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน คือ กลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยที่จัดให้มีหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีจิตวิญญาณของความเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์ นักคิดค้นและนักพัฒนานวัตกรรมด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับเดียวกับนักเรียนของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นนำของนานาชาติ และการพัฒนาระบบสนับสนุน การบริหารจัดการและภาคีเครือข่าย (สำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา, 2562)

1.2 เกณฑ์ปกติการรู้ทางชีวภาพนี้เป็นเกณฑ์ปกติระดับประเทศ สร้างจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย จำนวน 402 คน ได้ค่าคะแนนที่อยูระหว่าง T20 ถึง T80 คะแนนเฉลี่ย 31.53 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.83 ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย พบว่า นักเรียนจากกลุ่มโรงเรียนเน้นแผนการเรียนด้านวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับเดียวกับกลุ่มประเทศ/เศรษฐกิจที่มีคะแนนวิทยาศาสตร์สูงสุดห้าอันดับแรก ซึ่งมีคะแนนวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศและค่าเฉลี่ย OECD (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) สอดคล้องกับผลการวิจัยของนิธิรัตน์ อาโยวงษ์ และวิมล สำราญวานิช (2554) ศึกษาเรื่อง การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของYuenyong (2006) นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย มีคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม (GMOs) เท่ากับ 30.56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 41 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.54 และนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย มีคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องการโคลน เท่ากับ 17.78 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.08 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของอำมิล มาหามะ อาฟีฟี ลาเต๊ะ และแววฤดี แววทองรักษ์ (2564) ศึกษาเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบและการสร้างเกณฑ์ปกติการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิชาชีพรูในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ มีค่าคะแนนที่

ระหว่าง T14 ถึง T70 ซึ่งมีคะแนนที่ขอบเขตล่างและบนต่ำกว่า โดยงานวิจัยข้างต้นมีข้อสังเกตว่า อาจจะเกี่ยวเนื่องกับกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นนักศึกษา 4 สาขาวิชา ซึ่งมีความแตกต่างกัน อีกทั้งแบบทดสอบจากงานวิจัยดังกล่าวเป็นแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ที่วัดครอบคลุมวิทยาศาสตร์ชีวภาพ และกายภาพ ส่งผลให้คะแนนที่ขอบเขตล่างและบนต่ำกว่า สอดคล้องผลการวิจัยของพัชรภรณ์ พัฒนพงศ์ วรณะ บรรจง และ อภิชาติ พัฒนวิริยะพิศาล (2557) ศึกษาเรื่อง การสร้างแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าคะแนนที่ระหว่าง T21 ถึง T69 ซึ่งมีคะแนนที่ขอบเขตล่างที่ใกล้เคียงกัน ส่วนขอบเขตบนงานวิจัยข้างต้นมีคะแนนที่ต่ำกว่า มีข้อสังเกตว่าอาจเกี่ยวเนื่องกับกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งอาจมีความรู้และประสบการณ์ที่มากกว่าจึงสามารถประมวลความรู้ที่ใช้ในการตอบคำถามได้ดีกว่า ส่งผลให้คะแนนที่ขอบเขตบนจึงสูงกว่า อีกทั้งเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของสุโรละ บิลตะเย็บ สธน เสนาสวัสดิ์ และทัศนีย์ ประธาน (2558) ศึกษาการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าคะแนนที่ระหว่าง T12 ถึง T82 ซึ่งมีคะแนนที่ขอบเขตบนที่ใกล้เคียงกัน แต่งานวิจัยข้างต้นมีคะแนนที่ขอบเขตล่างที่ต่ำ ผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าอาจเกี่ยวเนื่องกับบริบทของโรงเรียนที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยในต่างกลุ่มโรงเรียน พบว่า กลุ่มโรงเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์มีคะแนนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน และโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) และข้อสอบของผู้วิจัยมีลักษณะคล้ายกับข้อสอบ PISA ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีความซับซ้อนผสมผสานระหว่างคำตอบแบบเลือกตอบ เลือกตอบเชิงซ้อนหรือให้นักเรียนสร้างคำตอบเองในขอบเขตจำกัดหรือสร้างคำตอบอิสระ (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2016) จึงมีความซับซ้อนมากกว่าทำให้มีคะแนนที่ขอบเขตบนที่น้อยกว่า

2. ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย มีประเด็นสำคัญที่สามารถนำมาอภิปราย ดังนี้

น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตาม ซึ่งเป็นการรู้ทางชีวภาพด้าน BL3 “เจตคติ” ให้ค่าอิทธิพลสูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.829 รองลงมา BL1 “ความรู้” มีค่าเท่ากับ 0.657 และต่ำสุด BL2 “บริบท” มีค่าเท่ากับ 0.468 ด้านเจตคติ จากผลการวิจัยในระยะแรก พบว่า ด้านเจตคติมีร้อยละของค่าเฉลี่ยสูงสุด ด้านความรู้และด้านบริบท ตามลำดับ ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของอามีล มาหามะ อาฟีฟี ลาเต๊ะ และแววฤดี แววทองรักษ์ (2563) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาเกณฑ์ปกติและอิทธิพลเชิงสาเหตุของการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาวิชาชีวครูในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ พบว่าด้านบริบทให้ค่าอิทธิพลสูงสุด สูงสุดเท่ากับ 0.947

รองลงมาด้านเจตคติเท่ากับ 0.135 และด้านความรู้ให้ค่าต่ำสุดเท่ากับ -0.482 ผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่า อาจเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามีบริบทแตกต่างกันจึงทำให้ผลการวิจัยแตกต่างกัน

สำหรับความสามารถของตัวแปรอิสระในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามพบว่ามีความสัมพันธ์ที่ไม่สูงมากนัก โดยมีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.235 ผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่านักเรียนตอบแบบสอบถามในลักษณะระดับความคิดเห็นที่มีคะแนนใกล้เคียง แต่ผลการทดสอบการรู้ทางชีวภาพในด้านบริบทแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดจึงส่งผลให้คะแนนการรู้ทางชีวภาพแตกต่างกัน จึงอาจจะส่งผลให้ได้ค่า  $R^2$  ที่น้อย สามารถแยกการอธิบายตามตัวแปรแฝง ดังนี้

1) แรงจูงใจมีอิทธิพลเชิงบวกต่อปัจจัยความใฝ่รู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่แรงจูงใจมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการรู้ทางชีวภาพอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอามิล มาหามะ อาฟีฟี ลาเต๊ะ และแววฤดี แววทองรักษ์ (2563) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาเกณฑ์ปกติและอิทธิพลเชิงสาเหตุของการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครูในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ พบว่า แรงจูงใจมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความใฝ่รู้ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ ญัญติยาภรณ์ หยกอุบล (2555) ศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้แก่ ปัจจัยด้านตัวนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 1) เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ 2) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หากพิจารณาถึงความหมายของแรงจูงใจซึ่งสมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต (2547) กล่าวว่า แรงจูงใจ คือ สิ่งที่คุณคาดหวังโดยสิ่งนั้นอาจเป็นสิ่งที่บุคคลพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจก็ได้ ความคาดหวังนี้เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมออกมา ผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรียนเนื้อหาวิชาชีววิทยา 3 ใน 4 ของเนื้อหาทั้งหมด การมีเพียงแรงจูงใจอาจไม่เพียงพอที่จะให้เกิดการรู้ทางชีวภาพ ยังต้องมีความใฝ่รู้ในวิชาชีววิทยาที่มากด้วยถึงจะทำให้เกิดการรู้ทางชีวภาพได้ จากการตอบแบบสอบถามปัจจัยด้านแรงจูงใจ พบว่า ข้อคำถาม MT 12 “นักเรียนมักจะเลือกเพื่อนร่วมงานที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงในการทำงาน” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.16 ซึ่ง McClelland (1961) กล่าวถึงบุคลิกของผู้มีแรงจูงใจ คือ บุคคลที่มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติอย่างมีเหตุผล เขาจะทำงานได้ดีภายใต้สภาพที่เขา รู้สึกพอใจ ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่านักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทยจะมีการเลือกเพื่อนในการทำงานกลุ่ม ดังนั้น ในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับการแบ่งกลุ่มโดยให้นักเรียนจัดกลุ่มกันเองเพื่อความสะดวกในการทำกิจกรรมหรือครูเป็นผู้จัดกลุ่มโดยแบ่งให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนกลุ่มเก่งอยู่ในกลุ่มด้วย เพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน ครูต้องพยายามสร้างแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยาจะส่งผลให้นักเรียนมีความใฝ่รู้ในรายวิชาชีววิทยามากขึ้น เพื่อให้เกิดการรู้ทางชีวภาพที่สูงขึ้น

2) สื่อการเรียนรู้มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แต่สื่อการเรียนรู้มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการรู้ทางชีวภาพอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากการศึกษาของปาจารย์ย์ คุ่มสิงห์สันต์ แวก บุญมาทัน และ น้ำทิพย์ ่องอาจาวาณิชัย (2560) ศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูที่สอนวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 3 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับปัจจัยด้านสื่อการเรียนการสอน เมื่อพิจารณาจากการให้ความหมายของวรารพร บุญมี (2564) สื่อการสอน คือ เครื่องมือที่ช่วยเป็นสื่อกลางให้เกิดการเรียนรู้ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยสื่อการสอนอาจอยู่ในรูปแบบวัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ รวมไปถึงแหล่งเรียนรู้ ซึ่งช่วยถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ไปยังผู้เรียน ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านพฤติกรรมตามที่ต้องการ ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอน จากข้อเสนอแนะของนักเรียน E “การสื่อสารของคุณครูจะทำให้ นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น”นักเรียน F “ผลิตสื่อที่เข้าถึงง่าย” นักเรียน G “สื่อที่ใช้ในการเรียนรู้ และการพูดย้ำ ๆ ให้เข้าใจ และสามารถจำและนำไปใช้ได้ตลอด” และจากผลการวิจัย และข้อเสนอแนะของนักเรียน ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่าการใช้สื่อที่เหมาะสมกับเนื้อหาส่งผลให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อนงายยิ่งขึ้น เมื่อพิจารณาจากข้อคำถาม IM5 “ครูใช้ตัวอย่างสด ตัวอย่างแห้ง หรือตัวอย่างดองในการทำปฏิบัติการทางชีววิทยาได้อย่างเหมาะสม” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.32 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ข้อคำถาม IM4 “เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการผลิตและใช้สื่ออย่างง่าย” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.03 อยู่ในระดับเห็นด้วย จึงสรุปได้ว่านักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทยให้ความสำคัญกับการใช้สื่อการเรียนรู้ ดังนั้น ครูผู้สอนหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องต้องเลือกใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมและดึงดูดให้นักเรียนสนใจในเนื้อหาที่สอน ประยุกต์ข่าวสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแต่ละเรื่องเพื่อที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาชีววิทยา เชื่อมโยงเนื้อหา กับสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวนักเรียน เพื่อทำให้นักเรียนเกิดการรู้ทางชีวภาพในด้านบริบทที่ดีขึ้น จึงอาจจะทำให้ให้นักเรียนมีการรู้ทางชีวภาพที่สูงขึ้น

3) ครูผู้สอนชีววิทยามีอิทธิพลเชิงบวกต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แต่ครูผู้สอนชีววิทยามีอิทธิพลเชิงบวกต่อความใฝ่รู้และการรู้ทางชีวภาพอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของพิรพร แก้วแดง (2554) ศึกษาเรื่อง ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดศรีสะเกษ พบว่า 1) ตัวแปรแฝงที่มีอิทธิพลในรูปแบบที่เป็นสาเหตุโดยตรงต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้แก่

ประสิทธิผลการสอนของครู แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เจษฎาภรณ์ อันแก้ว พ็ชรราชัย มีทรัพย์ และ นิคม นาคอ้าย (2557) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจังหวัดพิษณุโลก: การวิเคราะห์หุระดับโดยใช้โมเดลระดับลดหลั่นเชิงเส้น (HLM) พบว่า ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของเวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่มเติมที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Slope ของ Time : b5j) 98 คือคุณภาพการสอนของครูโดยมีค่าเท่ากับ 12.72 มีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ประภาพรรณ บอกสันเทียะ และ ศิริพันธ์ ดิยะวงศ์สุวรรณ (2561) ได้ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คุณภาพการสอน ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความตั้งใจเรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โมเดลความสัมพันธ์มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งตัวแปรที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือ ความถนัดทางการเรียน รองลงมา ได้แก่ คุณภาพการสอน และมโนภาพเกี่ยวกับตนเองตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมมากที่สุดคือ คุณภาพการสอน ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่า ครูผู้สอนชีววิทยาของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยมีความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหา ซึ่งหากพิจารณาจากการให้ความหมายของ Richard (n.d.) กล่าวว่า ครูสอนชีววิทยา คือ ครูที่ทำหน้าที่สร้างประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มุ่งมั่นที่จะสอนนักเรียน กำหนดเป้าหมายทางวิชาการให้นักเรียนบรรลุผล มุ่งมั่นที่จะเป็นส่วนหนึ่งของนักเรียนในฐานะครูสนับสนุนแนวปฏิบัติของโรงเรียนผ่านกิจกรรมและหลักสูตรและหลักสูตรร่วม สร้างความสัมพันธ์ที่เหมาะสมกับนักเรียนเพื่อรับทราบการพัฒนาทางวิชาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจากข้อเสนอแนะของนักเรียน A “ความน่าสนใจในการเรียนการสอนและเนื้อหาที่นำมาสอน รวมไปถึงวิธีการสอนของครูมีส่วนทำให้มีความอยากเรียนรู้วิชาชีววิทยา” นักเรียน B “การลงมือปฏิบัติจริง จะช่วยให้เข้าใจหลักการและทฤษฎีมากยิ่งขึ้น” เมื่อพิจารณาจากข้อคำถาม BT2 “ครูผู้สอนชีววิทยามีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ในการสอน” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.33 และผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าครูผู้สอนรายวิชาชีววิทยาจำเป็นต้องสอนวิชาชีววิทยาด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายและน่าสนใจ ประเด็นการสอนที่ทันสมัย เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทางชีวภาพที่สูงขึ้น

4) โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยามีอิทธิพลเชิงบวกต่อความใฝ่รู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 แต่โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยามีอิทธิพลเชิงบวกต่อการรู้ทางชีวภาพอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการจัดการแข่งขันชีววิทยาโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 17 มีเป้าหมายเพื่อคัดเลือกนักเรียนระดับมัธยมศึกษาเข้าร่วมอบรมค่ายโอลิมปิกวิชาการ ในโครงการคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันชีววิทยาโอลิมปิกระหว่างประเทศ ของ สสวท. มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนระดับ

มัธยมศึกษาตอนปลายทั่วประเทศที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ได้มีโอกาสพัฒนาศักยภาพวิชาการ ทั้งภาคทฤษฎีและทักษะด้านปฏิบัติการ สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ และแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ คณะวิทยาศาสตร์ (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2563) ผู้วิจัยจึงตั้งข้อสังเกตว่านักเรียนที่สามารถเข้าร่วมอบรมค่ายโอลิมปิกวิชาการได้นั้นเกิดจากความถนัดและความสนใจของนักเรียนเฉพาะบุคคล ดังนั้นปัจจัยด้านโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา จึงเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความใฝ่รู้ของนักเรียน เมื่อพิจารณาจากข้อคำถาม AB4 “ฉันคิดว่าค่ายวิชาการด้านชีววิทยาน่าจะทำให้ฉันถ่ายทอดหรือได้รับความรู้ได้อย่างเต็มที่” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.96 อยู่ในระดับเห็นด้วย และยังเห็นว่าโอกาสทางด้านวิชาการชีววิทยาทำให้การรู้ทางชีวภาพของนักเรียนดีขึ้น และผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยาเป็นโอกาสที่นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้อย่างเต็มที่ในการสร้างแนวคิด การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้านชีววิทยาไม่ว่าจะเป็นโอกาสในการทำงาน การทำวิจัย หรือการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ด้านชีววิทยาที่เกิดขึ้นส่งผลให้นักเรียนมีความรู้วิชาชีววิทยามากยิ่งขึ้น แต่ด้วยหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2554 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2557) ที่จัดการศึกษาให้แก่ผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มีเหตุผลที่สำคัญมากอีกประการ คือ เป็นการพัฒนากำลังคนที่จะทำหน้าที่เป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์ นักคิดค้น ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (หลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย, 2557) และนักเรียนทุกคนได้ผ่านการพัฒนาอย่างเข้ม ซึ่งอาจจะสรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยาและไม่ได้รับโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยามีคะแนนการรู้ทางชีวภาพไม่แตกต่างกัน

5) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความใฝ่รู้และการรู้ทางชีวภาพอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากการศึกษาของกนกวรรณ ปัจจงวงษ์ (2559) ศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 2 พบว่า ปัจจัยที่สามารถพยากรณ์ความใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้แก่ แรงจูงใจในการเรียน ปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน การเห็นคุณค่าในตนเอง และการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ร่วมกันพยากรณ์ความใฝ่เรียนรู้ ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสามารถสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ได้ และจากข้อเสนอแนะของนักเรียน C “อยากให้มามีกิจกรรมเกี่ยวกับการวิชาชีววิทยาเยอะ ๆ ครีบลูกสนุกและน่าตื่นเต้นครับ” นักเรียน D “การที่ให้นักเรียนได้ลองผิดลองถูก กับการทดลองต่าง ๆ และไม่สร้างขีดจำกัดในการตอบคำถาม ไม่ดูถูกความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน” และพิจารณาจากข้อคำถาม EM3 “ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนที่หลากหลายและเหมาะสมกับเนื้อหา” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.01 อยู่ในระดับเห็นด้วย จึงเป็นไปได้ว่านักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราช



วิทยาลัยในประเทศไทยมีทั้งว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและไม่หลากหลาย ยังเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังไม่ทำให้การรู้ทางชีวภาพของนักเรียนดีขึ้น ข้อคำถาม EM5 “ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.32 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งอาจจะสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับชีววิทยาที่ยังไม่ได้ทำให้น่าสนใจสร้างบรรยากาศที่ท้าทายจะสามารถทำให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ในรายวิชาชีววิทยาและมีคะแนนการรู้ทางชีวภาพเพิ่มสูงขึ้นได้

6) ความใฝ่รู้มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการรู้ทางชีวภาพอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับปาจรีย์ คัมสิงห์สันต์และคณะ (2560) ศึกษาเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูที่สอนวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 3 พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูที่สอนวิทยาศาสตร์ คือ ปัจจัยด้านความเป็นผู้ใฝ่รู้กับปัจจัยด้านการวัดและประเมินผล และบุญชิต มณีโชติ (2540) ได้ให้นิยามความใฝ่รู้ หมายถึง การที่บุคคลมีแรงจูงใจ ความปรารถนา ความอยากรู้ อยากเห็น ความกระตือรือร้น ความสนใจ และความพอใจที่จะแสวงหาข้อมูลความรู้ต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือระหยาใคร่รู้ที่เกิดขึ้น พฤติกรรมที่แสดงถึงความใฝ่เรียนรู้อย่างเห็น การสนใจแสวงหาความรู้ การคิดสืบค้น การสอบถามผู้รู้ การสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าถึงแม้ความใฝ่รู้จะไม่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพ แต่ส่วนใหญ่เด็กนักเรียนมีคุณลักษณะความใฝ่รู้อยู่แล้ว ได้แก่ การสังเกต การสืบค้น การศึกษาและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง และการที่จะทำให้นักเรียนมีความใฝ่รู้ในรายวิชาชีววิทยานั้นจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยด้านครูผู้สอนชีววิทยา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจและเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อที่จะทำให้นักเรียนมีความใฝ่รู้ทางชีวภาพมากขึ้น ซึ่งอาจสรุปได้ว่านักเรียนจะมีการรู้ทางชีวภาพมากขึ้นจำเป็นต้องมีความใฝ่รู้ในรายวิชาชีววิทยาควบคู่กันด้วย

7) แหล่งการเรียนรู้มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการรู้ทางชีวภาพและความใฝ่รู้อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สุทธิพงษ์ พงษ์วร (2557) ได้กล่าวถึงการจัดแหล่งการเรียนรู้ในโรงเรียน “...การจัดแหล่งเรียนรู้ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของคุณครูผู้จัดว่าจะทำให้เด็กตระหนักรู้ในเรื่องใด ได้ทำกิจกรรมจากประสบการณ์จริง ได้เห็นภาพจริง...” และจากข้อเสนอแนะของนักเรียน H “แหล่งเรียนรู้” “สื่อออนไลน์” เมื่อพิจารณาจากข้อคำถาม SL1 “โรงเรียนมีแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ห้องปฏิบัติการเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และดาราศาสตร์ ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.51 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง จากผลการวิจัยและข้อเสนอแนะของนักเรียน ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่าแหล่งการเรียนรู้ในปัจจุบันอาจจะต้องปรับให้เข้ากับยุคสมัย เช่น การสร้างแหล่งการเรียนรู้ออนไลน์ให้นักเรียนเข้าถึงได้ง่าย เหมาะที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง อีกทั้งแหล่งการเรียนรู้

จะช่วยส่งเสริมให้ครูผู้สอนชีววิทยาจัดกิจกรรมได้สะดวกมากยิ่งขึ้น และยังเห็นว่าแหล่งเรียนรู้อย่างไม่ได้ ทำให้การรู้ทางชีวภาพของนักเรียนดีขึ้น

8) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการรู้ทางชีวภาพอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับเจษฎาภรณ์ อ้นแก้ว พัทธราลัย มีทรัพย์ และ นิคม นาคอ้าย (2557) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจังหวัดพิษณุโลก: การวิเคราะห์พหุระดับโดยใช้โมเดลระดับลดหลั่นเชิงเส้น (HLM) พบว่า ตัวแปรระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือบรรยากาศในห้องเรียน ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสามารถสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ได้ และจากข้อเสนอแนะของนักเรียน C “อยากให้มีการกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาชีววิทยาเยอะ ๆ ครบรู้สึกสนุกและน่าตื่นเต้นครับ” นักเรียน D “การที่ให้ให้นักเรียนได้ลองผิดลองถูก กับการทดลองต่าง ๆ และไม่สร้างขีดจำกัดในการตอบคำถาม ไม่ดูถูกความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน” และพิจารณาจากข้อคำถาม EM3 “ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนที่หลากหลายและเหมาะสมกับเนื้อหา” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.01 อยู่ในระดับเห็นด้วย จึงเป็นไปได้ว่านักเรียนจุฬาราชวิทยาลัย มีทั้งว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและไม่หลากหลาย ยังเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังไม่ทำให้การรู้ทางชีวภาพของนักเรียนดีขึ้น ข้อคำถาม EM5 “ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.32 อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งอาจจะสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับชีววิทยาที่ยังไม่ได้ทำให้น่าสนใจสร้างบรรยากาศที่ท้าทายจะสามารถทำให้นักเรียนมีความสนใจในรายวิชาชีววิทยาและมีคะแนนการรู้ทางชีวภาพเพิ่มสูงขึ้นได้

9) จากผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญ และระดับประสิทธิภาพ (Importance-performance Matrix Analysis) พบว่า สื่อการเรียนรู้มีระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับการรู้ทางชีวภาพสูงสุด โดยมีค่าคะแนนเท่ากับ 0.150 และ 79.181 ตามลำดับ ซึ่งโลกในยุคศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่ความรู้และข้อมูลข่าวสารมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เนื่องมาจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ของทุกภูมิภาคของโลกเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดเครื่องมือที่หลากหลายในการเข้าถึงองค์ความรู้ต่าง ๆ ทั้งในเชิงวิชาการและในเชิงบันเทิง การพัฒนาเครื่องมือการเข้าถึงเนื้อหาดังกล่าว ส่งผลให้เยาวชนที่อยู่ในวัยศึกษาเล่าเรียนเปลี่ยนแปลงวิธีการดำเนินชีวิตและการเรียนในแต่ละวัน ซึ่งแตกต่างไปจากเยาวชนในยุคก่อนอย่างมาก ซึ่งการพัฒนาประเทศสู่ความสมดุลและยั่งยืนจะต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาคนในประเทศ ให้เข้มแข็งพร้อมรับกับการเปลี่ยนแปลงของโลก ในยุคศตวรรษที่ 21 การศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของตัวผู้เรียน หากการศึกษายังหลงติดอยู่กับสิ่งเดิมที่เคยใช้ได้ผลในยุคเก่า ย่อมจะส่งผลให้การเรียนรู้

ของผู้เรียนไม่สอดคล้องกับโลกที่เป็นจริงทั้งในปัจจุบันและในอนาคตที่จะยิ่งเข้มข้นขึ้น (สุทธิวรรณ ตันติรจนาวงศ์, 2560) จากกรอบแนวคิดเชิงมโนทัศน์สำหรับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นที่ยอมรับในการสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง เนื่องด้วยเป็นกรอบแนวคิดที่เน้นผลลัพธ์ที่เกิดกับผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้สาระวิชาหลัก (Core Subjects) และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จะช่วยผู้เรียนได้เตรียมความพร้อมในหลากหลายด้าน รวมทั้งระบบสนับสนุนการเรียนรู้ ได้แก่ มาตรฐานและการประเมินหลักสูตรการเรียนการสอน การพัฒนาครู สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเรียนในศตวรรษที่ 21 (วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และ อธิป จิตตฤกษ์, 2554) ผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่า นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทยให้ความสำคัญกับสื่อการเรียนรู้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยโดยรวมของแบบสอบถามเพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพ พบว่า ปัจจัยสื่อการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมสูงสุด จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทยให้ความสำคัญกับการใช้สื่อการเรียนรู้ ดังนั้น ครูผู้สอนหรือผู้ที่มีความเกี่ยวข้องจำเป็นต้องเลือกใช้สื่อให้เข้ากับเนื้อหา บริบท และสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับปัจจุบัน

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 สำหรับครูผู้สอนวิชาชีววิทยา สามารถนำแบบทดสอบประเมินการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนใช้ในการประเมินระดับการรู้ทางชีวภาพของนักเรียน

1.2 จากผลการประเมินการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนพบว่ามึนักเรียนบางคนที่มีความรู้ในกลุ่มน้อยกว่า  $P_{25.00}$  ครูผู้สอนวิชาชีววิทยาควรศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนมีการรู้ทางชีวภาพที่ดีขึ้น และนำมาพัฒนาการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาให้เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้นต่อไป

1.3 จากผลการประเมินการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนพบว่าด้านบริบทมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำที่สุด ครูผู้สอนจะต้องให้มีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ นักเรียนมีการรู้ทางชีวภาพในด้านบริบทที่ดีขึ้น

1.4 จากผลการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุพบว่า ปัจจัยแรงจูงใจมีอิทธิพลทางอ้อมต่อการรู้ทางชีวภาพมากที่สุดโดยส่งผ่านปัจจัยความใฝ่รู้ ดังนั้น ในการส่งเสริมและพัฒนานักเรียนให้เกิดการรู้ทางชีวภาพอย่างต่อเนื่อง ครูผู้สอนชีววิทยาหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญกับแรงจูงใจ โดยส่งเสริมให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาหรือการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ นักเรียนเกิดการรู้ทางชีวภาพอย่างแท้จริง อันจะนำมาซึ่งการเป็นครูที่สามารถสร้างการรู้วิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในอนาคต

## 2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

2.2 ควรมีการศึกษาติดตามระยะเวลาต่อเนื่อง เพื่อให้เห็นถึงพัฒนาการของการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2.2 หากมีการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาตัวแปรตามด้านบริบทหรือครูควรจะต้องสร้างข้อสอบที่เชื่อมโยงกับด้านบริบทและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในด้านบริบทมากขึ้น เพื่อจะให้นักเรียนมีคะแนนในด้านบริบทมากขึ้น

2.3 ควรมีการศึกษาเชิงลึกกับผู้ที่มีประสบการณ์สอนสอนวิชาชีววิทยาเพื่อศึกษาถึงตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมต่อการรู้ทางชีวภาพ

### บรรณานุกรม

- กนกวรรณ ปัจจงษ์. (2559). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 2. [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- กรมการศึกษานอกโรงเรียน. (2542). *สรุปรายงานผลการดำเนินโครงการจัดการศึกษาทางไกลผ่าน ดาวเทียม (พ.ศ. 2537-2542)*. กรม.
- กรมวิชาการ. (2540). *การปฏิรูปการเรียนรู้ของกระทรวงศึกษาธิการ*. กรม.
- กรมวิชาการ. (2543). *การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง*. โครงการส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพการศึกษา ของสถานศึกษา.
- กัลยาพร จงภัทรทรัพย์ และ พัชรวลัย มีทรัพย์. (2559). โมเดลเชิงสาเหตุของความสามารถการคิด วิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา พิษณุโลกเขต 1. *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมสัมมนาวิชาการนำเสนองานวิจัยระดับชาติ และนานาชาติเครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 15*. มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ.
- กิจกรรมการเรียนการสอน. (2559, 17 กันยายน).  
<http://auttapontme35851n.blogspot.com/2016/09/4.html>
- กุลธิดา ชนาภิมุข, สุรีย์พร สว่างเมฆ, และ ปราณีนางาม. (2563). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย นครสวรรค์*, 22(2), 62-73.
- เกษม คำบุตรดา. (2550). การพัฒนาแหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน เพื่อส่งเสริมการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม นักเรียน โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- คชานนท์ ฉ่ำเมืองปักข์. (2553, 23 มิถุนายน). *สื่อการเรียนรู้*.  
<https://www.gotoknow.org/posts/239184>
- คณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ. (2540). *จิตพิสัยมีดีสำคัญของการพัฒนาคน*. สำนักงาน คณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ.
- คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2563, 5 ธันวาคม). *คณะวิทย์ มช. เปิดเวทีแข่งขัน ชีววิทยาโอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 17*. <https://www.science.cmu.ac.th/prsci/news-detail.php?id=3874#.YYk9dWBBzIV>

- โครงการ PISA ประเทศไทย. (2560). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015*.  
<https://library.ipst.ac.th/bitstream/handle/ipst/5534/32.PISA-2015-Framwrok.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- จันทร์หา อ่อนระหง. (2550). *ผลการสอนแบบบูรณาการโดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชนเป็นสื่อ สาระการ เรียน รู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม หน่วยการเรียนรู้ “บ้านหลวงของเรา” สำหรับนักเรียน*  
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหลวง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เชียงราย เขต 4.  
 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- จิรศักดิ์ ประทุมรัตน์. (2550). *รูปแบบแหล่งการเรียนรู้ตามความต้องการของเกษตรกรในจังหวัด มหาสารคาม*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- จิราภา เต็งไตรรัตน์, นพมาศ อีระเวคิน, รัชนี นพเกตู, และ รัตนา ศิริพานิช. *จิตวิทยาทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เจษฎาภรณ์ อ้นแก้ว, พัชรวัลย์ มีทรัพย์, และ นิคม นาคอ้าย. (2557). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจังหวัดพิษณุโลก: การวิเคราะห์ พหุระดับโดยใช้โมเดลระดับลดหลั่นเชิงเส้น (HLM). *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 8, 18-36.
- ขวลิต แขงทอง. (ม.ป.ป.). *เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง สื่อการเรียนการสอน*.  
[http://www.cvc.ac.th/cvc2011/files/15080411110359999\\_1604110550716.pdf](http://www.cvc.ac.th/cvc2011/files/15080411110359999_1604110550716.pdf)
- ชัชวาล วงษ์ประเสริฐ. (2537). แหล่งการเรียนรู้. <http://pitagoms09.blogspot.com/2013/02.htm/?m=1>
- ธเนศ ขำเกิด. (2555). *สมรรถนะเฉพาะของครูวิทยาศาสตร์*.  
<https://www.gotoknow.org/posts/74840>
- ธนุสิทธิ์ บุรินทร์ประโคน. (2558, 5 ตุลาคม). *คณะวิทย์ฯ เปิดค่ายโอลิมปิกและดาราศาสตร์ ศูนย์ มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการ และพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา ในพระอุปถัมภ์ สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. <https://sc.kku.ac.th/sciweb/2917.html>
- ณัฐยาภรณ์ หยกอุบล. (2555). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการ อุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. *วารสารการศึกษาศาสตร์และพัฒนาสังคม*, 8(1), 85-102.

นฤมล โล่ห์ทองคำ. (2553, 11 กุมภาพันธ์). *สื่อการเรียนรู้*.

<https://www.gotoknow.org/posts/46879>

นิธิรัตน์อาโยวงษ์ และวิมล สำราญวานิช. (2554). การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006). *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัย บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 5(4), 21-28.

เดชพงษ์ อุ่นชาติ. (2557, 19 มกราคม). *สื่อการเรียนการสอน*.

<https://www.kruchiangrai.net/2013/01/19/>

บุญชม ศรีสะอาด (2561). *ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ*.

<http://watpon.in.th/thai/mod/page/view.php?id=6>

บุญชิต มณีโชติ. 2540. *ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนการสอนแบบมีส่วนร่วมกับพฤติกรรมใฝ่รู้ของนักศึกษาพยาบาล*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยมหิดล.  
 ประเมษฐ์ ศรีทาสังข์ (ม.ป.ป.). *จิตวิทยาสำหรับครู*.

<https://sites.google.com/site/group1class52557/4-raeng-cungci/thvsdi-raeng-cungci>

ประภาพรรณ บอกสันเทียะ และศิริพันธ์ ตียะวงศ์สุวรรณ. (2561). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ*, 12(3), 19-29.

ประคอง ดั่งประพุกธิกุล. (2558). *ชีววิทยาคืออะไร*.

[https://www.youtube.com/watch?v=VEg\\_Ouul-F4](https://www.youtube.com/watch?v=VEg_Ouul-F4)

ปาจริย์ คุ่มสิงห์สันต์, แยก บุญมาทัน, และ น้ำทิพย์ งามอาจวานิชย์. (2560). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของครูที่สอนวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 3. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 4*, 208-216.

ปิลันญา วงศ์บุญ. (2550). *การศึกษาคุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนยอแซฟอุปถัมภ์*. [สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พรทิพย์ ศิริภักตราชัย. (2556). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 5, 80-91.

- พันธ์ประภา พูนสิน. (2554). ความหมายของแหล่งการเรียนรู้.  
<https://sites.google.com/site/punaoy/kha/phumipayya-1/khwamhmaykhxnghaelngkarreiyru>
- พาสนา จุฬรัตน์. (2548). จิตวิทยาการศึกษา. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิรุณ ไพลินทิ (2556). การวิจัยและพัฒนากลยุทธ์การวิจัยเพื่อยกระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พีรพร แก้วแดง. (2554). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดศรีสะเกษ. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ไพศาล สุวรรณน้อย. (2553). สื่อการเรียนการสอน.  
<http://fed.bpi.ac.th/2013/images/files/elearning/3%20.pdf>
- มธุรส สว่างบำรุง. (2542). จิตวิทยาทั่วไป. สำนักพิมพ์กิตติการพิมพ์.
- มหาวิทยาลัยนเรศวร. (2560). หลักสูตรการศึกษาบัณฑิตสาขาวิชาชีววิทยา (หลักสูตร 5 ปี) หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560.  
[https://www.acad.nu.ac.th/acad\\_v2.1/ACAD\\_AcademicDevelop/acadcd/StdManual\\_2560/files/cluster/soc/edu/60/](https://www.acad.nu.ac.th/acad_v2.1/ACAD_AcademicDevelop/acadcd/StdManual_2560/files/cluster/soc/edu/60/)
- มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. (2563). ความสำคัญ.  
[http://site.bsru.ac.th/bio/?page\\_id=136](http://site.bsru.ac.th/bio/?page_id=136)
- มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2553). การจัดการกระบวนการเรียนรู้.  
<https://sites.google.com/a/vru.ac.th/pattanaarjan/hlak-kar-cadkar-reiyn-ru>
- มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์. (2557). คู่มือการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 2. ศูนย์การเรียนรู้การผลิตและจัดการธุรกิจสิ่งพิมพ์ดิจิทัล.
- ยุพิน โกณฑา. (2544). การพัฒนาคุณลักษณะนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านวังน้ำเขียว. กระทรวงศึกษาธิการ.
- รัตติมา บุญสวน. (2556). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์เขต 2. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 749-758.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2556). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554. สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์พับลิเคชันส์,
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. สุวีริยาสาส์น.



- วรรณงาม มาระครอง. (2553). *การส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านโนนม่วง จังหวัดขอนแก่น ในการเรียนรู้เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลก และ เทคโนโลยีอวกาศ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS Approach)*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วรภรณ์ ศรีวิโรจน์. (ม.ป.ป.). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 1022230 หลักการจัดการเรียนรู้*. <http://edu.pbru.ac.th/e-media/08.pdf>
- วิชัย ประสิทธิ์วิฑูมิเวช. (2542). *การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาที่ท้องถิ่น*. เลิฟแอนด์ลิฟเพรส.
- วิทยา พัฒนเมธาดา. (2560, 17 กุมภาพันธ์). *การจัดการเรียนรู้ (Learning Management)*. <https://www.kansuksa.com/8/>
- วิลาวรรณ จตุเทน. (2560). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. *วารสารการวัดผล การศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 23 (ฉบับพิเศษ), 194-206.
- วิศนีย์ ศรีบัว, ภัทรพร เกษสังข์, และ พงษ์ศักดิ์ ศรีจันทร์. (2561). โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเลย เขต 1. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 27, 183-192.
- ศิริบุรณ์ สายโกสุม. (2548). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศิวะพงษ์ จำปาเทศ. (2558). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนประถมศึกษา. *วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 7, 103-112.
- ศุภลักษณ์ แป้นเพชร. (2558). การวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ศึกษามัธยมศึกษา เขต 39, 41 และ 42. *วารสารมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์*, 9, 90-108. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/GraduatePSRU/issue/view/5339>
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *ผล ประเมิน PISA 202018: นักเรียนไทยวัย 15 ปี รู้และทำอะไรได้บ้าง*. <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2019-48/>
- ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. (2561, 22 มกราคม). *กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ภาคฤดูร้อน ประจำปี 2561*. <https://sciplanet.org/content/2737>
- สกลรัตน์ สวัสดิ์มูล. (2544). *การศึกษาลักษณะความรู้เชิงวิทยาศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ). (2560). *พัฒนาคุณภาพครูสอนวิทยาศาสตร์ในยุค 4.0*. <https://tdri.or.th/2017/12/sciteacherreform/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. สืบค้น 14 มีนาคม 2564, จาก [http://physics.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/2/2019/02/SciCurriculum\\_2560.pdf](http://physics.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/2/2019/02/SciCurriculum_2560.pdf)
- สมเกียรติ ศรีจรรย์. (2558, 5 ตุลาคม). *คณะวิทย์ฯ เปิดค่ายโอลิมปิกและดาราศาสตร์ ศูนย์มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการ และพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนากรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. <https://sc.kku.ac.th/sciweb/2917.html>
- สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. (2547). *ทฤษฎีและเทคนิคการปรับพฤติกรรม*. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมนึก ภัททิยธานี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. ประสานการพิมพ์.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2548). *รายงานการศึกษาสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการพัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ของคนไทย สกศ. สำนักงาน*.
- สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดมหาสารคาม. (2545). *แหล่งเรียนรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่นในจังหวัดมหาสารคาม*. สำนักงาน.
- สำนักบริหารงานความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา. (2562). *แผนกลยุทธ์กลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. <https://www.pcccr.ac.th/filesAttach/OIT/O4/1.pdf>
- สื่อการสอนฟรีดอทคอม. (2563, 29 เมษายน). *สื่อการสอน สื่อการเรียนรู้ การสอน คืออะไร มีความสำคัญกับผู้เรียนอย่างไร*. <https://xn--12c2csoc1bcvd1czbo5t.com/>
- สุทธิณี แร่นาค, ภัทรภาพร เกษสังข์, และ นฤมล ศักดิ์ปกรณกานต์. (2557). *ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 (จังหวัดเลย)*. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย*, 9, 15-25.
- สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชา เดชศรี, และ อัมพิกา ประโมจน์. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับโลกวันพรุ่งนี้: รายงานการประเมินผลการเรียนรู้จากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Pisa 2006)*. เซเวนพรีนติ้ง กรุ๊ป.

- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2556). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 11). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุริยาวดี นีกรักษ์, อัญชลี สิริกุลขจร, และ สิริรญา กิจเกื้อกุล. (2559). การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร สาขาสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปะ*, 9(2), 1322-1333.
- อนันต์ ศรีโสภา. (2525). *การวัดผลการศึกษา*. ไทยวัฒนาพานิช.
- อพันธ์ พูลพุกธา สุนทร จันทศิลา และ สุนทรพจน์ ดำรงพานิช. (2556). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดสุรินทร์ : การประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้างพระดบ. *ว.มรม. (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 7(1), 147-158.
- อามील มาหะมะ. (2563). *การพัฒนาเกณฑ์ปกติและอิทธิพลเชิงสาเหตุของการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครูในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- GEPS 123 พฤติกรรมมนุษย์กับการพัฒนาตน. (ม.ป.ป.). *ความรู้เบื้องต้นและปัจจัยพื้นฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมมนุษย์*. <http://elearning.psu.ac.th/courses/195/Chapter1.pdf>
- Mahara. (2560). *บทบาทของครูวิทยาศาสตร์*.  
<https://wbscport.dusit.ac.th/view/view.php?id=128361>
- Matavee. (2559, 15 กุมภาพันธ์). *ความหมายของสื่อการเรียนการสอน*.  
<https://mataveeblog.wordpress.com/2016/02/15/>
- Netinbag. (ม.ป.ป.). *ครูชีววิทยาคืออะไร?*. <https://www.netinbag.com/th/education/what-is-a-biology-teacher.html>
- TCAS Planning. (ม.ป.ป.). *คณะครุศาสตร์ สาขาวิชาชีพชีววิทยา*.  
<https://www.admissionpremium.com/adplanning/fac?id=20150917105959sgXyOM3>
- Archer-Bradshaw, R. E. (2014). Demystifying Scientific Literacy: Charting The Path for The 21<sup>st</sup> Century. *Journal of Educational and Social Research*, 4(3), 165.
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S. W., & Krajcik, J. (2011). Re-Conceptualization of Scientific Literacy in South Korea for The 21<sup>st</sup> Century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670-697.

- Dawkins, R. (n.d.). *How to Become a Biology Teacher*.  
<https://www.teacher.org/career/biology-teacher/>
- Good, C. V. (1974). *Dictionary of education*. New York: McGraw- Hill Book.
- Great Schools Partnership (2016). *Academic Support: Interventions and Extensions*.  
<https://www.edglossary.org/academic-support/>
- Hills, P.J. A. (1982). *Dictionary of education*. London: Routledge & Kegan Payi.
- Hough, J. B. & Duncan, J. K. (1970). *Teaching description and analysis*.  
 Addison-Westlu.
- Jarolimek, J. (1969). *Social Studies in Elementary Education*. 3<sup>rd</sup> ed. The Macmillan  
 Company.
- McClelland, D. C. (1961). *The Achieving Society*. Princeton, N.J., Van Nostrand.
- Onel, A., & Durdukoca, S. (2019). Identifying the Predictive Power of Biological Literacy  
 And Attitudes Toward Biology in Academic Achievement in High School  
 Students. *International Online Journal of Educational Sciences*, 11(2), 214-  
 228.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2016). *Organisation for  
 Economic Co-operation and Development*.  
[http://www.internationalinnovation.com/build/wp-  
 content/uploads/2014/08/OECD\\_Intl\\_Innovation\\_150\\_Research\\_Media.pdf](http://www.internationalinnovation.com/build/wp-content/uploads/2014/08/OECD_Intl_Innovation_150_Research_Media.pdf)
- Ramirez, E. C. (1954). *Some Community School Practices*. National Printing.
- Sue, T. (2013). *A teacher's guide to PISA scientific literacy*.  
[https://www.acer.org/files/PISA\\_Thematic\\_Report\\_-\\_Science\\_-\\_web.pdf](https://www.acer.org/files/PISA_Thematic_Report_-_Science_-_web.pdf)
- Suwono, H., Pratiwi, H., E., Susanto, H., & Susilo, H. (2017). Enhancement of Students'  
 Biological Literacy and Critical thinking of Biology Through Socio-Biological  
 Case-Based Learning. *Pendidikan IPA Indonesia*, 6 (2), 213-220.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

- |  |  |
|--|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ | ตำแหน่งอาจารย์ผู้สอน<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์<br>ต.รู่สะมิแล อ.เมือง จ.ปัตตานี 94000                   |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มัทธิ แวดราแม     | ตำแหน่งอาจารย์ผู้สอน<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์<br>ต.รู่สะมิแล อ.เมือง จ.ปัตตานี 94000                   |
| 3. อาจารย์ ดร.ปานจันทน์ สุจริตธรรการ       | ตำแหน่งอาจารย์ผู้สอน<br>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<br>มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์<br>ต.รู่สะมิแล อ.เมือง จ.ปัตตานี 94000    |
| 4. อาจารย์นุรอาชีกีน ยีสมัน                | ตำแหน่งอาจารย์ผู้สอน<br>โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์<br>(ฝ่ายมัธยมศึกษา) ต.รู่สะมิแล อ.เมือง<br>จ.ปัตตานี 94000 |
| 5. นางสาวแสงเดือน หมัดสะเมาะ               | ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการ<br>โรงเรียนเบญจมาชูทิศ จังหวัดปัตตานี ต.สะบารัง<br>อ.เมือง จ.ปัตตานี 9400                     |

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างหนังสือขอความอนุเคราะห์





ที่ อว ๖๘๒๐๒/๒๕-๖๖๕๖

คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
ตำบลรู่สะมิแล อำเภอเมือง  
จังหวัดปัตตานี ๙๔๐๐๐

๓๐ เมษายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เรียน นางสาวแสงเดือน หมัดสะเม้ายะ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา

ด้วยนางสาวนุริชชะห์ สือรี นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย (The Causal Factors Influencing Biological Literacy of Students of Princess Chulabhorn Science High School)” โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร.อาพีพี ลาเต๊ะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แววฤดี แววทองรักษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ในการนี้ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านมีความรู้ความเชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว จึงเรียนมายังท่านเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยในการจัดทำวิทยานิพนธ์ และให้ข้อเสนอแนะสำหรับนำไปปรับปรุงพัฒนา เพื่อให้การดำเนินงานวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์และเป็นไปด้วยความถูกต้องต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณท่านอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ดร.วรภาคย์ ไมตรีพันธ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิต นวัตกรรมและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๗๓๓๓๓๓๐๑

โทรสาร ๐๗๓๓๓๔๘๓๒๒



## บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา โทร ๑๖๒๗

ที่ มอ ๒๐๒.๑๕/๗-๖๑๔

วันที่ ๓๐ เมษายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ

ด้วยนางสาวนุริชชะห์ สือรี นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณ ราชวิทยาลัย (The Causal Factors Influencing Biological Literacy of Students of Princess Chulabhorn Science High School)” โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร.อาพีพี ลาเต๊ะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แววฤดี แววทองรักษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ในการนี้ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านมีความรู้ความเชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว จึงเรียนมายังท่านเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยในการจัดทำวิทยานิพนธ์ และให้ข้อเสนอแนะสำหรับนำไปปรับปรุงพัฒนา เพื่อให้การดำเนินงานวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์และเป็นไปด้วยความถูกต้องต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณท่านอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ดร.วรภาคย์ ไมตรีพันธ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิต นวัตกรรมและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ที่ อว ๖๘๒๐๒/๖๔-ว ๙๒๕



คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
ตำบลรุสะมิแล อำเภอเมือง  
จังหวัดปัตตานี ๙๔๐๐๐

๑๑ สิงหาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เรียน นางสาวแสงเดือน หมัดสะเม็าะ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหาของ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยนางสาวนุรีชะห์ สือรี รหัสนักศึกษา ๖๔๒๐๑๒๐๒๕๑ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเกณฑ์ปกติและอิทธิพลเชิงสาเหตุของการรู้ทางชีวภาพสำหรับนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัยในประเทศไทย (Development of Norm and Causal Influencing Biological Literacy of Students of Princess Chulabhorn Science High Schools in Thailand)” โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร.อาพีพี ลาเต๊ะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.แววฤดี แววทองรักษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ในกรณีนี้ คณะศึกษาศาสตร์ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว จึงเรียนมายังท่านเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยในการจัดทำวิทยานิพนธ์ และให้ข้อเสนอแนะสำหรับนำไปปรับปรุงพัฒนา เพื่อให้การดำเนินงานวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์และเป็นไปด้วยความถูกต้องต่อไป อนึ่ง ท่านสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่นักศึกษาผู้ทำวิจัย นางสาวนุรีชะห์ สือรี โทรศัพท์หมายเลข ๐๙ ๓๖๕๐ ๑๙๖๙

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณท่านอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ดร.วรภาคย์ ไมตรีพันธ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิต นวัตกรรมและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๗๓๓๓๑๓๐๑

โทรสาร ๐๗๓๓๓๔๘๓๒๒



## บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา โทร ๑๖๒๗

ที่ มอ ๒๐๒.๑๕/๖๔-ว ๑๒๐

วันที่ ๑๑ สิงหาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มอดี แวดราแม

ด้วยนางสาวนุริษะห์ สือรี รหัสนักศึกษา ๖๔๒๐๑๒๐๒๕๑ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเกณฑ์ปกติและอิทธิพลเชิงสาเหตุของการรู้ทางชีวภาพสำหรับนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัยในประเทศไทย (Development of Norm and Causal Influencing Biological Literacy of Students of Princess Chulabhorn Science High Schools in Thailand)” โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร.อาพีพี ลาเต๊ะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.แววฤดี แววทองรักษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ในกรณีนี้ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านมีความรู้ความเชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว จึงเรียนมายังท่านเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยในการจัดทำวิทยานิพนธ์ และให้ข้อเสนอแนะสำหรับนำไปปรับปรุงพัฒนา เพื่อให้การดำเนินงานวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์และเป็นไปด้วยความถูกต้องต่อไปดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ อนึ่ง ท่านสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่นักศึกษาผู้ทำวิทยานิพนธ์ นามสาวนุริษะห์ สือรี โทรศัพท์หมายเลข ๐๙ ๓๖๕๐ ๑๙๖๙

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณท่านอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ดร.วรภาคย์ ไมตรีพันธ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิต นวัตกรรมและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาคผนวก ค  
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล



สำหรับผู้วิจัย  
เลขที่แบบทดสอบ

แบบทดสอบประเมินการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียน
2. แบบทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ
  - ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบทดสอบ
  - ตอนที่ 2 แบบทดสอบ 10 สถานการณ์ รวม 40 คะแนน
3. เวลาในการทำแบบทดสอบ 120 นาที

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ และเสียสละเวลาในการตอบแบบทดสอบในครั้งนี้

นางสาวนุรีชะห์ สีอริ

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

### ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบทดสอบ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ( ) หน้าข้อความที่ตรงกับคุณลักษณะความเป็นความจริงของท่าน

#### 1. เพศ

( ) ชาย                      ( ) หญิง

#### 2. โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย

( ) สตูล                      ( ) ตรัง                      ( ) นครศรีธรรมราช                      ( ) เชียงราย  
 ( ) เลย                      ( ) พิษณุโลก                      ( ) ลพบุรี                      ( ) มุกดาหาร  
 ( ) บุรีรัมย์                      ( ) ชลบุรี                      ( ) ปทุมธานี                      ( ) เพชรบุรี

#### 3. เลขประจำตัวนักเรียน.....

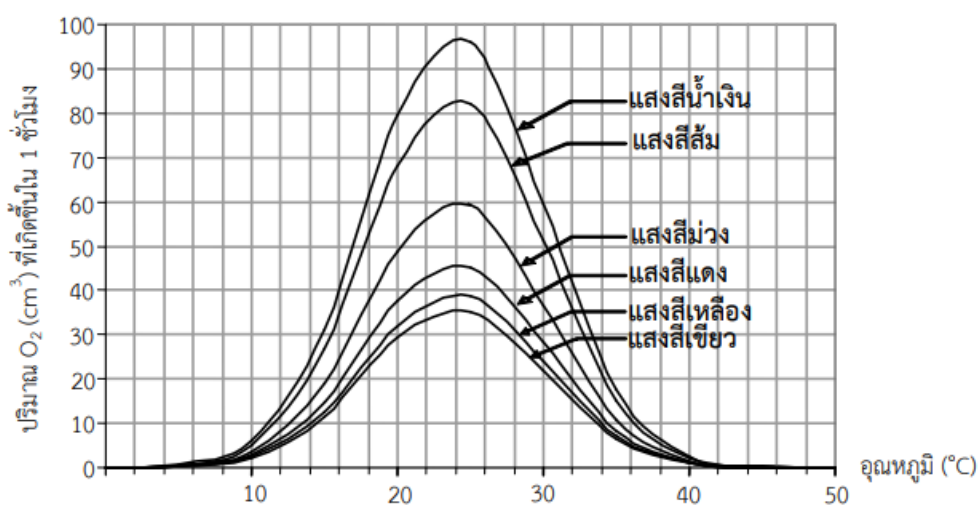
### ตอนที่ 2 แบบทดสอบ จำนวน 10 สถานการณ์ รวม 10 คะแนน

#### คำชี้แจง

1. คำถามที่มีคำตอบ 4 ตัวเลือก ให้วงกลมล้อมรอบคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
2. คำถามที่ให้ตอบหลายคำตอบ ให้วงกลมล้อมรอบคำตอบเดียวในแต่ละแถว
3. คำถามที่ต้องเขียนประโยคคำตอบ ให้เขียนประโยคคำตอบลงในที่ว่างที่เตรียมไว้ในแบบทดสอบ คำถามเหล่านี้อาจเขียนคำตอบเป็นตัวหนังสือ วาดภาพ หรือตัวเลข
4. คำถามที่ต้องการให้อธิบายคำตอบหรือให้เหตุผลประกอบคำตอบ คำถามเหล่านี้มีคำตอบถูกต้องหลายคำตอบ จะได้คะแนนจากวิธีที่ผู้ตอบแสดงความเข้าใจที่มีต่อคำถามและความคิดที่แสดงออกมา

### สถานการณ์ที่ 1 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ทดลองปลูกพืชชนิดหนึ่ง โดยให้รับแสงจากหลอดไฟที่มีแสงสีต่าง ๆ และบันทึกปริมาณแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชชนิดนี้เมื่อได้รับแสงสีต่าง ๆ ในช่วงอุณหภูมิ 0 °C ถึง 50 °C ได้ดังกราฟ



ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ (°C) กับปริมาณแก๊สออกซิเจน (O<sub>2</sub>) ของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชชนิดหนึ่งชนิดหนึ่งเมื่อได้รับแสงสีต่าง ๆ ในช่วงอุณหภูมิ 0 °C ถึง 50 °C

คำถามที่ 1 : การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

2 คะแนน

จากภาพที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ หากพืชได้รับแสงสีส้มจะสังเคราะห์ด้วยแสงที่อุณหภูมิ 20 °C ได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 30 °C หรือไม่ จงอธิบาย

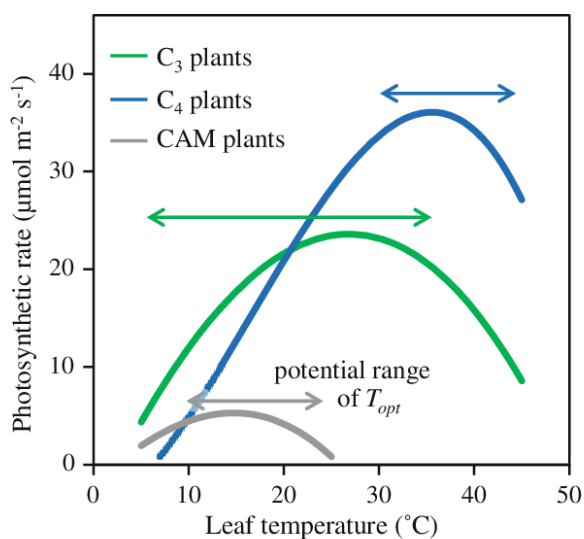
ตอบ.....  
 .....  
 .....



## คำถามที่ 2 : การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

### 1 คะแนน

จากกราฟปัจจัยที่ทำให้พืช  $C_3$   $C_4$  และ พืช CAM มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงต่างกัน จงวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อความของตารางต่อไปนี้



คำถาม	ใช่ หรือ ไม่ใช่
1. พืช $C_4$ มีกลไกการเพิ่มปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) เข้าใน bundle sheath cell ทำให้เกิด photorespiration ได้น้อย	ใช่ / ไม่ใช่
2. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้อัตราส่วนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) ต่อ แก๊สออกซิเจน ( $O_2$ ) ลดลง ส่งผลให้พืช $C_3$ เกิด photorespiration สูง จึงทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง	ใช่ / ไม่ใช่

## สถานการณ์ที่ 2 ฮอโมนพืช

ฮอโมนพืชเป็นสารอินทรีย์ที่มีความสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเจริญเติบโตของพืช ทั้งการตอบสนองของพืชต่อสภาพแวดล้อมและปัจจัยภายนอก และยังรวมไปถึงการควบคุมการแสดงออกทางพันธุกรรมที่แท้จริงของพืชอีกด้วย เนื่องจากพืชแต่ละต้นผลิตฮอโมนพืชตามธรรมชาติในปริมาณน้อยมาก จึงกลายเป็นเรื่องยากต่อการศึกษาค้นคว้า และสกัดสารดังกล่าว เพื่อนำมาใช้ประโยชน์โดยตรง กระทั่งถึงช่วงปลายปี 1970 นักวิทยาศาสตร์จึงสามารถเริ่มต้นทำความเข้าใจ และประมวลผลความสัมพันธ์ของฮอโมนพืชกับสรีรวิทยาของพืชได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จนสามารถสังเคราะห์ “สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช” (Plant Growth Regulator) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับฮอโมนพืชตามธรรมชาติ ทั้งคุณสมบัติในการกระตุ้นและยับยั้งกระบวนการต่าง ๆ สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในการเพาะปลูกและการทำเกษตรกรรม ทั้งในการเพิ่มผลผลิตโดยตรง การสร้างภูมิคุ้มกันโรค หรือแม้กระทั่งการควบคุมการออกดอกออกผลนอกฤดูกาล เป็นต้น

ที่มา: National Geographic

### คำถามที่ 3 : ฮอโมนพืช

2 คะแนน

เมื่อเกษตรกรต้องการสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในเรื่องของการช่วยยืดอายุผักผลไม้ และสามารถรักษาความสดใหม่เอาไว้ได้ยาวนานหลังจากการเก็บเกี่ยว ดังนั้น ในฐานะผู้เชี่ยวชาญ นักเรียนจะสามารถประยุกต์ใช้ฮอโมนใดในการสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโต อธิบายมาพอสังเขป

ตอบ.....  
 .....  
 .....

#### คำถามที่ 4 : ฮอริโมนพืช

1 คะแนน

จากคำถามที่ปรากฏในตาราง ข้อความต่อไปนี้กล่าวถูกต้องเกี่ยวกับฮอริโมนพืชหรือไม่ จงวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อความ

คำถาม	ใช่ หรือ ไม่ใช่
1. ออกซินมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของตาข้าง และช่วยป้องกันการหลุดร่วงของใบ ดอกและผล	ใช่ / ไม่ใช่
2. เอทิลีน (Ethylene) มีส่วนช่วยในการยับยั้งการสุกของผลไม้	ใช่ / ไม่ใช่

#### คำถามที่ 5 : ฮอริโมนพืช

1 คะแนน

การใช้ฮอริโมนพืชส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง

ตอบ.....  
 .....  
 .....

#### สถานการณ์ที่ 3 ปะการังฟอกขาว

นักวิจัยจากศูนย์ความเป็นเลิศ ARC (ARC Centre of Excellence for Coral Reef Studies, in Queensland) เพื่อการศึกษาแนวปะการัง ซึ่งตั้งอยู่ในรัฐควีนส์แลนด์ทางตะวันออกเฉียงเหนือของออสเตรเลียได้ประเมินสถานะของปะการังของเกรตแบร์ริเออร์รีฟระหว่างปี 2538 ถึง 2560 พบว่าประชากรปะการังเกือบทั้งหมดกำลังหายไป เมื่อลงรายละเอียดพบว่าแนวปะการังเกรตแบร์ริเออร์รีฟต้องสูญเสียประชากรปะการังไป 50% ทั้งขนาดเล็กขนาดกลาง และขนาดใหญ่ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา ตัวการสำคัญคือการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ หรือภาวะโลกร้อนนั่นเอง นี่คือการร้ายที่มีผลกระทบร้ายแรงมากเพราะแนวปะการังเป็นรากฐานของระบบนิเวศทางทะเล หากไม่มีพวกมันระบบนิเวศจะล่มสลายและสิ่งมีชีวิตในทะเลตาย เพราะประมาณการกันว่าหนึ่งในสี่ – หนึ่งในสามของสิ่งมีชีวิตในทะเลทั้งหมดพึ่งพาพวกปะการังไม่ช่วงใดช่วงหนึ่งของวงจรชีวิตของพวกมัน ตามปกติแล้วเมื่อมีการสูญเสียปะการังก็จะฟื้นคืนมาเป็นวัฏจักรของชีวิตเหมือนสิ่งมีชีวิตอื่นๆ แต่จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าความสามารถของแนวปะการังเกรตแบร์ริเออร์รีฟในการฟื้น

ตัวเองได้ถูกทำลายลงไป เนื่องจากมีตัวอ่อนน้อยลงและมีตัวเต็มวัยที่ผสมพันธุ์ได้น้อยลง ผู้เชี่ยวชาญพบว่า การลดลงของประชากรเกิดขึ้นทั้งในประเภทปะการังน้ำตื้นและน้ำลึก แต่ปะการังช่องแฉงและปะการังปะการังโต๊ะซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาได้รับผลกระทบมากที่สุดจากเหตุการณ์ปะการังฟอกขาวครั้งใหญ่ในปี 2559 และ 2560 ซึ่งเกิดจากอุณหภูมิที่ร้อนจนทำลายสถิติจากการศึกษา ยังพบว่า การเสื่อมสภาพของอาณาเขตของปะการังในแนวปะการังทางตอนเหนือและตอนกลาง หลังจากเหตุการณ์ฟอกขาวจำนวนมากในปี 2559 และ 2560 และแนวปะการังเกรตแบร์รีเออร์รี่ประสบกับเหตุการณ์การฟอกขาวหลายครั้งในช่วงห้าปีที่ผ่านมา ผู้เชี่ยวชาญกล่าวว่าทางตอนใต้ของแนวปะการังก็เผชิญกับอุณหภูมิที่สูงเป็นประวัติการณ์ในช่วงต้นปี 2563 เปอร์เซ็นต์ของปะการังที่ทรุดโทรมที่เกิดในแนวปะการังเกรตแบร์รีเออร์รี่ลดลงอย่างมากในปี 2561

ที่มา: สำนักข่าว I Green

#### คำถามที่ 6 : ปะการังฟอกขาว

1 คะแนน

ถ้าแนวปะการังเกรตแบร์รีเออร์รี่หายไปทั้งหมดจะส่งกระทบในด้านใดมากที่สุด

1. สิ่งมีชีวิตในน้ำทะเลจะมีความหลากหลายน้อยลง
2. ที่อยู่อาศัยของปลาและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก
3. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำทะเลสูงขึ้น
4. นักท่องเที่ยวลดลงอย่างรวดเร็ว

#### คำถามที่ 7 : ปะการังฟอกขาว

1 คะแนน

จากคำถามที่ปรากฏในตารางเกี่ยวกับปะการังฟอกขาวซึ่งสามารถหาคำตอบได้โดยการทดลองทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ จงวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม

คำถาม	ใช่ หรือ ไม่ใช่
1. อุณหภูมิมีผลต่อการฟอกขาวของปะการังอย่างไร	ใช่ / ไม่ใช่
2. แสงสว่างมีผลต่อการฟอกขาวของปะการังอย่างไร	ใช่ / ไม่ใช่

นักเรียนมีข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะในการอนุรักษ์แนวปะการังนี้อย่างไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

#### สถานการณ์ที่ 4 โรคหลอดเลือดสมอง (STROKE)

โรคหลอดเลือดสมอง ในปัจจุบันเป็นโรคที่เพิ่มมากขึ้น สาเหตุของการเสียชีวิต และปัญหาสุขภาพเรื้อรัง โดยเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของผนังหลอดเลือด เกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็งตัว ไขมันเกาะที่บริเวณผนังหลอดเลือด และสุดท้ายไปสู่ภาวะหลอดเลือดตีบ มีอาการหลอดเลือดสมอง โดยส่วนใหญ่กว่า 80% เป็นชนิดหลอดเลือดสมองตีบ อุดตัน (Cerebral Infarction) และอีกประมาณ 20% เป็นหลอดเลือดสมองแตก (Cerebral Hemorrhage)

ปัจจัยเสี่ยงก่อเกิดโรคหลอดเลือดสมอง

- 1) อายุ เมื่อสูงอายุ หลอดเลือดก็จะเสื่อมไปตามอายุที่เพิ่มขึ้น โดยผิวชั้นในของหลอดเลือดจะหนาและแข็งขึ้น จากคราบหินปูนและไขมันมาเกาะ ทำให้ช่องทางที่เลือดไหลผ่านแคบลง
- 2) เบาหวาน เป็นสาเหตุทำให้เส้นเลือดแข็งทั่วร่างกาย และหากเกิดเส้นเลือดแข็งในสมองก็จะมีโอกาสเกิดโรคหลอดเลือดสมองสูงกว่าคนปกติ 2 - 3 เท่า
- 3) ไขมันในเลือดสูง ทำให้เกิดภาวะที่ไขมันเกาะสะสมอยู่ตามผนังของเส้นเลือด เป็นอุปสรรคกีดขวางการลำเลียงเลือดไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมอง แล้วยังส่งผลให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ
- 4) โรคหัวใจ โรคลิ้นหัวใจรั่วหรือผิดปกติ หัวใจเต้นผิดจังหวะ โรคเหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุของการเกิดลิ่มเลือด และถาลิ่มเลือดอุดตันที่หลอดเลือดสมองก็จะทำให้สมองเกิดอาการขาดเลือดได้
- 5) บุหรี่ ในบุหรี่มีสารนิโคตินและคาร์บอน ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายได้รับลดลง และยังเป็นตัวที่ทำลายผนังของหลอดเลือด ส่งผลให้หลอดเลือดเกิดการแข็งตัว

**ที่มา:** สัญญาณเตือนอาการเฉียบพลัน โรคหลอดเลือดสมอง Stroke

**คำถามที่ 9 : โรคหลอดเลือดสมอง (STROKE)****2 คะแนน**

ถ้าหากโรงเรียนจัดกิจกรรมการให้ความรู้และวิธีการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในผู้ป่วยเส้นเลือดสมอง นักเรียนเลือกที่จะเข้าร่วมกิจกรรมหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....  
.....

โรคหลอดเลือดสมองเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับ 2 ของโลก พบผู้ป่วยจำนวน 80 ล้านคน ผู้เสียชีวิตประมาณ 5.5 ล้านคน และยังพบผู้ป่วยใหม่ถึง 13.7 ล้านคนต่อปี โดย 1 ใน 4 เป็นผู้ป่วยที่มีอายุ 25 ปีขึ้นไป และร้อยละ 60 เสียชีวิตก่อนวัยอันควร นอกจากนี้ ยังได้ประมาณการความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดสมองในประชากรโลกปี 2562 พบว่า ทุก ๆ 4 คน จะป่วยด้วยโรคหลอดเลือดสมอง 1 คน โดยร้อยละ 80 ของประชากรโลกที่มีความเสี่ยงสามารถป้องกันได้สำหรับประเทศไทย จากรายงานข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี ของกองยุทธศาสตร์และแผนงาน กระทรวงสาธารณสุข พบว่า จำนวนผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ตั้งแต่ปี 2556-2560 มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยในปี 2559 พบผู้ป่วย 293,463 รายในปี 2560 พบผู้ป่วย 304,807 ราย และจำนวนผู้เสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดสมองปีละประมาณ 30,000 ราย จากสถานการณ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า โรคหลอดเลือดสมองเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับ 1 ของประเทศไทย ซึ่งสามารถเกิดได้กับประชาชนทุกกลุ่มวัย

**ที่มา:** ข้อมูลจากกรมควบคุมโรค

**คำถามที่ 10 : โรคหลอดเลือดสมอง (STROKE)****2 คะแนน**

จากคำถามที่ปรากฏในตาราง พฤติกรรมของคนไทยที่ทำให้เกิดโรคหลอดเลือดสมอง (STROKE) หรือไม่ จงวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม

คำถาม	ใช่ หรือ ไม่ใช่
1. การกินอาหารจานด่วนเป็นประจำ เช่น เบอร์เกอร์ เฟรนช์ฟราย	ใช่ / ไม่ใช่
2. พฤติกรรมการชอบทานอาหารรสหวาน มัน เค็ม	ใช่ / ไม่ใช่
3. ขาดการออกกำลังกายและพักผ่อนที่เพียงพอ	ใช่ / ไม่ใช่
4. ความเครียดสะสม	ใช่ / ไม่ใช่

## คำถามที่ 11 : โรคหลอดเลือดสมอง (STROKE)

1 คะแนน

จงให้เหตุผลหนึ่งข้อว่าทำไมโรคหลอดเลือดสมองเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับ 2 ของโลก และเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับ 1 ของประเทศไทย

ตอบ.....  
.....  
.....

## สถานการณ์ที่ 5 การสูบบุหรี่

ยาสูบถูกสูบในรูปของบุหรี่ยี่ ซิการ์ และกล้องสูบบุหรี่ การวิจัยแสดงว่าโรคที่เกี่ยวข้องกับยาสูบทำให้ทั่วโลกมีผู้เสียชีวิตเกือบ 13,500 คนในแต่ละวัน และมีการทำนายว่าในปี 2020 โรคที่เกี่ยวข้องกับยาสูบจะเป็นสาเหตุของการตายทั่วโลกประมาณ 12% ควันของยาสูบมีสารที่เป็นอันตรายอยู่หลายชนิด ส่วนที่เป็นอันตรายมากที่สุดคือ น้ำมันดิน นิโคติน และคาร์บอนมอนอกไซด์

## คำถามที่ 12 : การสูบบุหรี่

1 คะแนน

การสูบบุหรี่เพิ่มความเสี่ยงของการเป็นมะเร็งปอดและโรคอื่น ๆ ความเสี่ยงในการเกิดโรครจากที่ปรากฏในตารางนี้เพิ่มขึ้นจากการสูบบุหรี่หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม

คำถาม	ใช่ หรือ ไม่ใช่
1. โรคถุงลมโป่งพอง	ใช่ / ไม่ใช่
2. โรคหลอดเลือดสมอง	ใช่ / ไม่ใช่

### คำถามที่ 13 : การสูบยา

1 คะแนน

บางคนใช้แผ่นนิโคตินช่วยในการเลิกสูบบุหรี่ แผ่นนิโคตินจะถูกแปะติดที่ผิวหนังและปล่อยนิโคตินสู่เลือด เพื่อช่วยลดอาการอยากและอาการขาดยาเมื่อหยุดสูบบุหรี่แล้ว

การศึกษาผลของแผ่นนิโคตินกับกลุ่มของผู้สูบบุหรี่ที่ต้องการเลิกการสูบบุหรี่ 100 คน ที่ได้จากการสุ่ม ใช้เวลาในการศึกษา 6 เดือน ผลของแผ่นนิโคตินต่อกลุ่มของผู้สูบบุหรี่ได้รับการวัดโดยหาว่ามีอยู่กี่คนในกลุ่มนี้ที่ไม่ได้เริ่มสูบบุหรี่อีกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

การออกแบบการทดลองใดต่อไปนี่ที่ดีที่สุด

1. ทุกคนในกลุ่มติดแผ่นนิโคติน
2. ทุกคนติดแผ่นนิโคตินยกเว้นหนึ่งคนที่พยายามเลิกสูบบุหรี่โดยไม่ติดแผ่นนิโคติน
3. แต่ละคนเลือกที่จะติดแผ่นนิโคตินหรือไม่ติดก็ได้เพื่อช่วยเลิกสูบบุหรี่
4. สุ่มคนครึ่งหนึ่งให้ใช้แผ่นนิโคตินและอีกครึ่งหนึ่งไม่ใช้แผ่นนิโคติน

### สถานการณ์ที่ 6 ปรากฏการณ์ ‘น้ำแข็งเลือด’ ที่ขั้วโลกใต้

‘น้ำแข็งเลือด’ ผลกระทบลูกโซ่จากภาวะโลกร้อน น้ำแข็งเลือดเกิดจากสาหร่ายสีแดงที่เคยเป็นสีเขียว ซึ่งเป็นสาหร่ายเซลล์เดียวชนิดหนึ่ง มักพบในภูมิภาคที่มีน้ำแข็งและเต็มไปด้วยหิมะ ตั้งแต่บริเวณอาร์กติกไปจนถึงเทือกเขาแอลป์ โดยปกติพวกมันจะถูกแช่แข็งหลับใหลใต้แผ่นน้ำแข็ง และแน่นอนว่า เมื่อน้ำแข็งขั้วโลกละลายพวกมันจะตื่นขึ้นมา ผลกระทบที่ตามมาหลังจากเกิดน้ำแข็งเลือดเหล่านี้สาหร่ายสีแดงนี้ส่งผลกระทบในวงกว้าง เพราะทันทีที่น้ำแข็งที่พวกมันเกาะละลายออกจนกลายเป็นน้ำ นั่นหมายถึง แผ่นน้ำแข็งที่ปกคลุมน้ำชั้นล่างจะละลายตามไปด้วย ทำให้แสงอาทิตย์สามารถส่องลงไปยังน้ำแข็งที่อยู่ใต้น้ำได้ง่ายขึ้น จนน้ำแข็งที่ขั้วโลกใต้ละลายตาม ๆ กันไป อุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้น ส่งผลให้การเติบโตของสาหร่ายผิดปกติ และกลายเป็นสีแดง ส่งกลิ่นเหม็น และเป็นพิษกับมนุษย์ เหมือนปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี (Red Tide) ในมหาสมุทรที่เกิดขึ้นในหลายพื้นที่

ที่มา: <https://www.flagfrog.com/watermelon-snow-algae-bloom/>



**คำถามที่ 14 :ปรากฏการณ์ ‘น้ำแข็งเลือด’ ที่ขั้วโลกใต้**
**2 คะแนน**

จากคำถามที่ปรากฏในตาราง คือ ปัจจัยที่สามารถทำให้สาหร่ายสีแดงเจริญเติบโตได้ดีหรือไม่ จงวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม

คำถาม	ใช่ หรือ ไม่ใช่
1. ปริมาณน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น	ใช่ / ไม่ใช่
2. กระแสน้ำอุ่นแทนที่กระแสน้ำเย็นมากขึ้น	ใช่ / ไม่ใช่
3. อุณหภูมิของโลกเฉลี่ยสูงขึ้นทุกปี	ใช่ / ไม่ใช่
4. ปริมาณประชากรโลกเพิ่มขึ้น	ใช่ / ไม่ใช่

**คำถามที่ 15 :ปรากฏการณ์ ‘น้ำแข็งเลือด’ ที่ขั้วโลกใต้**
**2 คะแนน**

อันตรายจากปรากฏการณ์ red tides จะมาถึงมนุษย์ต่อเมื่อมนุษย์กินอาหารทะเลที่มีพิษของสาหร่ายเข้าไป หอยเป็นหนึ่งในสัตว์น้ำที่สะสมสารพิษไว้ในลำตัวได้มากที่สุด มีข้อมูลวิจัยว่า หอยนางรมตัวใหญ่ ๆ ตัวหนึ่งสามารถกรองสาหร่ายในน้ำทะเลไว้ได้ถึง 7 แกลลอน (24 ลิตร) ต่อชั่วโมง นั่นหมายถึง ในช่วงที่มี red tides หอยจะสามารถสะสมพิษไว้ได้มากที่สุดที่เดียวใน 1 วัน ส่วนตัวหอยอ้วน ท้วนแข็งแรง ไม่มีอาการผิดปกติเลย แต่มนุษย์ที่กินหอยเข้าไป ที่จะได้รับผลจากสารพิษที่สะสมอยู่ในตัวหอย นกก็เป็นสัตว์อีกชนิดหนึ่งที่จะได้รับผลกระทบเช่นเดียวกับมนุษย์ เมื่อบริโภคสัตว์น้ำที่มีพิษของสาหร่าย

**ที่มา:** พัชรพิมพ์ เสถบุตร นิตยสารผู้จัดการ 360 องศา

จากบทความข้างต้น เรื่องของการถ่ายทอดสารพิษจากสาหร่ายสีแดงสู่มนุษย์ สามารถอธิบายด้วยทฤษฎีถ่ายทอดแบบทวีคูณอย่างไร

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

## คำถามที่ 16 :ปรากฏการณ์ ‘น้ำแข็งเลือด’ ที่ขั้วโลกใต้

2 คะแนน

นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ว่าการเรียนวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์น้ำแข็งเลือดที่ขั้วโลกใต้ได้ พร้อมระบุเหตุผลประกอบ

ตอบ.....  
.....  
.....

## สถานการณ์ที่ 7 วัคซีน

บริษัทไฟเซอร์ (Pfizer) และไบออนเทค (BioNTech) ซึ่งเป็นผู้คิดค้นวัคซีนป้องกันโรคโควิด-19 ประกาศผลการทดลองวัคซีนนี้กับคน 43,500 คน ใน 6 ประเทศ ได้แก่ สหรัฐฯ เยอรมนี บราซิล อาร์เจนตินา แอฟริกาใต้ และตุรกี พบว่าทำให้คน 90% มีภูมิคุ้มกันจากโรคโควิด-19 สร้างความตื่นตัวไปทั่วโลก โดยข้อมูลล่าสุดบ่งชี้ว่า วัคซีนชนิดนี้ดูเหมือนจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันการติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ให้กลุ่มคนอายุ 65 ปีขึ้นไปได้ถึง 94% วัคซีนนี้ช่วยฝึกระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายให้ต่อสู้กับเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ วัคซีนชนิดใหม่นี้มีชื่อเรียกว่าวัคซีนอาร์เอ็นเอ ซึ่งผลิตจากชิ้นส่วนสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ เมื่อถูกฉีดเข้าไปในร่างกายจะกระตุ้นให้ภูมิคุ้มกันของผู้รับวัคซีนสร้างแอนติบอดีที่ใช้ต่อสู้กับเชื้อไวรัสได้ จากการฉีดวัคซีนจำนวน 2 โดส ให้แก่ผู้เข้าร่วมโครงการทดลอง ในระยะเวลาห่างกัน 3 สัปดาห์ ข้อมูลเบื้องต้นชี้ว่าผู้เข้าร่วมการทดลองกว่า 90% มีภูมิคุ้มกันจากโรคโควิด-19

ที่มา: <https://www.bbc.com/thai/international-54903221>

## คำถามที่ 17 : วัคซีน

2 คะแนน

จากคำถามที่ปรากฏในตาราง เมื่อต้องการผลิตวัคซีนอาร์เอ็นเอจำเป็นต้องศึกษาเรื่องต่อไปนี้หรือไม่ จงวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม

คำถาม	ใช่ หรือ ไม่ใช่
1. ลำดับเบส RNA ของไวรัสโคโรนา-2019	ใช่ / ไม่ใช่
2. อัตราการแพร่ของไวรัสโคโรนา-2019	ใช่ / ไม่ใช่
3. ปริมาณของวัคซีนอาร์เอ็นเอต่อคน	ใช่ / ไม่ใช่
4. ผลข้างเคียงหลังจากใช้วัคซีน	ใช่ / ไม่ใช่

## คำถามที่ 18 : วัคซีน

2 คะแนน

จากเหตุการณ์โรคระบาดไวรัสโคโรนา- 2019 จะเห็นได้ว่าหลาย ๆ ประเทศ โดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกาที่กลายเป็นศูนย์กลางการแพร่ระบาดของโรคมกกว่าประเทศอื่น ๆ เพราะเหตุใดที่ทำให้ประเทศสหรัฐอเมริกามีจำนวนผู้ติดเชื้อมากที่สุด



ที่มา: <https://www.naewna.com/inter/568205>

ตอบ.....

.....

.....

### คำถามที่ 19 : วัคซีน

### 2 คะแนน

หากนักเรียนเป็นตัวแทนในการผลิตวัคซีนต้านไวรัสโคโรนา- 2019 ซึ่งเป็นวัคซีนที่มีความต้องการใช้อย่างเร่งด่วน นักเรียนจะให้ความสำคัญต่อขั้นตอนการผลิตที่ถูกต้องตามหลักการผลิตวัคซีนหรือไม่ พร้อมระบุเหตุผลประกอบ

ตอบ.....  
 .....  
 .....

### สถานการณ์ที่ 8 การเดินทางของนกน้อย

การอพยพกว่าหลายหมื่นไมล์เพื่อความอยู่รอดของเหล่านกอพยพที่เกิดขึ้นทุก ๆ ปี นับเป็นเรื่องราวที่แสนพิเศษที่แสดงถึงความอดสาหะของเหล่านกน้อยที่ต้องการดำรงชีวิตและเผ่าพันธุ์ของมันเอาไว้ โดยมีฤดูกาลเป็นตัวกำหนดเวลาของการอพยพเคลื่อนย้ายเพื่อไปยังแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์และเหมาะแก่การสืบพันธุ์ นกอพยพส่วนใหญ่ที่อาศัยและสร้างรังอยู่ทางตอนเหนือของโลกและตอนกลางของทวีปเอเชียจะอพยพลงมาหาแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์ทางตอนใต้ของโลก ในช่วงฤดูหนาว ในระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม และบินกลับไปยังถิ่นที่อยู่อาศัยเดิมเมื่อสิ้นสุดฤดูหนาว ช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม และหมุนเวียนเป็นเช่นนี้เรื่อยไป นกอพยพแต่ละชนิดจะมีระยะทาง เส้นทาง และรูปแบบในการอพยพที่แตกต่างกันไป เช่น นกบางชนิดอาจอพยพเป็นระยะทางสั้น ๆ สลับกับการหยุดพักหากินระหว่างที่พวกมันเดินทางอพยพไปยังที่หมาย

ที่มา : องค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ

**คำถามที่ 20 : การเดินทางของนกน้อย****2 คะแนน**

นักเรียนคิดว่า การเดินทางของนกอพยพสามารถบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์ของระบบนิเวศบริเวณนั้นได้หรือไม่ อย่างไร และมนุษย์สามารถอนุรักษ์นกอพยพได้อย่างไร

ตอบ.....

.....

**คำถามที่ 21 : การเดินทางของนกน้อย****2 คะแนน**

นกอพยพสามารถเดินทางไปยังที่หมายได้ถูกต้องโดยใช้ความสามารถที่ปรากฏในตารางใช่หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม

คำถาม	ใช่ หรือ ไม่ใช่
1. ความสามารถในการตรวจจับแม่เหล็กโลก (Magnetic sensing)	ใช่ / ไม่ใช่
2. ความสามารถใช้สายตาในการดูรายละเอียดของธรณีสัณฐานและภูมิศาสตร์	ใช่ / ไม่ใช่
3. ความสามารถใช้ตำแหน่งของดวงดาว (Star Orientation)	ใช่ / ไม่ใช่
4. ความสามารถใช้ตรวจจับทิศทางลม	ใช่ / ไม่ใช่

### สถานการณ์ที่ 9 ลิปมัน

ตารางข้างล่างนี้ แสดงส่วนผสมที่แตกต่างกันสองสูตรของเครื่องสำอางที่นักเรียนสามารถทำเองได้ ลิปสติกจะแข็งกว่าลิปมัน ซึ่งอ่อนและเป็นมันกว่า

ลิปมัน		ลิปสติก	
<b>ส่วนผสม :</b>		<b>ส่วนผสม :</b>	
น้ำมันละหุ่ง	5 กรัม	น้ำมันละหุ่ง	5 กรัม
ไขผึ้ง	0.2 กรัม	ไขผึ้ง	1 กรัม
ไขมันปาล์ม	0.2 กรัม	ไขมันปาล์ม	1 กรัม
สีผสมอาหาร	1 ช้อนชา	สีผสมอาหาร	1 ช้อนชา
สารแต่งรสชาติ	1 หยด	สารแต่งรสชาติ	1 หยด
<b>วิธีทำ :</b>		<b>วิธีทำ :</b>	
อุ่นน้ำมันและไขในอ่างน้ำจนผสมกันดี จากนั้นเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ แล้วผสมให้เข้ากัน		อุ่นน้ำมันและไขในอ่างน้ำจนผสมกันดี จากนั้นเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ แล้วผสมให้เข้ากัน	

คำถามที่ 22 : ลิปมัน

1 คะแนน

ในการทำลิปมันและลิปสติก ตามสูตรที่ปรากฏในตาราง พบว่า ลิปสติกที่ทำจากส่วนผสมนี้จะแข็งและใช้ยาก หากนักเรียนต้องการผลิตลิปสติกให้เนื้ออ่อนลงกว่าเดิม การเปลี่ยนสัดส่วนผสมอย่างไรจึงจะเหมาะสม

ตอบ.....  
 .....  
 .....

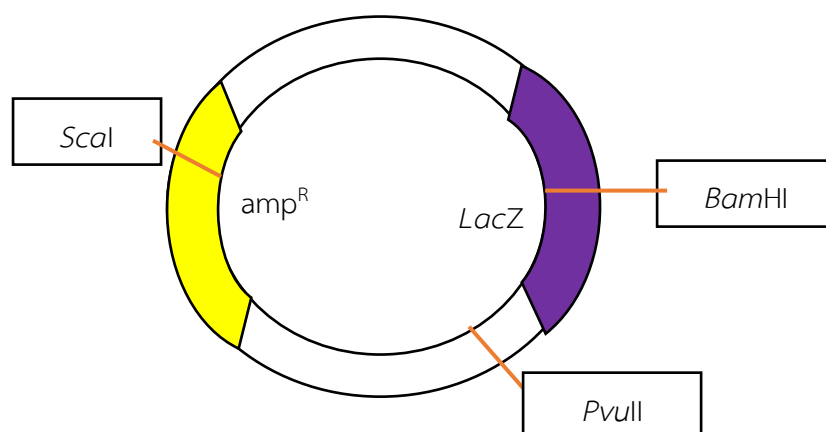
## คำถามที่ 23 : ลิปมัน

## 1 คะแนน

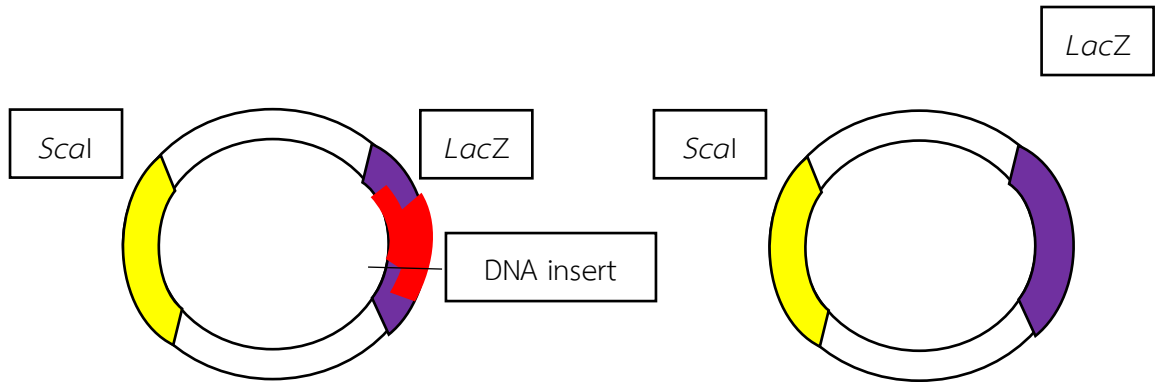
เมื่อเติมสารที่เรียกว่าอิมัลซิฟายเออร์ลงไปจะทำให้น้ำมันและไขมันผสมเข้ากันกับน้ำได้ จากข้อมูลที่ปรากฏ เพราะเหตุใดสบู่และน้ำจึงสามารถลบลิปติกออกได้

1. น้ำมีอิมัลซิฟายเออร์ที่ทำให้สบู่และลิปติกผสมกันได้
2. สบู่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ ทำให้น้ำและลิปติกผสมกันได้
3. อิมัลซิฟายเออร์ในลิปติกทำให้สบู่และน้ำผสมกันได้
4. สบู่และลิปติกผสมกันจนเป็นอิมัลซิฟายเออร์ที่ผสมกับน้ำได้

## สถานการณ์ที่ 10 ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

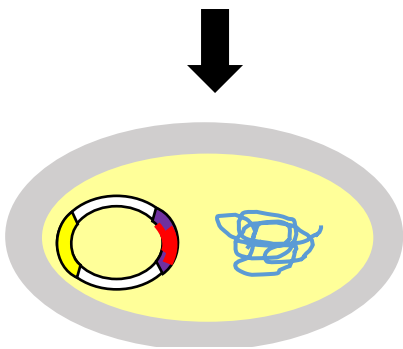


พลาสมิดมีตำแหน่งตัดจำเพาะของเอนไซม์ *ScaI* ภายในยีนต้านทานยาปฏิชีวนะแอมพิซิซิลิน ( $amp^R$ ) และมีตำแหน่งตัดจำเพาะของเอนไซม์ *BamHI* ภายในยีน *LacZ* ซึ่งยีน *LacZ* นี้จะควบคุมการสร้างเอนไซม์ที่สามารถย่อยสารตั้งต้นจากไม่มีสีได้เป็นสีฟ้า เมื่อนำแบคทีเรียที่ได้รับพลาสมิดที่มียีน *LacZ* ไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสารตั้งต้นจะทำให้กลุ่มของแบคทีเรียหรือโคโลนีซึ่งปกติมีสีขาวเปลี่ยนเป็นสีฟ้า แต่ถ้ามียีน DNA แทรกเข้าไปในพลาสมิดตรงตำแหน่งยีนจะทำให้ยีนนั้นไม่ทำงาน เช่น ถ้ามียีน DNA แทรกเข้าพลาสมิดตรงตำแหน่งยีน *LacZ* จะทำให้ยีนนี้ไม่สามารถสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยสารตั้งต้นได้ โคโลนีของแบคทีเรียจึงเป็นสีขาว

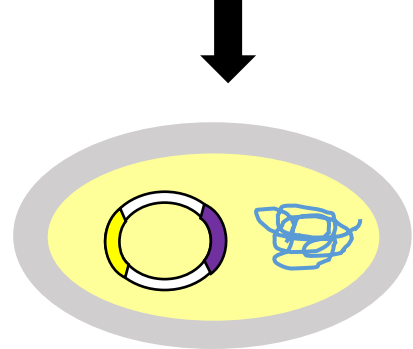


พลาสมิดที่มี DNA แทรกบริเวณยีน  
LacZ ถูกใส่เข้าไปในเซลล์แบคทีเรีย

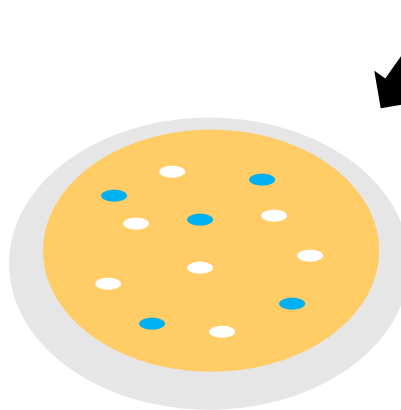
พลาสมิดที่ไม่มี DNA แทรกบริเวณยีน  
LacZ ถูกใส่เข้าไปในเซลล์แบคทีเรีย



ไม่มีการแสดงออกของยีน LacZ และ  
แบคทีเรียไม่สร้างเอนไซม์



มีการแสดงออกของยีน LacZ  
และแบคทีเรียสร้างเอนไซม์



ไม่มีเอนไซม์ย่อยสารตั้งต้น ทำให้  
มองเห็นโคโลนีของแบคทีเรีย  
เป็นสีขาว

เอนไซม์ย่อยสารตั้งต้น ได้สารสี  
ฟ้า ทำให้มองเห็นโคโลนีของ  
แบคทีเรียเป็นสีฟ้า



**คำถามที่ 24 : ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์**

**2 คะแนน**

จากคำถามที่ปรากฏในตารางเป็นประโยชน์ของการทำดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม

คำถาม	ใช่ หรือ ไม่ใช่
การผลิตฮอร์โมนอินซูลิน	ใช่ / ไม่ใช่
การตรวจทางนิติเวชศาสตร์เพื่อหาผู้กระทำความผิด	ใช่ / ไม่ใช่
การพัฒนาพันธุ์ข้าวที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำ	ใช่ / ไม่ใช่

**คำถามที่ 25 : ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์**

จากคำถามที่ปรากฏในตาราง ใช้อุปกรณ์/ วัสดุ ที่จำเป็นต่อการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์หรือไม่ จงวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถาม

คำถาม	ใช่ หรือ ไม่ใช่
1. ดีเอ็นเอพาหะหรือเวกเตอร์ (vector)	ใช่ / ไม่ใช่
2. เอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme)	ใช่ / ไม่ใช่
3. ยีนที่ต้องการ	ใช่ / ไม่ใช่
4. แบคทีเรีย	ใช่ / ไม่ใช่
5. ไพรมเมอร์ (primer) ที่เป็น DNA สายสั้น ๆ	ใช่ / ไม่ใช่
6. DNA ligase	ใช่ / ไม่ใช่



สำหรับผู้วิจัย

เลขที่แบบทดสอบ

แบบทดสอบประเมินการรู้ชีวภาพของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณ  
ราชวิทยาลัย

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทาง  
ชีวภาพของนักเรียน

2. แบบทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบทดสอบ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบ 7 สถานการณ์ รวม 20 คะแนน

3. เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ และเสียสละเวลาในการตอบแบบทดสอบในครั้งนี้

นางสาวนุรีชะห์ สือรี

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

### ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบทดสอบ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ( ) หน้าข้อความที่ตรงกับคุณลักษณะความเป็นความจริงของท่าน

#### 1. เพศ

( ) ชาย                      ( ) หญิง

#### 2. โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย

( ) สตูล                      ( ) ตรัง                      ( ) นครศรีธรรมราช                      ( ) เชียงราย  
 ( ) เลย                      ( ) พิษณุโลก                      ( ) ลพบุรี                      ( ) มุกดาหาร  
 ( ) บุรีรัมย์                      ( ) ชลบุรี                      ( ) ปทุมธานี                      ( ) เพชรบุรี

#### 3. เลขประจำตัวนักเรียน.....

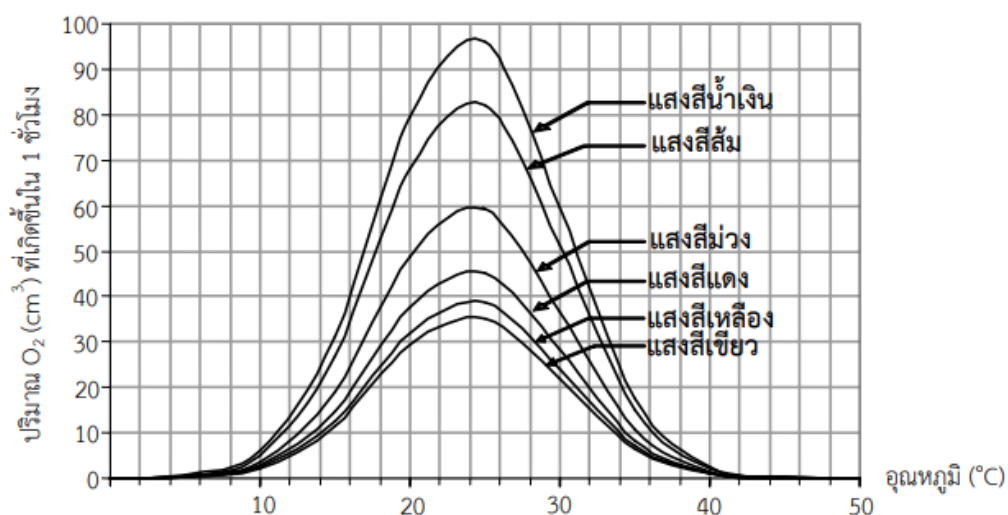
### ตอนที่ 2 แบบทดสอบ จำนวน 7 สถานการณ์ รวม 20 คะแนน

#### คำชี้แจง

1. คำถามที่มีคำตอบ 4 ตัวเลือก ให้วงกลมล้อมรอบคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
2. คำถามที่ให้ตอบหลายคำตอบ ให้วงกลมล้อมรอบคำตอบเดียวในแต่ละแถว
3. คำถามที่ต้องเขียนประโยคคำตอบ ให้เขียนประโยคคำตอบลงในที่ว่างที่เตรียมไว้ในแบบทดสอบ คำถามเหล่านี้อาจเขียนคำตอบเป็นตัวหนังสือ วาดภาพ หรือตัวเลข
4. คำถามที่ต้องการให้อธิบายคำตอบหรือให้เหตุผลประกอบคำตอบ คำถามเหล่านี้มีคำตอบถูกต้องหลายคำตอบ จะได้คะแนนจากวิธีที่ผู้ตอบแสดงความเข้าใจที่มีต่อคำถามและความคิดที่แสดงออกมา

### สถานการณ์ที่ 1 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ทดลองปลูกพืชชนิดหนึ่ง โดยให้รับแสงจากหลอดไฟที่มีแสงสีต่าง ๆ และบันทึกปริมาณแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชชนิดนี้เมื่อได้รับแสงสีต่าง ๆ ในช่วงอุณหภูมิ 0 °C ถึง 50 °C ได้ดังกราฟ



ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ (°C) กับปริมาณแก๊สออกซิเจน (O<sub>2</sub>) ของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชชนิดหนึ่งชนิดหนึ่งเมื่อได้รับแสงสีต่าง ๆ ในช่วงอุณหภูมิ 0 °C ถึง 50 °C

คำถามที่ 1 : การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

2 คะแนน

จากภาพที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ หากพืชได้รับแสงสีส้มจะสังเคราะห์ด้วยแสงที่อุณหภูมิ 20 °C ได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 30 °C หรือไม่ จงอธิบาย

ตอบ.....  
 .....  
 .....

## สถานการณ์ที่ 2 ฮอโมนพืช

ฮอโมนพืชเป็นสารอินทรีย์ที่มีความสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเจริญเติบโตของพืช ทั้งการตอบสนองของพืชต่อสภาพแวดล้อมและปัจจัยภายนอก และยังรวมไปถึงการควบคุมการแสดงออกทางพันธุกรรมที่แท้จริงของพืชอีกด้วย เนื่องจากพืชแต่ละต้นผลิตฮอโมนพืชตามธรรมชาติในปริมาณน้อยมาก จึงกลายเป็นเรื่องยากต่อการศึกษาค้นคว้า และสกัดสารดังกล่าว เพื่อนำมาใช้ประโยชน์โดยตรง กระทั่งถึงช่วงปลายปี 1970 นักวิทยาศาสตร์จึงสามารถเริ่มต้นทำความเข้าใจ และประมวลผลความสัมพันธ์ของฮอโมนพืชกับสรีรวิทยาของพืชได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จนสามารถสังเคราะห์ “สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช” (Plant Growth Regulator) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับฮอโมนพืชตามธรรมชาติ ทั้งคุณสมบัติในการกระตุ้นและยับยั้งกระบวนการต่าง ๆ สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในการเพาะปลูกและการทำเกษตรกรรม ทั้งในการเพิ่มผลผลิตโดยตรง การสร้างภูมิคุ้มกันโรค หรือแม้กระทั่งการควบคุมการออกดอกออกผลนอกฤดูกาล เป็นต้น

ที่มา: National Geographic

### คำถามที่ 2 : ฮอโมนพืช

2 คะแนน

เมื่อเกษตรกรต้องการสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในเรื่องของการช่วยยืดอายุผักผลไม้ และสามารถรักษาความสดใหม่เอาไว้ได้ยาวนานหลังจากการเก็บเกี่ยว ดังนั้น ในฐานะผู้เชี่ยวชาญ นักเรียนจะสามารถประยุกต์ใช้ฮอโมนใดในการสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโต อธิบายมาพอสังเขป

ตอบ.....  
 .....  
 .....

### คำถามที่ 3 : ฮอริโมนพืช

1 คะแนน

การใช้ฮอริโมนพืชส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง

ตอบ.....  
.....  
.....

### สถานการณ์ที่ 3 ปะการังฟอกขาว

นักวิจัยจากศูนย์ความเป็นเลิศ ARC (ARC Centre of Excellence for Coral Reef Studies, in Queensland) เพื่อการศึกษาแนวปะการัง ซึ่งตั้งอยู่ในรัฐควีนส์แลนด์ทางตะวันออกเฉียงเหนือของออสเตรเลียได้ประเมินสถานะของปะการังของเกรตแบร์ริเออร์รีฟระหว่างปี 2538 ถึง 2560 พบว่าประชากรปะการังเกือบทั้งหมดกำลังหายไป เมื่อลงรายละเอียดพบว่าแนวปะการังเกรตแบร์ริเออร์รีฟต้องสูญเสียประชากรปะการังไป 50% ทั้งขนาดเล็กขนาดกลาง และขนาดใหญ่ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา ตัวการสำคัญคือการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ หรือภาวะโลกร้อนนั่นเอง นี่คือการร้ายที่มีผลกระทบร้ายแรงมากเพราะแนวปะการังเป็นรากฐานของระบบนิเวศทางทะเล หากไม่มีพวกมันระบบนิเวศจะล่มสลายและสิ่งมีชีวิตในทะเลตาย เพราะประมาณการกันว่าหนึ่งในสี่ – หนึ่งในสามของสิ่งมีชีวิตในทะเลทั้งหมดพึ่งพาพวกปะการังไม่ช่วงใดช่วงหนึ่งของวงจรชีวิตของพวกมัน ตามปกติแล้วเมื่อมีการสูญเสียปะการังก็จะฟื้นคืนมาเป็นวัฏจักรของชีวิตเหมือนสิ่งมีชีวิตอื่นๆ แต่จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าความสามารถของแนวปะการังเกรตแบร์ริเออร์รีฟในการฟื้นตัวเองได้ถูกทำลายลงไป เนื่องจากมีตัวอ่อนน้อยลงและมีตัวเต็มวัยที่ผสมพันธุ์ได้น้อยลง ผู้เชี่ยวชาญพบว่าการลดลงของประชากรเกิดขึ้นทั้งในประเภทปะการังน้ำตื้นและน้ำลึก แต่ปะการังช่องแชนงและปะการังปะการังโต๊ะซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาได้รับผลกระทบมากที่สุดจากเหตุการณ์ปะการังฟอกขาวครั้งใหญ่ในปี 2559 และ 2560 ซึ่งเกิดจากอุณหภูมิที่ร้อนจนทำลายสถิติจากการศึกษายังพบว่าการเสื่อมสภาพของอาณานิคมของปะการังในแนวปะการังทางตอนเหนือและตอนกลางหลังจากเหตุการณ์ฟอกขาวจำนวนมากในปี 2559 และ 2560 และแนวปะการังเกรตแบร์ริเออร์รีฟประสบกับเหตุการณ์การฟอกขาวหลายครั้งในช่วงห้าปีที่ผ่านมา ผู้เชี่ยวชาญกล่าวว่าการฟื้นตัวของแนวปะการังก็เผชิญกับอุณหภูมิที่สูงเป็นประวัติการณ์ในช่วงต้นปี 2563 เฮอร์เซ็นต์ของปะการังที่ฟอกขาวที่เกิดในแนวปะการังเกรตแบร์ริเออร์รีฟลดลงอย่างมากในปี 2561

ที่มา: สำนักข่าว I Green

**คำถามที่ 4 : ปะการังฟอกขาว****1 คะแนน**

ถ้าแนวปะการังเกรตแบร์ริเออร์รีฟหายไปทั้งหมดจะส่งกระทบในด้านใดมากที่สุด

1. สิ่งมีชีวิตในน้ำทะเลจะมีความหลากหลายน้อยลง
2. ที่อยู่อาศัยของปลาและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก
3. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำทะเลสูงขึ้น
4. นักท่องเที่ยวลดลงอย่างรวดเร็ว

**คำถามที่ 5 : ปะการังฟอกขาว****1 คะแนน**

นักเรียนมีข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะในการอนุรักษ์แนวปะการังนี้อย่างไร

ตอบ.....  
 .....  
 .....

#### สถานการณ์ที่ 4 โรคหลอดเลือดสมอง (STROKE)

โรคหลอดเลือดสมอง ในปัจจุบันเป็นโรคที่เพิ่มมากขึ้น สาเหตุของการเสียชีวิต และปัญหาสุขภาพเรื้อรัง โดยเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของผนังหลอดเลือด เกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็งตัว ไขมันเกาะที่บริเวณผนังหลอดเลือด และสุดท้ายไปสู่ภาวะหลอดเลือดตีบ มีอาการหลอดเลือดสมอง โดยส่วนใหญ่กว่า 80% เป็นชนิดหลอดเลือดสมองตีบ อุดตัน (Cerebral Infarction) และอีกประมาณ 20% เป็นหลอดเลือดสมองแตก (Cerebral Hemorrhage)

ปัจจัยเสี่ยงก่อเกิดโรคหลอดเลือดสมอง

1) อายุ เมื่อสูงอายุ หลอดเลือดก็จะเสื่อมไปตามอายุที่เพิ่มขึ้น โดยผิวชั้นในของหลอดเลือดจะหนาและแข็งขึ้น จากคราบหินปูนและไขมันมาเกาะ ทำให้ช่องทางที่เลือดไหลผ่านแคบลง

2) เบาหวาน เป็นสาเหตุทำให้เส้นเลือดแข็งทั่วร่างกาย และหากเกิดเส้นเลือดแข็งในสมองก็จะมีโอกาสเกิดโรคหลอดเลือดสมองสูงกว่าคนปกติ 2 - 3 เท่า

3) ไขมันในเลือดสูง ทำให้เกิดภาวะที่ไขมันเกาะสะสมอยู่ตามผนังของเส้นเลือด เป็นอุปสรรคกีดขวางการลำเลียงเลือดไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดสมอง แล้วยังส่งผลให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ

4) โรคหัวใจ โรคลิ้นหัวใจรั่วหรือผิดปกติ หัวใจเต้นผิดจังหวะ โรคเหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุของการเกิดลิ่มเลือด และถ้าลิ่มเลือดอุดตันที่หลอดเลือดสมองก็จะทำให้สมองเกิดอาการขาดเลือดได้

5) บุหรี่ ในบุหรี่มีสารนิโคตินและคาร์บอน ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายได้รับลดลง และยังเป็นตัวที่ทำลายผนังของหลอดเลือด ส่งผลให้หลอดเลือดเกิดการแข็งตัว

**ที่มา:** สัญญาณเตือนอาการเฉียบพลัน โรคหลอดเลือดสมอง Stroke

#### คำถามที่ 6 : โรคหลอดเลือดสมอง (STROKE)

1

จงให้เหตุผลหนึ่งข้อว่าทำไมโรคหลอดเลือดสมองเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับ 2 ของโลก และเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับ 1 ของประเทศไทย

ตอบ.....  
.....



## สถานการณ์ที่ 5 การสูบบุหรี่

ยาสูบถูกสูบในรูปแบบของบุหรี่ยี่ ชิการ์ และกล้องสูบบุหรี่ การวิจัยแสดงว่าโรคที่เกี่ยวข้องกับยาสูบทำให้ทั่วโลกมีผู้เสียชีวิตเกือบ 13,500 คนในแต่ละวัน และมีการทำนายว่าในปี 2020 โรคที่เกี่ยวข้องกับยาสูบจะเป็นสาเหตุของการตายทั่วโลกประมาณ 12% ควันของยาสูบมีสารที่เป็นอันตรายอยู่หลายชนิด ส่วนที่เป็นอันตรายมากที่สุดคือ น้ำมันดิน นิโคติน และคาร์บอนมอนอกไซด์

### คำถามที่ 7 : การสูบบุหรี่

1 คะแนน

บางคนใช้แผ่นนิโคตินช่วยในการเลิกสูบบุหรี่ แผ่นนิโคตินจะถูกแปะติดที่ผิวหนังและปล่อยนิโคตินสู่เลือด เพื่อช่วยลดอาการอยากและอาการขาดยาเมื่อหยุดสูบบุหรี่แล้ว

การศึกษาผลของแผ่นนิโคตินกับกลุ่มของผู้สูบที่ต้องการเลิกการสูบบุหรี่ 100 คน ที่ได้จากการสุ่ม ใช้เวลาในการศึกษา 6 เดือน ผลของแผ่นนิโคตินต่อกลุ่มของผู้สูบได้รับการวัดโดยหาว่ามีอยู่กี่คนในกลุ่มนี้ที่ไม่ได้เริ่มสูบบุหรี่อีกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

การออกแบบการทดลองใดต่อไปนี่ที่ดีที่สุด

1. ทุกคนในกลุ่มติดแผ่นนิโคติน
2. ทุกคนติดแผ่นนิโคตินยกเว้นหนึ่งคนที่พยายามเลิกสูบบุหรี่โดยไม่ติดแผ่นนิโคติน
3. แต่ละคนเลือกที่จะติดแผ่นนิโคตินหรือไม่ติดก็ได้เพื่อช่วยเลิกสูบบุหรี่
4. สุ่มคนครึ่งหนึ่งให้ใช้แผ่นนิโคตินและอีกครึ่งหนึ่งไม่ใช้แผ่นนิโคติน

## สถานการณ์ที่ 6 ปรากฏการณ์ ‘น้ำแข็งเลือด’ ที่ซัวโลกใต้

‘น้ำแข็งเลือด’ ผลกระทบลูกโซ่จากภาวะโลกร้อน น้ำแข็งเลือดเกิดจากสาหร่ายสีแดงที่เคยเป็นสีเขียว ซึ่งเป็นสาหร่ายเซลล์เดียวชนิดหนึ่ง มักพบในภูมิภาคที่มีน้ำแข็งและเต็มไปด้วยหิมะ ตั้งแต่บริเวณอาร์กติกไปจนถึงเทือกเขาแอลป์ โดยปกติพวกมันจะถูกแช่แข็งหลับใหลใต้แผ่นน้ำแข็ง และแน่นอนว่า เมื่อน้ำแข็งซัวโลกละลายพวกมันจะตื่นขึ้นมา ผลกระทบที่ตามมาหลังจากเกิดน้ำแข็งเลือดเหล่าสาหร่ายสีแดงนี้ส่งผลกระทบในวงกว้าง เพราะทันทีที่น้ำแข็งที่พวกมันเกาะละลายออกจนกลายเป็นน้ำ นั่นหมายถึง แผ่นน้ำแข็งที่ปกคลุมน้ำชั้นล่างจะละลายตามไปด้วย ทำให้แสงอาทิตย์สามารถส่องลงไปยังน้ำแข็งที่อยู่ใต้น้ำได้ง่ายขึ้น จนน้ำแข็งที่ซัวโลกใต้ละลายตาม ๆ กันไป อุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้น ส่งผลให้การเติบโตของสาหร่ายผิดปกติ และกลายเป็นสีแดง ส่งกลิ่นเหม็น และเป็นพิษกับมนุษย์ เหมือนปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี (Red Tide) ในมหาสมุทรที่เกิดขึ้นในหลายพื้นที่

ที่มา: <https://www.flagfrog.com/watermelon-snow-algae-bloom/>

### คำถามที่ 8 :ปรากฏการณ์ ‘น้ำแข็งเลือด’ ที่ซัวโลกใต้

2 คะแนน

อันตรายนจากปรากฏการณ์ red tides จะมาถึงมนุษย์ต่อเมื่อมนุษย์กินอาหารทะเลที่มีพิษของสาหร่ายเข้าไป หอยเป็นหนึ่งในสัตว์น้ำที่ซึมซับสารพิษไว้ในลำตัวได้มากที่สุด มีข้อมูลวิจัยว่า หอยนางรมตัวใหญ่ ๆ ตัวหนึ่งสามารถกรองสาหร่ายในน้ำทะเลไว้ได้ถึง 7 แกลลอน (24 ลิตร) ต่อชั่วโมง นั่นหมายถึง ในช่วงที่มี red tides หอยจะสามารถสะสมพิษไว้ได้มากที่สุดทีเดียวใน 1 วัน ส่วนตัวหอยอ้วนท้วนแข็งแรง ไม่มีอาการผิดปกติอย่างใดเลย แต่มนุษย์ที่กินหอยเข้าไป ที่จะได้รับผลจากสารพิษที่สะสมอยู่ในตัวหอย นกก็เป็นสัตว์อีกชนิดหนึ่งที่จะได้รับผลกระทบเช่นเดียวกับมนุษย์ เมื่อบริโภคสัตว์น้ำที่มีพิษของสาหร่าย

ที่มา: พัชรพิมพ์ เสถบุตร นิตยสารผู้จัดการ 360 องศา

จากบทความข้างต้น เรื่องของการถ่ายทอดสารพิษจากสาหร่ายสีแดงสู่มนุษย์ สามารถอธิบายด้วยทฤษฎีถ่ายทอดแบบทวีคูณอย่างไร

ตอบ.....  
.....

### คำถามที่ 9 :ปรากฏการณ์ ‘น้ำแข็งเลือด’ ที่ขั้วโลกใต้

2 คะแนน

นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ว่าการเรียนวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์น้ำแข็งเลือดที่ขั้วโลกใต้ได้ พร้อมระบุเหตุผลประกอบ

ตอบ.....  
.....  
.....

### สถานการณ์ที่ 7 ลิปมัน

ตารางข้างล่างนี้ แสดงส่วนผสมที่แตกต่างกันสองสูตรของเครื่องสำอางที่นักเรียนสามารถทำเองได้ ลิปสติกจะแข็งกว่าลิปมัน ซึ่งอ่อนและเป็นมันกว่า

ลิปมัน		ลิปสติก	
ส่วนผสม :		ส่วนผสม :	
น้ำมันละหุ่ง	5 กรัม	น้ำมันละหุ่ง	5 กรัม
ไขผึ้ง	0.2 กรัม	ไขผึ้ง	1 กรัม
ไขมันปาล์ม	0.2 กรัม	ไขมันปาล์ม	1 กรัม
สีผสมอาหาร	1 ช้อนชา	สีผสมอาหาร	1 ช้อนชา
สารแต่งรสชาติ	1 หยด	สารแต่งรสชาติ	1 หยด
วิธีทำ :		วิธีทำ :	
อุ่นน้ำมันและไขในอ่างน้ำจมนผสมกันดี จากนั้น		อุ่นน้ำมันและไขในอ่างน้ำจมนผสมกันดี	
เติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ แล้วผสม		จากนั้นเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ	
ให้เข้ากัน		แล้วผสมให้เข้ากัน	

### คำถามที่ 10 : ลิปมัน

1 คะแนน

ในการทำลิปมันและลิปสติก ตามสูตรที่ปรากฏในตาราง พบว่า ลิปสติกที่ทำจากส่วนผสมนี้จะแข็งและใช้ยาก หากนักเรียนต้องการผลิตลิปสติกให้เนื้ออ่อนลงกว่าเดิม การเปลี่ยนสัดส่วนผสมอย่างไรจึงจะเหมาะสม

ตอบ.....  
.....



สำหรับผู้วิจัย  
เลขที่แบบทดสอบ

แบบสอบถามปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ชีวภาพของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน  
วิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทาง  
ชีวภาพของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

2. แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม เพศ สถานศึกษา

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ชีวภาพของนักเรียน  
มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ และเสียสละเวลาในการตอบแบบทดสอบในครั้งนี้

นางสาวนุรีชะห์ สือรี

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

### ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ( ) หน้าข้อความที่ตรงกับคุณลักษณะความเป็นความจริงของท่าน

#### 1. เพศ

( ) ชาย                      ( ) หญิง

#### 2. โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย

( ) สตูล                      ( ) ตรัง                      ( ) นครศรีธรรมราช                      ( ) เชียงราย  
 ( ) เลย                      ( ) พิษณุโลก                      ( ) ลพบุรี                      ( ) มุกดาหาร  
 ( ) บุรีรัมย์                      ( ) ชลบุรี                      ( ) ปทุมธานี                      ( ) เพชรบุรี

#### 3. เลขประจำตัวนักเรียน.....

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ชีวภาพของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านช่องเดียวเท่านั้น โดยมีเกณฑ์ การพิจารณาดังต่อไปนี้

5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง  
 4 หมายถึง เห็นด้วย  
 3 หมายถึง ไม่แน่ใจ  
 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย  
 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อที่	ข้อความคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
<b>ปัจจัยแรงจูงใจ</b>						
1	นักเรียนสามารถดำเนินชีวิตตามเป้าหมายที่วางไว้ได้อย่างชัดเจน					
2	นักเรียนไม่รู้สึกรว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้นั้นเป็นอุปสรรคของชีวิต					
3	นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจทำงานที่ตนได้รับมอบหมาย					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
4	นักเรียนสามารถสร้างแรงผลักดันให้เกิดความมุ่งมั่นตั้งใจในตนเอง					
5	ความมุ่งมั่นตั้งใจของนักเรียนทำให้ชีวิตมีความหมาย					
6	นักเรียนมีการวางแผน เตรียมพร้อมก่อนการทำงานต่าง ๆ อยู่เสมอ					
7	นักเรียนสามารถอดทนต่ออุปสรรคต่าง ๆ ในชีวิตได้					
8	นักเรียนจะหาที่ปรึกษาเมื่อเจออุปสรรคที่ไม่สามารถแก้ไขด้วยตัวเอง					
9	นักเรียนสามารถแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ ลุล่วงไปด้วยดี					
10	อุปสรรคต่าง ๆ ช่วยผลักดันให้นักเรียนมีความมุ่งมั่นมากขึ้น					
11	นักเรียนชอบกิจกรรมที่ต้องมีการแข่งขันหรือมีความท้าทาย					
12	นักเรียนมักจะเลือกเพื่อนร่วมงานที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงในการทำงาน					
<b>ปัจจัยด้านความไม่รู้</b>						
13	นักเรียนให้ความสนใจและซักถามในสิ่งที่สงสัยอยู่เสมอ					
14	นักเรียนชอบสังเกตการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อม นำมาซึ่งการตั้งคำถามอย่างมีเหตุผล					
15	ความช่างสังเกตของนักเรียนทำให้ได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ					
16	นักเรียนศึกษาข้อมูลในงานที่ได้รับมอบหมายก่อนลงมือทำเสมอ					
17	นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จลุล่วงในเวลาที่กำหนด					
18	นักเรียนมักเรียนรู้และรับมือกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เข้ามาในชีวิตได้อย่างรวดเร็ว					
19	นักเรียนพยายามทำงานให้มีความผิดพลาดน้อยที่สุด					
20	เมื่อนักเรียนขาดความรู้ในสิ่งใด นักเรียนจะพยายามหาความรู้นั้นให้ได้					
21	นักเรียนจะพยายามศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเองก่อนเสมอ					
22	นักเรียนมักจะคิดหาวิธีการใหม่ ๆ ที่จะช่วยทำงานให้สำเร็จ					
23	นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
24	ในทุก ๆ วันนักเรียนจะแบ่งเวลาสำหรับการหาความรู้ วิทยาศาสตร์อยู่เสมอ					
<b>ปัจจัยแหล่งการเรียนรู้</b>						
25	โรงเรียนมีแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ห้องปฏิบัติการเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และดาราศาสตร์ ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ เป็น ต้น					
26	โรงเรียนมีแหล่งการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถพิเศษของ นักเรียนเต็มตามศักยภาพ เช่น ชุมนุมต่าง ๆ ตามความสนใจของ นักเรียน					
27	โรงเรียนมีแหล่งการเรียนรู้ที่ช่วยจุดประกายความเป็นนักชีววิทยา เช่น ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา สวนพฤกษศาสตร์					
28	โรงเรียนมีบริการคอมพิวเตอร์ในห้องสมุด โดยให้บริการ อินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ และบริการ กระดานข่าวภายในโรงเรียน					
29	โรงเรียนจัดงานวิชาการเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพ ของตนเองได้อย่างเต็มที่					
<b>ปัจจัยด้านครูผู้สอนชีววิทยา</b>						
30	ครูผู้สอนชีววิทยามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่สอนอย่างลึกซึ้ง					
31	ครูผู้สอนชีววิทยามีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ในการสอน					
32	ครูผู้สอนชีววิทยามีความตรงต่อเวลาและใส่ใจนักเรียนเป็น รายบุคคล					
33	ครูผู้สอนชีววิทยาสามารถจัดการเรียนการสอนได้หลากหลาย และเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน					
34	ครูผู้สอนชีววิทยามีการตรวจสอบงานที่มอบหมายและให้ข้อมูล ย้อนกลับอย่างสม่ำเสมอ					
35	ครูผู้สอนชีววิทยาสามารถเพิ่มแรงบันดาลใจในการเรียนชีววิทยา					
<b>ปัจจัยด้านสื่อการเรียนรู้</b>						
36	โรงเรียนมีสื่อเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ทันสมัยและเอื้อต่อการ เรียนรู้ของนักเรียน เช่น กระดานอัจฉริยะ โปรเจคเตอร์					

ข้อที่	ข้อความคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	หุ่นจำลอง เป็นต้น					
37	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์การเรียนรู้อาจมีจำนวนเพียงพอต่อจำนวนนักเรียน เช่น หุ่นยนต์จำลองการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ชุด อุปกรณ์ผ่าตัด กล้องจุลทรรศน์ สไลด์ แผ่นปิดสไลด์ เป็นต้น					
38	สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้อาจมีความเหมาะสมกับ เนื้อหาสาระการเรียนรู้และทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ					
39	เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการผลิตและใช้สื่ออย่างง่าย					
40	ครูใช้ตัวอย่างสด ตัวอย่างแห้ง หรือตัวอย่างดองในการทำ ปฏิบัติการทางชีววิทยาได้อย่างเหมาะสม					
	<b>ปัจจัยด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>					
41	ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ					
42	ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ					
43	ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนที่หลากหลายและเหมาะสมกับเนื้อหา					
44	ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาให้นักเรียนเป็น นักวิทยาศาสตร์ตามจุดมุ่งหมายของโรงเรียน					
45	ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง					
46	ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น					
47	ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็น กลุ่ม และรายบุคคล					
48	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนรู้จักแสวงหาความรู้จาก แหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เชื่อถือได้ เช่น ฐานข้อมูลการวิจัย					
	<b>ปัจจัยด้านโอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา</b>					
49	ถ้าฉันได้ทำโครงการ/ทำวิจัยจะทำให้ฉันได้ใช้ทักษะกระบวนการ ด้านชีววิทยาได้อย่างเต็มที่					
50	ถ้าฉันมีโอกาสเข้าชมผลงานด้านชีววิทยา/นิทรรศการความรู้ด้าน ชีววิทยา ทำให้อันเกิดแนวคิดใหม่ ๆ ในการสร้างผลงาน และ					



ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	สามารถนำความรู้มาใช้ในการเรียนได้					
51	ฉันคิดว่าโอกาสในการร่วมงานประชุมวิชาการด้านชีววิทยา น่าจะทำให้ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้มากขึ้น					
52	ฉันคิดว่าค่ายวิชาการด้านชีววิทยา น่าจะทำให้ฉันถ่ายถอดหรือได้รับความรู้ได้อย่างเต็มที่					
53	ฉันตื่นตัวตลอดเวลาในการค้นคว้าหาความรู้จากข่าวสารด้านชีววิทยา					
54	ฉันชอบศึกษา ค้นคว้า แร่หรือแบ่งปันความรู้ทางด้านชีววิทยาบนโลกออนไลน์					
55	ข่าวสารด้านชีววิทยาทำให้ฉันเข้าใจหลักการทางด้านชีววิทยามากขึ้น					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาคผนวก ง  
ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

ค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity Index : CVI) ของแบบทดสอบ  
ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบการรู้ทางชีวภาพ

ข้อที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่					I-CVI
	1	2	3	4	5	
1	4	4	4	4	4	1
2	4	4	4	4	4	1
3	4	4	4	4	3	1
4	4	4	4	4	4	1
5	3	4	4	4	4	1
6	4	4	4	4	4	1
7	4	4	4	3	4	1
8	4	4	4	4	4	1
9	4	4	4	4	4	1
10	4	4	4	4	4	1
11	4	4	4	4	4	1
12	4	4	4	4	4	1
13	4	4	4	4	4	1
14	4	4	4	4	4	1
15	4	3	4	4	4	1
16	4	4	4	4	4	1
17	4	4	4	4	4	1
18	4	4	4	4	4	1
19	4	4	4	4	4	1
20	4	4	4	4	4	1
21	4	4	4	4	4	1
22	4	4	3	3	4	1
23	4	4	4	4	4	1
24	4	4	4	4	4	1
25	4	3	4	4	4	1
26	4	4	3	3	4	1
27	4	4	4	4	4	1
28	4	4	4	4	4	1
29	4	4	4	4	4	1
30	4	4	4	4	4	1

ข้อที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่					I-CVI
	1	2	3	4	5	
31	4	4	4	4	4	1
32	4	4	4	4	4	1
33	4	4	4	4	4	1
34	4	4	4	4	4	1
35	4	4	4	4	4	1
S-CVI/Ave						1

ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

สรุป ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อที่	p	r	สรุปผล	ข้อที่	p	r	สรุปผล
1	0.43	0.29	ใช้ได้	19	0.61	0.36	ใช้ได้
2	0.46	0.5	ใช้ได้	20	0.57	0.57	ใช้ได้
3	0.86	0.57	ใช้ไม่ได้	21	0.50	0.71	ใช้ได้
4	0.57	0.29	ใช้ได้	22	0.50	0.57	ใช้ได้
5	0.36	0.43	ใช้ได้	23	0.68	0.5	ใช้ได้
6	0.71	0.57	ใช้ได้	24	0.68	0.21	ใช้ได้
7	0.79	0.43	ใช้ได้	25	0.82	0.07	ใช้ไม่ได้
8	0.86	0.00	ใช้ไม่ได้	26	0.57	0.43	ใช้ได้
9	0.36	0.43	ใช้ได้	27	0.64	0.29	ใช้ได้
10	0.93	0.14	ใช้ไม่ได้	28	0.43	0.86	ใช้ได้
11	0.79	0.43	ใช้ได้	29	0.68	0.36	ใช้ได้
12	0.71	0.57	ใช้ได้	30	0.71	0.29	ใช้ได้
13	0.71	0.29	ใช้ได้	31	0.21	0.43	ใช้ได้
14	0.61	0.64	ใช้ได้	32	0.32	0.36	ใช้ได้
15	0.71	0.29	ใช้ได้	33	0.79	0.29	ใช้ได้
16	0.57	0.29	ใช้ได้	34	0.69	0.24	ใช้ได้
17	1.00	0.00	ใช้ไม่ได้	35	0.64	0.57	ใช้ได้
18	0.43	0.29	ใช้ได้	ค่าความเชื่อมั่น = 0.78			

สรุปค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

สรุปค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อที่	I-CVI	p	r	สรุปผล	ฉบับจริงข้อที่	ข้อที่	I-CVI	p	r	สรุปผล	ฉบับจริงข้อที่
1	1	0.43	0.29	ใช้ได้	-	19	1	0.61	0.36	ใช้ได้	14
2	1	0.46	0.5	ใช้ได้	1	20	1	0.57	0.57	ใช้ได้	-
3	0.95	0.86	0.57	ใช้ไม่ได้		21	1	0.50	0.71	ใช้ได้	15
4	1	0.57	0.29	ใช้ได้	2	22	0.9	0.50	0.57	ใช้ได้	16
5	0.95	0.36	0.43	ใช้ได้	3	23	1	0.68	0.5	ใช้ได้	17
6	1	0.71	0.57	ใช้ได้	4	24	1	0.68	0.21	ใช้ได้	18
7	0.95	0.79	0.43	ใช้ได้	5	25	0.95	0.82	0.07	ใช้ไม่ได้	
8	1	0.86	0.00	ใช้ไม่ได้		26	0.9	0.57	0.43	ใช้ได้	19
9	1	0.36	0.43	ใช้ได้	6	27	1	0.64	0.29	ใช้ได้	20
10	1	0.93	0.14	ใช้ไม่ได้		28	1	0.43	0.86	ใช้ได้	-
11	1	0.79	0.43	ใช้ได้	7	29	1	0.68	0.36	ใช้ได้	21
12	1	0.71	0.57	ใช้ได้	8	30	1	0.71	0.29	ใช้ได้	22
13	1	0.71	0.29	ใช้ได้	-	31	1	0.21	0.43	ใช้ได้	23
14	1	0.61	0.64	ใช้ได้	9	32	1	0.32	0.36	ใช้ได้	-
15	0.95	0.71	0.29	ใช้ได้	10	33	1	0.79	0.29	ใช้ได้	24
16	1	0.57	0.29	ใช้ได้	11	34	1	0.69	0.24	ใช้ได้	25
17	1	1.00	0.00	ใช้ไม่ได้		35	1	0.64	0.57	ใช้ได้	-
18	1	0.43	0.29	ใช้ได้	13	ค่าความเชื่อมั่น = 0.78					

ค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity Index : CVI) ของแบบสอบถาม

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม

ข้อที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่					I-CVI
	1	2	3	4	5	
1	4	4	4	4	4	1
2	4	4	4	3	4	1
3	4	4	4	4	4	1
4	4	4	1	3	4	0.80*
5	4	4	4	4	4	1
6	4	4	4	4	4	1
7	4	4	4	4	3	1
8	4	3	4	4	4	1
9	4	4	4	4	4	1
10	4	3	4	4	4	1
11	3	4	4	4	4	1
12	4	4	4	4	4	1
13	4	4	4	4	4	1
14	4	4	4	4	4	1
15	4	4	4	4	4	1
16	4	4	4	4	4	1
17	4	4	4	4	3	1
18	4	4	4	4	3	1
19	4	4	4	4	4	1
20	4	4	4	4	3	1
21	4	4	4	4	3	1
22	4	4	4	4	4	1
23	3	4	4	4	4	1
24	4	4	1	4	4	0.80*
25	4	4	4	4	3	1
26	4	4	4	4	4	1
27	4	4	4	4	4	1
28	4	4	4	4	4	1
29	4	4	4	4	4	1
30	4	4	4	4	3	1

ข้อที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่					I-CVI
	1	2	3	4	5	
31	4	4	4	4	4	1
32	4	4	4	4	4	1
33	4	4	4	4	3	1
34	4	4	4	4	3	1
35	4	4	4	4	3	1
36	4	4	4	4	3	1
37	4	4	4	4	4	1
38	4	4	4	4	4	1
39	4	4	4	4	3	1
40	4	4	4	4	4	1
41	4	4	4	4	4	1
42	4	4	4	4	3	1
43	4	4	4	4	4	1
44	4	4	4	4	3	1
45	4	4	4	4	3	1
46	4	4	4	4	3	1
47	4	4	4	3	4	1
48	4	4	4	4	3	1
49	4	4	4	4	4	1
50	4	4	4	4	3	1
51	4	4	4	3	4	1
52	4	4	4	4	4	1
53	4	4	4	4	4	1
54	4	4	4	4	4	1
55	4	4	4	4	4	1
56	4	4	4	4	4	1
57	4	4	4	4	3	1
S-CVI/Ave						0.99

\*ข้อนี้ถูกตัดเนื่องจากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ของ Lynn (1986) ซึ่งกำหนดว่าถ้าผู้เชี่ยวชาญ 3-5 คน ควรหาค่า I-CVI เท่ากับ 1



ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม เรื่อง ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพ  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม เรื่อง ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการรู้ทางชีวภาพของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยในประเทศไทย

แบบสอบถาม	ค่าความเชื่อมั่น
แบบสอบถามทั้งฉบับ	.927
- แรงจูงใจ	.696
- ความใฝ่รู้	.764
- แหล่งการเรียนรู้	.808
- ครูผู้สอนชีววิทยา	.893
- สื่อการเรียนรู้	.848
- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	.889
- โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	.842

ภาคผนวก จ  
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์แอลฟาครอนบาค ค่าความเชื่อมั่น และค่าความแปรปรวนเฉลี่ย  
ขององค์ประกอบที่สกัดได้

Construct Reliability and Validity

ตัวแปรแฝง	แอลฟาครอนบาค	ความเชื่อมั่นของ องค์ประกอบ (CR)	ค่าความแปรปรวนเฉลี่ยของ องค์ประกอบที่สกัดได้ (AVE)
โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	0.888	0.912	0.599
ครูผู้สอนชีววิทยา	0.892	0.917	0.649
ความใฝ่รู้	0.856	0.885	0.436
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	0.919	0.934	0.640
สื่อการเรียนรู้	0.877	0.911	0.671
แรงจูงใจ	0.839	0.875	0.440
แหล่งการเรียนรู้	0.841	0.887	0.611
การรู้ทางชีวภาพ		0.696	

ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ด้วยเกณฑ์ของ Fornell-Larcker

Fornell-Larcker Criterion

ตัวแปรแฝง	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	การรู้ทางชีวภาพ	ครูผู้สอนชีววิทยา	ความใฝ่รู้	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	แรงจูงใจ	แหล่งการเรียนรู้
โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	0.774							
การรู้ทางชีวภาพ	-0.058	0.668						
ครูผู้สอนชีววิทยา	0.526	-0.011	0.806					
ความใฝ่รู้	0.510	-0.092	0.381	0.660				
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	0.552	-0.028	0.728	0.461	0.800			
สื่อการเรียนรู้	0.528	0.031	0.638	0.458	0.735	0.819		
แรงจูงใจ	0.488	-0.052	0.430	0.752	0.440	0.462	0.663	
แหล่งการเรียนรู้	0.517	-0.034	0.575	0.373	0.597	0.691	0.414	0.782

## ผลการวิเคราะห์อัตราส่วน HTMT (Heterotrait-Monotrait)

## Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT)

ตัวแปรแฝง	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	การรู้ทางชีวภาพ	ครูผู้สอนชีววิทยา	ความไม่รู้	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	แรงจูงใจ	แหล่งการเรียนรู้
โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา								
การรู้ทางชีวภาพ	0.128							
ครูผู้สอนชีววิทยา	0.593	0.127						
ความไม่รู้	0.579	0.236	0.428					
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	0.611	0.122	0.800	0.516				
สื่อการเรียนรู้	0.595	0.118	0.720	0.522	0.814			
แรงจูงใจ	0.564	0.191	0.498	0.872	0.500	0.539		
แหล่งการเรียนรู้	0.593	0.111	0.662	0.427	0.674	0.798	0.488	

ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง ด้วยค่าปัจจัยการขยายตัวของความแปรปรวนของตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบสะท้อน (Inner VIF)

Inner VIF Values

ตัวแปรแฝง	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	การรู้ทางชีวภาพ	ครูผู้สอนชีววิทยา	ความใฝ่รู้	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	แรงจูงใจ	แหล่งการเรียนรู้
โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา		1.796		1.727				
การรู้ทางชีวภาพ								
ครูผู้สอนชีววิทยา		2.396		2.350	1.687			
ความใฝ่รู้		2.542						
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้		3.027		2.496				
สื่อการเรียนรู้		2.890			1.687			
แรงจูงใจ		2.497		1.424				
แหล่งการเรียนรู้		2.127		1.784				

ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง ด้วยค่าปัจจัยการขยายตัวของความแปรปรวนของตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบรวม (Outer VIF)

Outer VIF Values

	VIF		VIF
AB1	1.807	EM3	2.874
AB2	2.156	EM4	2.135
AB3	2.371	EM5	2.108
AB4	2.398	EM6	2.802
AB5	2.566	EM7	2.094
AB6	2.275	EM8	1.940
AB7	1.993	IM1	2.138
BL2	1.008	IM2	2.646
BL3	1.143	IM3	2.549
BT1	2.227	IM4	1.884
BT2	2.131	IM5	1.677
BT3	2.122	MT1	1.494
BT4	2.624	MT10	1.915
BT5	2.117	MT11	1.481
BT6	2.328	MT3	1.766
CR1	1.486	MT4	1.809
CR10	1.548	MT5	1.728
CR11	1.734	MT6	1.444
CR12	1.441	MT7	1.393
CR2	1.945	MT9	1.427
CR3	1.812	SL1	1.513
CR4	1.469	SL2	1.948
CR6	1.620	SL3	1.830
CR8	1.698	SL4	1.809
CR9	1.591	SL5	1.728
EM1	2.430	BL1	1.134
EM2	2.970		

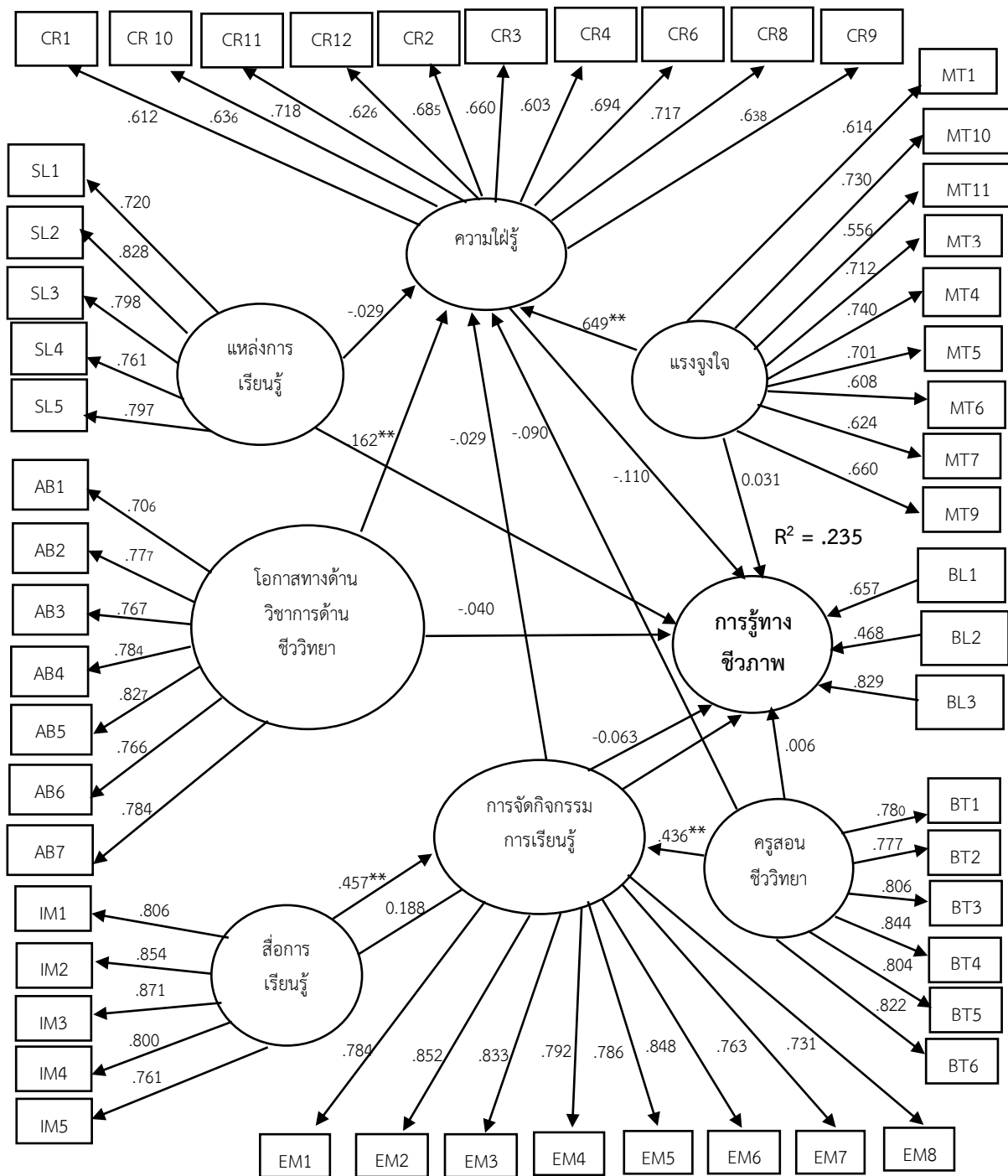
ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ที่มีต่อตัวแปรแฝง (Outer loadings)

ตัวแปรแฝง	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	การรู้ทางชีวภาพ	ครูผู้สอนชีววิทยา	ความใฝ่รู้	การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	แรงจูงใจ	แหล่งการเรียนรู้
AB1	0.706							
AB2	0.777							
AB3	0.767							
AB4	0.784							
AB5	0.827							
AB6	0.766							
AB7	0.784							
BL2		0.468						
BL3		0.829						
BT1			0.780					
BT2			0.777					
BT3			0.806					
BT4			0.844					
BT5			0.804					
BT6			0.822					
CR1				0.612				
CR10				0.636				
CR11				0.718				
CR12				0.626				
CR2				0.685				
CR3				0.660				
CR4				0.603				
CR6				0.694				
CR8				0.717				
CR9				0.638				
EM1					0.784			
EM2					0.852			



ตัวแปรแฝง	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	การรู้ทางชีวภาพ	ครูผู้สอนชีววิทยา	ความใฝ่รู้	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	แรงจูงใจ	แหล่งการเรียนรู้
EM3					0.833			
EM4					0.792			
EM5					0.786			
EM6					0.848			
EM7					0.763			
EM8					0.731			
IM1						0.806		
IM2						0.854		
IM3						0.871		
IM4						0.800		
IM5						0.761		
MT1							0.614	
MT10							0.730	
MT11							0.556	
MT3							0.712	
MT4							0.740	
MT5							0.701	
MT6							0.608	
MT7							0.624	
MT9							0.660	
SL1								0.720
SL2								0.828
SL3								0.798
SL4								0.761
SL5								0.797
BL1		0.657						

โมเดลสมการกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วนของตัวแปรที่มีต่อการรู้ทางชีวภาพของนักเรียนโรงเรียน  
วิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในประเทศไทย



## การทดสอบสมมติฐานเส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ

## Path Coefficients Mean, STDEV, T-Values, P-Values

สมมติฐาน ที่	เส้นทางอิทธิพล	ค่า สัมประสิทธิ์	ค่า SE	ค่าสถิติ ทดสอบ t	Sig.	ผลการ ทดสอบ
1	โอกาสทางวิชาการด้าน ชีววิทยา -> การรู้ทางชีวภาพ	-0.040	0.107	0.372	0.710	ไม่สนับสนุน
2	โอกาสทางวิชาการด้าน ชีววิทยา -> ความใฝ่รู้	0.163	0.058	2.794	0.005	สนับสนุน
3	ครูผู้สอนชีววิทยา -> การรู้ ทางชีวภาพ	0.018	0.130	0.138	0.890	ไม่สนับสนุน
4	ครูผู้สอนชีววิทยา -> ความใฝ่ รู้	-0.090	0.082	1.108	0.268	ไม่สนับสนุน
5	ครูผู้สอนชีววิทยา -> การจัด กิจกรรมการเรียนรู้	0.436	0.070	6.246	0.000	สนับสนุน
6	ความใฝ่รู้ -> การรู้ทางชีวภาพ	-0.129	0.167	0.772	0.440	ไม่สนับสนุน
7	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ -> การรู้ทางชีวภาพ	-0.063	0.135	0.468	0.640	ไม่สนับสนุน
8	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ -> ความใฝ่รู้	0.168	0.095	1.771	0.077	ไม่สนับสนุน
9	สื่อการเรียนรู้ -> การรู้ทาง ชีวภาพ	0.188	0.136	1.380	0.168	ไม่สนับสนุน
10	สื่อการเรียนรู้ -> การจัด กิจกรรมการเรียนรู้	0.457	0.067	6.799	0.000	สนับสนุน
11	แรงจูงใจ-> การรู้ทางชีวภาพ	0.031	0.150	0.208	0.836	ไม่สนับสนุน
12	แรงจูงใจ -> ความใฝ่รู้	0.650	0.048	13.541	0.000	สนับสนุน
13	แหล่งการเรียนรู้ -> การรู้ทาง ชีวภาพ	-0.081	0.112	0.724	0.469	ไม่สนับสนุน
14	แหล่งการเรียนรู้ -> ความใฝ่รู้	-0.028	0.058	0.486	0.627	ไม่สนับสนุน

## ค่าอิทธิพลทางอ้อมของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตาม

สมมติฐาน ที่	เส้นทางอิทธิพล	ค่า สัมประสิทธิ์	ค่า SE	ค่าสถิติ ทดสอบ t	Sig.
1	โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา -> การ รู้ทางชีวภาพ	-0.021	0.029	0.711	0.477
2	ครูสอนชีววิทยา -> การรู้ทางชีวภาพ	-0.025	0.063	0.404	0.686
3	ครูสอนชีววิทยา -> ความใฝ่รู้	0.073	0.043	1.726	0.084
4	การจัดการเรียนรู้ -> การรู้ทางชีวภาพ	-0.022	0.033	0.660	0.509
5	สื่อการเรียนรู้ -> การรู้ทางชีวภาพ	-0.039	0.060	0.652	0.515
6	สื่อการเรียนรู้ -> ความใฝ่รู้	0.077	0.046	1.672	0.095
7	แรงจูงใจ -> การรู้ทางชีวภาพ	-0.084	0.110	0.762	0.446
8	แหล่งการเรียนรู้ -> การรู้ทางชีวภาพ	0.004	0.013	0.291	0.771

ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญและประสิทธิภาพ

Construct Total Effects and Construct Performances for Biological Literacy

ตัวแปรแฝง	การรู้ทางชีวภาพ	
	ระดับความสำคัญ	ระดับประสิทธิภาพ
โอกาสทางวิชาการด้านชีววิทยา	-0.058	69.870
ครูผู้สอนชีววิทยา	-0.008	76.981
ความใฝ่รู้	-0.158	69.536
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	-0.092	77.697
สื่อการเรียนรู้	0.150	79.181
แรงจูงใจ	-0.064	66.879
แหล่งการเรียนรู้	-0.073	77.980

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายด้วยค่า R<sup>2</sup>

R Square

	R Square	R Square Adjusted
การรู้ทางชีวภาพ	0.235	0.194
ความใฝ่รู้	0.605	0.597
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	0.653	0.651

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล	นางสาวนุรีชะห์ สือรี	
รหัสประจำตัวนักศึกษา	6420120251	
วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2564

## ทุนการศึกษา

1. ได้รับโครงการทุนสนับสนุนการศึกษาระดับปริญญาตรี-โท คณะศึกษาศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2562 (รุ่น 4) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
2. ทุนอุดหนุนงานวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ประจำปีงบประมาณ 2565

## การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน (ถ้ามี)

นุรีชะห์ สือรี, อาฟิฟี่ ลาเต๊ะ, แววฤดี แววทองรักษ์. (2566). การศึกษาเปรียบเทียบและการพัฒนาเกณฑ์ปกติ การรู้ทางชีวภาพสำหรับนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยในประเทศไทย. วารสาร มนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ปีที่ 17 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2566 (รอการตีพิมพ์)