



การพัฒนา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมนทัศน์ทาง
วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ปาณิสรา สาระไกร

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทาง
วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบรจบุรีรัมย์
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏบรจบุรีรัมย์

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้าง
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3"
ของ ปาณิสรา สาระไกร
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลภรณ์ ฤทธิคุปต์)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อารังโสติสกุล)

อนุมัติ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ผู้วิจัย	ปาณิสรา สารระไกร
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ กศ.ม. หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	ไมโครเลิร์นนิ่ง, คำถามเพื่อการคิดค้น, มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์, ระบบนิเวศ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างและประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ จำนวน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ 2) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที่แบบ Dependent sample t-test

ผลการวิจัยพบว่า

1. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.13/77.44 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วย

Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาพรวมอยู่ในระดับมาก



Title	THE DEVELOPMENT OF MICROLEARNING INQUIRY QUESTIONS ON THE TOPIC OF ECOSYSTEM TO ENHANCE SCIENCE CONCEPTS FOR NINTH GRADE STUDENTS
Author	Panisara Sarakai
Advisor	Assistant Professor Jakkrit Jantakoon
Academic Paper	M.Ed. Thesis in Curriculum and Instruction - (Type A 2), Naresuan University, 2022
Keywords	Microlearning, Inquiry Questions, Science Concepts, Ecosystem

ABSTRACT

The purposes of this study were 1) to create and determine the effectiveness of microlearning inquiry questions on the topic of ecosystem to enhance science concepts for ninth grade students according to the criteria of 75/75, 2) to compare the science concepts of the students before and after learning with the proposed learning method, and 3) to study the satisfaction of students with the proposed learning method. The study was conducted in accordance with the research and development processes. The sample group consisted of 39 ninth grade students in the semester 2 of academic year 2021 at Phitsanulok Pittayakom school. The sample group of students was selected by cluster random sampling. Research tools were microlearning inquiry questions on the topic of ecosystem, a science concepts test, and a satisfaction questionnaire. The statistics used for data analysis were mean, standard deviation and dependent sample t-test.

The research results showed that

1) Microlearning inquiry questions on the topic of ecosystem effectively enhance science concepts for ninth grade students, with an efficiency of 76.13/77.44, which meets the specified criteria.

2) It was also found that the students have higher science concepts after

learning with the proposed learning method, a level of significance of .05.

3) The overall satisfaction of students after learning with microlearning inquiry questions on the topic of ecosystems is high.



ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นທີ່ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำ ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์อัน ประกอบไปด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ชำรงโสทธิ สกกุล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลภรณ์ ฤทธิคุปต์ ที่ได้ให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของ วิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงสมบูรณ์และทรงคุณค่า และ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิอันประกอบไปด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลภรณ์ ฤทธิคุปต์ ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ ดร.คุณอนันท์ นิรมล และ อาจารย์สุรนนท์ พันธุ์สมบูรณ์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการ ตรวจสอบและประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยอย่างละเอียด พร้อมให้ข้อเสนอแนะที่ผู้วิจัยสามารถ นำไปปรับปรุงและพัฒนางานวิจัยได้อย่างแท้จริง

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัชฌมศึกษา พิษณุโลก อุตรดิตถ์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อ การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโน ทศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการ ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่เฝ้ากำลังใจและให้การสนับสนุน ในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มี พระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงคุณภาพการ จัดการเรียนการสอนและผู้ที่เกี่ยวข้อง

ปาณิสรา สาระไกร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุณูปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
สมมุติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้.....	10
Microlearning Inquiry Questions.....	17
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	32
ความพึงพอใจ.....	37

วิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	40
กรอบแนวคิดการวิจัย	46
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	47
ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75.....	47
ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	59
บทที่ 4 ผลการวิจัย	67
ตอนที่ 1 ผลการสร้างและประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75	67
ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	76
บทที่ 5 บทสรุป	79
สรุปผลการวิจัย.....	79
อภิปรายผล	80
ข้อเสนอแนะ	83
บรรณานุกรม.....	85
ภาคผนวก.....	89
ประวัติผู้วิจัย	203

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงมาตรฐาน ว. 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม	13
ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชา วิทยาศาสตร์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	16
ตาราง 3 แสดงตัวอย่างคำถามเพื่อการคิดค้น.....	23
ตาราง 4 แสดงการสร้างคำถามเพื่อการคิดค้นที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องระบบนิเวศ.....	50
ตาราง 5 แสดงโครงสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	60
ตาราง 6 แสดงแบบแผนการวิจัย.....	65
ตาราง 7 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวม โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน	68
ตาราง 8 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน	70
ตาราง 9 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับนักเรียน) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน.....	72

ตาราง 10 แสดงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน 3 คน.....	74
ตาราง 11 แสดงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน 9 คน.....	74
ตาราง 12 แสดงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75	75
ตาราง 13 แสดงผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียน 39 คน.....	76
ตาราง 14 แสดงผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ กับนักเรียน 39 คน.....	77
ตาราง 15 แสดงความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน	183
ตาราง 16 แสดงความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู).....	185
ตาราง 17 แสดงความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับนักเรียน).....	187

ตาราง 18 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียน 3 คน.....	189
ตาราง 19 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียน 9 คน.....	190
ตาราง 20 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียน 30 คน	191
ตาราง 21 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	193
ตาราง 22 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	195
ตาราง 23 แสดงผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของนักเรียน 39 คน	196
ตาราง 24 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ	199

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปภาพ 1 กรอบแนวการคิดวิจัย	46
รูปภาพ 2 หน้าปกคลิปปวีดีโอ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง องค์ประกอบของระบบ นิเวศ.....	110
รูปภาพ 3 หน้าปกคลิปปวีดีโอ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์	110
รูปภาพ 4 หน้าปกคลิปปวีดีโอ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง การถ่ายทอด พลังงานในสิ่งมีชีวิต.....	110
รูปภาพ 5 หน้าปกคลิปปวีดีโอ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง การสื่อสารพิษ ในสิ่งมีชีวิต	111
รูปภาพ 6 หน้าปกคลิปปวีดีโอ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิต.....	111
รูปภาพ 7 ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์.....	198

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 92) และในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้กระบวนการและความรู้จากการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 14)

มนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากการสังเกต สำรวจตรวจสอบ ทดลอง และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงสัมพันธ์ความเข้าใจไปยังประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ โดยความเข้าใจที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันออกไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล (สุริรัตน์ จุ้ยกระยาง, 2561, น. 63) ความเข้าใจมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำหรับการรู้วิทยาศาสตร์ และการที่นักเรียนมีมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องย่อมส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นตาม (สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์, 2560, น. 232) ดังนั้นครูจึงควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้หรือรูปแบบการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์, 2559, น. 108) โดยการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดให้มากที่สุด เพื่อให้ นักเรียนสามารถสรุปมนทัศน์นั้น ๆ ได้ด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงสถานภาพของผู้เรียน การจัดประสบการณ์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ตลอดจนการใช้สื่อการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม (ศาสตรา ศรณารายณ์, 2545, น. 14)

มนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ถูกกล่าวถึงและเชื่อมโยงกันมาเป็นเวลานานแล้ว หากครูไม่คำนึงหรือละเลยเรื่องนี้จะส่งผลต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนทัศน์ที่เป็นพื้นฐานของความคิดที่สูงขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) และจากการรายงานผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตและสิ่งแวดล้อม เป็นเนื้อหาด้านชีววิทยาซึ่งได้

วัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลักทั้งหมด 7 มโนทัศน์ คือ ระบบนิเวศ องค์ประกอบของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ โภชนาการและสายใยอาหาร ประชากรในระบบนิเวศ วัฏจักรของสารและทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด 2 ลำดับแรก ได้แก่ ลำดับที่ 1 มโนทัศน์เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ คิดเป็นร้อยละ 99.02 ลำดับที่ 2 มโนทัศน์เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ และมีมโนทัศน์เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม คิดเป็นร้อยละ 97.06 เท่ากัน (ชุมพล ชารีแสน, 2555) ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนต้องรู้ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ในชีวิตและเนื้อหาถัดไป จากโครงการประเมินนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment : PISA) ในปี 2018 พบว่า ผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยมีคะแนนวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่า OECD (489 คะแนน) และการประเมิน PISA เป็นการประเมินนักเรียนอายุ 15 ปี ซึ่งตรงกับช่วงวัยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เป็นการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการวัดความสามารถของนักเรียนในการมีส่วนร่วมกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ และบุคคลที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลได้ บุคคลนั้นจำเป็นต้องรู้และมีความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และทฤษฎีสำคัญ ที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ได้ แล้วนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ในชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564)

แต่ในปัจจุบันสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ทั่วโลก ที่ได้เริ่มต้นขึ้นในเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562 ทำให้ต้องหยุดการเรียนการสอนในสถานศึกษา และมีผลกระทบต่อระบบการศึกษาไทยเป็นวงกว้าง แต่การทำให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ไม่สามารถหยุดได้และต้องดำเนินการต่อไป ดังนั้นในวงการศึกษาก็มีการปรับเปลี่ยนวิธีสอนและกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน โดยเฉพาะทักษะในการใช้เทคโนโลยีของครูที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนเป็นอย่างมาก เนื่องจากช่องทางในการสื่อสารและการจัดการเรียนการสอนทุกขั้นตอน ต้องทำในรูปแบบออนไลน์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอย่างเต็มตัว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564)

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้งการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 6 ของผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ทำให้นักเรียนมีสมาธิในการเรียนแค่ช่วงเวลาสั้น ๆ ทำให้นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจ และนักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายที่จะเรียน นักเรียนจึงไม่สามารถนำความรู้ไปต่อยอดในเนื้อหาถัดไปได้ ทำให้การจัดการเรียนรู้จึงเป็นหน้าที่ของครูที่ต้องหาวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถเสริมสร้างมโนทัศน์ของนักเรียนไปสู่มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ Microlearning Inquiry Questions ของ Kao (2019) เป็นอีกหนึ่งวิธีที่น่าสนใจ เนื่องจาก Microlearning เป็นสื่อที่เน้นการเรียนการสอนที่มีความยืดหยุ่นให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ใช้ระยะเวลาสั้นๆ เนื้อหาที่เรียนตรงประเด็น สั้นได้ใจความ

Microlearning เริ่มต้นจากแนวคิดสวนทางในการพยายามแก้ปัญหาของทฤษฎีเส้นโค้งการลืมของ เออบิงเฮาส์ ด้วยการลดเนื้อหาที่เรียนต่อครั้งลง ไม่ควรเรียนเนื้อหามากมายในคราวเดียว แต่ควรลด ปริมาณข้อมูลที่ต้องจดจำด้วย เป็นการสอนประเด็นเดียวในครั้งเดียวเพื่อแก้ปัญหาคการลืม และ ในกรณีทบทวน ก็ไม่ใช่ท่องจำเนื้อหาที่เรียน แต่ให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาและย่อยให้เป็นความรู้ของตนเอง อย่างถ่องแท้ผ่านกระบวนการประยุกต์ปรับใช้ตามสถานการณ์กับเงื่อนไขต่าง ๆ (รยู แทโฮ, 2562) การเรียนรู้ของมนุษย์จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดในระยะเวลานั้นๆ จากนั้นจะลดลงตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามประสิทธิภาพการทำงานของมนุษย์ การที่ Microlearning ช่วยทำให้เนื้อหามีขนาดเล็กและ เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละครั้ง จึงทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว ดังนั้น จึงควร นำแนวคิดเกี่ยวกับเรียนรู้แบบ Microlearning ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบพัฒนา Microlearning เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพ และนำไปจัดการ เรียนการรู้สำหรับผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด ผ่านการแก้ปัญหา (ศยามน อินสะอาด, 2564) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ได้ว่า การจัดการเรียนการรู้โดยใช้ Microlearning ยังมีจุดที่ต้อง ส่งเสริมหรือเพิ่มเติมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นหากต้องการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด เพื่อ เสริมสร้างให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยคำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions) เป็น ประเภทคำถามที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นคำถามระดับสูงที่ส่งเสริมให้ผู้ตอบใช้ความคิด ช่วยให้นักเรียนได้ คิดหาคำตอบอย่างตรงประเด็น เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ความคิดซับซ้อนในการตอบ โดยใช้ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานในการคิดและการตอบคำถาม (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ , 2551) นอกจากนี้ยังเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น ตลอดจนกระตุ้นให้ได้ลองแก้ปัญหา ด้วยตนเอง (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2545) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเห็นว่า การจัดการเรียนการรู้โดยใช้ Microlearning Inquiry Questions เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับจุดประสงค์ การเรียนรู้เฉพาะซึ่งจะแล้วเสร็จในกรอบระยะเวลาสั้นๆ โดยมีขั้นตอนที่ช่วยให้ครูผู้สอนได้พัฒนาคำถาม เพื่อการคิดค้น เพื่อช่วยชี้แจงหัวข้อที่ไม่ชัดเจนหรือสับสนในเนื้อหาโดยการใช้คำถามบนสื่อการเรียน การสอน และมีขั้นตอนที่ชักถามข้อคำถามระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียน เป็นขั้นที่ครูผู้สอนทบทวน คำถามหรือเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามและอธิบายคำตอบที่ดีที่สุดให้กับนักเรียน เพื่อชี้แจงเงื่อนไข หรือแนวคิดสำหรับนักเรียน และเชื่อมโยงหัวข้อเหล่านี้กับหัวข้อที่สำคัญในเนื้อหา เพื่อให้นักเรียนสามารถ นำแนวคิดไปใช้ในเนื้อหาถัดไป

จากความสำคัญและสภาพปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมุ่งที่จะการพัฒนา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาในเรื่องอื่นๆต่อไปได้

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75

2. เพื่อทดลองใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยศึกษาผลการใช้ ดังนี้

2.1 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนที่เรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีคุณภาพสำหรับนำไปพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในขณะที่ต้องเรียนออนไลน์

2. นักเรียนที่เรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมีความสนใจในการเรียนที่สูงขึ้น

3. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอน ในจัดการเรียนการสอนรูปแบบออนไลน์ ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด - 19

สมมุติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตของการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญ ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการพัฒนา Microlearning รวมทั้งสิ้นจำนวน 3 คน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม เพื่อประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาใช้ คือ รายวิชาวิทยาศาสตร์ 6 เรื่อง ระบบนิเวศ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สารที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว. 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

ขอบเขตด้านตัวแปร

1. ความเหมาะสม
2. ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ขั้นที่ 2 การทดลองใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พิษณุโลก อุดรดิตถ์
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ห้อง 2 จำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาใช้ คือ รายวิชาวิทยาศาสตร์ 6 เรื่อง ระบบนิเวศ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว. 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
2. ความพึงพอใจ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. Microlearning Inquiry Questions หมายถึง สื่อการเรียนการสอน เรื่อง ระบบนิเวศ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในขณะที่ต้องเรียนออนไลน์ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด -19 โดยนักเรียนได้ตอบคำถาม ที่เป็นคำถามประเภทคำถามเพื่อการคิดค้นผ่านคลิปวิดีโอ ซึ่งมีเวลาไม่เกิน 5 นาที โดย Microlearning Inquiry Questions ได้ประยุกต์ใช้ขั้นตอนของ Kao (2019) โดยมีขั้นตอนการออกแบบ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมหัวข้อ (Collect Topics) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนวิเคราะห์เอกสารและข้อมูลเกี่ยวเนื้อหาที่เรียน เพื่อระบุหัวข้อเรื่อง เพื่อนำไปสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้ในขั้นตอนที่สอง

ขั้นตอนที่ 2 สร้างจุดประสงค์การเรียนรู้ (Create Learning Objective) เป็นขั้นที่หลังจากครูผู้สอนรวบรวมหัวข้อ ครูผู้สอนจึงสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้มาหนึ่งจุดประสงค์สำหรับ Microlearning

ขั้นตอนที่ 3 สร้างคำถามเพื่อการคิดค้น (Create Inquiry Questions) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนนำจุดประสงค์การเรียนรู้จากขั้นตอนที่สองมาสร้างคำถามเพื่อการคิดค้นที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งคำถามเพื่อการคิดค้น เป็นคำถามระดับสูงที่ผู้ตอบจะต้องใช้ขั้นตอนของความคิดซับซ้อนขึ้นกว่าความคิดพื้นฐาน และเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้ตอบใช้ความคิด นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานสรุปหาคำตอบ

ขั้นตอนที่ 4 ใช้คำถามบนสื่อการเรียนการสอน (Implement Question onto Instructional Media) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกำหนดรูปแบบและขอบข่ายของเนื้อหา โดยการเขียนบทบาท (Storyboard) แล้วดำเนินการสร้างบนสื่อการเรียนการสอน และให้นักเรียนเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 ซักถามข้อคำถามระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียน (Debrief Question during In-Class Discussions) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนทบทวนคำถามและอธิบายคำตอบที่ดีที่สุดให้นักเรียน ชี้แจงเงื่อนไขหรือแนวคิดสำหรับนักเรียน และเชื่อมโยงหัวข้อเหล่านี้กับหัวข้อที่สำคัญในเนื้อหา

ขั้นตอนที่ 6 ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน (Assess Students' Performance) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการร่วมกันตอบคำถามภายในชั้นเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Microlearning Inquiry Questions หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Microlearning Inquiry Questions ในการเรียนการสอนครูจะใช้ Microlearning Inquiry Questions แล้วให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง หลังจากจบบทเรียนในแต่ละเรื่องครูผู้สอนทบทวนคำถามและอธิบายคำตอบที่ดีที่สุดให้นักเรียน ชี้แจงเงื่อนไขหรือแนวคิดสำหรับนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ก่อนการจัดการเรียนรู้

- 1.1 ครูชี้แจงนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions
- 1.2 ให้นักเรียนศึกษาคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions
- 1.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

2. ระหว่างการจัดการเรียนรู้

2.1 ให้นักเรียนเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions และปฏิบัติตามภารกิจตามบทเรียน โดยนักเรียนสามารถเรียนเวลาใดก็ได้ จนกว่าจะถึงชั่วโมงเรียนถัดไป

2.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข้อคำถามชวนคิดแต่ละข้อใน Microlearning Inquiry Questions ภายในชั้นเรียนหลังนักเรียนเรียนจบ Microlearning Inquiry Questions ในแต่ละเรื่องก่อนที่จะเรียนเรื่องถัดไป

3. หลังการจัดการเรียนรู้

3.1 หลังจากนักเรียนเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions ครบตามที่กำหนด ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่เชื่อมโยงกับข้อเท็จจริง ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือประสบการณ์เดิม จนสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง สำหรับนักเรียนที่เรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทาง

วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะข้อคำถาม 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา 4 ตัวเลือก และส่วนที่ 2 เป็นการเขียนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในส่วนที่ 1 จำนวน 20 ข้อ

3. ประสิทธิภาพ หมายถึง คุณภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

75 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดโดยการตอบคำถามผ่าน google form ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

75 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยการตอบคำถามผ่าน google form หลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

4. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบของนักเรียนที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถวัดโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ ที่มีลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จำนวน 15 ข้อ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้

- 1.1 ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์
- 1.2 คุณภาพผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 1.3 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
- 1.4 คำอธิบายรายวิชา ว23102 วิชา วิทยาศาสตร์ 6
- 1.5 โครงสร้างรายวิชา ว23102 วิชา วิทยาศาสตร์ 6
2. Microlearning Inquiry Questions
 - 2.1 ความเป็นมาของ Microlearning
 - 2.2 ความหมายของ Microlearning
 - 2.3 คุณลักษณะที่สำคัญของ Microlearning
 - 2.4 ประเภทของ Microlearning
 - 2.5 ประโยชน์ของ Microlearning
 - 2.6 ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)
 - 2.7 คำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions)
 - 2.8 การออกแบบ Microlearning Inquiry Questions
 - 2.9 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Microlearning Inquiry Questions
 - 2.10 การหาประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions
3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของมโนทัศน์
 - 3.2 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 3.4 การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 3.5 การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 3.6 แนวทางในการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

- 3.7 เกณฑ์การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
4. ความพึงพอใจ
 - 4.1 ความหมายและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
 - 4.2 ความสำคัญของความพึงพอใจ
 - 4.3 การวัดความพึงพอใจ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ
6. กรอบแนวคิดการวิจัย

หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้

ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ ได้ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้ง สามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง อย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์ สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

คุณภาพผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ และการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

2. เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมีและสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม

3. เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์และผลของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ โมเมนตัมของแรง แรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

4. เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสง การสะท้อน การหักเหของแสง และทัศนอุปกรณ์

5. เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดู การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

6. เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีต่อลมฟ้าอากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์ พลังงานทดแทนและการใช้ประโยชน์ ลักษณะโครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิดและผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย

7. เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

8. นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทัน และรับผิดชอบต่อสังคม

9. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐานหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สามารถนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบ ออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือแล เทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรง และปลอดภัย

10. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุปและสื่อสารความคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบหลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

11. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์ เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือแย้งจากเดิม

12. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

13. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษาความสมดุลของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งด้านความรู้ในเนื้อหา และกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการต่าง ๆ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการลงมือปฏิบัติอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน โดยกำหนดสาระสำคัญดังนี้

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Biological Science) เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Science) เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ (Earth and Space Science) เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลม ฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยี (Technology)

การออกแบบและเทคโนโลยี (Designing and Technology) เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยี อย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิตสังคม และสิ่งแวดล้อม

วิทยาการคำนวณ (Computing Science) เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารใน การแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

ตาราง 1 แสดงมาตรฐาน ว. 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
มาตรฐาน ว. 1.1	
1. อธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศที่ได้จากการสำรวจ	- ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิต เช่น พืช สัตว์ จุลินทรีย์ และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต เช่น แสง น้ำ อุณหภูมิ แร่ธาตุ แก๊ส องค์ประกอบเหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์กัน เช่น พืชต้องการแสง น้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในการ

ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	สร้างอาหาร สัตว์ต้องการอาหาร และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการดำรงชีวิต เช่น อุณหภูมิ ความชื้น องค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้จะต้องมีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม ระบบนิเวศจึงจะสามารถคงอยู่ต่อไปได้
2. อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ในแหล่งที่อยู่เดียวกันที่ได้จากการสำรวจ	<ul style="list-style-type: none"> - สิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาวะพึ่งพากัน ภาวะอิงอาศัย ภาวะเหยือกกับผู้ล่า ภาวะปรสิต - สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่เดียวกัน ในช่วงเวลาเดียวกัน เรียกว่า ประชากร - กลุ่มสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยประชากรของสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิด อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่เดียวกัน
3. สร้างแบบจำลองในการอธิบาย การถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร	- กลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแบ่งตามหน้าที่ได้เป็น 3
4. อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ	กลุ่ม ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ สิ่งมีชีวิต ทั้ง 3กลุ่มนี้ มีความสัมพันธ์กัน ผู้ผลิตเป็นสิ่งมีชีวิตที่สร้าง อาหารได้เอง โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ผู้บริโภค เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง และต้องกิน
5. อธิบายการสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิต ในโซ่อาหาร	ผู้ผลิตหรือสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร เมื่อผู้ผลิตและผู้บริโภค ตายลง จะถูกย่อยโดยผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ซึ่งจะ
6. ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศ โดยไม่ทำลายสมดุลของระบบนิเวศ	เปลี่ยน สารอินทรีย์เป็นสารอนินทรีย์กลับคืนสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้เกิด การหมุนเวียนสารเป็นวัฏจักร จำนวนผู้ผลิต ผู้บริโภค และ ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ จะต้องมีความเหมาะสม จึงทำให้กลุ่ม สิ่งมีชีวิตอยู่ได้อย่างสมดุล
	<ul style="list-style-type: none"> - พลังงานถูกถ่ายทอดจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ รวมทั้งผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในรูปแบบสายใยอาหารที่ประกอบด้วย โซ่อาหารหลายโซ่ที่สัมพันธ์กัน

ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	<p>ในการ ถ่ายทอดพลังงานในโซ่อาหาร พลังงานที่ถูกถ่ายทอดไปจะ ลดลงเรื่อย ๆ ตามลำดับของการบริโภค</p> <p>- การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ อาจทำให้มีสารพิษสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตได้ จนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และทำลายสมดุลในระบบนิเวศ ดังนั้นการดูแลรักษาระบบนิเวศให้เกิดความสมดุล และคงอยู่ตลอดไปจึงเป็นสิ่งสำคัญ</p>

คำอธิบายราย วิชา วิทยาศาสตร์ 6

ศึกษา วิเคราะห์ สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาเคมีรอบตัววัสดุในชีวิตประจำวัน ปริมาณทางไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน พลังงานไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ องค์ประกอบของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 การสืบค้นข้อมูล บันทึก จัดกลุ่มข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถนำเสนอสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4 ม.3/5 ม.3/6

ว 1.3 ม.3/9 ม.3/10 ม.3/11

ว 2.1 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4 ม.3/5 ม.3/6 ม.3/7 ม.3/8

ว 2.3 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4 ม.3/5 ม.3/6 ม.3/7 ม.3/8 ม.3/9

รวม 26 ตัวชี้วัด

โครงสร้างรายวิชา ว23102 วิชา วิทยาศาสตร์ 6

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชา วิทยาศาสตร์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการ เรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
5	ปฏิกิริยาเคมีและวัสดุในชีวิตประจำวัน	17	15
	1. การเกิดปฏิกิริยาเคมี	4	4
	2. ปฏิกิริยาเคมีรอบตัว	9	8
	3. วัสดุรอบตัว	4	3
6	ไฟฟ้า	22	20
	1. ปริมาณทางไฟฟ้า	6	6
	2. วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน	6	4
	3. พลังงานไฟฟ้า	4	4
	4. อิเล็กทรอนิกส์	6	6
7	ระบบนิเวศและความหลากหลายทาง ชีวภาพ	15	15
	1. องค์ประกอบของระบบนิเวศ	5	5
	2. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	7	7
	3. ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต	3	3
	สอบกลางภาค	3	20
	สอบปลายภาค	3	30
	รวม	60	100

จากตารางแสดงโครงสร้างรายวิชา วิทยาศาสตร์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในหน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Microlearning Inquiry Questions

ความเป็นมาของ Microlearning

ไมโครเลิร์นนิงกำเนิดจากหลักทฤษฎีเส้นโค้งการลืม (Forgetting Curve) ของแฮร์มันน์ เออบิงเฮาส์ (Hermann Ebbinghaus) นักจิตวิทยาชาวเยอรมัน ตามหลักทฤษฎีโค้งการลืมของเออบิงเฮาส์ ระบุว่าผู้เรียนจะเริ่มลืมเนื้อหาที่เรียนทันทีหลังเรียนจบ เมื่อผ่านไปครบ 20 นาทีจะจำได้เพียง 60 เปอร์เซ็นต์ ผ่านไป 1 ชั่วโมงจำได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ผ่านไป 2 วัน จำได้เพียง 20 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อผ่านไปครบ 1 เดือน จะจดจำได้เพียง 10 เปอร์เซ็นต์ เออบิงเฮาส์จึงเสนอว่าเราควรใช้วิธีหมั่นทบทวนอย่างต่อเนื่องเพื่อแก้ปัญหาหลงลืมและสร้างผลการเรียนรู้ที่ดี ไมโครเลิร์นนิงเริ่มต้นจากแนวคิดสวนทางในการพยายามแก้ปัญหาของทฤษฎีเส้นโค้งการลืมของเออบิงเฮาส์ ด้วยการลดเนื้อหาที่เรียนต่อครั้งลง ไม่ใช่แค่หมั่นทบทวนเท่านั้น กล่าวคือมนุษย์ไม่ควรเรียนเนื้อหามากมายในคราวเดียว แต่ควรลดปริมาณข้อมูลที่จะต้องจดจำด้วย เป็นการสอนประเด็นในครั้งเดียวเพื่อแก้ปัญหาการลืม และในกรณีทบทวน ก็ไม่ใช่ท่องจำเนื้อหาที่เรียนซ้ำซาก แต่คือให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาและย่อยให้เป็นความรู้ของตนอย่างถ่องแท้ผ่านกระบวนการประยุกต์ปรับใช้ตามสถานการณ์กับเงื่อนไขต่าง ๆ (รยู แพโฮ, 2562, น. 129-130) และไมโครเลิร์นนิงเป็นกลยุทธ์การเรียนรู้ที่ออกแบบโดยใช้ชุดเนื้อหาการเรียนรู้เป็นหน่วยประกอบด้วยกิจกรรมขนาดเล็กเป็นหลักสูตรระยะสั้นที่มีการวางแผนเป็นอย่างดี แม้ว่าเป็นแนวคิดการเรียนการสอนแบบจุลภาคจะมีมานานแล้ว แต่คำว่า “ไมโครเลิร์นนิง” ยังไม่ถูกนำมาใช้จนกระทั่งครั้งที่ศวรรษที่ผ่านมา (สยามน อินสะอาด, 2563, น. 18)

ความหมายของ Microlearning

นักการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ได้ให้ความหมายของ Microlearning ไว้มีรายละเอียดดังนี้

ธารีย์ณิชา ลิพิรวิท (2559, น. 26) ได้ให้ความหมายของ Microlearning หมายถึง การเรียนรู้ที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่ไม่เป็นทางการ สามารถใช้เวลาในการเรียนรู้ในระยะเวลาสั้นๆ เป็นการเรียนรู้ที่สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ตรงประเด็น เข้าใจง่าย บทเรียนส่วนมากจะอยู่ในรูปแบบวิดีโอ โดยผู้เรียนสามารถเรียนผ่านได้ทางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

สรลักษณ์ สีลา (2561, น. 21) ได้ให้ความหมายของ Microlearning หมายถึง การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ต่าง ๆ หรือเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์มือถือ โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองตามหน่วยการเรียนรู้ขนาดเล็ก และทำกิจกรรมการเรียนรู้ในระยะเวลาสั้น ๆ เมื่อเรียนรู้เสร็จสิ้นนักเรียนสามารถประเมินผลการ เรียนรู้ของตนเองได้ในทันที

รยู แพโฮ (2562, น. 129-130) ได้ให้ความหมายของ Microlearning หมายถึง วิธีเรียนรู้แบบทันที ให้เนื้อหาสั้นกระชับภายใน 90 วินาทีเป็นหลัก เพื่อถ่ายทอดเป็นหัวข้อที่เฉพาะเจาะจงแก่ผู้เรียนด้วยข้อมูลเท่าที่จำเป็น

Javorcik (2019 อ้างใน ชัยศาสตร์ คเชนทร์สุวรรณ, 2563) ได้ให้ความหมายของ Microlearning หมายถึง เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองพฤติกรรมของนักเรียนในปัจจุบัน มีเนื้อหาเจาะจง ชัดเจน สั้น กระชับ มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ทำให้ผู้เรียนใช้เวลาในการเรียนรู้ไม่มาก

ศยามน อินสะอาด (2563, น. 18) ได้ให้ความหมายของ Microlearning หมายถึง สื่อการเรียนรู้ ประเภทหนึ่งซึ่งแบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ ตามหัวข้อการเรียนรู้ แบ่งออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้หน่วยความจำมากเกินไปสำหรับผู้เรียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้แบบทันเวลา

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า Microlearning หมายถึง เป็นสื่อการเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้ขนาดเล็ก และทำกิจกรรมการเรียนรู้ในระยะเวลาสั้น ๆ มีเนื้อหาเจาะจง ชัดเจน สั้นกระชับ โดยผู้เรียนสามารถเรียนผ่านได้ทางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

คุณลักษณะที่สำคัญของ Microlearning

นักการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ได้ศึกษาเกี่ยวกับ Microlearning และได้กำหนดคุณลักษณะที่สำคัญของ Microlearning ซึ่งแสดงรายละเอียดของการศึกษา ดังนี้

ศยามน อินสะอาด (2564, น. 18) ได้กำหนดคุณลักษณะที่สำคัญของ Microlearning ไว้ 7 ประการ ดังนี้

1. เนื้อหามีระยะเวลา 3 – 5 นาทีต่อเนื่อง
2. เป้าหมายต้องระบุถึงสิ่งที่จะกระทำ และนำไปสู่การกำหนดกิจกรรมที่รับรองได้ชัดเจน
3. ง่ายต่อการเก็บรักษารวบรวมความจำเป็นสำหรับผู้เรียน
4. พร้อมใช้งานได้ตามความต้องการของผู้เรียน
5. เข้าถึงเนื้อหาได้ง่ายเหมาะกับอุปกรณ์เคลื่อนที่
6. ออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนฝึกเรียนฝึกปฏิบัติในสภาพแวดล้อมการทำงาน
7. อนุญาตให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาเรียนรู้ดูซ้ำได้

รยู แทโฮ (2562, น. 130-136) ได้กำหนดคุณลักษณะที่สำคัญของ Microlearning ไว้ 6 ประการ

ดังนี้

1. เรียนภายในระยะเวลาสั้น ๆ
2. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เรียนตามใจชอบ
3. การเรียนรู้ระบบไม่เชิงเส้น
4. ประเด็นเดียว หลากประโยชน์
5. สื่อปฏิสัมพันธ์
6. การเรียนรู้ส่วนบุคคล

กล่าวโดยสรุปจากข้อมูลที่ได้ระบุถึงคุณลักษณะที่สำคัญของ Microlearning ทั้งหมด สามารถสรุปคุณลักษณะที่สำคัญของไมโครเลิร์นนิง ได้ดังนี้ 1) เป็นการเรียนรู้ภายใน 1-5 นาที 2) มีการกำหนด

เป้าหมายชัดเจน 3) ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เรียนได้ตามใจชอบ 4) เข้าถึงเนื้อหาได้ง่าย 5) ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ และ 6) เป็นการเรียนรู้ส่วนบุคคล

ประเภทของ Microlearning

นักการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ได้ศึกษาเกี่ยวกับ Microlearning และได้กำหนดประเภทของ Microlearning ซึ่งแสดงรายละเอียดของการศึกษา ดังนี้

ศยามน อินสะอาด (2564, น. 19) ได้กำหนดประเภทของ Microlearning ไว้ 12 ประเภท ดังนี้

1. อินโฟกราฟิก (Infographic)
2. เกมขนาดเล็ก (Small game)
3. วิดีโอแบบเคลื่อนไหว (Animated video)
4. วิดีโอจริง (Real video)
5. เอกสารแบบโต้ตอบ (Interactive PDF)
6. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book)
7. โบรชัวร์อิเล็กทรอนิกส์ (E-brochure)
8. เว็บบแคสต์ (Webcast)
9. พอดแคสต์ (Podcast)
10. สถานการณ์ (Scenario)
11. สถานการณ์จำลอง (Simulation)
12. แชทบอท (Chatbot)

Allela (2021, p. 17) ได้กำหนดประเภทของ Microlearning ไว้ 10 ประเภท ดังนี้

1. บทความ
2. อินโฟกราฟิก
3. วิดีโอ
4. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
5. พอดแคสต์
6. แอปพลิเคชันบนมือถือ
7. บล็อกโพสต์
8. เกม
9. เทคโนโลยีโลกเสมือน
10. แบบทดสอบ

กล่าวโดยสรุปจากข้อมูลที่ได้ระบุถึงประเภทของ Microlearning มีหลากหลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกลยุทธ์ที่จะนำไปปรับใช้ ซึ่ง Microlearning ในงานวิจัยนี้จัดเป็นประเภทวิดีโอ เนื่องจากพื้นฐาน

ของ Microlearning คือ การนำเสนอในรูปแบบวิดีโอกับรูปแบบของสื่อซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ เพื่อให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาที่เรียนอย่างกระตือรือร้น จดจ่อ และเข้มข้นกับเวลาอันสั้น และวิดีโอ มีทั้งคลิป เสียง ภาพ และข้อความ ผสมผสานกันถ่ายทอดเนื้อหาทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังสามารถเรียนได้ทั้งคอมพิวเตอร์ และสมาร์ทโฟน (รยู แพโฮ, 2562)

ประโยชน์ของ Microlearning

นักการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ได้ศึกษาเกี่ยวกับ Microlearning และได้กล่าวถึงประโยชน์ของ Microlearning ซึ่งแสดงรายละเอียดของการศึกษา ดังนี้

ศยามน อินสะอาด (2564, น. 19) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่สำคัญของ Microlearning สำหรับนักเรียน มี 5 ประการ ดังนี้

1. การเก็บรักษาและการเรียกคืนความจำ (Retention and recall) นักวิจัยชาวเยอรมัน รายงานในปี 2015 ว่า Microlearning ช่วยเพิ่มอัตราการรักษาความทรงจำได้ร้อยละ 20 ทำให้ผู้เรียนใช้เวลาในการตอบคำถามน้อยลงร้อยละ 28 ซึ่งช่วยให้สามารถจำหัวข้อการเรียนรู้ได้ดีขึ้น สมองของมนุษย์ ดุดจับและเก็บรักษาข้อมูลจากการเรียนผ่านเนื้อหาสั้น ๆ ได้ดีกว่าเนื้อหาการเรียนรู้ที่มีความยาว

2. กระตุ้นแรงจูงใจในการเรียนรู้ (Arouses the learning motivation) Microlearning รวบรวมข้อมูลจำนวนมากลงในเนื้อหาขนาดเล็ก ช่วยให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลที่ย่อยได้และตรงประเด็น สามารถนำไปใช้ได้ทันทีเพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ที่สูงขึ้น

3. การเรียนรู้แบบทันเวลา (Just-in-time learning) Microlearning เป็นเครื่องมือฝึกอบรมแบบ "ทันเวลา" ที่เหมาะสำหรับทุกองค์กร การเรียนรู้สามารถใช้ได้ตามต้องการและในช่วงเวลาที่ต้องการผู้เรียนสามารถนำไปใช้ได้ตามจังหวะของตนเองเมื่อพวกเขาพร้อม เช่น ในการฝึกอบรมผลิตภัณฑ์ Microlearning สามารถช่วยให้พนักงานขายเปิดชมโมดูลการฝึกอบรมผลิตภัณฑ์ได้ตามความสะดวก แม้ว่าพนักงานขายจะอยู่นอกสถานที่ แต่สามารถใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อเข้าถึงเนื้อหาการเรียนรู้และอ้างอิงได้ตลอดเวลา ยิ่งไปกว่านั้นการเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องและตรงเป้าหมายทันเวลาผู้เรียนจะได้รับสิ่งที่ต้องการอย่างรวดเร็ว ดังนั้นผู้เรียนจึงสามารถจัดการกับปัญหาหรือความท้าทายในทันทีได้อย่างรวดเร็ว

4. แนวทางที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner-centric approach) Microlearning เป็นกลยุทธ์การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สามารถใช้เส้นทางการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นหมายความว่า ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่ต้องการได้ตามจังหวะของผู้เรียนเองบนอุปกรณ์ที่ผู้เรียนเลือก สิ่งนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถควบคุมกระบวนการเรียนรู้ได้มากขึ้น

5. สามารถเข้าถึงได้ (Accessible) ปัจจุบันผู้เรียนสามารถเข้าถึงอุปกรณ์พกพา เช่น แท็บเล็ต และสมาร์ทโฟนได้มากขึ้น องค์กรต่าง ๆ กำลังส่งเสริมนโยบาย BYOD (Bring Your Own Device)

การนำอุปกรณ์ของตนเองมาใช้ในสถานที่ทำงาน โดยอาศัยการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายขององค์กรมากขึ้น ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือไอแพด เพื่อเรียนรู้ผ่านกระบวนการ สิ่งนี้ช่วยเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงเนื้อหาการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน

Allela (2021, p. 11 – 13) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่สำคัญของ Microlearning สำหรับนักเรียนมี 5 ประการ ดังนี้

1. สามารถปรับใช้ จัดการ เข้าถึงและแบ่งปันโดยผู้ใช้นอุปกรณ์หลายเครื่อง และสามารถนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ใดๆ
2. Microlearning ที่เป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางการเรียนรู้ที่ใหญ่ขึ้น
3. Microlearning รองรับการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. ในขณะที่วิธีการสอนแบบดั้งเดิมมักจะนำโดยผู้สอนและจำกัดระดับการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน แต่ Microlearning “ลงมือปฏิบัติจริง” และเป็นการร่วมมือกันมากกว่า
5. เนื่องจากบทเรียน Microlearning นั้นมีเวลาการเรียนรู้ที่สั้น จึงสามารถจัดทำได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งหมายความว่ากรรวบรวมคำติชม การทำซ้ำ และการวางแผนสำหรับบทเรียนเพิ่มเติมนั้นค่อนข้างรวดเร็วเช่นกัน ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งในกรณีที่จำเป็นต้องอัปเดตเนื้อหาบ่อยๆ
6. ระบบการรายงานในตัว ช่วยให้สามารถแชร์คุณภาพ ระหว่างครู ผู้ให้คำปรึกษา และทีมสนับสนุนด้านเทคนิคภายในชุมชนภาคปฏิบัติที่หลากหลาย
7. Microlearning รองรับการโต้ตอบผ่านช่องทางการสื่อสาร เช่น กระดานสนทนาข้อความ บล็อก หน้าโซเชียลมีเดีย
8. Microlearning สามารถเสนอให้กับผู้เรียนแบบทันเวลาตรงกับผลการเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจง และช่วยให้ผู้เรียนนำการเรียนรู้ไปใช้งาน

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปประโยชน์ของ Microlearning ได้ว่า Microlearning สามารถช่วยให้ผู้เรียนเก็บรักษาความจำ กระตุ้นให้แรงจูงใจในการเรียนรู้ สามารถเรียนได้ตลอดเวลา สามารถเข้าถึงได้ง่ายผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานแนวคิดของเพียเจต์ (Piaget) ซึ่งอธิบายพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลไว้ว่าประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ กระบวนการซึมซับประสบการณ์ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางเชาว์ปัญญา (Accommodation) ซึ่งปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางสติปัญญาเดิม ให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่ และบุคคลรับรู้สิ่งเร้า (สมมติว่าเป็น) เข้าไปในสมองการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อคุณค่านั้นมีการจัดกระทำในการนำสิ่งเร้านั้นไปเชื่อมโยงกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญาของตน (Schema or Schemata) ซึ่งบุคคลได้สั่งสมมาตั้งแต่เกิด กระบวนการที่โครงสร้างทางสติปัญญาเดิม

ซึมซับกับสิ่งเร้าใหม่เข้าไป หรือกระบวนการที่ความรู้ใหม่กับความรู้เดิมเชื่อมโยงกันได้อย่างลงตัวและมีความหมายกับบุคคลนั้น จะทำให้บุคคลนั้นอยู่ในสภาวะสมดุล (equilibrium) มีความเข้าใจในประสบการณ์หรือข้อความรู้นั้นสามารถอธิบายได้และแสดงออกได้ตามความเข้าใจของตน เนื่องจากตนเป็นผู้คิดสร้างความหมายของสิ่งนั้นด้วยตนเอง

กรณีสมมติว่าบุคคลรับสิ่งเร้าเข้ามา บุคคลก็จะดูดซับรับสิ่งนั้นเข้ามา และใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) หรือกระบวนการคิดที่ตนมีอยู่ในโครงสร้างทางสมองเชื่อมโยงสิ่งเหล่านั้นกับสิ่งเดิมที่มีอยู่ และอาจสร้างความหมายว่าสิ่งใหม่ที่เข้ามามีลักษณะเหมือนของเดิมและเมื่อวิเคราะห์แล้วพบว่าลักษณะเป็นแก่นสำคัญของสิ่งเดิมที่มีอยู่ของโครงสร้างทางสติปัญญา (Scheme) ซึ่งบุคคลแต่ละคนจะสร้างความหมายในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

อย่างไรก็ตาม สิ่งเร้าที่บุคคลรับเข้ามานั้น หากไม่ได้มีลักษณะที่บุคคลจะสามารถดูดซึมเชื่อมโยงด้วยกระบวนการ “Assimilation” ได้อย่างสะดวกง่ายดายเสมอไป เพราะบางครั้งสิ่งที่ได้รับเข้ามา อาจจะเป็นอะไรที่ผู้เรียนไม่สามารถจะเชื่อมโยงเข้ากับความรู้เดิมได้ ดังจะเห็นได้จากปัญหาการเรียนรู้อันเด็กที่พบโดยทั่วไปว่า แม้ผู้สอนจะพูดอธิบายอย่างไรเด็กก็ยังไม่เกิดความเข้าใจ เพราะเด็กยังไม่สามารถเชื่อมโยง สร้างความหมายระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่ตนมีอยู่ได้ สิ่งเร้าหรือความรู้ใหม่ที่บุคคลรับเข้าไป ก็จะไม่มีความหมายกับบุคคลนั้น เมื่อความรู้นั้นไม่มีความหมาย ก็อาจจะคงอยู่เพียงชั่วคราว และสูญเสียมุมมองไปในที่สุด การที่บุคคลนั้นตกอยู่ในสภาวะที่ “ไม่สมดุล” หรือ “Disequilibrium” ซึ่งก็คือ ภาวะแห่งความงุนงงสงสัยคับข้องใจ ไม่สามารถอธิบายได้ หรือไม่สามารถแสดงความเข้าใจของตนได้

เมื่อบุคคลตกอยู่ในสภาวะไม่สมดุล ธรรมชาติก็มีใจความที่เรียกว่า “กระบวนการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา” หรือ “กระบวนการปรับสภาวะให้สมดุล” หรือ “Accommodation” เข้ามาช่วยโดยใช้กระบวนการทางสติปัญญา (Cognitive process) ของตนเข้าไป พยายามสร้างความเข้าใจ เช่น อาจใช้การแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม การซักถาม หรือใช้กระบวนการคิดในลักษณะต่าง ๆ ที่จะช่วยสร้างความหมายของสิ่งนั้นให้ตนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ดังนั้น นการจัดการเรียนการสอน หากผู้เรียนแต่ละคนได้เป็นผู้จัดกระทำในสิ่งเร้าข้อความรู้นั้นด้วยตนเองแล้ว จะทำให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ความหมายสิ่งเรียนตามความเข้าใจของตนขึ้นมา ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไปหลากหลายรูปแบบ แต่แม้จะมีรูปแบบที่หลากหลาย แต่ละสาระการเรียนรู้ยังคงอยู่ และคงอยู่อย่างมีความหมายของตนเพราะตนเป็นผู้สร้างขึ้นมา ด้วยเหตุนี้ การเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการที่ตื่นตัว (Active) โดยกระบวนการที่ผู้เรียนต้องเป็นผู้จัดกระทำต่อสิ่งเร้าหรือสาระการเรียนรู้มิใช่เพียงรับสิ่งเร้าหรือสาระเข้ามาเท่านั้น ผู้เรียนต้องเป็นผู้สร้างความหมายของสิ่งเร้าหรือข้อความรู้นั้นที่ได้รับเข้ามาด้วยตนเอง ซึ่งกระบวนการสร้างความหมายของสิ่งเร้าที่รับเข้ามานี้ นับว่าเป็นประสบการณ์เฉพาะตน (Personal Experience) ซึ่งมีความหมายแตกต่างกัน

กระบวนการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องไปตลอดชีวิต และเกิดมาได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่ ไม่จำกัดว่าจะเกิดขึ้นในเฉพาะห้องเรียนเท่านั้น แต่บุคคลจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากผู้อื่น เนื่องจากบุคคลแต่ละคนมีความจำกัดในเรื่องการรับรู้ ไม่สามารถรับรู้ทุกสิ่งทุกอย่างในทุกแง่มุมได้หมด การแลกเปลี่ยนข้อมูลและมุมมองในด้านต่าง ๆ จึงสามารถช่วยให้บุคคลมีความรู้ที่กว้างขึ้น ดังนั้น การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นจึงเป็นกระบวนการที่จำเป็นในการเรียนรู้เพื่อช่วยการตรวจสอบการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลว่า เป็นการเรียนรู้ที่เป็นที่ยอมรับ มีความถูกต้องน่าเชื่อถือในมุมมองของผู้อื่นอย่างไร ซึ่งกระบวนการนี้สามารถช่วยให้บุคคลได้ข้อมูลการสร้างความหมายของสิ่งที่เรียนรู้มากขึ้น และช่วยให้บุคคลสามารถตรวจสอบและปรับความรู้ ความเข้าใจของตนให้ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับของผู้อื่นมากขึ้น

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า กระบวนการเรียนรู้ นอกจากจะเป็นกระบวนการทางสติปัญญาแล้วยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย และกระบวนการเรียนรู้ยังเป็นกระบวนการที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับจิตใจและความรู้สึก (Affective Process) ของผู้เรียนด้วย หากสิ่งที่เรียนรู้มีความหมายสอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยมีกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นไปอย่างสนุกสนาน เพลิดเพลิน หรือท้าทายความคิด สติปัญญา ทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นตัว ไม่เบื่อหน่าย โอกาสที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพก็จะมีมากขึ้น (ณิราดา เวชญาลักษณ์, 2562)

คำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions)

นักการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การใช้คำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions) ซึ่งแสดงรายละเอียดของการศึกษา ดังนี้

จิราพร อัครสมพงษ์ (2558, อ้างถึงใน ศยามน อินสะอาด, 2561) คำถามเพื่อการคิดค้น ได้แก่ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การเปรียบเทียบ เหตุและผล สรุปหลักการสำคัญ เป็นคำถามที่ผู้ตอบจะต้องใช้ขั้นตอนของความคิดซับซ้อนขึ้นกว่าความคิดพื้นฐาน แนวทางที่จะคิดอาจแยกออกไปได้หลายลักษณะแล้วแต่จุดหมายปลายทางที่ต้องจะตอบ อย่างไรก็ตามจุดประสงค์ของคำถามต้องการคำตอบที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุดตามข้อเท็จจริง

ตาราง 3 แสดงตัวอย่างคำถามเพื่อการคิดค้น

ความเข้าใจ	ตัวอย่างคำถาม
- เป็นคำถามที่ผู้ตอบใช้ความรู้เดิมมาแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งอาจเป็นสถานการณ์เลียนแบบของเก่า	- ทำไมประชาชนในภาคต่าง ๆ จึงมีอาชีพต่างกัน - “ไม่มองมือองเท้า” หมายความว่าอย่างไร

ตาราง 3 (ต่อ)

ความเข้าใจ	ตัวอย่างคำถาม
<p>หรือสถานการณ์ใหม่ แต่ใช้เรื่องราวเก่าที่เคยรู้มาดัดแปลงเป็นรูปแบบใหม่</p> <p>- รูปแบบของคำถามความเข้าใจ มีลักษณะเป็นการแปลความ ตีความ และขยายความ</p>	<p>- ถ้าเธอเป็นกระป๋องนมใบหนึ่ง มีละอองน้ำเกาะอยู่ภายนอก น้ำในกระป๋องเป็นอย่างไร</p>
การนำไปใช้	ตัวอย่างคำถาม
<p>- เป็นคำถามที่ผู้ตอบอาศัยความคิดพื้นฐานและความเข้าใจความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องราวอื่น ๆ อย่างถูกต้อง</p> <p>- คำถามของครูต้องกำหนดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนลองหาวิธีแก้ปัญหา</p>	<p>- ดินสอแท่งละห้าสิบบatang ครึ่งโหลเป็นเงินเท่าไร</p> <p>- นักเรียนจะใช้คำว่าขอโทษในเวลาใดบ้าง</p> <p>- ถ้ามีหม้อดินและหม้อเคลือบจะเลือกไปไหนใส่น้ำจึงจะเย็นกว่า (จากหลักการระเหย)</p>
การเปรียบเทียบ	ตัวอย่างคำถาม
<p>- เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องวิเคราะห์เรื่องราวออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ และพิจารณาว่าสิ่งใดเป็นสิ่งสำคัญสิ่งใดไม่สำคัญ</p> <p>- มีมูลเหตุหรือจุดมุ่งหมายอย่างไร</p> <p>- เป็นการเปรียบเทียบที่ต้องผ่านการคิด</p> <p>- หลักเกณฑ์ต่างกับการเปรียบเทียบที่ต้องใช้เฉพาะการสังเกต</p>	<p>- ลมบกกลมทะเลมีสิ่งใดที่คล้ายกัน</p> <p>- กบกับคางคกต่างกันอย่างไร</p> <p>- ทำไมเสื้อผ้าที่ตากในหน้าร้อนจึงแห้งเร็วกว่าหน้าฝน</p> <p>- ลมบกกลมทะเลมีสิ่งใดที่คล้ายกัน</p>
เหตุและผล	ตัวอย่างคำถาม
<p>- เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องหาความสัมพันธ์ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ ว่าสอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร</p> <p>- รูปแบบของคำถามเหตุและผล อาจเป็นการถามความสัมพันธ์ของเรื่องราว บุคคล ความคิด</p>	<p>- ทำไมเราต้องข้ามถนนที่มีทางม้าลาย</p> <p>- ถ้าเรารับประทานอาหารโปรตีนไม่พอจะเกิดอะไรขึ้น</p> <p>- เพราะเหตุใดต้นหญ้าที่ถูกครอบจึงมีใบสีขาว</p>

ตาราง 3 (ต่อ)

สรุปหลักการ	ตัวอย่างคำถาม
- เป็นคำถามที่ผู้ตอบมีการคิดวิเคราะห์หา มูลเหตุ หรือความสำคัญของเรื่องราวนั้นแล้ว รวมทั้งเห็นความสัมพันธ์ของเรื่องราวหรือเหตุ และผลเหล่านั้น จึงจะสามารถสรุปหลักการได้	- นิทานที่จบลงไปนี้ให้คิดกับเราอย่างไร - ตกลงเราจะหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้ อย่างไร - เราจะมีวิธีป้องกันโรคไข้เลือดออกโดยวิธีใด

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545) คำถามเพื่อการคิดค้น เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้ตอบใช้ความคิด นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานสรุปหาคำตอบ ส่งเสริมให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์และ เกิดทักษะในการคิดอย่างมีระบบ นอกจากนี้ยังเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น ตลอดจนกระตุ้นให้ได้ลองแก้ปัญหาด้วยตนเอง แบ่งได้เป็น 7 ชนิดคือ

1. คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามที่ผู้ตอบจะต้องนำความรู้ และประสบการณ์เดิมมาเป็น พื้นฐานสรุปหาคำตอบ
2. คำถามให้เปรียบเทียบเป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมายให้เด็กใช้ความคิดเปรียบเทียบของสองสิ่ง ว่ามีคุณสมบัติหรือลักษณะคล้ายกันหรือต่างกันอย่างไร คุณสมบัติที่นำมาเปรียบเทียบนั้นได้แก่ รูปร่าง ลักษณะ สี ขนาด น้ำหนัก จำนวน ปริมาตร ความสูง ความยาว ความหนา รสชาติ กลิ่น ฯลฯ
3. คำถามให้จำแนกประเภท เป็นคำถามเพื่อส่งเสริมให้เด็กรู้จักจัดกลุ่ม จัดหมวดหมู่โดยใช้ เกณฑ์ของตนเองหรือของผู้อื่น หรือบอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มที่ผู้อื่นทำไว้ เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มนี้ อาจได้แก่ สี ขนาด รูปร่าง ประโยชน์ หรือวัสดุที่ใช้ หากเป็นภาพของสิ่งมีชีวิตอาจแบ่งตามอาหาร ที่อยู่อาศัย ลักษณะเช่น สัตว์ 2 เท้า สัตว์ 4 เท้า และประโยชน์ เช่น สัตว์เลี้ยงไว้ใช้งาน เป็นต้น
4. คำถามให้ยกตัวอย่าง เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบบอกชื่อ หรือยกตัวอย่างของสิ่งที่ กำหนดให้ โดยอาศัยทักษะการสังเกต และมีความรู้ความจำเรื่องต่าง ๆ เป็นพื้นฐานในการหาคำตอบ
5. คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามที่ให้คิดค้นหาความจริงหรือแยกแยะเรื่องราวเพื่อหาสาเหตุ และผลต่าง ๆ ของปัญหาที่เกิดขึ้น หรือให้นักเรียนได้คิดค้นหาความจริงต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นมาเป็น เรื่องราวหรือเหตุการณ์
6. คำถามให้สังเคราะห์ หมายถึง การผสมรวมสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่สองสิ่งขึ้นไปให้เกิดเป็น ของใหม่ขึ้นมาเช่น การปรุงอาหาร การพูด การเขียนให้เป็นข้อความหรือเรื่องราวที่เป็นแนวคิดใหม่ หรือพัฒนาของเก่าให้ดีขึ้น ใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมายให้ เด็กใช้กระบวนการคิด เพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อยขึ้นเป็นหลักการ

7. คำถามให้ประเมินค่า เป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมายให้ได้พิจารณาคุณค่าของสิ่งของก่อนตัดสินใจอย่างมีเหตุผล รู้จักประเมินค่าของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้กฎเกณฑ์ที่เป็นจริง และเป็นที่ยอมรับของสังคมแล้ว มาสนับสนุนความคิดเห็นของตนก่อนตัดสินใจ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 237 - 238) คำถามเพื่อการคิดค้น เป็นคำถามระดับสูง เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ความคิดซับซ้อนในการตอบ ได้แก่ การถามความเข้าใจ การนำไปใช้ การเปรียบเทียบ การถามเหตุผล และการสรุปหลักการ เพื่อขยายความคิด เป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้ตอบ ได้แก่ การคาดคะเน การวางแผน และการประเมินค่า โดยอาจใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานในการคิดและการตอบคำถาม ได้แก่

1. คำถามให้อธิบาย เช่น ทำไมจึงหลีกเลี่ยงการต้มน้ำชาหรือกาแฟ ลูกควรพบบาทหน้าที่ในครอบครัวอย่างไร เป็นต้น

2. คำถามให้เปรียบเทียบ เช่น พิษยีนต้นตองจากพืชล้มลุกอย่างไร ศาสนาพุทธกับศาสนาอิสลามต่างกันหรือไม่อย่างไร เป็นต้น

3. คำถามให้วิเคราะห์ ให้จำแนกแยกแยะรายละเอียด และข้อเท็จจริงของสิ่งต่าง ๆ เช่น สัตว์มีกี่ประเภท อะไรบ้าง อะไรที่เป็นสาเหตุของน้ำเน่าเสีย เป็นต้น

4. คำถามให้ยกตัวอย่าง เช่น พืชชนิดใดบ้างที่มีลำต้นอยู่ในดิน ยกตัวอย่างประเทศที่ตั้งอยู่ในเอเชีย เป็นต้น

5. คำถามให้สรุป เช่น จงสรุปเหตุผลในการย้ายเมืองหลวงของพระเจ้าตากสิน เมื่ออ่านเรื่องนี้แล้วนักเรียนได้ข้อคิดอะไรบ้าง นิทานเรื่องนี้ให้คติสอนใจอย่างไร เป็นต้น

6. คำถามเพื่อให้ประเมินและเลือกทางเลือก เป็นการถามให้ประเมินเพื่อตัดสินใจหรือตัดสินใจ เหตุการณ์ว่าสิ่งใดถูก สิ่งใดผิด สิ่งใดดี สิ่งใดเลว เช่น การว่ายน้ำกับการวิ่งเหยาะ ไหนเป็นการออกกำลังกายที่ดีกว่ากัน จะเลือกทานนมหรือน้ำเต้าหู้ ไหนจึงจะมีประโยชน์มากกว่ากัน เป็นต้น

7. ถามให้ประยุกต์ เป็นการถามที่ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือไปแก้ปัญหา เช่น คำว่าฉันชอบเธอ จะส่งข้อความเป็นภาษาโทรศัพท์มือถืออย่างไร ควรปฏิบัติตนอย่างไรเมื่อเป็นหวัด เป็นต้น

8. ถามให้สร้างหรือคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ หรือผลิตผลใหม่ ๆ ลักษณะการถามให้คิดสร้างสรรค์ เช่น จากวัสดุต่อไปนี้จะนำไปสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นใหม่อย่างไร

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุป คำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions) ได้ว่า เป็นคำถามขั้นสูงที่ผู้ตอบจะต้องใช้ขั้นตอนของความคิดซับซ้อนขึ้นกว่าความคิดพื้นฐาน และเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้ตอบใช้ความคิด นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานสรุปหาคำตอบ

การออกแบบ Microlearning Inquiry Questions

Microlearning Inquiry Questions เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับจุดประสงค์การเรียนรู้เฉพาะซึ่งจะแล้วเสร็จในกรอบระยะเวลาสั้นๆ ประมาณ 5 นาที โดยมีขั้นตอนที่ช่วยให้ครูผู้สอนในการพัฒนาคำถามเพื่อจุดประสงค์การเรียนรู้เฉพาะ เพื่อช่วยชี้แจงหัวข้อที่ไม่ชัดเจนหรือสับสนในเนื้อหาโดยการใช้คำถามบนสื่อการเรียนการสอน ช่วยให้ครูผู้สอนใสแนวทางที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางและช่วยอธิบายแนวความคิดที่ยากให้กับนักเรียน โดยมีขั้นตอนในการออกแบบ ดังนี้

Kao (2019) ได้ระบุถึงหลักการออกแบบ Microlearning Inquiry Question ทางการศึกษาไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมหัวข้อ/แนวคิดของนักเรียนที่ไม่ชัดเจนหรือสับสน เป็นขั้นที่ครูผู้สอนรวบรวมคำตอบของนักเรียนก่อนเริ่มเรียน เพื่อระบุแนวคิดที่ไม่ชัดเจนหรือสับสน เพื่อนำไปสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้ในขั้นตอนที่สอง

ขั้นตอนที่ 2 สร้างจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นขั้นที่หลังครูผู้สอนได้รวบรวมแนวคิดของนักเรียนที่ไม่ชัดเจนหรือสับสนแล้ว ครูผู้สอนจึงสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้มาหนึ่งจุดประสงค์สำหรับ Microlearning

ขั้นตอนที่ 3 สร้างคำถามที่เฉพาะเจาะจงที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นขั้นที่ครูผู้สอนนำจุดประสงค์การเรียนรู้จากขั้นตอนที่สองมาสร้างคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจง

ขั้นตอนที่ 4 ใช้คำถามบน Kahoot หรือแพลตฟอร์มเกมออนไลน์อื่น ๆ เป็นขั้นที่ครูผู้สอนนำคำถามที่สร้างขึ้นจากขั้นตอนที่สามมาใส่บน Kahoot หรือแพลตฟอร์มเกมออนไลน์อื่น ๆ และให้นักเรียนเรียนรู้ภายในชั้นเรียน

ขั้นตอนที่ 5 ชักถามข้อคำถามระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียน เป็นขั้นที่ครูผู้สอนทบทวนคำถามและอธิบายคำตอบที่ดีที่สุดให้กับนักเรียน ชี้แจงเงื่อนไขหรือแนวคิดสำหรับนักเรียน และเชื่อมโยงหัวข้อเหล่านี้กับหัวข้อที่สำคัญในเนื้อหา

ขั้นตอนที่ 6 ประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน เป็นขั้นที่ครูผู้สอนประเมินผลการปฏิบัติการของนักเรียนจากการที่ได้เรียนได้ตอบคำถาม ซึ่งคำถามเหล่านี้จะทดสอบประสิทธิภาพของนักเรียนในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำหลักการออกแบบ Microlearning Inquiry Question ของ Kao มาประยุกต์ใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้ทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมหัวข้อ (Collect Topics) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนวิเคราะห์เอกสารและข้อมูลเกี่ยวเนื้อหาที่เรียน เพื่อระบุหัวข้อเรื่อง เพื่อนำไปสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้ในขั้นตอนที่สอง

ขั้นตอนที่ 2 สร้างจุดประสงค์การเรียนรู้ (Create Learning Objective) เป็นขั้นที่หลังจากครูผู้สอนรวบรวมหัวข้อ ครูผู้สอนจึงสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้มาหนึ่งจุดประสงค์สำหรับ Microlearning

ขั้นตอนที่ 3 สร้างคำถามเพื่อการคิดค้น (Create Inquiry Questions) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนนำจุดประสงค์การเรียนรู้จากขั้นตอนที่สองมาสร้างคำถามเพื่อการคิดค้นที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งคำถามเพื่อการคิดค้น เป็นคำถามระดับสูงที่ผู้ตอบจะต้องใช้ขั้นตอนของความคิดซับซ้อนขึ้นกว่าความคิดพื้นฐาน และเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้ตอบใช้ความคิด นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานสรุปหาคำตอบ

ขั้นตอนที่ 4 ใช้คำถามบนสื่อการเรียนการสอน (Implement Question onto Instructional Media) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกำหนดรูปแบบและขอบข่ายของเนื้อหา โดยการเขียนบทภาพ (Storyboard) แล้วดำเนินการสร้างบนสื่อการเรียนการสอน และให้นักเรียนเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 ซักถามข้อคำถามระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียน (Debrief Question during In-Class Discussions) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนทบทวนคำถามและอธิบายคำตอบที่ดีที่สุดให้กับนักเรียน ชี้แจงเงื่อนไขหรือแนวคิดสำหรับนักเรียน และเชื่อมโยงหัวข้อเหล่านี้กับหัวข้อที่สำคัญในเนื้อหา

ขั้นตอนที่ 6 ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน (Assess Students' Performance) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการร่วมกันตอบคำถามภายในชั้นเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Microlearning Inquiry Questions

ณิรดา เวชญาลักษณ์ (2562) ได้เสนอแนะกระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการเตรียมความพร้อมให้แก่ผู้เรียน และเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น อยากคิด อยากทำ
2. ขั้นการปฏิบัติกิจกรรม (ขั้นสอน) เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เช่น การค้นคว้า การอภิปรายกลุ่ม การพูด การเล่าเรื่อง เป็นต้น
3. ขั้นสรุปและวัดผล เป็นการสรุปเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วทั้งหมด ตลอดจนการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สรุปได้ว่า Microlearning Inquiry Questions สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ทั้งขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นการสอน และขั้นสรุปและวัดผล

การหาประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions

ความหมายของการประเมินประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพตรงกับภาษาอังกฤษว่า “ Developmental Testing” (การตรวจสอบพัฒนาการเพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ) หมายถึง การนำชุดการสอนไปทดลองใช้

(Try Out) เพื่อปรับปรุงแล้วก็นำไปใช้ ทดลองสอนจริง (Trail Run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก (ซัยยงค์ พรหมวงศ์, 2545, น. 459)

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ เป็น E_1 (ประสิทธิภาพกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง คือ ประเมินต่อเนื่องประกอบด้วยพฤติกรรมหลาย ๆ พฤติกรรม (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตได้จากการประกอบกิจกรรมกลุ่มและรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้ ประเมินพฤติกรรมผลลัพธ์ คือ ประเมินผลลัพธ์ (Products) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมที่น่าพอใจ โดยกำหนดให้ร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการ ประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั้น คือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะจะตั้งไว้ 75/75 (ซัยยงค์ พรหมวงศ์, 2545, น. 465)

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

ซัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545, น. 496-497) ได้เสนอขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ดังนี้

1. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:1 (แบบเดี่ยว) เป็นการทดลองกับผู้เรียนครั้งละ 1 คน โดยทดลอง 3 ครั้งกับเด็กก่อน ปานกลางและเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบนี้จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก
2. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:10 (แบบกลุ่ม) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางและอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น
3. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:100 (ภาคสนาม) เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30-40 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้หลังการทดลอง คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์ที่ได้ควรจะใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5%

รัตนะ บัวสนธิ์ (2552, น. 50-51) การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมมีลำดับขั้นตอนการประเมิน ดังนี้

1. การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) หมายถึงการนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลางและต่ำกว่าปานกลาง จากตัวอย่าง เช่น นักวิจัยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาประวัติศาสตร์ เรื่อง บุคคลสำคัญของชาติไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 นักวิจัยจะคัดเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยมา 1 คน และคัดเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลางหรือใกล้ ๆ ค่าเฉลี่ยมา 1 คน และคัดเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมา 1 คน การทดลองใช้นวัตกรรมที่เรียกว่าการประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่า นวัตกรรมดังกล่าวนี้มีความเกี่ยวข้องสร้างแรงจูงใจให้กับบุคคลที่มีลักษณะเป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายอย่างไร คำสั่ง คำชี้แจงและรายละเอียดที่มีอยู่ในนวัตกรรมนั้นบุคคลเหล่านี้มีความรู้ความเข้าใจหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงนวัตกรรมให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป การประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งนั้นจึงมุ่งไปที่การค้นหาข้อจำกัดที่ได้จากคำแนะนำบอกเล่าของบุคคลที่มีคุณลักษณะเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเป้าหมายส่วนใหญ่เป็นสำคัญ เพื่อที่จะนำคำแนะนำที่ได้นี้มาปรับปรุงนวัตกรรมตามที่กล่าวนั่นเอง

2. การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หมายถึง นำนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น เช่น อาจจะใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) หรือแบบหนึ่งต่อสี่ (1:4) ก็ได้ ซึ่งก็หมายถึงต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวน 9 คน มีคุณลักษณะสูง 3 คน ปานกลาง 3 และต่ำกว่าปานกลาง 3 คน ในกรณีการประเมินแบบหนึ่งต่อสาม แต่ถ้าเป็นแบบหนึ่งต่อสี่ก็ต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวนทั้งสิ้น 12 คน การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มนี้จะมีการวิเคราะห์หาค่าบ่งบอกดัชนีหรือเกณฑ์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่เรียกว่าค่า E_1/E_2 โดยที่เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของนวัตกรรมการศึกษาเท่าที่นิยมใช้จะมีอยู่สามเกณฑ์ ได้แก่ 75/75 หรือ 80/80 และ 90/90 การจะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพนวัตกรรมการศึกษาเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งจากสามเกณฑ์นี้มีหลักพิจารณาว่าถ้า นวัตกรรมการศึกษานั้น ๆ มุ่งแก้ปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อนหรือมีเนื้อหาสาระค่อนข้างยากก็จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 แต่ถ้ามีเนื้อหาสาระไม่ยากมากนักมุ่งแก้ปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะปานกลางจะนิยมใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 มากที่สุด ในทำนองเดียวกันถ้าเป็นนวัตกรรมที่มีเนื้อหาสาระมุ่งปฏิบัติหรือมุ่งพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติ (Psychomotor Domain) จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 90/90 นอกจากนี้จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพตามหลักเกณฑ์ประสิทธิภาพตามหลักการดังกล่าวแล้วสิ่งที่นำมาพิจารณาประกอบในการเลือกใช้เกณฑ์ก็คือพื้นฐานความรู้เดิมหรือความสามารถทางการเรียนรู้ของกลุ่มผู้ได้รับการทดลองใช้และกลุ่มเป้าหมายด้วยเช่นกัน เมื่อนวัตกรรมการศึกษาผ่านการหา

ประสิทธิภาพและได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วก็อุปมาดังสินค้าที่ได้มาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) หรือมาตรฐานอาหารและยา (อย.) ก่อนจะวางจำหน่ายในท้องตลาดหรือนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายในขั้นต่อไปนั่นเอง

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้สามารถสรุปได้ว่าการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการตรวจสอบกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำไปทดลองใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขและนำมาใช้ทดลองสอนจริงอีกครั้ง และปรับปรุงเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่ากิจกรรมนั้นมีประสิทธิภาพก่อนที่จะผลิตออกมาเป็นจำนวนมากเพื่อนำไปใช้สอนจริง ซึ่งการประเมินประสิทธิภาพจะต้องมีการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพให้กับกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยกำหนดให้ร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั้น คือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะจะตั้งไว้ 75/75 เมื่อกำหนดเกณฑ์เรียบร้อยแล้ว จากนั้นก็เข้าสู่กระบวนการประเมินประสิทธิภาพซึ่ง

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ได้แบ่งขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพเป็น 3 ชั้น ได้แก่

1. ชั้นหาประสิทธิภาพ 1:1 (แบบเดี่ยว) เป็นการทดลองกับผู้เรียนครั้งละ 1 คน โดยทดลอง 3 ครั้งกับเด็กก่อน ปานกลางและเด็กเก่ง
2. ชั้นหาประสิทธิภาพ 1:10 (แบบกลุ่ม) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน (คณะผู้เรียนที่ เก่ง ปานกลางและอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น
3. ชั้นหาประสิทธิภาพ 1:100 (ภาคสนาม) เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30-40 คน คำนวณหาค่าประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หลังการทดลองคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควรจะใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5%

รัตนะ บัวสนธ์ ได้แบ่งขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพเป็น 2 ชั้น ได้แก่

1. การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่านวัตกรรมสามารถสร้าง แรงจูงใจในการเรียนรู้และความรู้ความเข้าใจ ของบุคคลที่เป็นตัวแทนของเป้าหมายได้หรือไม่ แล้ว นำมาปรับปรุงแก้ไขโดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลางและต่ำกว่าปานกลาง
2. การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก ซึ่งจะนำนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพ แบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมาก ขึ้น เช่น อาจจะใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) หรือแบบหนึ่งต่อสี่ (1:4) ก็ได้

ในงานวิจัยนี้เป็นพัฒนาสื่อการเรียนรู้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกการประเมินประสิทธิภาพของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ได้แบ่งขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพเป็น 3 ชั้น ได้แก่ การหาประสิทธิภาพ แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) การหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) และการหาประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) และเกณฑ์ที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่กำหนดไว้ที่ 75/75 เนื่องจากเนื้อหาที่ใช้สอนในการวิจัยเป็นเรื่อง ระบบนิเวศ เป็นเนื้อหาที่นักเรียนอาจเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้ และเนื้อหาดังกล่าวมีความสำคัญในการเรียนเนื้อหาถัดไป

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของมโนทัศน์

นักการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ได้ให้ความหมายของ มโนทัศน์ ไว้มีรายละเอียด ดังนี้ ศาสตรา ครนารายณ์ (2545, น. 8) ได้ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ หมายถึง ผลจากการรับรู้เรื่องราวในสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับบุคคล โดยได้รับจากประสบการณ์และสัมผัสทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับสิ่งนั้น แล้วนำประสบการณ์ที่ได้รับนั้นมาประมวลสรุปให้เป็นนิยาม หรือความรู้ในสิ่งนั้น

นภารัตน์ ศรีคำเรียง (2558, น. 39) ได้ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดรวบยอด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์ในเรื่องนั้นแล้วนำความรู้ที่ได้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมเพื่อหาข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

สุรรัตน์ จุ้ยกระยาง (2561, น. 63) ได้ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดจากการแยกจำแนกสิ่ง ต่าง ๆ ออกจากกัน และสามารถนำสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นมาจัดกลุ่ม และเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม เพื่อสรุปประมวลเป็นความคิด

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์ในเรื่องนั้นแล้วนำความรู้ที่ได้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม แล้วนำประสบการณ์ที่ได้รับนั้นมาสรุปให้เป็นนิยาม

ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ได้ให้ความหมายของ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้มีรายละเอียด ดังนี้

ศาสตรา ครนารายณ์ (2545, น. 9) ได้ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดและความเข้าใจ ที่ได้จากการสร้างมโนภาพจากที่ได้รับจากประสบการณ์โดยการกระทำหรือรับรู้ ซึ่งทำให้สามารถนำไปใช้ในการอธิบายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกันได้

ปิยะณัฐ นันทการณ (2551, น. 30) ได้ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปที่มีวัตถุประสงค์กระบวนการต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว ซึ่งเกิดจากการใช้ประสาทสัมผัส

มาศึกษาสังเกต จัดจำแนกประเภทและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ โดยความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งนั้นจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

พัชรมัย นิมละออ (2559, น. 9) ได้ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้หรือความคิดที่เกิดจากการจัดระเบียบสิ่งที่เป็นนามธรรมซึ่งสังเกตพบในธรรมชาติภายในสมองของมนุษย์ โดยอาศัยเหตุผลเพื่อนำไปใช้ทำความเข้าใจต่อโลก จะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

สุริรัตน์ จุ้ยกระยาง (2561, น. 63) ได้ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากการสังเกต สืบรวจตรวจสอบ ทดลอง และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงสัมพันธ์ความเข้าใจไปยังประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ โดยความเข้าใจที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันออกไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่ได้จากการสร้างมโนภาพจากการที่ได้รับจากประสบการณ์โดยการกระทำหรือรับรู้ โดยความเข้าใจที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และได้จัดแบ่งประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงรายละเอียดของการศึกษา ดังนี้

ชุตินา รอดสุด (2550, น. 22) ได้จัดแบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่ศึกษาจากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอไว้

2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการสังเกตด้วยประสาทสัมผัส และเชื่อมโยงลักษณะร่วมที่สำคัญ เกิดเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น

3. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ เป็นมโนทัศน์ที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ย่อย ๆ หรือความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

ปิยะณัฐ นันทการณ (2551, น. 33) ได้จัดแบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงบรรยาย เป็นการสรุป รวบรวมคุณสมบัติที่ได้จากการสังเกตและแบ่งประเภทของวัตถุ เช่น ความหมายของเซลล์

2. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี เป็นการอธิบายคุณสมบัติ กระบวนการทำงานและพฤติกรรมของสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า เช่น ทฤษฎีพลังงานจลน์ของสสาร การสังเคราะห์ด้วยแสง

3. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ เป็นมโนทัศน์ที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน เช่น แรงเป็นอำนาจผลักหรือดึงวัตถุให้เคลื่อนที่ได้ ระยะทางและทิศทาง เป็นต้น

สุริรัตน์ จุ้ยกระยาง (2561, น. 65) ได้จัดแบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี คือ มโนทัศน์ที่ไม่สามารถสัมผัสข้อเท็จจริงได้โดยใช้ประสาทสัมผัส แต่รับรู้ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลและแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอ เพื่อนำไปใช้ในการทำนายและพยากรณ์

2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการสังเกตวัตถุหรือเหตุการณ์แล้วเชื่อมโยงลักษณะร่วมกันที่สำคัญเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปใช้ในการจำแนก การนิยาม การบรรยายลักษณะร่วม หรือเหตุการณ์นั้น ๆ

3. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่บอกความสัมพันธ์ของระหว่างเหตุและผล

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีทั้งหมด 3 ประเภท คือ 1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี 2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย และ 3. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์

การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ กล่าวถึงการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้มีรายละเอียด ดังนี้

ศาสตรา ศรณารายณ์ (2542, น. 13) กล่าวถึง การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า เป็นการรับรู้ปรากฏการณ์เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในนักเรียนแล้วนักเรียนนำมาสรุปตามลักษณะของปรากฏการณ์นั้น ๆ ให้เป็นมโนทัศน์เพื่อนำไปใช้เป็นพื้นฐานของการคิดแก้ปัญหาของปรากฏการณ์ใหม่ให้ดียิ่งขึ้น

สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ (2559, น. 58) กล่าวถึง การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า เกิดจากการรับสัมผัสข้อมูลของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือ เหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งแล้วทำให้เกิดการจดจำ เปรียบเทียบ จัดจำแนกข้อมูล แล้วมองเห็น ความสัมพันธ์เชื่อมโยงของข้อมูลนั้น ๆ แล้วทำให้เกิดมโนทัศน์ที่กว้างและค่อย ๆ แคบลงจนเป็นมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เกิดจากการรับสัมผัสข้อมูลของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือ เหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง แล้วนักเรียนนำมาสรุปตามลักษณะของปรากฏการณ์นั้น ๆ ให้เป็นมโนทัศน์เพื่อนำไปใช้เป็นพื้นฐานของการคิดแก้ปัญหาของปรากฏการณ์ใหม่ให้ดียิ่งขึ้น

การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ กล่าวถึงการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้มีรายละเอียด ดังนี้

อิสรานุกักรักษ์ ชุกกลิ่น (2563, น.17) กล่าวถึง การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า ครูผู้สอนควรกำหนดเหตุการณ์หรือปัญหาหรือเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ เพื่อให้นักเรียนได้

ออกแบบวางแผนในการศึกษา โดยครุมีหน้าที่ให้คำแนะนำและซักถามนักเรียนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

ศาสตรา ทรนารายณ์ (2542, น. 14) กล่าวถึง การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ครูผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดให้มากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปมโนทัศน์นั้น ๆ ได้ด้วยตนเองโดยคำนึงถึงสถานภาพของผู้เรียน การจัดประสบการณ์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ตลอดจนการใช้สื่อการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจะต้องกระตุ้นผู้เรียนเกิดความคิดให้มากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนได้ออกแบบแผนในการศึกษาและสามารถสรุปมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้จัดประสบการณ์และคอยให้คำแนะนำและซักถามผู้เรียนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

แนวทางการวัดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์

ชุตินา รอดสุด (2550, น. 28) ได้สรุปแนวการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัย การเขียนเหตุผลและอธิบายเหตุผลในการตอบคำถาม
2. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยตอนเดียว โดยกำหนดสถานการณ์ ให้เพื่อนำไปสู่ข้อความ
3. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบ 2 ตอน
 - 3.1 แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัย 2 ตอน โดยตอนที่ 1 เป็นแบบคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1
 - 3.2 แบบวัดมโนทัศน์แบบ 2 ตอน โดยตอนที่ 1 เป็นแบบปรนัยของข้อความเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นการเขียนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1
4. ใช้วิธีสอบปากเปล่า

สุรรัตน์ จัยกระยาง (2561, น. 72) ได้สรุปแนวการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. การใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัยโดยให้นักเรียนเขียนตอบสั้นและตอบยาว
2. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัย จำแนกได้ 2 ประเภท ดังนี้
 - 2.1 แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยแบบเลือกตอบโดยการจับคู่แบบถูก-ผิด หรือ ชิดเส้นใต้
 - 2.2 แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยสองตอน (Two-tier multiple choice format) ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยสองตอน โดยตอนที่หนึ่งเป็นคำถามเชิงเนื้อหา (Content question) และตอนที่สองเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือก (Alternative reason)
3. การใช้แบบวัดมโนทัศน์โดยให้นักเรียนตอบด้วยการพูดหรืออธิบาย

อิสรานุรักษ์ ชุกกลิ่น (2563, น. 20-21) ได้สรุปแนวการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัยหรือเขียนตอบ

2. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบ One-tier multiple choice โดยกำหนดสถานการณ์ (Distracter) ให้เพื่อนำไปสู่ข้อคำถามที่สะท้อนความคิด

3. ใช้แบบวัดมโนทัศน์รูปแบบ The two-tier test โดยตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นการเขียนอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในข้อที่ 1

4. ใช้วิธีวัดมโนทัศน์โดยผังมโนทัศน์หรือผังแนวคิดรูปตัว V

5. ใช้วิธีวัดมโนทัศน์โดยการสัมภาษณ์

สุครัตันท์ เกียรติจรัสพันธ์ (2559, น. 59) ได้สรุปแนวการวัดมโนทัศน์ ไว้ดังนี้

แนวการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 จะมีลักษณะเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ในเนื้อหาเรื่องนั้น ๆ

ส่วนที่ 2 จะมีลักษณะเป็นอัตนัย ซึ่งเป็นการบอกเหตุผลในการเลือกตอบข้อนั้น เช่น

คำถามส่วนที่ 1

ข้อใดเป็นการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง (มโนทัศน์เชิงทฤษฎี)

Apis dorsata

apis Dorsata

Apis dorsata

Apis Dorsata

คำถามส่วนที่ 2

เพราะเหตุใด

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบของสุครัตันท์ เกียรติจรัสพันธ์ (2559) เนื่องจากส่วนที่ 1 มีลักษณะเป็นปรนัย สามารถครอบคลุมมโนทัศน์ที่จำเป็นของนักเรียน และส่วนที่ 2 เป็นลักษณะอัตนัย เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบตามแนวความคิดของนักเรียน นักเรียนไม่สามารถคาดเดาคำตอบได้ และยังสามารถวัดได้ว่านักเรียนตอบผิดเพราะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบทดสอบตามรูปแบบของ สุครัตันท์ เกียรติจรัสพันธ์ (2559) ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 3 คะแนน

2. มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน

3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วน ถูกต้อง และบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

4. ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

ความพึงพอใจ

ความหมายและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

นักการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ได้ให้ความหมายและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจไว้มีรายละเอียด ดังนี้

พัฒนา พรหมณี และคณะ (2562, น. 60) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สิ่งที่เกิดจากแรงจูงใจซึ่งเป็นพฤติกรรมภายในที่ผลักดันให้เกิดความรู้สึกชอบ ไม่ชอบ ไม่เห็นด้วย ยินดี ไม่ยินดี เมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการและความคาดหวัง ที่เกิดจากการประมาณค่า อันเป็นการเรียนรู้ประสบการณ์จากการกระทำกิจกรรม เพื่อให้เกิดการตอบสนองความต้องการตามเป้าหมายของแต่ละบุคคล

ธิดาภรณ์ ทองหมื่น (2561, น. 68) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นไปในทางบวกหรือทางลบ ขึ้นอยู่กับความสนใจและเจตคติที่ดีของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ

อมรรัตน์ เวชเตง (2560, น. 67) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับการตอบสนองความต้องการของตนเองเป็นความรู้สึกที่ไม่สามารถมองเห็นได้ แต่สามารถคาดคะเนจากการตอบสนองต่อสถานการณ์ต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ตอบสนองต่อการความต้องการของตนเองที่เป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ ขึ้นอยู่กับความสนใจและเจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ

สุเทพ พานิชพันธุ์ (2541, น. 5) ได้สรุปถึงสิ่งจูงใจที่ใช้เป็นเครื่องมือกระตุ้นให้บุคคลเกิดความพึงพอใจไว้ ดังนี้

1. สิ่งจูงใจที่เป็นวัตถุ ได้แก่ เงิน สิ่งของ เป็นต้น
2. สภาพทางกายภาพที่ปรารถนา คือ สิ่งแวดล้อมในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งอันก่อให้เกิดความสุขทางกายภาพ
3. ผลประโยชน์ทางอุดมคติ หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่สนองความต้องการของบุคคล

4. ผลประโยชน์ทางสังคม คือ ความสัมพันธ์อันมิตรกับผู้ร่วมกิจกรรมอันจะทำให้เกิดความผูกพันความพึงพอใจและสภาพการอยู่ร่วมกันอันเป็นความพึงพอใจของบุคคลในด้านสังคมหรือความมั่นคงในสังคมซึ่งจะทำให้รู้สึกมีหลักประกันและมีความมั่นคงในการประกอบกิจกรรม ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่ดีที่ชอบที่พอใจหรือที่ประทับใจของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับโดยสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการทั้งด้านร่างกายและจิตใจบุคคลทุกคนมีความต้องการหลายสิ่งหลายอย่างและมีความต้องการหลายระดับซึ่งหากได้รับการตอบสนองก็จะก่อให้เกิดความพึงพอใจ การจัดการเรียนรู้ใด ๆ ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจนั้นจะต้องสนองความต้องการของผู้เรียน ซึ่งแมคเคลลีแลนด์ (McClelland) เป็นผู้สร้างทฤษฎีการจูงใจในความสำเร็จหรือแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ โดยศึกษาในระดับความต้องการในความสำเร็จของมนุษย์ ซึ่งมาจากความต้องการสำคัญ 3 ประการ คือ

1. ความต้องการความสำเร็จ (Need for Achievement) เป็นความต้องการ ที่จะทำสิ่งต่างให้เต็มที่และดีที่สุดเพื่อความสำเร็จ จากการวิจัยของ McClelland พบว่า บุคคลที่ต้องการความสำเร็จสูงจะมีลักษณะชอบการแข่งขัน ชอบงานที่ท้าทาย และต้องการได้รับข้อมูลป้อนกลับเพื่อประเมินผลงานของตนเอง มีความชำนาญในการวางแผน มีความรับผิดชอบสูงและกล้าที่จะเผชิญกับความล้มเหลว

2. ความต้องการความผูกพัน (Need for Affiliation) เป็นความต้องการการยอมรับจากบุคคลอื่น ต้องการเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มต้องการสัมพันธ์ภาพที่ดีต่อบุคคลอื่น บุคคลที่ต้องการความผูกพันสูงจะชอบสถานการณ์การร่วมมือมากกว่าสถานการณ์การแข่งขัน โดยจะพยายามสร้างและรักษาความสัมพันธ์อันดีกับผู้อื่น

3. ความต้องการอำนาจ (Need for power) เป็นความต้องการอำนาจเพื่อมีอิทธิพลเหนือผู้อื่น บุคคลที่มีความต้องการอำนาจสูง จะแสวงหาวิถีทางเพื่อทำให้ตนมีอิทธิพลเหนือบุคคลอื่น ต้องการให้ผู้อื่นยอมรับหรือยกย่องต้องการความเป็นผู้นำต้องการทำงานให้เหนือกว่าบุคคลอื่นและจะกังวลเรื่องอำนาจมากกว่าการทำงานใหม่ประสิทธิภาพ แมคเคลลีแลนด์ เน้นสาระสำคัญด้านแรงจูงใจว่าผู้ที่ทำอะไรได้ประสบความสำเร็จ ต้องมีแรงจูงใจด้านความต้องการสัมฤทธิ์ผลอยู่ในระดับสูง จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าแรงจูงใจสามารถทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ และมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องทำให้เกิดความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ ขึ้นอยู่กับความสนองต่อความต้องการและสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

ความสำคัญของความพึงพอใจ

นักการศึกษาได้ให้ความสำคัญของความพึงพอใจไว้มีรายละเอียด ดังนี้

อเนก สุวรรณบัณฑิต และภาสกร อุดลพัฒน์กิจ (2548) ความพึงพอใจมีความสำคัญต่อการดำเนินการกิจกรรมหรือการปฏิบัติงานต่าง ๆ ดังนี้

1. ช่วยเสริมสร้างคุณภาพชีวิตในการปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ หากมีความพึงพอใจ จะส่งผลต่อความตั้งใจในการปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมส่งผลให้เกิดผลงานที่ดี นำมาซึ่งผลตอบแทนที่สูงขึ้น มีการดำรงชีวิตและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

2. เกิดความรู้สึกกระตือรือร้น มีความเชื่อมั่นและความมุ่งมั่นในการทำงาน ความพึงพอใจทำให้เกิดความสุขจากการปฏิบัติงาน ต้องการให้งานมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด ช่วยให้ประสบความสำเร็จในการปฏิบัติงาน

3. เป็นสิ่งกำหนดลักษณะการดำเนินงาน หรือการปฏิบัติงานที่ดี มีคุณภาพ ตอบสนองต่อความต้องการและความคาดหวังของผู้รับบริการที่เหมาะสม เกิดความประทับใจ

4. ช่วยพัฒนาคุณภาพของงาน หากมีความพึงพอใจจะเกิดความเต็มใจ ทุ่มเท สร้างสรรค์ และส่งเสริมมาตรฐานของงานที่สูงขึ้น

ความพึงพอใจมีความสำคัญต่อบุคคล ต่องานและหน่วยงาน ทำให้เป็นสุข เกิดแรงจูงใจและกำลังใจที่ดี มีความเชื่อมั่นในการปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานได้แสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ ความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความร่วมมือร่วมใจในการปฏิบัติงาน (พัฒนา พรหมณี และคณะ, 2562, น. 60) และการจัดการเรียนการสอนครั้งใดก็ตามความพึงพอใจมีความสำคัญต่อการปฏิบัติงานของนักเรียน เมื่อนักเรียนเกิดความความพึงพอใจในการเรียนรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการปฏิบัติที่ดีและผลจากการปฏิบัติที่ดีขึ้น (อมรรัตน์ เวชเตง, 2560, น. 71)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความพึงพอใจมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ถ้านักเรียนมีความพึงพอใจ นักเรียนจะมีความกระตือรือร้น สนใจอยากที่จะเรียน ก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

การวัดความพึงพอใจ

กระบวนการสร้างแบบวัดความพึงพอใจหรือเจตคติ นักการศึกษาหลายท่านกำหนดรูปแบบแตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบตามวิธีของลิเคิร์ท (ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2546, น. 255-256) มีหลักการสร้างว่าการจัดให้มีข้อความที่แสดงความพึงพอใจที่หมายในทิศทางใดทิศทางหนึ่งแล้วให้ผู้ตอบสนองแสดงความคิดเห็น คำตอบของแต่ละข้อความจะมีให้เลือกตอบ 5 ช่วง ตั้งแต่ระดับมากที่สุด ระดับมาก ระดับปานกลาง ระดับน้อยและระดับน้อยที่สุด

ระดับขั้นตอนของการสร้าง มีดังนี้

1. รวบรวมข้อความแต่ละข้อความต้องมีลักษณะเจตคติต่างกัน ตอบต่างกัน และหลีกเลี่ยงข้อความที่มี 2 ความหมาย

2. ตรวจสอบข้อความนั้นว่าเหมาะสมกับการตอบเพียงใดในลักษณะของ 5 ช่วง ดังกล่าว

3. ทดลองดูว่ามีข้อความใดไม่ชัดเจนหรือคลุมเครือเพื่อการแก้ไข

4. การให้น้ำหนักคะแนนของความเห็นในแต่ละระดับตามวิธีการ ทำให้มาตรวัดใช้ได้สะดวก รูปแบบของการวัดความพึงพอใจในรูปแบบของแบบสอบถามหรือแบบสำรวจ ซึ่งเรียกว่า แบบวัดความพึงพอใจและใช้รูปแบบประเมินค่าของลิเคิร์ท โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	มีค่าเท่ากับ	5	คะแนน
พึงพอใจมาก	มีค่าเท่ากับ	4	คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	มีค่าเท่ากับ	3	คะแนน
พึงพอใจน้อย	มีค่าเท่ากับ	2	คะแนน
พึงพอใจมากที่สุด	มีค่าเท่ากับ	1	คะแนน

ปริญญา จเรรัชต์ และคณะ (2546, น. 5) กล่าวว่า มาตรวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถามโดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระคำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่างๆ เช่นการบริการการบริหารและเงื่อนไขต่างๆ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่งซึ่งต้องอาศัยเทคนิค และวิธีการที่ดีที่จะทำให้ ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

3. การสังเกตเป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออก จากการพูดกิริยาท่าทางวิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยใช้กระบวนการวัดความพึงพอใจตามวิธีของลิเคิร์ท โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อวัดพึงพอใจเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือกแบบอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ ซึ่งในวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด

วิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ธารีย์ณิชา ลิพัรวิฑิต (2559) ได้ทำวิจัยเรื่อง การศึกษาการเพิ่มประสิทธิผลการเรียนรู้ของเจนเนอเรชันแซตผ่านการเรียนรู้แบบไมโคร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของเจนเนอเรชันแซต 2) ศึกษาการเรียนรู้อย่างไมโคร 3) วิเคราะห์ประสิทธิผลการเรียนรู้ผ่านการเรียนรู้แบบไมโครและการเรียนรู้แบบดั้งเดิม และ 4) ท้าปจจัยในการเรียนรู้ที่ตอบสนองและตรงต่อความต้องการในการเรียนรู้ของเจนเนอเรชันแซต โดยทำการสำรวจจากเจนเนอเรชันแซต

จำนวน 120 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งเป็นการเรียนรู้แบบไมโคร กลุ่มที่สองเป็นการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ทำการทดลองจำนวน 3 ครั้ง โดยกลุ่มตัวอย่างจะไม่ซ้ำกัน ผลการวิจัยที่ได้ คือ กลุ่มตัวอย่างที่ทำการเรียนรู้แบบไมโครมีประสิทธิผลการเรียนรู้ที่สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ทำการเรียนรู้แบบดั้งเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และผลความพึงพอใจในการเรียนรู้แบบไมโครอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบและปัจจัยในการเรียนรู้แบบไมโครสามารถตอบสนองและตรงต่อความต้องการในการเรียนรู้ของเจเนอเรชันแซด ดังนั้น การออกแบบการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเจเนอเรชันแซดควรมีรูปแบบของการเรียนรู้แบบไม่เป็นทางการ ให้เวลาสั้น แต่กระชับได้สาระและใจความ สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา

สรลักษ์ณ ลีลา (2562) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผล งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผล 2) ออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผล 3) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผล และ 4) ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผล ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการศึกษาองค์ประกอบการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผล พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผลมีองค์ประกอบ คือ หนังสือมีชีวิต ประกอบด้วย AR Book และ โหมบายเลิร์นนิ่ง และการเรียนรู้แบบจุลภาค 2) ผลการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผล ประกอบด้วย 2.1) หนังสือมีชีวิต ประกอบด้วย AR Book และ โหมบายเลิร์นนิ่ง 2.2) การเรียนรู้แบบจุลภาค 2.3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 2.4) ความสามารถการคิดเชิงประมวลผล 3) ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิต ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบดังนี้คือ (1) ปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย การเรียนรู้แบบจุลภาค และหนังสือมีชีวิต (AR Book และ โหมบายเลิร์นนิ่ง) (2) กระบวนการจัดการเรียนรู้แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ 2.1) การปฐมนิเทศผู้เรียน 2.2) การทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อประเมินความรู้ของผู้เรียนก่อนการเรียนรู้ และ 2.3) กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้แบบจุลภาค ประกอบด้วยการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ การกำหนดวัตถุประสงค์เดียว การนำเสนอเนื้อหาและสาระสำคัญสั้นๆ การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเฉพาะ และการประเมินผล (3) ผลผลิต ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความสามารถการคิดเชิงประมวลผล และ (4) ข้อมูลป้อนกลับ ประกอบด้วย ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ การสะท้อนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน และ ความสามารถการคิดเชิงประมวลผล และ 4) ผลการประเมินความเหมาะสมในการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตในภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.48)

และผลการประเมินความเหมาะสม ในแต่ละองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.51)

ลัดดาวัลย์ คงสมบูรณ์ (2562) ได้ทำวิจัยเรื่อง การศึกษาเรื่องการพัฒนาไมโครเลิร์นนิ่งสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยอาชีวศึกษาเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาไมโครเลิร์นนิ่งให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน รวมถึงสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาที่เรียนผ่านไมโครเลิร์นนิ่ง โดยมีกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 266 คน ผลการวิจัยพบว่า ไมโครเลิร์นนิ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักศึกษามีความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนด้วยไมโครเลิร์นนิ่งว่าด้านการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งช่วยสนับสนุนให้นักศึกษารู้จักการศึกษาค้นคว้าและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ด้านประโยชน์ไมโครเลิร์นนิ่งมีความทันสมัยสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ด้านการเข้าถึงข้อมูลสามารถเรียนรู้ได้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่

ชัยศาสตร์ คชนทร์สุวรรณ (2563) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุกรรม ด้วยไมโครเลิร์นนิ่ง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างไมโครเลิร์นนิ่ง เรื่อง พันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพและวัดประสิทธิผลหลังจากใช้ กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 149 คน เครื่องมือที่ใช้ในทดลอง ได้แก่ ไมโครเลิร์นนิ่ง เรื่อง พันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบทีของกลุ่มตัวอย่างแบบไม่อิสระกัน 2) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อไมโครเลิร์นนิ่ง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวกันเกณฑ์ ($\mu = 3.50$) พบว่า 1) ไมโครเลิร์นนิ่งที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.87/84.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยไมโครเลิร์นนิ่งสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อไมโครเลิร์นนิ่งอยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริลักษณ์ บุญมาพันธ์ และคณะ (2564) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนไมโครเลิร์นนิ่งบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนไมโครเลิร์นนิ่งบนเครือข่ายสังคม ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนไมโครเลิร์นนิ่งบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วย

บทเรียนไมโครเลิร์นนิ่งบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนตรุณราชบุรี แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 44 คน ได้มา โดยการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ใช้วิธีการจับสลากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) บทเรียนไมโครเลิร์นนิ่งบนเครือข่าย สังคมออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 2) แบบประเมินคุณภาพบทเรียนไมโครเลิร์นนิ่ง 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 4) แบบประเมินความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนไมโครเลิร์นนิ่งบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (81.87/80.89) 2) ผลการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียน ด้วยบทเรียนไมโครเลิร์นนิ่งสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนไมโครเลิร์นนิ่งบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.51$, S.D. = 0.17)

ชูชาติ โพนเยี่ยม และนิติกร อ่อนโยน (2565) ได้ทำวิจัยเรื่อง การศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง การวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง และ 3) ศึกษาพัฒนาการมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง และ 4) ศึกษาพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนแห่งหนึ่ง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานี เขต 2 จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาโดยการ สุ่ม 2 ขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง 2) แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น 0.76 ค่าความยากง่าย 0.30-0.75 และค่าอำนาจจำแนก 0.25-0.70 3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.73 ค่าความยากง่าย 0.30-0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20-0.70 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีและการวิเคราะห์ คะแนนพัฒนาการ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับที่ .05 โดยคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) ผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับที่ .05 โดยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ

ค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงส่วนใหญ่มีคะแนน พัฒนาการมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงมีคะแนน พัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Fagerstrom (2017) ได้ทำวิจัยเรื่อง การศึกษาเกี่ยวกับไมโครเลิร์นนิ่ง ในการให้ความรู้แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านการดูแลสุขภาพ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้ไมโครเลิร์นนิ่งที่มีต่อการเรียนรู้ของบุคลากรทางการแพทย์ทางการศึกษา แอปพลิเคชันมือถือที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยบัตรพลิกคำถามและคำตอบ โปรแกรมการเรียนรู้เกี่ยวข้องกับควบคุมผู้เชี่ยวชาญด้านการดูแลสุขภาพที่ทำงานกับผู้พิการทางสมองและสังคมในนอร์เวย์ การออกแบบระหว่างวิชาใช้กับการเลือกแบบสุ่ม โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุมหนึ่งกลุ่มและกลุ่มทดสอบสองกลุ่มทั้งสองกลุ่มทดสอบใช้แอปการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ นอกจากนี้หนึ่งในกลุ่มทดสอบใช้โซเซียลมีเดีย กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ระดับความรู้ (ตัวแปรตาม) วัดได้ในการทดสอบก่อนเรียนและในการทดสอบหลังเรียน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าระดับความรู้สำหรับกลุ่มทดสอบ 1 และกลุ่มทดสอบ 2 เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับระดับความรู้ของกลุ่มควบคุม การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าหลักการเชิงพฤติกรรมในการสอนแบบการเล่นและพฤติกรรมการสอนที่ถูกต้องสามารถปรับปรุงการเรียนรู้ เราสรุปได้ว่าในบางกรณีไมโครเลิร์นนิ่งสามารถให้กระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

Mohammed et al. (2018) ได้ทำวิจัยเรื่อง การศึกษาผลการใช้ Microlearning ในการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สอนด้วย Microlearning และกลุ่มที่ 2 สอนด้วยวิธีการสอนแบบดั้งเดิม สอนทั้งหมด 5 วิชา ในระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า นักเรียนให้ความสนใจกับ Microlearning รูปแบบการเล่นและการร่วมทำกิจกรรมสูงสุด 97% และน้อยที่สุดคือการเล่าเรื่อง 92% เมื่อสอนด้วย Microlearning เทียบกับวิธีการสอนแบบดั้งเดิม ในระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วย Microlearning มีผลการเรียนดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีดั้งเดิม 18%

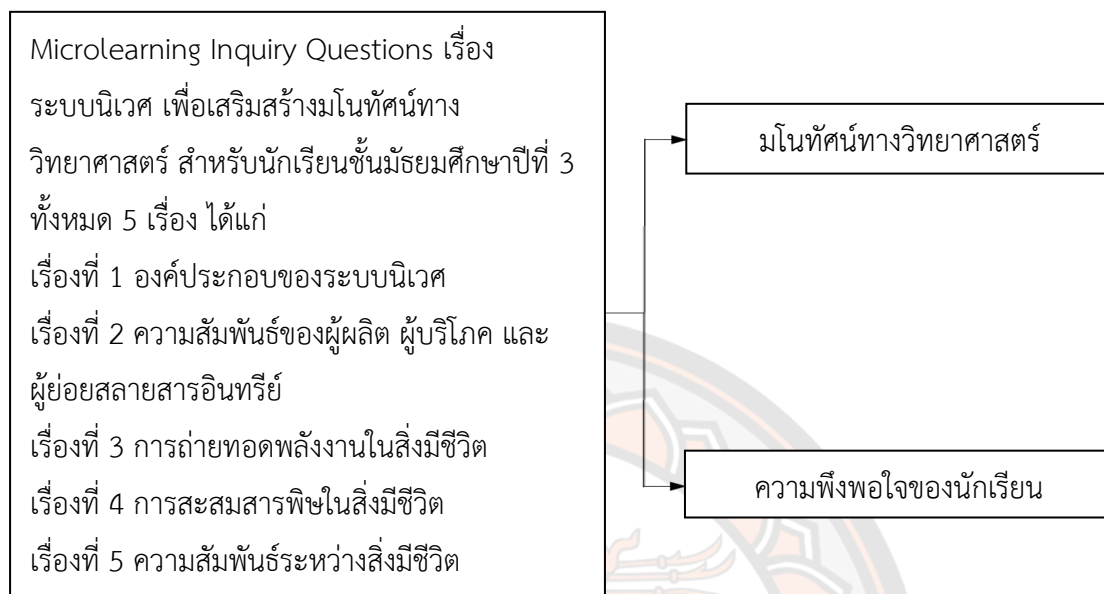
Kao (2019) ได้ทำวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะสำคัญบางประการของวิธีการสอนแบบครอบครัวและเท่าเทียมสนับสนุนการตอบรับอย่างรวดเร็ว ความร่วมมือของนักเรียนในชุมชนการเรียนรู้ การเรียนรู้เชิงรุก และส่งเสริมวิธีการรู้ที่หลากหลายในห้องเรียน ในบทความมีคำแนะนำที่ละเอียดอ่อนเพื่อช่วยผู้สอนสร้างคำถาม Microlearning Inquiry Questions แบบมีคำแนะนำภายในห้องเรียนชีววิทยาทั่วไปที่ครอบคลุมและเท่าเทียมกัน Microlearning เป็นวิธีการพิเศษที่ช่วยให้นักเรียนทำงานเฉพาะที่เชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เฉพาะซึ่งจะแล้วเสร็จในกรอบเวลาสั้นๆ ประมาณ 5 นาที โดยขั้นตอนที่นำเสนอในบทความช่วยครูผู้สอนในการพัฒนาคำถามเพื่อวัตถุประสงค์การเรียนรู้เฉพาะ เพื่อช่วยชี้แจงหัวข้อที่ไม่ชัดเจนหรือสับสนในชีววิทยาทั่วไปโดยใช้แพลตฟอร์ม

Kahoot ชุดเครื่องมือ Microlearning Inquiry Questions นี้จัดทำเพื่อช่วยผู้สอนในการใส่แนวทางที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อช่วยอธิบายแนวความคิดที่ยากในชีวิตวิทยาทั่วไป และพัฒนาสู่ทางปรับปรุงการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียนและการออกแบบการทดลองในการวิจัยทางชีววิทยา

Triana et al. (2021) ได้ทำวิจัยเรื่อง การศึกษาเกี่ยวกับ Quiz-Based Microlearning ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของ COVID-19 เป็นการทำข้อสอบเสมือนจริง เป็นรูปแบบที่ใช้งานได้จริง สำหรับการศึกษาต่อเนื่องในวงกว้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงการแพร่ระบาดของ COVID-19 โดยการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี เป็น Microlearning ที่ส่งเสริมการศึกษาแบบเคลื่อนที่ ที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม ยืดหยุ่น และเข้าถึงได้ ผู้เรียนรายงานว่ารูปแบบนี้ใช้ได้ผลและดีกว่าวิธีการศึกษาแบบเดิม ซึ่งชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการสร้างสรรค์นวัตกรรมต่อไป

จากการวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศดังกล่าวจะเห็นว่าวิจัยจำนวนมากมีเป้าหมายที่แตกต่างกัน แต่งานที่ชัดเจนและตรงที่สุด คืองานวิจัยของ Kao คือ Microlearning Inquiry Questions ช่วยเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจาก Microlearning Inquiry Questions เป็นสื่อที่มีรูปแบบคำถามประเภทคำถามเพื่อการคิดค้นซึ่งเป็นคำถามระดับสูง ช่วยให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบอย่างตรงประเด็น เข้าใจง่ายและสามารถเรียนได้ทุกหนทุกแห่ง รวมทั้งมีขั้นตอนที่ครูได้ช่วยสรุปองค์รู้และมโนทัศน์ที่สำคัญให้กับนักเรียน ทำให้เข้ากับสถานการณ์ปัจจุบันที่มีการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 และมีผลการวิจัยยืนยันว่าการใช้สื่อ Microlearning ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 มีประสิทธิภาพดีกว่าการสอนแบบดั้งเดิม ด้วยเหตุนี้จึงสรุปได้ว่า Microlearning Inquiry Questions ช่วยเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปภาพ 1 กรอบแนวความคิดวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ 2 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

แหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- 1.1 เป็นอาจารย์ผู้สอนในระดับอุดมศึกษา สาขาหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน
- 1.2 เป็นครูวิทยฐานะเชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คน
- 1.3 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนา Microlearning จำนวน 1 คน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิชญ์โลกพิทยาคม เพื่อประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการประเมินดังนี้

2.1 ขั้นตอนทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พิชญ์โลก อุดรดิตต์ โรงเรียนพิชญ์โลกพิทยาคม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน ได้แก่ นักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง จำนวน 1 คน ปานกลางจำนวน 1 คน และอ่อนจำนวน 1 คน

เพื่อหาข้อจำกัดและพัฒนาความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ คือ ด้านเนื้อหา ด้านภาษา ด้านเวลา และด้านสื่อการสอนที่ใช้

2.2 ชั้นทดลองแบบกลุ่ม ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พิษณุโลก อุตรดิตถ์ โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน ได้แก่ นักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง จำนวน 3 คน ปานกลางจำนวน 3 คน และอ่อน จำนวน 3 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ แล้วนำผลมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปทดลองภาคสนามต่อไป

2.3 ชั้นทดลองภาคสนาม ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พิษณุโลก อุตรดิตถ์ โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ให้ได้ตามเกณฑ์ 75/75

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. คู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. แบบประเมินความเหมาะสม Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. แบบประเมินความเหมาะสมคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

- 1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Microlearning Inquiry Questions
- 1.2 พัฒนาและออกแบบ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้เรียน โดยประยุกต์ใช้ของ Kao (2019) ซึ่งมีวิธีการออกแบบดังนี้

ระยะที่ 1 สร้าง Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมหัวข้อ

1.2.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2.2 ศึกษาหลักสูตรโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาพื้นฐาน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2.3 ศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กับรายวิชาวิทยาศาสตร์ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ชื่อหน่วยระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

1.2.4 วิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง ระบบนิเวศ และรวบรวมข้อมูล เพื่อระบุหัวข้อเรื่อง ทั้งหมด 5 เรื่อง ได้แก่

เรื่องที่ 1 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์

เรื่องที่ 3 การถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 4 การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

ขั้นตอนที่ 2 สร้างจุดประสงค์การเรียนรู้

1.2.5 สร้างจุดประสงค์การเรียนรู้มาหนึ่งจุดประสงค์ที่เฉพาะต่อหัวข้อเรื่อง โดยมี ทั้งหมด 5 จุดประสงค์ ดังนี้

1. อธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ
2. อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์
3. อธิบายการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต
4. อธิบายการสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร
5. อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ใน

แหล่งที่อยู่

ขั้นตอนที่ 3 สร้างคำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Question)

1.2.6 สร้างคำถามเพื่อการคิดค้นที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจง แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการสร้างคำถามเพื่อการคิดค้นที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศ

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	คำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Question)
ว 1.1 ม.3/1 อธิบาย ปฏิสัมพันธ์ของ องค์ประกอบของระบบ นิเวศที่ได้จากการสำรวจ	1. อธิบายปฏิสัมพันธ์ ขององค์ประกอบของ ระบบนิเวศ	- องค์ประกอบของระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กัน อย่างไร (เหตุและผล) - ประชากรกับกลุ่มสิ่งมีชีวิตเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (การเปรียบเทียบ)
ว 1.1 ม.3/2 อธิบาย ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อย สลายสารอินทรีย์ใน ระบบนิเวศ	2. อธิบายความสัมพันธ์ ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย สารอินทรีย์	- ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ มี ความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร (เหตุและผล) - ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์แตกต่างกับสัตว์กินซาก อย่างไร (การเปรียบเทียบ)
ว 1.1 ม.3/3 สร้าง แบบจำลองในการ อธิบาย การถ่ายทอด พลังงานในสายใยอาหาร	3. อธิบายการถ่ายทอด พลังงานในสิ่งมีชีวิต	- โഴ่อาหารกับสายใยอาหารต่างกันอย่างไร (การ เปรียบเทียบ) - สาหร่าย > ปลา > นก จากโซ่อาหารนี้ ปริมาณ พลังงานจากสาหร่ายที่ถ่ายทอดไปยังผู้บริโภค ลำดับต่าง ๆ เปลี่ยนไปอย่างไร (การนำไปใช้)
ว 1.1 ม.3/5 อธิบายการ สละสารพิษใน สิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร	4. อธิบายการสะสม สารพิษในสิ่งมีชีวิตในโซ่ อาหาร	- เพราะเหตุใดผู้บริโภคลำดับที่สูงกว่าจึงมี ปริมาณสารพิษสะสมในร่างกายมากกว่าผู้บริโภค ลำดับที่ต่ำกว่า (เหตุและผล) - ปริมาณพลังงานที่ถ่ายทอดไปตามลำดับขั้นของ การบริโภคแตกต่างจากปริมาณสารพิษที่สะสมใน โซ่อาหารหรือไม่ อย่างไร (การเปรียบเทียบ)
ว 1.1 ม.3/2 อธิบาย รูปแบบความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งมีชีวิต รูปแบบต่าง ๆ ในแหล่ง ที่อยู่เดียวกันที่ได้จาก การสำรวจ	5. อธิบายรูปแบบ ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต รูปแบบต่าง ๆ ในแหล่ง ที่อยู่	- ภาวะปรสิตกับการล่าเหยื่อเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (การเปรียบเทียบ) - จากความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตทั้ง 4 รูปแบบ ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตมีกี่กลุ่ม และสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์กัน อย่างไร (สรุปหลักการ)

ขั้นตอนที่ 4 ใช้คำถามผ่านคลิปรีวิดีโอ


1.2.7 กำหนดรูปแบบและขอบข่ายของเนื้อหา โดยการเขียนบทภาพ (Storyboard) ที่มีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) ชื่อเรื่อง 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) บทภาพ และ 4) รายละเอียด ดังตัวอย่าง

Microlearning Inquiry Questions เรื่องที่ 1 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

จุดประสงค์การเรียนรู้ : อธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ

บทภาพ	รายละเอียด
	<p>ฉากที่ 1 หัวข้อเรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ</p>
	<p>ฉากที่ 2 อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของระบบนิเวศ</p>
	<p>ฉากที่ 3 อธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต</p>

บทภาพ	รายละเอียด
	<p>ฉากที่ 4 คลิปวิดีโอของ สสวท อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งที่อยู่ประชากร และกลุ่มสิ่งมีชีวิต</p>
	<p>ฉากที่ 5 คำถามชวนคิด เป็นคำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions)</p>
	<p>ฉากที่ 6 คำถามข้อที่ 1</p>
	<p>ฉากที่ 7 คำถามข้อที่ 2</p>

บทภาพ	รายละเอียด
	<p>ฉากที่ 8 ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ</p>

1.2.8 พัฒนา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย Microlearning Inquiry Questions 5 เรื่อง ได้แก่

Microlearning Inquiry Questions เรื่องที่ 1 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

Microlearning Inquiry Questions เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์

Microlearning Inquiry Questions เรื่องที่ 3 การถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

Microlearning Inquiry Questions เรื่องที่ 4 การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิต

Microlearning Inquiry Questions เรื่องที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

1.2.9 นำ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและปรับปรุงแก้ไข

1.2.10 นำ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนเพื่อประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ตามแบบประเมินความเหมาะสม ซึ่งเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.103) โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมในภาพรวมของผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ซึ่งเกณฑ์ขั้นต่ำในการพิจารณาว่า Microlearning Inquiry Questions มีความเหมาะสมต้องมีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ไม่เกิน 1.00

1.2.11 นำ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ประเมินแล้ว ปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง

1.2.12 นำ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ปรับปรุงแล้วไปหาประสิทธิภาพ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พิษณุโลก อุตรดิตถ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.2.12.1 ขั้นตอนทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง นำ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พิษณุโลก อุตรดิตถ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 3 คน ซึ่งประกอบไปด้วยนักเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 แล้วนำผลมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปทดลองแบบกลุ่มต่อไป

1.2.12.2 ขั้นตอนทดลองแบบกลุ่ม นำ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พิษณุโลก อุตรดิตถ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 9 คน ซึ่งประกอบไปด้วยนักเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 แล้วนำผลมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปทดลองภาคสนามต่อไป

1.2.12.3 ขั้นตอนทดลองภาคสนาม Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พิษณุโลก อุตรดิตถ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

1.2.13 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และจัดพิมพ์เอกสารฉบับที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ระยะที่ 2 นำ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ไปใช้

ขั้นตอนที่ 5 ชักถามข้อคำถามระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียน

1.2.14 หลังจากนักเรียนเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ผู้วิจัยทบทวนคำถามและอธิบายคำตอบที่ดีที่สุดให้กับนักเรียน ชี้แจงเงื่อนไขหรือแนวคิดสำหรับนักเรียน และเชื่อมโยงหัวข้อเหล่านี้กับหัวข้อที่สำคัญในเนื้อหา

ขั้นตอนที่ 6 ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

1.2.15 ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการตอบคำถามภายในชั้นเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

2. คู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาองค์ประกอบต่าง ๆ ในการจัดทำคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

2.1.1 จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

2.1.2 องค์ประกอบของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

2.1.3 คำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

2.1.4 ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

2.2 ดำเนินการสร้างคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับครูและนักเรียน

2.3 นำคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ ตรวจสอบความชัดเจนทางภาษาและความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.4 นำคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้ปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วน 5 ระดับ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เทียบกับเกณฑ์

2.5 นำคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.6 จัดทำคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการทดลอง

3. แบบประเมินความเหมาะสม Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างแบบประเมินความเหมาะสม Microlearning Inquiry Questions

3.2 กำหนดกรอบเนื้อหาและหัวข้อที่ต้องการประเมิน ประกอบด้วยด้านเนื้อหาและด้านสื่อ

3.3 ดำเนินการสร้างแบบประเมินความเหมาะสม Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เป็นแบบมาตราส่วน (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.103) ซึ่งกำหนดความหมายของความเหมาะสม ดังนี้

5 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

3.4 นำแบบประเมินความเหมาะสม Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ ตรวจสอบความชัดเจนทางภาษาและความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.5 นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อตรวจสอบระดับคุณภาพความเหมาะสม

3.6 นำรายการประเมินที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาจัดพิมพ์

4. แบบประเมินความเหมาะสมคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและแบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมที่มีผู้ศึกษาค้นคว้าได้ทำไว้ก่อนหน้านี้แล้วนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมิน

4.2 กำหนดกรอบเนื้อหาและหัวข้อที่ต้องการประเมิน ดังนี้

4.2.1 จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

4.2.2 องค์ประกอบของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

4.2.3 คำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

4.2.4 ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

4.3 ดำเนินการสร้างแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.103) ซึ่งกำหนดความหมายของความเหมาะสม ดังนี้

5 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

4.4 นำแบบประเมินที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำ ตรวจสอบความชัดเจนทางภาษาและความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อตรวจสอบระดับคุณภาพความเหมาะสม

4.6 นำรายการประเมินที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาจัดพิมพ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การประเมินความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ดำเนินการขอหนังสือถึงผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อขอความอนุเคราะห์ ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้การวิจัย

1.2 ส่ง Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศและคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ และแบบประเมินความเหมาะสม ให้กับผู้เชี่ยวชาญ

1.3 รับ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศและคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ และแบบประเมินความเหมาะสม คืนจากผู้เชี่ยวชาญ

1.4 นำแบบประเมินความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ และคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และปรับปรุงแก้ไข

1.5 นำ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ไปหาประสิทธิภาพ

2. การประเมินประสิทธิภาพของของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ดำเนินการขอหนังสือขอความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัย จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

2.2 นำ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 แล้วนำผลมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปทดลองแบบกลุ่มต่อไป

2.3 นำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 แล้วนำผลมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปทดลองแบบกลุ่มต่อไป

2.4 นำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.1 นำแบบประเมินความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ และคู่มือการใช้ของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน มาตรวจให้คะแนนโดยกำหนดความเหมาะสมแบบประเมินมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) ดังนี้

5 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1 หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

1.2 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในแต่ละรายการแล้วแปลความหมายของค่าเฉลี่ยให้เป็นระดับความเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์การประเมินของบุญชม ศรีสะอาด (2554, น. 121) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

2. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เกณฑ์ 75/75 มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

2.1 หาค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

2.2 หาค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ตามสูตร E_1/E_2

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พิษณุโลก อุตรดิตถ์ ปีการศึกษา 2564 จำนวน 470 คน จำนวน 13 ห้อง

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ห้อง 2 จำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

3. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยอธิบายไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1

2. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.3 วิเคราะห์และกำหนดมโนทัศน์ เรื่อง ระบบนิเวศ ในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อสร้างตารางแสดงโครงสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงโครงสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา	มโนทัศน์	ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์			รวมจำนวนข้อ
			เชิงทฤษฎี	เชิงบรรยาย	เชิงความสัมพันธ์	
1. อธิบาย ปฏิสัมพันธ์ของระบบนิเวศขององค์ประกอบของระบบนิเวศที่ได้จากการสำรวจ	องค์ประกอบของระบบนิเวศ	1.1 ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ที่มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม ระบบนิเวศจึงจะสามารถคงอยู่ต่อไปได้	-	3(4)	-	3(4)

ตาราง 5 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	เนื้อหา	มโนทัศน์	ประเภทของมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์			รวม จำนวน ข้อ
			เชิง ทฤษฎี	เชิง บรรยาย	เชิง ความสัมพันธ์	
2. อธิบาย ความสัมพันธ์ ของผู้ผลิต และผู้บริโภคและ ผู้ย่อยสลาย	ความสัมพันธ์ ของผู้บริโภค และผู้ย่อย สลาย	2.1 กลุ่ม สิ่งมีชีวิตใน ระบบนิเวศ แบ่งตาม บทบาทได้เป็น ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย สารอินทรีย์ จะต้องมีความ เหมาะสม จึงทำ ให้กลุ่มสิ่งมีชีวิต อยู่ในระบบ นิเวศอย่าง สมดุล	2(3)	3(5)	-	5(8)
3. สร้าง แบบจำลอง ในการ อธิบายการ ถ่ายทอด พลังงานใน สายใย อาหาร	การถ่ายทอด พลังงานใน สายใย อาหาร	3.1 พลังงานถูก ถ่ายทอดจาก ผู้ผลิตไปยัง ผู้บริโภคลำดับ ต่าง ๆ รวมทั้งผู้ ย่อยสลาย สารอินทรีย์ใน รูปแบบโซ่ อาหารและ สายใยอาหาร	2(3)	2(3)	1(2)	5(8)

ตาราง 5 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	เนื้อหา	มโนทัศน์	ประเภทของมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์			รวม จำนวน ข้อ
			เชิง ทฤษฎี	เชิง บรรยาย	เชิง ความสัมพันธ์	
3. สร้าง แบบจำลอง ในการ อธิบายการ ถ่ายทอด พลังงานใน สายใย อาหาร	การถ่ายทอด พลังงานใน สายใยอาหาร	3.2 พลังงานที่ ถูกถ่ายทอดใน โซ่อาหารจะ ลดลงไปเรื่อย ๆ ตามลำดับ ตามลำดับชั้น ของการบริโภค				
4. อธิบาย การสะสม สารพิษใน สิ่งมีชีวิตใน โซ่อาหาร	การสะสม สารพิษใน สิ่งมีชีวิตใน อาหาร	4.1 การ ถ่ายทอด พลังงานใน ระบบนิเวศ อาจทำให้มี สารพิษสะสม อยู่ในสิ่งมีชีวิตที่ กินต่อกันเป็น ทอด ๆ ในโซ่ อาหารได้ โดย ปริมาณสารพิษ จะสะสมใน สิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้น ตามลำดับชั้น ของการบริโภค	2(3)	-	-	2(3)

ตาราง 5 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	เนื้อหา	มโนทัศน์	ประเภทของมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์			รวม จำนวน ข้อ
			เชิง ทฤษฎี	เชิง บรรยาย	เชิง ความสัมพันธ์	
			5. อธิบาย รูปแบบ ความสัมพันธ์ ระหว่าง สิ่งมีชีวิต รูปแบบต่าง ๆ ในแหล่งที่ อยู่	ความสัมพันธ์ ระหว่าง สิ่งมีชีวิต อยู่ด้วยกันจะ มีความสัมพันธ์ กันในรูปแบบ ต่าง ๆ เช่น ภาวะพึ่งพากัน ภาวะอิงอาศัย ภาวะปรสิต การล่าเหยื่อ	-	
รวม		6(9)	13(19)	1(2)	20(30)	

หมายเหตุ

- ตัวเลขในวงเล็บ คือ จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด
- ตัวเลขนอกวงเล็บ คือ จำนวนข้อสอบที่ได้จริงจากการหาคุณภาพของข้อสอบ

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ จำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน โดยคำถามส่วนที่ 1 จะเกี่ยวกับมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ 6 เรื่อง ระบบนิเวศ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก และส่วนที่ 2 การบอกเหตุผลในการเลือกคำตอบนั้นลักษณะเป็นแบบอัตนัย โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ตามวิธีการจัดลำดับมโนทัศน์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 28-29) ดังนี้

มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 3 คะแนน

มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้อง และบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

2.5 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ที่สร้างไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.6 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) โดยใช้สูตรโรวินELLIและแฮมเบลตัน (Rowinelli and Hambleton) และคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น.248 – 249) พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

2.7 นำมาปรับปรุงและจัดทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จำนวน 30 คน ซึ่งเคยเรียน เรื่อง ระบบนิเวศมาแล้ว แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพ ดังนี้

2.7.1 ทำการตรวจสอบรายชื่อที่เป็นการตรวจสอบอำนาจจำแนกรายข้อโดยการใช่การแบ่งกลุ่มสูงต่ำด้วยเทคนิค 50% ของข้อคำถามในแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ข้อคำถามที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น.190-195) พบว่าผ่านเกณฑ์ 28 ข้อ และคัดเลือกมา 20 ข้อ โดยมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 – 0.73

2.7.2 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งหมดจากสูตรสัมประสิทธิ์อัลฟา (α Conefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบควรมีค่าสูงกว่า 0.7 จึงจะถือว่าแบบทดสอบนั้นมีผลการวัดที่มีความคงที่แน่นอน พบว่ามีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ จำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

3. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 กำหนดประเด็นเนื้อหาที่ต้องการประเมินความพึงพอใจ

3.3 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจตามประเด็นเนื้อหาที่กำหนด

3.4 นำแบบประเมินที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมในด้านการใช้ภาษาของแบบประเมินความพึงพอใจ

3.5 ปรับปรุงแบบประเมินความพึงพอใจตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.6 นำแบบประเมินความพึงพอใจ ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ซึ่งเป็นชุดเดิมกับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.7 นำข้อมูลประเมินความพึงพอใจมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยแบบประเมินต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00

3.8 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่ผ่านการตรวจคุณภาพมาปรับปรุง แล้วจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยสำหรับการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้ The One – Group Pretest – Posttest Design ในรูปแบบนี้จะมีกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียวและได้รับการทดลองระยะหนึ่ง โดยมีแบบแผนการวิจัย ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น. 248-249)

ตาราง 6 แสดงแบบแผนการวิจัย

T_1	X	T_2
-------	-----	-------

สัญลักษณ์ในแบบแผนการวิจัย

X แทน การสอนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (Treatment)

T_1 แทน การทดสอบก่อนใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (Pretest)

T_2 แทน การทดสอบหลังการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (Posttest)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม มีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และให้

นักเรียนศึกษาคู่มือการใช้ (สำหรับนักเรียน) หลังจากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2. ดำเนินการทดลองใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวนทั้งหมด 5 เรื่อง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พิษณุโลก อุตรดิตถ์ จำนวน 39 คน

3. ดำเนินการทดสอบหลังเรียน ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

4. ให้นักเรียนประเมินคำพึงพอใจหลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. นำผลการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และแบบประเมินความพึงพอใจมาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน โดยทดสอบทีแบบ Dependent sample t-test

2. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ โดยการ หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินของบุญชม ศรีสะอาด (2554, น. 121) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75

1. ผลการสร้าง Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ Microlearning Inquiry Questions จำนวน 5 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์

เรื่องที่ 3 การถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 4 การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

2. ผลการพิจารณาความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวม โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ด้านเนื้อหา			
1. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการจัดเรียงลำดับเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ความทันสมัยของเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
5. การแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
6. ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
8. ภาพประกอบสื่อสารความหมายได้ตรงกับเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.96	0.20	มากที่สุด
ด้านคำถาม			
1. ความเหมาะสมในการจัดเรียงคำถามจากง่ายไปยาก	4.67	0.58	มากที่สุด
2. เป็นประเภทคำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions)	4.67	0.58	มากที่สุด
3. ความถูกต้องของคำถาม	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.78	0.44	มากที่สุด

ตาราง 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ด้านคุณภาพสื่อ			
1. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	5.00	0.00	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมขององค์ประกอบในหน้าจอภาพ	5.00	0.00	มากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเสียงประกอบ	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ตามหลักการของ Microlearning	5.00	0.00	มากที่สุด
8. เนื้อหาสั้น กระชับ ตามหลักการของ Microlearning	5.00	0.00	มากที่สุด
9. มีจุดประสงค์การเรียนรู้เฉพาะตามหลักการของ Microlearning	4.67	0.58	มากที่สุด
10. เข้าถึงง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้ตามหลักการ ของ Microlearning	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.97	0.18	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.94	0.25	มากที่สุด

จากตาราง 7 พบว่า Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.94$, S.D. = 0.25) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า ด้านคุณภาพสื่อมีค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 4.97 รองลงมา ได้แก่ ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 4.96 และด้านคำถามมีค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 4.78 ตามลำดับ

3. ผลการพิจารณาความเหมาะสมของของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ			
1.1 จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions รายละเอียดชัดเจนและครบถ้วน	4.33	0.58	มาก
1.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายและถูกต้อง	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.50	0.84	มาก
2. องค์ประกอบของคู่มือการใช้สื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ			
2.1 องค์ประกอบของคู่มือมีความเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายและถูกต้อง	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	5.00	0.00	มากที่สุด
3. คำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ			
3.1 อธิบายคำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions รายละเอียดชัดเจนและครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.83	0.41	มากที่สุด

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4. ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ			
4.1 อธิบายขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions แต่ละขั้นอย่างชัดเจนและครบถ้วน	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2 ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ง่ายต่อการปฏิบัติ	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.78	0.44	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.78	0.51	มากที่สุด

จากตาราง 8 พบว่า คู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.51) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า องค์ประกอบของคู่มือการใช้สื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มีค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 5.00 รองลงมา ได้แก่ คำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มีค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 4.83 และขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มีค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 4.78 ตามลำดับ

4. ผลการพิจารณาความเหมาะสมของของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับนักเรียน) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน แสดงดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับนักเรียน) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ			
1.1 จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions รายละเอียดชัดเจนและครบถ้วน	4.33	0.58	มาก
1.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายและถูกต้อง	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.50	0.84	มาก
2. องค์ประกอบของคู่มือการใช้สื่อ Microlearnin5g Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ			
2.1 องค์ประกอบของคู่มือมีความเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายและถูกต้อง	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	5.00	0.00	มากที่สุด
3. คำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ			
3.1 อธิบายคำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions รายละเอียดชัดเจนและครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.83	0.41	มากที่สุด

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4. ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ			
4.1 อธิบายขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions แต่ละขั้นอย่างชัดเจนและครบถ้วน	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2 ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ง่ายต่อการปฏิบัติ	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.78	0.44	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.78	0.51	มากที่สุด

จากตาราง 9 พบว่า คู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับนักเรียน) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.51) เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า องค์ประกอบของคู่มือการใช้สื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มีค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 5.00 รองลงมา ได้แก่ คำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มีค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 4.83 และขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มีค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 4.78 ตามลำดับ

5. ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน 3 คน แสดงดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน 3 คน

การหา ประสิทธิภาพ	จำนวน นักเรียน	คะแนนเฉลี่ย ระหว่างเรียน	ประสิทธิภาพ (E_1)	คะแนนเฉลี่ย หลังเรียน	ประสิทธิภาพ (E_2)
แบบเดี่ยว	3	15.33	61.33	37.33	62.22

จากตาราง 10 พบว่าประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 61.33/62.22 เนื่องจากประสิทธิภาพยังต่ำกว่าเกณฑ์ผู้วิจัยจึงได้ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้ และนำไปหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม

6. ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน 9 คน แสดงดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน 9 คน

การหา ประสิทธิภาพ	จำนวน นักเรียน	คะแนนเฉลี่ย ระหว่างเรียน	ประสิทธิภาพ (E_1)	คะแนนเฉลี่ย หลังเรียน	ประสิทธิภาพ (E_2)
แบบกลุ่ม	9	18.56	74.22	44.56	74.26

จากตาราง 11 พบว่าประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 74.22/74.26 เนื่องจากประสิทธิภาพยังไม่ถึงเกณฑ์ผู้วิจัยกำหนดไว้จึงได้ตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น และนำไปหาประสิทธิภาพแบบภาคสนาม

7. ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน 30 คน แสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

การหา ประสิทธิภาพ	จำนวน นักเรียน	คะแนนเฉลี่ย ระหว่างเรียน	ประสิทธิภาพ (E ₁)	คะแนนเฉลี่ย หลังเรียน	ประสิทธิภาพ (E ₂)
แบบภาคสนาม	30	19.03	76.13	46.47	77.44

จากตาราง 12 พบว่าประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เท่ากับ 76.13/77.44

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียน 39 คน แสดงดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียน 39 คน

การทดสอบ	จำนวน (คน)	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	t	Sig.
ก่อนการจัดการเรียนรู้	39	60	19.54	2.74	27.09*	0.0000
หลังการจัดการเรียนรู้	39	60	37.64	3.47		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตาราง 13 พบว่า การทดสอบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนทั้ง 39 คน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.54 คะแนน และ 37.64 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ กับนักเรียน 39 คน แสดงดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ กับนักเรียน 39 คน

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1.	Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกกระตือรือร้น	4.53	0.57	มากที่สุด
2.	Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนเกิดความตั้งใจ	4.57	0.57	มากที่สุด
3.	Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกเต็มใจที่จะเรียน	4.53	0.57	มากที่สุด
4.	Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสนุกสนาน	4.40	0.72	มาก
5.	Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกอยากเรียน	4.20	0.92	มาก
6.	Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น	4.47	0.63	มาก
7.	Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมกับบทเรียน	4.50	0.68	มาก
8.	Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสามารถศึกษาและทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง	4.33	0.71	มาก
9.	Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าเดิม	4.47	0.63	มาก
10.	Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว	4.50	0.63	มาก

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
11.	Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้การเรียนรู้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่สำหรับนักเรียน	4.40	0.67	มาก
12.	ระยะเวลาในการศึกษา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มีความเหมาะสม	4.47	0.57	มาก
13.	นักเรียนได้รับความรู้และประโยชน์จากการเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ	4.31	0.93	มาก
14.	ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ โดยภาพรวม	4.57	0.57	มากที่สุด
15.	นักเรียนชอบเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มากกว่าวิธีการเรียนแบบทั่วไป	4.47	0.63	มาก
	เฉลี่ย	4.45	0.67	มาก

จากตาราง 14 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 39 คน โดยมีข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ ภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 4.45$, S.D. = 0.67) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจสูงที่สุด ได้แก่ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนเกิดความตั้งใจมีค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจมากที่สุด เท่ากับ 4.57 และความพึงพอใจต่อการเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจมากที่สุด เท่ากับ 4.57 รองลงมา ได้แก่ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกกระตือรือร้นมีค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจมากที่สุด เท่ากับ 4.53 และ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกเต็มใจที่จะเรียนมีค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจมากที่สุด เท่ากับ 4.53 และนักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่ำที่สุด ได้แก่ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกอยากเรียนมีค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจมากที่สุด เท่ากับ 4.20 ตามลำดับ

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลวิจัย อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างและประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พิษณุโลก เขต 1 จำนวน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ 2) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีแบบ Dependent sample t-test

สรุปผลการวิจัย

1. ได้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 เรื่อง ได้แก่ 1) องค์ประกอบของระบบนิเวศ 2) ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ 3) การถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต 4) การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิต และ 5) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.13/77.44 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาพรวมอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

จากผลการการพัฒนา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้าง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้นำผลการวิจัยมาอภิปราย ตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา ดังนี้

1. จากผลการวิจัยพบว่า Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้าง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.13/77.44 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ทั้งนี้ เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ตามหลักการและขั้นตอน โดยประยุกต์ใช้ของ Kao (2019) ซึ่งมี 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1) รวบรวมหัวข้อ เป็นขั้นที่ครูผู้สอนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวเนื้อหาที่เรียน เพื่อระบุหัวข้อเรื่อง เพื่อนำไปสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้ในขั้นตอนที่สอง ขั้นตอนที่ 2) สร้างจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นขั้นที่ หลังจากครูผู้สอนรวบรวมหัวข้อ ครูผู้สอนจึงสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้มาหนึ่งจุดประสงค์สำหรับ Microlearning ขั้นตอนที่ 3) สร้างคำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Question) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนนำ จุดประสงค์การเรียนรู้จากขั้นตอนที่สองมาสร้างคำถามเพื่อการคิดค้นที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งคำถามเพื่อการคิดค้น เป็นคำถามที่ผู้ตอบจะต้องใช้ขั้นตอนของความคิดซับซ้อน ขึ้นกว่าความคิดพื้นฐาน และเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้ตอบใช้ความคิด นำความรู้และประสบการณ์เดิมมา เป็นพื้นฐานสรุปหาคำตอบ ขั้นตอนที่ 4) ใช้คำถามบนสื่อการเรียนการสอน เป็นขั้นที่ครูผู้สอนนำ คำถามที่สร้างขึ้นจากขั้นตอนที่สามมาใส่บนสื่อการเรียนการสอน และให้นักเรียนเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 5) ชักถามข้อคำถามระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียน เป็นขั้นที่ครูผู้สอนทบทวนคำถามและอธิบาย คำตอบที่ดีที่สุดให้กับนักเรียน ชี้แจงเงื่อนไขหรือแนวคิดสำหรับนักเรียน และเชื่อมโยงหัวข้อเหล่านี้กับ หัวข้อที่สำคัญในเนื้อหา และขั้นตอนที่ 6) ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นขั้นที่ครูผู้สอน ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการร่วมกันตอบคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับ ศยามน อินสะอาด (2561) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ได้อธิบายไว้ว่า ทฤษฎีการเรียนรู้นำมาซึ่งวิธีการสอนและการออกแบบบทเรียนอีเลิร์นนิ่งและไม่โครเลิร์นนิ่งที่แตกต่างกัน ออกไป ดังนั้นการออกแบบจึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาบทเรียนว่าต้องการผลลัพธ์ใด หากต้องการให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด เกิดทักษะการคิดขั้นสูง ผู้ออกแบบบทเรียนก็ต้องนำกลยุทธ์ มาใช้ในการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็วประยุกต์ร่วมกับการออกแบบบทเรียน และหากวัตถุประสงค์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองก็ควรเน้นคำถามหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา รวมถึงจัดสภาพแวดล้อมบทเรียนให้สนับสนุนการแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง นอกจากนี้ ผู้วิจัยทำการสร้างบทบาท (Storyboard) ของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ และมีคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับครูและนักเรียน

ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากที่จะช่วยให้การออกแบบและการใช้เครื่องมือมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเครื่องมือการวิจัยได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการพัฒนา Microlearning รวมทั้งสิ้น จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญดำเนินการตรวจสอบเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง และนำมาหาประสิทธิภาพ โดยใช้กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พิษณุโลก เขตติดขัด เมื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบเดียนักเรียนจำนวน 3 คน พบว่า ประสิทธิภาพ เท่ากับ 61.33/62.22 เนื่องจากประสิทธิภาพยังต่ำกว่าเกณฑ์ผู้วิจัยจึงได้ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข เนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้ และนำไปหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มนักเรียนจำนวน 9 คน พบว่า ประสิทธิภาพ เท่ากับ 74.22/74.26 เนื่องจากประสิทธิภาพยังไม่ถึงเกณฑ์ผู้วิจัยกำหนดไว้จึงได้ตรวจสอบ และแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น และนำไปหาประสิทธิภาพแบบภาคสนามนักเรียนจำนวน 30 คน พบว่า ประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.13/77.44 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

2. จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ทั้งนี้ เนื่องจาก Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เป็นสื่อการเรียน การสอน เรื่อง ระบบนิเวศ โดยนักเรียนได้ศึกษาความรู้จากคลิปวิดีโอและตอบคำถาม ที่เป็นคำถาม ประเภทคำถามเพื่อการคิดค้น ซึ่งมีเวลาไม่เกิน 5 นาที ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นตามขั้นตอน โดยประยุกต์ใช้ของ Kao (2019) เป็นสื่อที่เน้นการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีแนวทางที่สำคัญ ดังนี้ 1. นักเรียนได้ศึกษา เนื้อหาที่เป็นแนวคิดสำคัญที่ครูผู้สอนได้รวบรวมไว้ในคลิปวิดีโอ เพื่อนำไปสรุปเป็นแนวคิดรวบยอด ของตัวนักเรียนเอง ซึ่งระยะเวลาในการศึกษาเนื้อหานั้นใช้ระยะเวลาสั้น ๆ ทำให้นักเรียนมีความสนใจ ตั้งใจและมีความสุขในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mohammed et al. (2018) ได้ทำวิจัยเรื่อง การศึกษาผลการใช้ Microlearning ในการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ ของผู้เรียน พบว่า เมื่อสอนด้วย Microlearning เทียบกับวิธีการสอนแบบดั้งเดิม ในระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วย Microlearning มีผลการเรียนดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีดั้งเดิม 18% ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการสร้างความรู้ หรือ Constructivism ได้อธิบายพัฒนาการทางเชาว์ปัญญา ของบุคคลประกอบไปด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ กระบวนการซึมซับประสบการณ์ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางเชาว์ปัญญา (Accommodation) ซึ่งเป็นการ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางสติปัญญาเดิม ให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่ เมื่อบุคคลนั้นรับรู้สิ่งเร้าเข้าไป ในสมองการเรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างสติปัญญาของตน ซึ่งบุคคลนั้นได้สั่งสมมา ตั้งแต่เกิด เมื่อบุคคลนั้นเชื่อมโยงกันได้อย่างลงตัวและมีความหมายกับบุคคลนั้น จะทำให้บุคคล นั้นอยู่ในสภาวะสมดุล มีความเข้าใจในประสบการณ์ หรือข้อความรู้นั้นสามารถอธิบายได้และแสดงออก

ได้ตามความเข้าใจของตน เนื่องจากตนเป็นผู้คิดผู้สร้างความหมายของสิ่งนั้นด้วยตนเอง ซึ่งบุคคลแต่ละคนจะสร้างความหมายในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป และ 2. ในคลิปีวิดีโอมีคำถามท้ายคลิป ซึ่งเป็นคำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions) ที่จะช่วยให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบอย่างตรงประเด็น ซึ่งคำถามเพื่อการคิดค้น เป็นคำถามระดับสูง เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ความคิดซับซ้อนในการตอบ โดยอาจใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานในการคิดและการตอบคำถาม (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ , 2551) ซึ่งผู้วิจัยได้นำคำถามระดับสูงเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นคำถามที่ช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียนให้รู้จักคิดเพื่อสรุปลหาคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ซูชาติ โพนเยี่ยม และนิติกร อ่อนโยน (2563) ได้ทำวิจัยเรื่อง การศึกษามิมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง พบว่า คะแนนเฉลี่ยมิมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการสร้างความรู้ธิบายไว้ว่า สิ่งเร้าที่บุคคลรับเข้ามา หากไม่ได้มีลักษณะที่บุคคลจะสามารถดูดซึมเชื่อมโยงด้วยการกระบวนการได้อย่างสะดวกง่ายดายเสมอไป เพราะบางครั้งสิ่งที่รับเข้ามา อาจจะเป็นอะไรที่ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับความรู้เดิมได้ สิ่งเร้าหรือความรู้ใหม่ที่บุคคลรับเข้าไป ก็จะไม่มีความหมายสำหรับบุคคลนั้น ก็อาจจะคงอยู่ชั่วคราว และสูญเสียมไปในที่สุด การที่บุคคลนั้นตกอยู่ในสภาวะที่ “ไม่สมดุล” หรือ “Disequilibrium” ซึ่งก็คือ ภาวะแห่งความงุนงงสงสัยคับข้องใจ ไม่สามารถอธิบายได้ หรือไม่สามารถแสดงความเข้าใจของตนเองได้ 3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อคำถามระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียน โดยผู้วิจัยจะทบทวนคำถามและเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม จากนั้นอธิบายคำตอบที่ดีที่สุดให้นักเรียน ชี้แจงเงื่อนไขหรือแนวคิดสำคัญสำหรับนักเรียน และเชื่อมโยงหัวข้อเหล่านี้กับหัวข้อที่สำคัญในเนื้อหา และแนวทางสุดท้าย คือ ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นขั้นที่ผู้วิจัยประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการร่วมกันตอบคำถาม เพื่อหาข้อสรุปให้ได้ว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องหรือไม่ ต้องได้รับการปรับปรุงหรือให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่การมีมิมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องอย่างแท้จริง ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการสร้างความรู้ธิบายไว้ว่า เมื่อบุคคลนั้นตกอยู่ในสภาวะไม่สมดุล ธรรมชาติจึงมี “กระบวนการปรับสภาวะให้สมดุล” หรือ “Accommodation” เข้ามาช่วยโดยใช้กระบวนการทางสติปัญญา (Cognitive process) ของตนเข้าไป พยายามสร้างความเข้าใจ เช่น อาจใช้การแสวงหาความรู้เพิ่มเติม หรือการซักถามที่จะช่วยสร้างความหมายของสิ่งนั้นให้ตนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอน หากผู้เรียนแต่ละคนเป็นผู้จัดการกระทำในสิ่งเร้าข้อมูลความรู้ด้วยตนเองแล้ว จะทำให้ผู้เรียนแต่ละคนได้สร้างความหมายสิ่งที่เรียนตามความเข้าใจด้วยตนเองขึ้นมา ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไปหลากหลายรูปแบบ ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มิมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาพรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ทั้งนี้ เนื่องจาก Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ที่นำมาใช้มีจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เฉพาะ เนื้อหาสั้นกระชับ ง่ายต่อการเรียนรู้ มีคำถามเพื่อการคิดค้น ช่วยกระตุ้นการคิดหาคำตอบ และใช้ระยะเวลาในการเรียนสั้น ๆ ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและสนุกสนานอยากที่จะเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับแรงจูงใจของ แมคเคลแลนด์ (McClelland) ซึ่งเป็นผู้สร้างทฤษฎีการจูงใจในความสำเร็จหรือแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่กระตุ้นให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ของศิริลักษณ์ บุญมาพันธ์ (2564) ได้ทำวิจัยการพัฒนาบทเรียนไมโครเลิร์นนิ่งบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า เป็นบทเรียนที่ดึงดูดความสนใจต่างจากสื่อหรือหนังสือปกติที่มีแต่ตัวหนังสือ ผู้เรียนสามารถกลับมาเรียนหรือมาทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเองตามความต้องการ ผลความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยศาสตร์ คเชนทร์สุวรรณ (2563) ได้ทำการวิจัย การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุกรรมด้วยไมโครเลิร์นนิ่ง สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นบทเรียนที่เป็นคลิปวิดีโอซึ่งมีความยาวคลิปในแต่ละเรื่องไม่เกิน 5 นาที สามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาด้านความรู้ ความเข้าใจทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความเป็นนามธรรม ให้สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น ผลความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการวิจัย ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยพบว่าในขั้นตอนการสร้าง Microlearning Inquiry Questions ครูควรเข้าใจคุณลักษณะที่สำคัญของ Microlearning เพื่อนำไปประยุกต์ในการสร้าง Microlearning รูปแบบอื่น ๆ
2. การสร้าง Microlearning Inquiry Questions ในขั้นตอนการสร้างคำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions) ควรดูหลักการตั้งคำถามให้ชัดเจนและตั้งถามให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ครูผู้สอนและนักเรียน ควรศึกษาคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions โดยละเอียด เพื่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนา Microlearning Inquiry Questions ในการส่งเสริมตัวแปรตามอื่น ๆ เช่น ความคงทนในการเรียนรู้ เพื่อศึกษาว่า Microlearning Inquiry Questions ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนมากน้อยเพียงใด

2. เนื่องจากในการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 รูปแบบ คือ มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และความเข้าใจผิด การวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาการใช้เครื่องช่วยสร้างการเรียนรู้ (Scaffolding) โดยเฉพาะสำหรับนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และความเข้าใจผิด



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์ และคณะ (2559). *มโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วารสารศึกษา, 27(3), 95-110.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545). *เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการศึกษาที่ 1-5*. นนทบุรี: สำนักเทคโนโลยีทางการศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธราช.
- ชัยศาสตร์ คเชนทร์สุวรรณ. (2563). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุกรรมด้วยไมโครเลิร์นนิ่งสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 12(2), 137-147.
- ชุมพล ชารีแสน. (2555). *ความเข้าใจนิมิตทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ผังมโนมิติรูปตัววี*. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 35(4), 20-26.
- ชุตินา รอดสุด. (2550). *ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปรินญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ชูชาติ โพนเยี่ยม และนิตกร อ่อนโยน. (2565). *การศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง*. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 16(1), 15-31.
- ณิรดา เวชญาลักษณ์. (2562). *หลักการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธารีย์ณิชา ลีพีรวิติต. (2559). *การเพิ่มประสิทธิผลการเรียนรู้ของเจนเนอเรชันแซตต์ผ่านการเรียนรู้แบบไมโคร. ปรินญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.*
- ธิดารัตน์ ทองหมื่น. (2561). *การพัฒนาการเรียนการสอนตามรูปแบบ SSCS เรื่อง วาริชวิทยา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปรินญาการศึกษา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- นภารัตน์ ศรีคำเวียง. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทาง*

วิทยาศาสตร์ชั้นผสมที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์, ปทุมธานี.

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ปริญญา จรรย์ดี และคณะ. (2546). *ความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ผลิตและผู้ใช้เสปียงลัตว์จังหวัดสุพรรณบุรี. รายงานวิจัยในการฝึกอบรมหลักสูตร พัฒนานักวิจัยกรมปศุสัตว์ เบื้องต้น รุ่นที่ 1 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร.*

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด 1991 เทคนิคพรินต์ติ้ง.

ปิยะณัฐ นันทการณ. (2551). *ผลของการเรียนรู้ด้วยการออกแบบที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.*

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2546). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.

พัชรมัย นิมละอ. (2559). *ผลการใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.*

พัชรี โพชนา. (2559). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม. การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.*

พัฒนา พรหมณี, ยุพิน พิทยาวัฒนชัย และจีระศักดิ์ ทัพพา. (2563). *แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจและการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจในงาน. วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย, 26(1), 59-66.*

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

รยู แทโฮ. (2562). *ยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 เมื่อหุ่นยนต์ครองโลก การศึกษาคือทางรอดเดียวของมนุษย์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.*

รัตน์ บัวสนธ์. (2552). *การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คำสมัย.

ลัดดาวัลย์ คงสมบูรณ์. (2562). *การพัฒนาไมโครเลิร์นนิ่ง สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยอาชีวศึกษาเอกชน ในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี, 8(2), 51-62.*

- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *การวัดด้านจิตพิสัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ศยามน อินสะอาด. (2561). *การออกแบบ e-learning เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด
ยูเคชั่น.
- ศยามน อินสะอาด. (2564). *การออกแบบไมโครเลิร์นนิ่งยุคดิจิทัล*. สำนักเทคโนโลยีการศึกษา
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช, 16(20), 16-31.
- ศาสตรา ศรณารายณ์. (2545). *การศึกษาการเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาสังกัดสำนักงานการ
ประถมศึกษา จังหวัดฉะเชิงเทรา*. ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.
- ศิริลักษณ์ บุญมาพันธ์, ศยามน อินสะอาด และสุพจน์ อิงอาจ. (2564). *การพัฒนาบทเรียนไมโครเลิร์นนิ่งบน
เครือข่ายสังคมออนไลน์ ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 6*. วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, 16(21), 65-78.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *แนวคิดคลาดเคลื่อนกับการพัฒนาสื่อการ
จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. นิตยสาร สสวท., 47(215).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *Project 14 สื่อนำร่องแก้ปัญหาการเรียนรู้ให้
ครู นักเรียน ผู้ปกครอง ในช่วง COVID-19*. นิตยสาร สสวท., 49(231).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน
คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุธีรัตน์ จุ้ยกระยาง. (2561). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. การศึกษาดุษฎีบัณฑิต,
มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์. (2559). *การศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการ*

- เรียนรู้เชิงรุก. การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- สุเทพ พานิชพันธุ์. (2541). ความพึงพอใจของเกษตรกรในการเข้าร่วมโครงการปรับโครงสร้างและ ระบบการผลิตการเกษตรจังหวัดอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- สรลักษณ์ ลีลา, ศศิธร ชูแก้ว และปรัชญนันท์ นิลสุข. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประจักษ์. การประชุมวิชาการระดับชาติ “สารสนเทศศาสตร์วิชาการ 2019” วันที่ 25-26 มิถุนายน 2562, 1-11.
- อเนก สุวรรณบัณฑิต และภาสกร อุดลพัฒน์กิจ. (2548). จิตวิทยาการบริการ. กรุงเทพฯ: เพรส แอนด์ ดีไซน์
- อมรรัตน์ เวชเตง. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอนแบบ KWL Plus ร่วมกับเทคนิค DR-TA เพื่อส่งเสริมความสามาถในการอ่านจับใจความภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- อิสราณัฐรักษ์ ชุกกลิ่น. (2563). การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการประเมินทางเลือก. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- Allela, M. (2021). *Introduction to Microlearning*. Canada: Commonwealth of Learning.
- Fagerstrom, A., Gulliksen, M. and Gronli, T. (2017). *Microlearning in Educating Healthcare Healthcare Professionals*. 18. 31-34.
- Kao, R. M. (2019). *Tips on Constructing Inclusive and Equitable Guided Microlearning Inquiry Questions to Clarify Topics in General Biology*. Heritage University.
- Mohammed, G. S., Wakil, K. and Nawroly, S. S. (2018). *The Effectiveness of Microlearning to Improve Students' Learning Ability*. International Journal of Educational Research Review. 32-38.
- Triana, A. J. et al. (2021). *Quiz-Based Microlearning at Scale: a Rapid Educational Response to COVID-19*. 1731-1733.



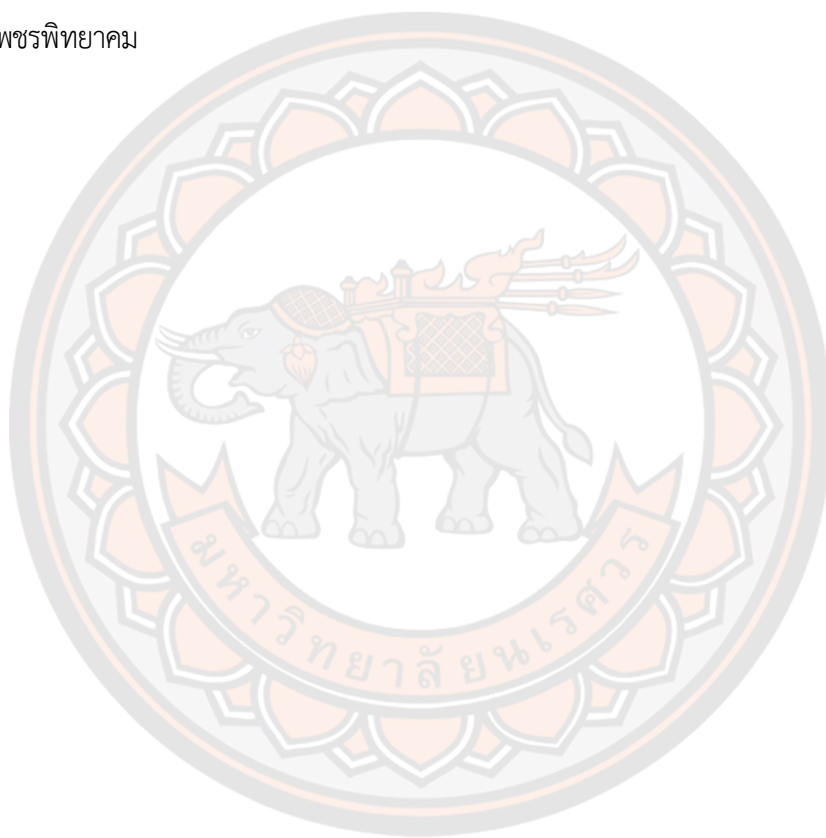
ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลภรณ์ ฤทธิคุปต์ อาจารย์ประจำสาขาสาขาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คุณอนันท์ นิรมล อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. อาจารย์สุรนนท์ พันธุ์สมบูรณ์ ครูชำนาญการพิเศษ สอนรายวิชาชีววิทยา โรงเรียน กำแพงเพชรพิทยาคม



ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทภาพ (Storyboard) ของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 Microlearning Inquiry Questions จำนวน 5 เรื่อง
2. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. แบบประเมินความเหมาะสม Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. แบบประเมินความเหมาะสมคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู)
5. คู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู)
6. แบบประเมินความเหมาะสมคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับนักเรียน)
7. คู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับนักเรียน)
8. แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
9. แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

1. บทภาพ (Storyboard) ของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 Microlearning Inquiry Questions จำนวน 5 เรื่อง ดังนี้

1. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ

จุดประสงค์การเรียนรู้ : อธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ

บทภาพ	รายละเอียด
 <p>องค์ประกอบของระบบนิเวศ</p>	<p>ฉากที่ 1 หัวข้อเรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ</p>
 <p>องค์ประกอบระบบนิเวศ</p> <p>องค์ประกอบที่มีชีวิต องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต</p>	<p>ฉากที่ 2 อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของระบบนิเวศ</p>
 <p>องค์ประกอบระบบนิเวศ</p> <p>องค์ประกอบที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ มีความสัมพันธ์กันทั้งทางตรงและทางอ้อม</p> <p>เช่น พืช ต้องการแสง น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในการสร้างอาหาร</p> <p>โค้ ต้องการ น้ำและอาหาร ในการดำรงชีวิต</p>	<p>ฉากที่ 3 อธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต</p>

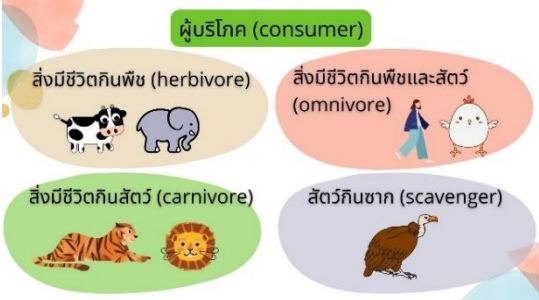

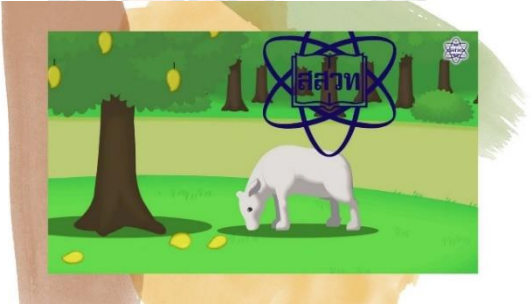

บทภาพ	รายละเอียด
	<p>ฉากรที่ 4 คลิปวิดีโอของ สสวท อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งที่อยู่ประชากร และกลุ่มสิ่งมีชีวิต</p>
	<p>ฉากรที่ 5 คำถามชวนคิด เป็นคำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions)</p>
	<p>ฉากรที่ 6 คำถามข้อที่ 1</p>

บทภาพ	รายละเอียด
 <p>QUESTION #2</p> <p>ประชากรกับกลุ่มสิ่งมีชีวิตเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร</p>	<p>ฉากที่ 7 คำถามข้อที่ 2</p>
 <p>ขอขอบคุณ</p> <p>สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ</p> <p>thank you</p>	<p>ฉากที่ 8 ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ</p>

2. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์

จุดประสงค์การเรียนรู้ : อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์




บทภาพ	รายละเอียด
	<p>ฉากที่ 1 หัวข้อเรื่อง ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์</p>
	<p>ฉากที่ 2 อธิบายเกี่ยวกับผู้ผลิต</p>
	<p>ฉากที่ 3 อธิบายเกี่ยวกับผู้บริโภค</p>

บทภาพ	รายละเอียด
 <p>ผู้บริโภค (consumer)</p> <p>สิ่งมีชีวิตกินพืช (herbivore)</p> <p>สิ่งมีชีวิตกินพืชและสัตว์ (omnivore)</p> <p>สิ่งมีชีวิตกินสัตว์ (carnivore)</p> <p>สัตว์กินซาก (scavenger)</p>	<p>ฉากที่ 4 อธิบายเกี่ยวกับบทบาทของผู้บริโภค</p>
 <p>ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ (decomposer)</p> <p>หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตโดยผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตให้เป็นสารอาหาร</p>	<p>ฉากที่ 5 อธิบายเกี่ยวกับผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์</p>
 <p>สสาร</p>	<p>ฉากที่ 6 คลิปวิดีโอของ สสวท อธิบายเกี่ยวกับวัฏจักรคาร์บอน</p>
 <p>ช่วงคำถามชวนคิด</p>	<p>ฉากที่ 7 ช่วงคำถามชวนคิด เป็นคำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions)</p>



บทภาพ	รายละเอียด
 <p>Question #1</p> <p>ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย สารอินทรีย์ มีความสัมพันธ์กัน หรือไม่ อย่างไร</p>	<p>ฉากที่ 8 คำถามข้อที่ 1</p>
 <p>Question #2</p> <p>ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์แตกต่างกับ สัตว์กินซากอย่างไร</p>	<p>ฉากที่ 9 คำถามข้อที่ 2</p>
 <p>ขอขอบคุณ</p> <p>สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ</p> <p>thank you</p>	<p>ฉากที่ 10 ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ</p>

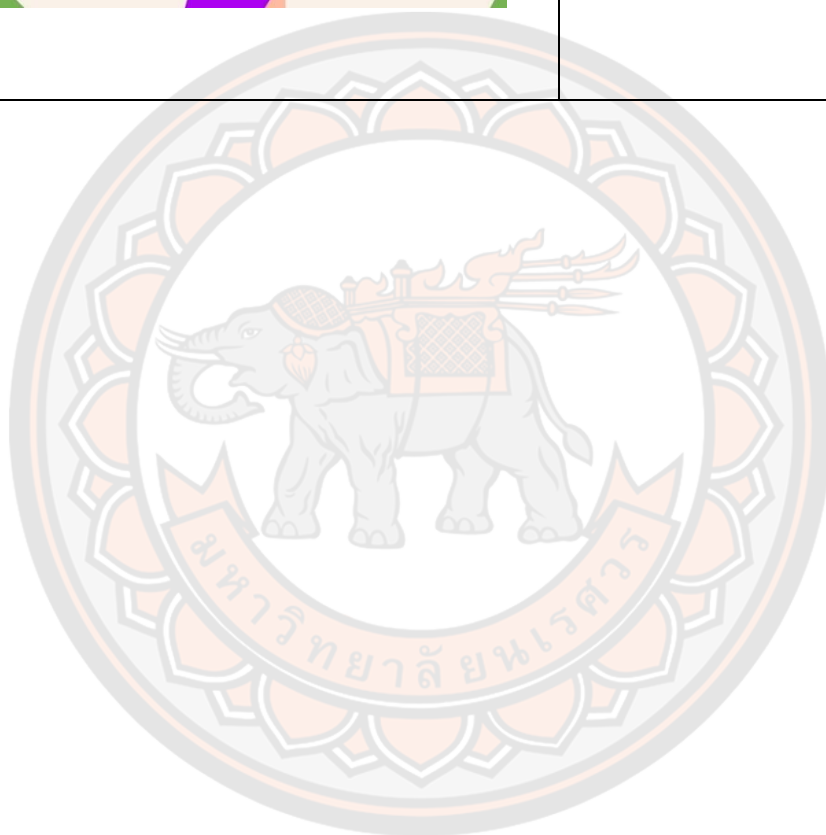
3. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง การถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์การเรียนรู้ : อธิบายการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

บทภาพ	รายละเอียด
	ฉากที่ 1 หัวข้อเรื่อง การถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต
	ฉากที่ 2 อธิบายเกี่ยวกับโซ่อาหาร
	ฉากที่ 3 อธิบายเกี่ยวกับสายใยอาหาร

บทภาพ	รายละเอียด
	<p>ฉากรที่ 4 คลิปวิดีโอของ สสวท อธิบายเกี่ยวกับการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต</p>
	<p>ฉากรที่ 5 ช่วงคำถามชวนคิด เป็นคำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions)</p>
	<p>ฉากรที่ 6 คำถามข้อที่ 1</p>
	<p>ฉากรที่ 7 คำถามข้อที่ 2</p>

บทภาพ	รายละเอียด
 <p>ขอขอบคุณ สถาบันส่งเสริมการสอบวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ</p> <p>thank you</p> 	ฉากที่ 8 ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

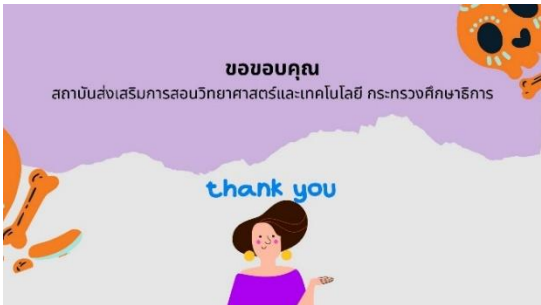


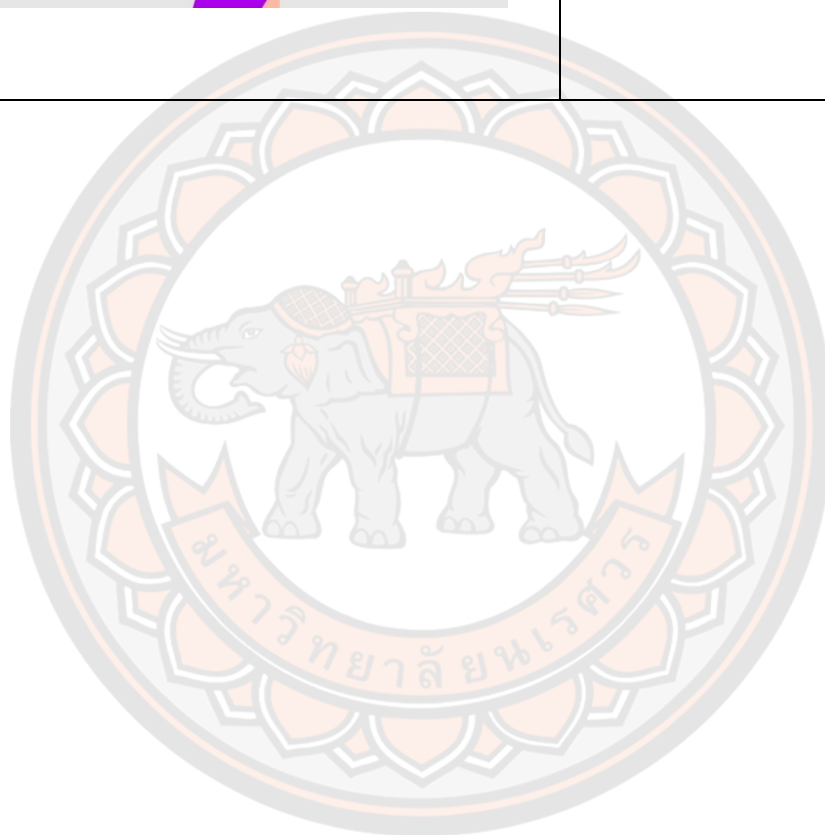
4. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์การเรียนรู้ : อธิบายการสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร

บทภาพ	รายละเอียด
	ฉากรที่ 1 หัวข้อเรื่อง การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิต
	ฉากรที่ 2 อธิบายเกี่ยวกับสารดีดีที
	ฉากรที่ 3 อธิบายเกี่ยวกับการสะสมสารดีดีทีในสิ่งมีชีวิต

บทภาพ	รายละเอียด
	<p>ฉากที่ 4 คลิปวิดีโอของ สสวท อธิบายเกี่ยวกับการสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิต</p>
	<p>ฉากที่ 5 ช่วงคำถามชวนคิด เป็นคำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions)</p>
	<p>ฉากที่ 6 คำถามข้อที่ 1</p>
	<p>ฉากที่ 7 คำถามข้อที่ 2</p>

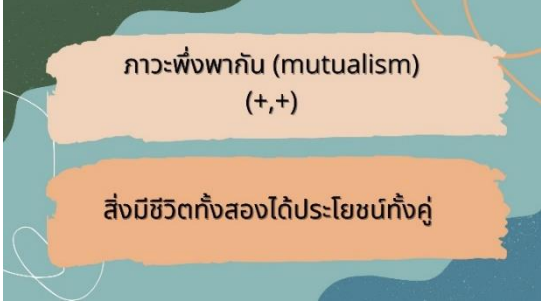
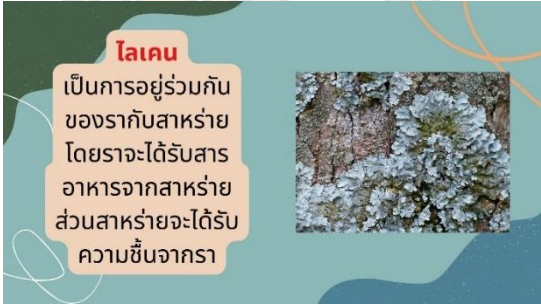
บทภาพ	รายละเอียด
	ฉากที่ 8 ขอบคุณสถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ



5. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์การเรียนรู้ : อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ในแหล่งที่อยู่


บทภาพ	รายละเอียด
 <p>ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต</p>	<p>ฉากที่ 1 หัวข้อเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต</p>
 <p>สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบต่างๆ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ภาวะพึ่งพากัน (mutualism) ภาวะอิงอาศัย (commensalism) ภาวะปรสิต (parasite) การล่าเหยื่อ (predation) 	<p>ฉากที่ 2 อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่างๆ</p>
 <p>เครื่องหมายแทนความสัมพันธ์</p> <ul style="list-style-type: none"> + แกน สิ่งมีชีวิตที่ได้ประโยชน์ - แกน สิ่งมีชีวิตที่เสียประโยชน์ 0 แกน สิ่งมีชีวิตที่ไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ 	<p>ฉากที่ 3 อธิบายเกี่ยวกับเครื่องหมายแทนความสัมพันธ์</p>

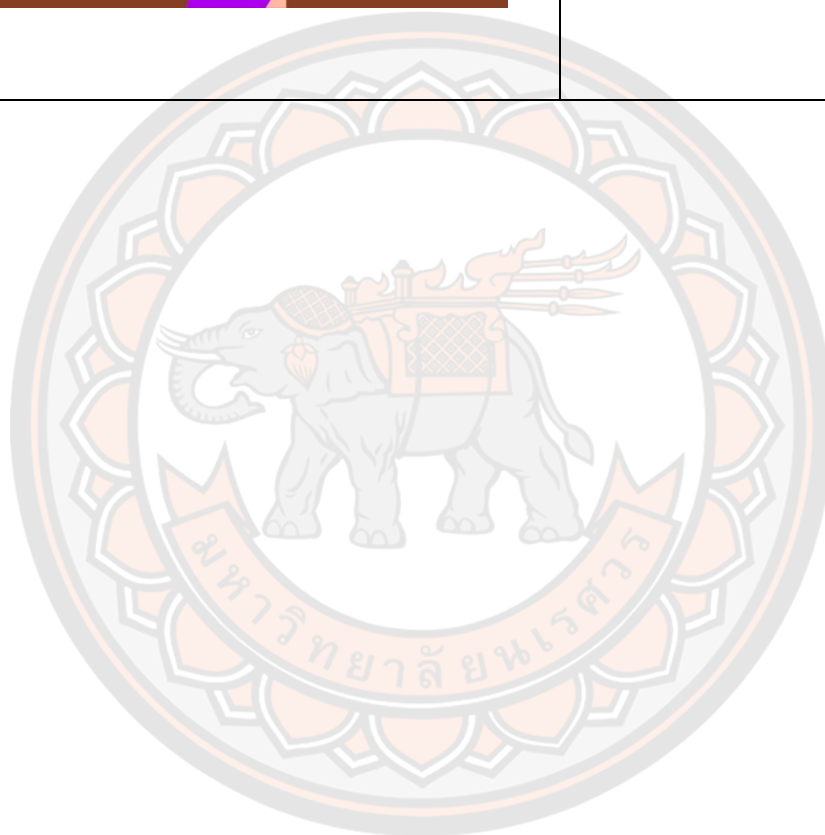
บทภาพ	รายละเอียด
 <p>ภาวะพึ่งพากัน (mutualism) (+,+)</p> <p>สิ่งมีชีวิตทั้งสองได้ประโยชน์ทั้งคู่</p>	<p>ฉากรที่ 4 อธิบายเกี่ยวกับภาวะพึ่งพากัน</p>
 <p>ปลาการ์ตูนกับดอกไม้ทะเล โดยปลาการ์ตูนใช้ดอกไม้ทะเลเป็นที่อยู่อาศัย หลบภัย และวางไข่ ส่วนดอกไม้ทะเลอาศัยปลาการ์ตูนล่อสัตว์น้ำชนิดอื่นให้เข้ามาใกล้ดอกไม้ทะเล เพื่อดอกไม้ทะเลจะได้จับสัตว์น้ำนั้น ๆ เป็นอาหาร</p>	<p>ฉากรที่ 5 อธิบายเกี่ยวกับปลาการ์ตูนกับดอกไม้ทะเล</p>
 <p>ไคเคน เป็นการอยู่ร่วมกันของรากับสาหร่าย โดยรากจะได้รับสารอาหารจากสาหร่าย ส่วนสาหร่ายจะได้รับความชื้นจากราก</p>	<p>ฉากรที่ 6 อธิบายเกี่ยวกับไคเคน</p>
 <p>ภาวะอิงอาศัย (commensalism) (+,0)</p> <p>สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ โดยที่มีสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งไม่เสียประโยชน์และไม่ได้ประโยชน์</p>	<p>ฉากรที่ 7 อธิบายเกี่ยวกับภาวะอิงอาศัย</p>

บทภาพ	รายละเอียด
<p data-bbox="395 465 600 497">ปลาเหาฉลามกับฉลาม</p> <p data-bbox="395 501 609 663">โดยปลาเหาฉลามได้ประโยชน์จากเศษอาหารที่ปลาฉลามกิน ส่วนปลาฉลามไม่ได้ไม่เสียประโยชน์จากปลาเหาฉลาม</p> 	<p data-bbox="948 353 1372 448">ฉากที่ 8 อธิบายเกี่ยวกับปลาเหาฉลามกับฉลาม</p>
<p data-bbox="635 904 839 936">กล้วยไม้อยู่บนต้นไม้ใหญ่</p> <p data-bbox="616 940 858 1102">กล้วยไม้เกาะอยู่บนต้นไม้ใหญ่ โดยกล้วยไม้ได้รับความชื้นและที่อยู่อาศัยจากต้นไม้ใหญ่ ส่วนต้นไม้ใหญ่ไม่ได้รับประโยชน์จากกล้วยไม้แต่ก็ไม่เสียประโยชน์ด้วยเช่นกัน</p> 	<p data-bbox="948 801 1362 896">ฉากที่ 9 อธิบายเกี่ยวกับกล้วยไม้ที่อยู่บนต้นไม้ใหญ่</p>
<p data-bbox="494 1326 730 1397">ภาวะปรสิต (parasite) (+,-)</p> <p data-bbox="434 1447 791 1518">สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ (ปรสิต) สิ่งมีชีวิตหนึ่งเสียประโยชน์ (ผู้ถูกอาศัย)</p>	<p data-bbox="948 1220 1362 1256">ฉากที่ 10 อธิบายเกี่ยวกับภาวะปรสิต</p>
<p data-bbox="373 1729 552 1760">เห็บเกาะที่ผิวหนังสุนัข</p> <p data-bbox="363 1765 561 1944">โดยเห็บเป็นปรสิตได้ประโยชน์จากการกินเลือดของสุนัขเป็นอาหาร ส่วนสุนัขเป็นผู้ถูกอาศัยเสียประโยชน์จากการสูญเสียเลือดและอาจติดเชื้อโรคที่มาจากเห็บ</p> 	<p data-bbox="948 1639 1356 1733">ฉากที่ 11 อธิบายเกี่ยวกับเห็บเกาะที่ผิวหนังสุนัข</p>

บทภาพ	รายละเอียด
 <p>กาฝากที่เกาะอยู่บนกิ่งไม้ของต้นไม้ กาฝากเป็นปรสิตใช้รากเจาะลำต้นของต้นไม้เพื่อดูดน้ำและอาหาร ส่วนต้นไม้เป็นผู้ถูกอาศัยเสียประโยชน์ โดยจะถูกแย่งน้ำกับอาหาร</p>	<p>ฉากรที่ 12 อธิบายเกี่ยวกับกาฝากที่เกาะอยู่บนกิ่งไม้ของต้นไม้</p>
 <p>การล่าเหยื่อ (predation) (+,-) สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ (ผู้ล่า) สิ่งมีชีวิตหนึ่งเสียประโยชน์ (เหยื่อ)</p>	<p>ฉากรที่ 13 อธิบายเกี่ยวกับการล่าเหยื่อ</p>
 <p>สิงโต เป็นผู้ล่า (+) ที่ได้ประโยชน์จากการกินควายป่า</p> <p>ควายป่า เป็นเหยื่อ (-) เสียประโยชน์จากการถูกกินและเสียชีวิตลง</p>	<p>ฉากรที่ 14 อธิบายเกี่ยวกับสิ่งโตไล่จับควายป่า</p>
 <p>งู เป็นผู้ล่า (+) ที่ได้ประโยชน์จากการกินกบ</p> <p>กบ เป็นเหยื่อ (-) เสียประโยชน์จากการถูกกินและเสียชีวิตลง</p>	<p>ฉากรที่ 15 อธิบายเกี่ยวกับงูกำลังกินกบ</p>

บทภาพ	รายละเอียด
	<p>ฉากที่ 16 อธิบายเกี่ยวกับการรักษาสมดุลของธรรมชาติจากการล่าเหยื่อ</p>
	<p>ฉากที่ 17 ช่วงคำถามชวนคิด เป็นคำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions)</p>
	<p>ฉากที่ 18 คำถามข้อที่ 1</p>
	<p>ฉากที่ 19 คำถามข้อที่ 2</p>

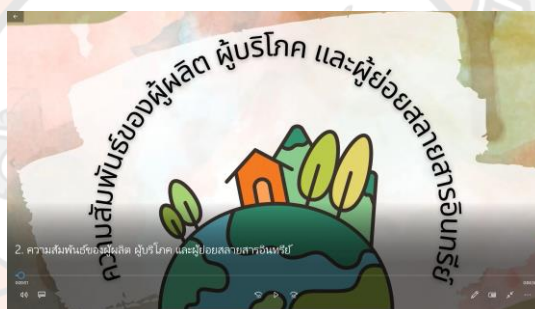
บทภาพ	รายละเอียด
	<p>ฉากที่ 20 ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ</p>



2. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



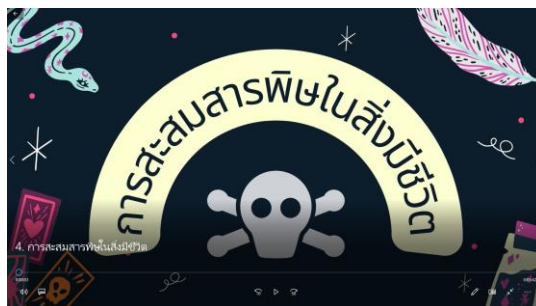
รูปภาพ 2 หน้าปกคลิปวิดีโอ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ



รูปภาพ 3 หน้าปกคลิปวิดีโอ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์



รูปภาพ 4 หน้าปกคลิปวิดีโอ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง การถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต



รูปภาพ 5 หน้าปกคลิปวิดีโอ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง การสื่อสารพิษ
ในสิ่งมีชีวิต



รูปภาพ 6 หน้าปกคลิปวิดีโอ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่าง
สิ่งมีชีวิต

หมายเหตุ คลิปวิดีโอ Microlearning Inquiry Questions ทั้งหมด 5 เรื่อง นำเผยแพร่ไว้ใน
YouTube

3. แบบประเมินความเหมาะสม Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1) แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมิน Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้ที่ทำการวิจัยได้นำผลการประเมินความเหมาะสมไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2) แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 รายการประเมินความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม กำหนดเกณฑ์การวินิจฉัยดังนี้

5	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

3) กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความสำคัญตามความคิดเห็นของท่านที่พิจารณาเห็นว่า เป็นข้อเลือกที่เหมาะสมหากมีข้อคิดเห็นกรุณาเขียนลงในช่องที่กำหนด

ส่วนที่ 1 รายการประเมินความเหมาะสมของสื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
1. เนื้อหา มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2. ความถูกต้องของเนื้อหา					
3. ความเหมาะสมในการจัดเรียงลำดับเนื้อหา					
4. ความทันสมัยของเนื้อหา					
5. การแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหา					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
6. ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหา					
7. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในเนื้อหา					
8. ภาพประกอบสื่อสารความหมายได้ตรงกับเนื้อหา					
ด้านคำถาม					
1. ความเหมาะสมในการจัดเรียงคำถามจากง่ายไปยาก					
2. เป็นประเภทคำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions)					
3. ความถูกต้องของคำถาม					
ด้านคุณภาพสื่อ					
1. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง					
2. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร					
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร					
5. ความเหมาะสมขององค์ประกอบในหน้าจอภาพ					
6. ความเหมาะสมของเสียงประกอบ					
7. ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ตามหลักการของ Microlearning					
8. เนื้อหาสั้น กระชับ ตามหลักการของ Microlearning					
9. มีจุดประสงค์การเรียนรู้เฉพาะตามหลักการของ Microlearning					
10. เข้าถึงง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้ตามหลักการของ Microlearning					

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

4. แบบประเมินความเหมาะสมคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู)

คำชี้แจง

1) แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู) โดยผู้ที่ทำการวิจัยได้นำผลการประเมินความเหมาะสมไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2) แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 รายการประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู)

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม กำหนดเกณฑ์การวินิจฉัยดังนี้

5	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

3) กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความสำคัญตามความคิดเห็นของท่านที่พิจารณาเห็นว่า เป็นข้อเลือกที่เหมาะสมหากมีข้อคิดเห็นกรุณาเขียนลงในช่องที่กำหนด

ส่วนที่ 1 รายการประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู) โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ					
1.1 จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions รายละเอียดชัดเจนและครบถ้วน					
1.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายและถูกต้อง					
2. องค์ประกอบของคู่มือการใช้สื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ					
2.1 องค์ประกอบของคู่มือมีความเหมาะสม					
2.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายและถูกต้อง					
3. คำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ					
3.1 อธิบายคำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions รายละเอียดชัดเจนและครบถ้วน					
3.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง					
4. ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ					
4.1 อธิบายขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions แต่ละขั้นอย่างชัดเจนและครบถ้วน					
4.2 ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ง่ายต่อการปฏิบัติ					
4.3 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง					

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

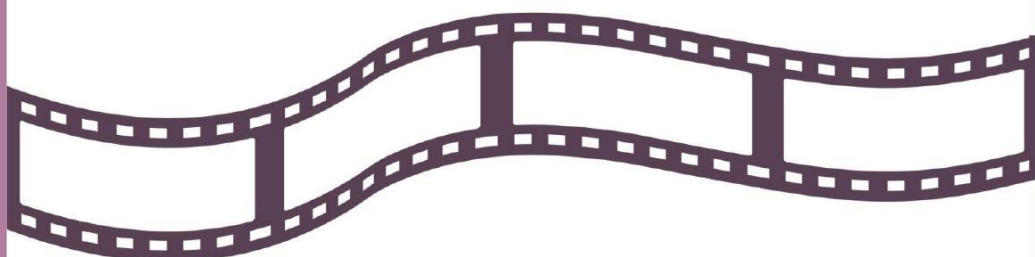
.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

5. คู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู)

คู่มือการใช้

Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ
เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
(สำหรับครู)



นางสาวปาณิสรา สารโกร
สาขาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

คำนำ

คู่มือเล่มนี้สร้างขึ้นเพื่อชี้แจงการใช้สื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้ครูที่จะนำสื่อไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้มีความเข้าใจ สามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

สื่อมุ่งเน้นเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนสามารถใช้ระยะเวลาสั้น ๆ ในการเรียนรู้ และมีคำถามเพื่อการคิดค้นให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่เรียนมาตอบคำถามได้ถูกต้อง

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะมีผลในการพัฒนานักเรียนให้มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นและบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ปาณิสรา สาระไกร

จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

จุดประสงค์หลักของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ คือ เพื่อเสริมสร้าง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และช่วยแก้ปัญหาการเรียนรูปแบบออนไลน์ให้มีประสิทธิภาพ

โดย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทาง วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้มีเนื้อหาสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด ดังนี้

มาตรฐาน ว. 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับ สิ่งมีชีวิตและ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไข ปัญหา สิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ว.1.1 ม.3/1 อธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศที่ได้จากการสำรวจ

ว.1.1 ม.3/2 อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ใน แหล่งที่อยู่เดียวกันได้จากการสำรวจ

ว.1.1 ม.3/3 สร้างแบบจำลองในการอธิบายการถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร

ว.1.1 ม.3/4 อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ

ว.1.1 ม.3/5 อธิบายการสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร

องค์ประกอบของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions

เรื่อง ระบบนิเวศ

องค์ประกอบของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู) ประกอบด้วย

1. คำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ
2. ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ
3. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
4. เฉลยคำถามชวนคิด
5. เฉลยแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์



คำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนต้องศึกษาทำความเข้าใจคู่มือการใช้ ดังนี้

ก่อนการจัดการเรียนรู้

1. ศึกษาคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ (สำหรับครู) อย่างละเอียด
2. ศึกษาความพร้อมของนักเรียน เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
3. ศึกษาแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และการประเมินผล
4. ครูชี้แจงนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อให้เข้าใจจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการเรียนและการประเมินผล
5. ให้นักเรียนศึกษาคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ (สำหรับนักเรียน)
6. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ระหว่างการจัดการเรียนรู้

1. ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ และปฏิบัติตามภารกิจตามบทเรียน โดยนักเรียนสามารถเรียนเวลาไหนก็ได้ จนกว่าจะถึงชั่วโมงเรียนคาบต่อไป
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข้อคำถามชวนคิดแต่ละข้อใน Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ภายในชั้นเรียนหลังนักเรียนเรียนจบ Microlearning Inquiry Questions ในแต่ละเรื่อง
3. ให้ครูและนักเรียนปฏิบัติตามข้อ 1 และ 2 จนครบ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทั้งหมด 5 เรื่อง

หลังการจัดการเรียนรู้

1. หลังจากนักเรียนเรียนครบตามที่กำหนดให้นักเรียน ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
2. ให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่องระบบนิเวศ

ก่อนการจัดการเรียนรู้

ศึกษาคู่่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions (สำหรับครู)

ระหว่างการจัดการเรียนรู้

ครูชี้แจงนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

ให้นักเรียนศึกษาคู่่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ (สำหรับนักเรียน)

ให้นักเรียนทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ให้นักเรียนเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทั้งหมด 5 เรื่อง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข้อความแต่ละข้อใน Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ภายในชั้นเรียนหลังนักเรียนเรียน Microlearning Inquiry Questions ในแต่ละเรื่องจบ

หลังการจัดการเรียนรู้

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
วิชาวิทยาศาสตร์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง ระบบนิเวศ จำนวน 20 ข้อ

คำชี้แจง แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน จำนวน 20 ข้อ

ส่วนที่ 1 เป็นปรนัย 4 ตัวเลือก

ส่วนที่ 2 เป็นการอธิบายเหตุผลสนับสนุนในการเลือกตอบข้อนั้น

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในข้อสอบส่วนที่ 1 ให้ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แล้วให้เขียนอธิบายเหตุผลสนับสนุนในการเลือกตอบข้อนั้นลงในส่วนที่ 2

เช่น ข้อใดมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตน้อยที่สุด

ก. บึงแห่งหนึ่งพบสัตว์น้ำที่บริเวณผิวน้ำจำนวน 30 ชนิดและพบสัตว์น้ำใต้ผิวน้ำอีก 300 ชนิด

ข. อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่พบลิงกังอาศัยอยู่ตามธรรมชาติหลายฝูง แต่ละฝูงมีประชากรประมาณ 160 ตัว

ค. ป่าชายเลนพบพืชและสัตว์ประมาณ 200 ชนิด ตัวอย่างเช่น โกงกาง ต้นแสม ปลาตีนปูแสม

ง. ทุ่งหญ้าสะวันนาในทวีปแอฟริกาพบควายป่า 100 ตัว ม้าลาย 150 ตัว และกวาง 250 ตัวอาศัยอยู่ร่วมกัน

เพราะเหตุใด : เพราะมีชนิดของสิ่งมีชีวิตเพียงชนิดเดียว

1. ข้อใดที่แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่มีชีวิตกับองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ (เชิงบรรยาย)

- ก. นกหลายชนิดทำรังอยู่บนต้นไม้ เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยและเลี้ยงดูลูก
- ข. เห็ดฟางชอบขึ้นอยู่บนฟางข้าว เพราะได้รับธาตุอาหารและความชื้นจากฟางข้าว
- ค. เฟินหลายชนิดเจริญเติบโตได้ดีเมื่อเกาะอยู่บนต้นไม้ใหญ่ เพราะได้รับแสงและอากาศมากกว่าที่พื้นดิน

ง. พืชและสาหร่ายใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์ด้วยแสงและปล่อยแก๊สออกซิเจนออกสู่อากาศ

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

2. ข้อใดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิต (เชิงบรรยาย)

- ก. ค้างคาวเพศผู้และเพศเมียจำนวนมากเกาะอยู่ในถ้ำ
- ข. สาหร่าย ปลาหางนกยูง ลูกน้ำอาศัยอยู่ร่วมกันในสระน้ำ
- ค. โกงกางจำนวนมากต้นขึ้นอยู่บริเวณดินเลนใกล้ปากแม่น้ำ
- ง. ไชลองช้างที่มีช้างหลายครอบครัวอาศัยอยู่ร่วมกันในป่าดิบชื้น

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

3. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของระบบนิเวศประเภทเดียวกัน (เชิงบรรยาย)

- ก. อุณหภูมิ เห็ด พืช
- ข. ความชื้น พืช สัตว์
- ค. แสงสว่าง สัตว์ รา
- ง. อุณหภูมิ แสงสว่าง ความชื้น

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

4. สิ่งมีชีวิตชนิดใดไม่สามารถสร้างอาหารได้ด้วยตนเอง (เชิงทฤษฎี)

- ก. แพลงก์ตอนพืช
- ข. สาหร่าย
- ค. เห็ด
- ง. หญ้า

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

5. สิ่งมีชีวิตกลุ่มใดที่สามารถเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นสารอินทรีย์ได้ (เชิงทฤษฎี)

- ก. พืชสีเขียว
- ข. สัตว์กินพืช
- ค. สัตว์กินเนื้อ
- ง. ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

6. สิ่งมีชีวิตกลุ่มใดมีบทบาทเป็นผู้ผลิต (เชิงบรรยาย)

- ก. มนุษย์
- ข. สาหร่าย
- ค. ไส้เดือน
- ง. สิงโต

เพราะเหตุใด :

.....

.....

7. องค์ประกอบที่มีชีวิตในระบบนิเวศมีบทบาทแตกต่างกัน คืออะไรบ้าง (เชิงบรรยาย)

- ก. ผู้ผลิต, ผู้บริโภค, ผู้กินซาก
- ข. ผู้กินพืช, ผู้กินสัตว์, ผู้กินสัตว์
- ค. ผู้ผลิต, ผู้บริโภค, ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์
- ง. ผู้ผลิต, ผู้บริโภค, ผู้กินสัตว์

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

8. ข้อใดมีทั้งผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้สลายสารอินทรีย์ (เชิงบรรยาย)

- ก. แหนแดง สุน กิ้งกือ
- ข. เฝิร์น ไก่ แร้ง
- ค. เห็ด ปลวก เทาน้ำ
- ง. มอส ไโรแดง ตะไคร่น้ำ

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

9. หญ้า > ตั๊กแตน > กบ > งู ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับโซ่อาหารนี้ (เชิงทฤษฎี)

- ก. ปริมาณพลังงานที่ถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ จะมีปริมาณเท่ากันเสมอ
- ข. กบจะนำพลังงานทั้งหมดที่ได้จากการกินตั๊กแตนไปใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อของตนเอง
- ค. หญ้าเป็นผู้ผลิตที่มีพลังงานสะสมมากที่สุด ส่วนงูเป็นผู้บริโภคที่มีพลังงานสะสมมากที่สุด
- ง. ในการถ่ายทอดพลังงาน พลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกาย และอีกส่วนหนึ่ง สูญเสียไปในรูปความร้อน

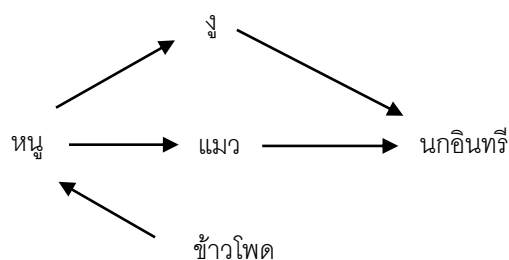
เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

10. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตตามไดอะแกรมด้านล่างนี้เรียกว่าอะไร (เชิงบรรยาย)



- ก. สายใยอาหาร
- ข. วัฏจักรอาหาร
- ค. พีระมิดพลังงาน
- ง. โซ่ออาหาร

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

11. พลังงานชนิดใดสูญเสียไปเสมอในแง่ของการถ่ายทอดพลังงาน (เชิงทฤษฎี)

- ก. พลังงานไฟฟ้า
- ข. พลังงานความร้อน
- ค. พลังงานแสง
- ง. พลังงานจลน์

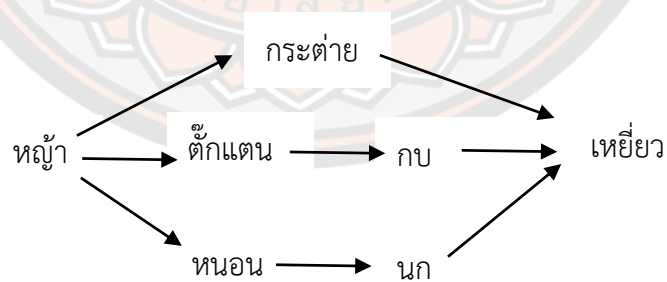
เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

12. พิจารณาตามไดอะแกรมด้านล่าง ข้อใดเป็นผู้บริโภคอันดับสองทั้งหมด (เชิงบรรยาย)



- ก. เหยี่ยว กบ นก
- ข. กระท่าย ตั๊กแตน หนอน
- ค. กระท่าย กบ นก
- ง. หนอน กบ เหยี่ยว

เพราะเหตุใด :

13. สิ่งมีชีวิต A > สิ่งมีชีวิต B > สิ่งมีชีวิต C > สิ่งมีชีวิต D จากห่วงโซ่อาหารที่กำหนดให้ ถ้าสิ่งมีชีวิต C ตายหมด จะเกิดเหตุการณ์ใด (เชิงความสัมพันธ์)

- ก. สิ่งมีชีวิต A มีจำนวนเพิ่มขึ้น และสิ่งมีชีวิต B มีจำนวนลดลง
- ข. สิ่งมีชีวิต B มีจำนวนเพิ่มขึ้น และสิ่งมีชีวิต D มีจำนวนลดลง
- ค. สิ่งมีชีวิต A มีจำนวนเพิ่มขึ้น และสิ่งมีชีวิต D มีจำนวนเพิ่มขึ้น
- ง. สิ่งมีชีวิต B มีจำนวนลดลง และสิ่งมีชีวิต D มีจำนวนลดลง

เพราะเหตุใด :

14. ถ้ามีการฉีดสารพิษในสนามหญ้าทำให้สารพิษนี้ไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของหญ้า ข้อใดเรียงลำดับสิ่งมีชีวิตที่มีโอกาสสะสมสารพิษจากมากไปหาน้อยได้ถูกต้อง (เชิงทฤษฎี)

- ก. กบ > งู > หญ้า
- ข. ตั๊กแตน > กบ > งู
- ค. งู > กบ > ตั๊กแตน
- ง. หญ้า > ตั๊กแตน > งู

เพราะเหตุใด :

15. เมื่อนำเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในสระน้ำทั่วไปมาตรวจหาปริมาณสารกำจัดแมลงชนิดหนึ่งที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ พบว่า มีสารสะสมของสารนี้สูงสุดในปลาช่อนเสมอ แสดงว่าปลาช่อน คือ (เชิงทฤษฎี)

- ก. ผู้บริโภคพืชลำดับแรกของโซ่อาหาร
- ข. ผู้บริโภคทั้งสัตว์และพืช
- ค. ผู้บริโภคสัตว์ลำดับแรกของโซ่อาหาร
- ง. ผู้บริโภคสัตว์ลำดับสุดท้ายของโซ่อาหาร

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

16. ตำลึงใช้มือเกาะยึดตามลำต้นของต้นไม้เพื่อให้ได้รับแสงมากขึ้น ตำลึงกับต้นไม้มีความสัมพันธ์แบบใด (เชิงทฤษฎี)

- ก. ภาวะปรสิต
- ข. การล่าเหยื่อ
- ค. ภาวะอิงอาศัย
- ง. ภาวะพึ่งพากัน

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

17. พยาธิตัวดีดอาศัยอยู่ที่ผนังลำไส้ของสุนัข ดำรงชีวิตโดยการดูดสารอาหารภายในลำไส้ของสุนัข พยาธิตัวดีด กับสุนัขมีความสัมพันธ์แบบใด (เชิงทฤษฎี)

- ก. ภาวะปรสิต
- ข. การล่าเหยื่อ
- ค. ภาวะอิงอาศัย
- ง. ภาวะพึ่งพากัน

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

18. ไส้คน คืออะไร (เชิงบรรยาย)

- ก. รากับสาหร่ายที่อาศัยอยู่ร่วมกัน
- ข. รากับเห็ดที่อาศัยอยู่ร่วมกัน
- ค. เห็ดกับสาหร่ายที่อาศัยอยู่ด้วยกัน
- ง. การอยู่ร่วมกันระหว่าง รา เห็ด และสาหร่าย

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

19. สิ่งมีชีวิตใดที่มีความสัมพันธ์ในการอยู่ร่วมกันเหมือนกับไลเคน (เชิงทฤษฎี)

- ก. พืชต่างที่เกาะกับต้นไม้
- ข. พยาธิตัวติดกับคน
- ค. ฉลามกับเหาฉลาม
- ง. โพรโทซัวในลำไส้ปลวก

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

20. ข้อใดมีความสัมพันธ์แบบ (+,0) (เชิงบรรยาย)

- ก. ภาวะพึ่งพากัน
- ข. ภาวะอิงอาศัย
- ค. ภาวะปรสิต
- ง. ภาวะล่าเหยื่อ

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

เฉลยคำถามชวนคิด

เรื่องที่ 1 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

1. องค์ประกอบของระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กันอย่างไร (3 คะแนน)

แนวคำตอบ ระบบนิเวศมี 2 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบมีชีวิตและไม่มีชีวิต ในระบบนิเวศ มีความสัมพันธ์กัน ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น พืช ต้องการแสง น้ำ และแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ ในการสร้างอาหาร สัตว์ต้องการอาหาร และ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการ ดำรงชีวิตในรูปแบบที่แตกต่างกัน

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
3	อธิบายถูกต้อง ครบถ้วน และชัดเจน
2	อธิบายถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ชัดเจน
1	อธิบายถูกต้อง ไม่ครบถ้วน และไม่ชัดเจน
0	อธิบายไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน และไม่ชัดเจน

2. ประชากรกับกลุ่มสิ่งมีชีวิตเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร (2 คะแนน)

แนวคำตอบ แตกต่างกัน ประชากร คือสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ที่อาศัยอยู่ในแหล่งที่อยู่เดียวกันในช่วงเวลาหนึ่ง ส่วนกลุ่มสิ่งมีชีวิต คือ ประชากรของสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิดที่ อาศัยอยู่ในแหล่งที่อยู่เดียวกันและมีความสัมพันธ์กัน

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
2	คำตอบถูกต้อง และอธิบายได้ชัดเจน
1	คำตอบถูกต้อง แต่อธิบายไม่ชัดเจน
0	คำตอบไม่ถูกต้อง และอธิบายไม่ชัดเจน

เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์

1. ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร (3 คะแนน)

แนวคำตอบ มีความสัมพันธ์กัน เช่น วัฏจักรคาร์บอน พืชเป็นผู้ผลิต ใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างสารประกอบอินทรีย์ซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เก็บไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช เมื่อสิ่งมีชีวิตอื่นมากินพืช สารประกอบอินทรีย์ที่มีคาร์บอนนี้จะถูกถ่ายทอดไปตามลำดับขั้นของการบริโภค หลังจากสิ่งมีชีวิตตายลง บางส่วนจะถูกย่อยสลายโดยผู้ย่อยสลายการอินทรีย์ และส่วนที่ไม่ถูกย่อยสลายจะทับถมกันเป็นเวลานานและเปลี่ยนเป็นซากดึกดำบรรพ์ การหายใจและการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศ และผู้ผลิตหรือพืชจะนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงเกิดการหมุนเวียนต่อเนื่องเป็นวัฏจักร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
3	คำตอบถูกต้อง อธิบายครบถ้วน และชัดเจน
2	คำตอบถูกต้อง อธิบายครบถ้วน แต่ไม่ชัดเจน
1	คำตอบถูกต้อง แต่อธิบายไม่ครบถ้วน และไม่ชัดเจน
0	คำตอบไม่ถูกต้อง อธิบายไม่ครบถ้วน และไม่ชัดเจน

2. ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์แตกต่างกับสัตว์กินซากอย่างไร (2 คะแนน)

แนวคำตอบ ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์และสัตว์กินซากมีความเหมือนกันที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง จำเป็นต้องกิน สิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร รวมทั้งลักษณะของอาหารที่กินคือเป็นซากของสิ่งมีชีวิต แต่มีความแตกต่างตรงที่ผู้ย่อยสลาย สารอินทรีย์จะปล่อยน้ำย่อยออกมาเพื่อย่อยซากสิ่งมีชีวิตแล้วค่อยดูดซึมสารอาหาร ตัวอย่างผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ เช่น แบคทีเรียบางชนิด เห็ดรา ส่วนสัตว์กินซากจะกินซากของสิ่งมีชีวิตและการย่อยสลายเกิดขึ้นภายในร่างกาย เช่น แร้ง

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
2	อธิบายถูกต้อง ครบถ้วน และชัดเจน
1	อธิบายถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ชัดเจน
0	อธิบายไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน และไม่ชัดเจน

เรื่องที่ 3 การถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

1. โഴ่อาหารกับสายใยอาหารต่างกันอย่างไร (2 คะแนน)

แนวคำตอบ โซ่อาหารเป็นการแสดงความสัมพันธ์ของการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ส่วนสายใยอาหารจะประกอบด้วยโซ่อาหารมากกว่าหนึ่งสายซึ่งมีความสัมพันธ์กันซับซ้อนมากกว่าโซ่อาหาร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
2	อธิบายถูกต้อง ครบถ้วน และชัดเจน
1	อธิบายถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ชัดเจน
0	อธิบายไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน และไม่ชัดเจน

2. สหรัย > ปลา > นก จากโซ่อาหารนี้ ปริมาณพลังงานจากสหรัยที่ถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ เปลี่ยนไปอย่างไร (3 คะแนน)

แนวคำตอบ พลังงานที่ถ่ายทอดไปจะลดลงไปตามลำดับขั้นของการบริโภค โดยผู้ผลิต (สหรัย) จะมีพลังงานสะสมในเนื้อเยื่อมากที่สุด ปลาได้รับพลังงานสะสมในเนื้อเยื่อจากผู้ผลิตมากที่สุด ในขณะที่นกได้รับพลังงานสะสมในเนื้อเยื่อจากผู้ผลิตน้อยที่สุด

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
3	อธิบายได้ถูกต้อง ครบถ้วน และชัดเจน
2	อธิบายได้ถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ชัดเจน
1	อธิบายได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน และไม่ชัดเจน
0	คำตอบไม่ถูกต้อง อธิบายไม่ครบถ้วน และไม่ชัดเจน

เรื่องที่ 4 การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิต

1. เพราะเหตุใดผู้บริโภคลำดับที่สูงกว่าจึงมีปริมาณสารพิษสะสมในร่างกายมากกว่าผู้บริโภคลำดับที่ต่ำกว่า (2 คะแนน)

แนวคำตอบ เนื่องจากผู้บริโภคลำดับที่สูงกว่ากินผู้บริโภคที่ต่ำกว่าในจำนวนและปริมาณที่มาก ทำให้มีโอกาสที่สารพิษสะสมในเนื้อเยื่อมากกว่า

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
2	อธิบายถูกต้อง ครบถ้วน และชัดเจน
1	อธิบายถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ชัดเจน
0	อธิบายไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน และไม่ชัดเจน

2. ปริมาณพลังงานที่ถ่ายทอดไปตามลำดับขั้นของการบริโภคแตกต่างจากปริมาณสารพิษที่สะสมในโซ่อาหารหรือไม่ อย่างไร (3 คะแนน)

แนวคำตอบ แตกต่าง เพราะในการถ่ายทอดพลังงาน พลังงานที่ได้จะลดลงไปเรื่อย ๆ ตามลำดับขั้นของการบริโภค ในทางตรงกันข้าม สารพิษจะสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในสิ่งมีชีวิตที่มีลำดับขั้นการบริโภคสูงกว่า

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
3	คำตอบถูกต้อง อธิบายครบถ้วน และชัดเจน
2	คำตอบถูกต้อง อธิบายครบถ้วน แต่ไม่ชัดเจน
1	คำตอบถูกต้อง แต่อธิบายไม่ครบถ้วน และไม่ชัดเจน
0	คำตอบไม่ถูกต้อง อธิบายไม่ครบถ้วน และไม่ชัดเจน

เรื่องที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

1. ภาวะปรสิตกับการล่าเหยื่อเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (2 คะแนน)

แนวคำตอบ การล่าเหยื่อ คือการที่สิ่งมีชีวิตหนึ่งกินสิ่งมีชีวิตหนึ่งโดยตรง ซึ่งทำให้สิ่งมีชีวิตที่เป็นเหยื่อตายลง ส่วนภาวะปรสิต สิ่งมีชีวิตที่เป็นปรสิตจะเบียดเบียนเอาอาหารหรือสารอาหารจากเจ้าบ้าน โดยไม่ได้ทำให้ สิ่งมีชีวิตเจ้าบ้านตายลงในทันที แต่ความสัมพันธ์ทั้งสองแบบก็เหมือนกันตรงที่สิ่งมีชีวิตหนึ่งได้ประโยชน์ ขณะที่สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเสียประโยชน์

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
2	อธิบายถูกต้อง ครบถ้วน และชัดเจน
1	อธิบายถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ชัดเจน
0	อธิบายไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน และไม่ชัดเจน

2. จากความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตทั้ง 4 รูปแบบลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตมีกี่กลุ่ม และสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์กันอย่างไร (3 คะแนน)

แนวคำตอบ ความสัมพันธ์มีทั้งหมด 3 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่มที่ 1 คือ สิ่งมีชีวิตหนึ่งทั้งสองชนิดได้ประโยชน์ (+ , +)
- กลุ่มที่ 2 คือ สิ่งมีชีวิตหนึ่งได้ประโยชน์และสิ่งมีชีวิตหนึ่งไม่เสียหรือได้ประโยชน์ (+ , 0)
- กลุ่มที่ 3 คือ สิ่งมีชีวิตหนึ่งได้ประโยชน์ และสิ่งมีชีวิตหนึ่งเสียประโยชน์ (+ , -)

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำอธิบาย
3	คำตอบถูกต้อง อธิบายครบถ้วน และชัดเจน
2	คำตอบถูกต้อง อธิบายครบถ้วน แต่ไม่ชัดเจน
1	คำตอบถูกต้อง แต่อธิบายไม่ครบถ้วน และไม่ชัดเจน
0	คำตอบไม่ถูกต้อง อธิบายไม่ครบถ้วน และไม่ชัดเจน

เฉลยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง ระบบนิเวศ จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่ 1 ตอบ ง. พืชและสาหร่ายใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์ด้วยแสงและปล่อยแก๊สออกซิเจนออกสู่อากาศ

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - พืชและสาหร่ายที่เป็นองค์ประกอบที่มีชีวิตใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตในการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหาร
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผลหรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 2 ตอบ ข. สาหร่าย ปลาหางนกยูง ลูกน้ำอาศัยอยู่ร่วมกันในสระน้ำ

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - มีสิ่งมีชีวิตมากกว่าหนึ่งชนิดอาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่เดียวกัน
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผลหรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 3 ตอบ ง. อุณหภูมิ แสงสว่าง ความชื้น

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อุณหภูมิ แสงสว่าง และความชื้น เป็นองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตเหมือนกัน
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผลหรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 4 ตอบ ค. เห็น

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - เห็นเป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งดำรงชีวิตโดยการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตให้เป็นสารอาหารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กลง แล้วดูดซึมสารอาหารไปใช้
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผลหรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 5 ตอบ ก. พีชสีเขียว

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - ผู้ผลิตคือสิ่งมีชีวิตที่มีความสามารถในการสร้างอาหารได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยกระบวนการทางชีวเคมีเพื่อเปลี่ยนสารอนินทรีย์ให้กลายเป็นสารอินทรีย์ จากนั้นก็กลายเป็นอาหารให้แก่ผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายต่อไป
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผลหรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 6 ตอบ ข. สาหร่าย

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - ผู้ผลิตเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้เองโดยใช้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งสาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีคลอโรฟิลล์สำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผลหรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 7 ตอบ ค. ผู้ผลิต, ผู้บริโภค, ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศต้องการอาหารเพื่อการดำรงชีวิต บางชนิดมีบทบาทในการสร้างอาหาร คือ ผู้ผลิต บางชนิดกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร คือ ผู้บริโภค และบางชนิดเป็นผู้ย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิต คือ ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผล หรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 8 ตอบ ข. เฟิร์น ไม้ แร้ง

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - เฟิร์นเป็นพืชที่สามารถสร้างอาหารได้ด้วย ตนเอง ไม้เป็นสิ่งมีชีวิตกินพืชและสัตว์ และแร้ง เป็นสัตว์กินซาก
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่ สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผล หรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 9 ตอบ ง. ในการถ่ายทอดพลังงาน พลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกายและอีกส่วนหนึ่ง สูญเสียไปในรูปความร้อน

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - ในการถ่ายทอดพลังงาน พลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกายและอีกส่วนหนึ่งสูญเสียไปในรูปความร้อน
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผลหรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 10 ตอบ ก. สายใยอาหาร

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในการถ่ายทอดพลังงานในโซ่อาหารหลายสายที่สัมพันธ์ซับซ้อนเรียกว่า สายใยอาหาร

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผลหรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 11 ตอบ ข. พลังงานความร้อน

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - เพราะในการถ่ายเทพลังงาน พลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกายและอีกส่วนหนึ่งสูญเสียไปในรูปความร้อน
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผล หรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 12 ตอบ ก. เขี้ยว กบ นก

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - แต่ละโซ่อาหาร ผู้ผลิตคือหญ้า ผู้บริโภคอันดับที่ หนึ่งคือ กระจง ตั๊กแตน หนอน และผู้บริโภค อันดับสองคือ เขี้ยว กบ นก
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่ สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผล หรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 13 ตอบ ข. สิ่งมีชีวิต B มีจำนวนเพิ่มขึ้น และสิ่งมีชีวิต D มีจำนวนลดลง

ระดับบัณฑิตทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
<p>มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)</p>	<p>- คำตอบถูก เหตุผล - เมื่อสิ่งมีชีวิต C ตายลง จะไม่มีผู้บริโภคลำดับที่ 3 จึงทำให้จำนวนของสิ่งมีชีวิต B เพิ่มขึ้น และเมื่อสิ่งมีชีวิต C ที่เป็นอาหารของสิ่งมีชีวิต D ตายลง สิ่งมีชีวิต D จึงไม่มีอาหารในการดำรงชีวิต จึงทำให้จำนวนของสิ่งมีชีวิต D ลดลง</p>
<p>มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)</p>	<p>- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์</p>
<p>มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)</p>	<p>- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง</p>
<p>ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)</p>	<p>- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผลหรือเขียนทวนคำถาม</p>

ข้อที่ 14 ตอบ ค. $g > gb > ตั๊กแตน$

ระดับบัณฑิตทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
<p>มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)</p>	<p>- คำตอบถูก เหตุผล - ปริมาณสารพิษจะสะสมในสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้นตามลำดับของการบริโภคเนื่องจากผู้บริโภคลำดับที่สูงกว่าจะกินผู้ผลิตหรือผู้บริโภคลำดับต่ำกว่าในปริมาณมาก</p>

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผลหรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 15 ตอบ ง. ผู้บริโภคสัตว์ลำดับสุดท้ายของโซ่อาหาร

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - ปริมาณสารพิษจะสะสมในสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้นตามลำดับของการบริโภคเนื่องจากผู้บริโภคลำดับที่สูงกว่าจะกินผู้ผลิตหรือผู้บริโภคในลำดับต่ำกว่าในปริมาณมาก
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผล หรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 16 ตอบ ค. ภาวะอิงอาศัย

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - ต่ำถึงได้ประโยชน์ แต่ต้นไม้ไม่ได้และไม่เสีย ประโยชน์
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผล หรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 17 ตอบ ก. ภาวะปรสิต

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - พยาธิตัวตืดอาศัยอยู่ในตัวของสุนัขและได้รับ อาหารจากสุนัข ส่วนสุนัขเสียประโยชน์จากการถูก แย่งอาหารแต่ไม่ถึงขั้นเสียชีวิต
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่ สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผล หรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 18 ตอบ ก. รากับสาหร่ายที่อาศัยอยู่ร่วมกัน

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - ไลเคนเป็นการอยู่ร่วมกันของรากับสาหร่าย โดย ราจะได้รับสารอาหารจากสาหร่าย ส่วนสาหร่ายจะ ได้รับความชื้นจากรา

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผลหรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 19 ตอบ ง. โพรโทซัวในลำไส้ปลวก

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - ภายในโพรโทซัวจะมีแบคทีเรียที่สามารถสร้างเอนไซม์เซลลูเลสที่สามารถย่อยไม้ให้ปลวก ส่วนปลวกจะให้ที่อยู่อาศัยและอาหารซึ่งก็คือเซลลูโลสแก่โพรโทซัว เรียกกระบวนการความสัมพันธ์นี้ว่า ภาวะพึ่งพากัน
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง
ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)	- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผลหรือเขียนทวนคำถาม

ข้อที่ 20 ตอบ ข. ภาวะอิงอาศัย

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (3 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - เครื่องหมาย + หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่ได้ประโยชน์ เครื่องหมาย 0 หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ ซึ่งภาวะอิงอาศัย เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ ส่วนอีกชนิดไม่ได้และไม่เสียประโยชน์
มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ (2 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญเรื่องนั้น ๆ ไม่ครบสมบูรณ์
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (1 คะแนน)	- คำตอบถูก เหตุผล - อธิบายเหตุผลมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง

ระดับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวคำตอบ
<p>ความเข้าใจผิด (0 คะแนน)</p>	<p>- คำตอบถูกหรือผิด เหตุผล - อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่เขียนอธิบายเหตุผล หรือเขียนทวนคำถาม</p>



6. แบบประเมินความเหมาะสมคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับนักเรียน) คำชี้แจง

1) แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู) โดยผู้ที่ทำการวิจัยได้นำผลการประเมินความเหมาะสมไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2) แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 รายการประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู)

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม กำหนดเกณฑ์การวินิจฉัยดังนี้

5	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

3) กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความสำคัญตามความคิดเห็นของท่านที่พิจารณาเห็นว่า เป็นข้อเลือกที่เหมาะสมหากมีข้อคิดเห็นกรุณาเขียนลงในช่องที่กำหนด

ส่วนที่ 1 รายการประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู) โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ					
1.1 จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions รายละเอียดชัดเจนและครบถ้วน					
1.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายและถูกต้อง					
2. องค์ประกอบของคู่มือการใช้สื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ					
2.1 องค์ประกอบของคู่มือมีความเหมาะสม					
2.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายและถูกต้อง					
3. คำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ					
3.1 อธิบายคำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions รายละเอียดชัดเจนและครบถ้วน					
3.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง					
4. ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ					
4.1 อธิบายขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions แต่ละขั้นอย่างชัดเจนและครบถ้วน					
4.2 ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ง่ายต่อการปฏิบัติ					
4.3 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง					

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

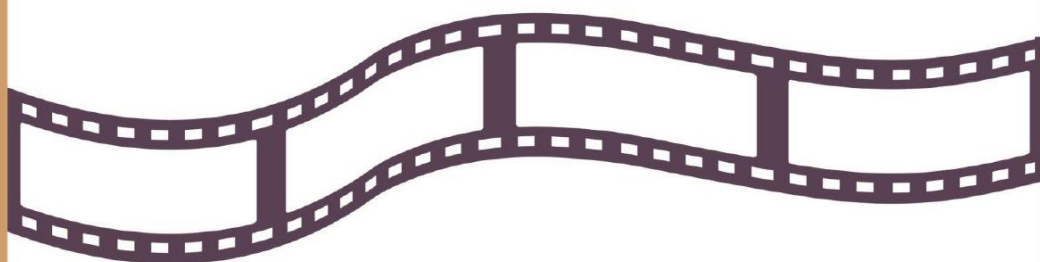
.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

7. คู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับนักเรียน)

คู่มือการใช้

**Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ
เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
(สำหรับนักเรียน)**



**นางสาวปาณิสรา สาระไกร
สาขาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**

คำนำ

คู่มือเล่มนี้สร้างขึ้นเพื่อชี้แจงการใช้สื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้นักเรียนที่นำเสนอไปใช้ในการเรียนรู้ให้มีความเข้าใจ สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สื่อมุ่งเน้นเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนสามารถใช้ระยะเวลาสั้น ๆ ในการเรียนรู้ และมีคำถามเพื่อการคิดค้นให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่เรียนมาตอบคำถามได้ถูกต้อง

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะมีผลในการพัฒนานักเรียนให้มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นและบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ปาณิสรา สาระไกร

จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

จุดประสงค์หลักของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ คือ เพื่อเสริมสร้าง
 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และช่วยแก้ปัญหาการเรียนรูปแบบออนไลน์ให้มีประสิทธิภาพ

โดย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทาง
 วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้มีเนื้อหาสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด ดังนี้

มาตรฐาน ว. 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับ
 สิ่งมีชีวิตและ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอด
 พลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบ
 ที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไข
 ปัญหาสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ว.1.1 ม.3/1 อธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศที่ได้จากการสำรวจ

ว.1.1 ม.3/2 อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ในแหล่งที่
 อยู่เดียวกันได้จากการสำรวจ

ว.1.1 ม.3/3 สร้างแบบจำลองในการอธิบายการถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร

ว.1.1 ม.3/4 อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ

ว.1.1 ม.3/5 อธิบายการสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร

องค์ประกอบของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Question

เรื่อง ระบบนิเวศ

องค์ประกอบของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับนักเรียน) ประกอบด้วย

1. คำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ
2. ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ
3. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
4. แบบประเมินความพึงพอใจ



คำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Question เรื่อง ระบบนิเวศ

Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เพื่อให้การเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions มีประสิทธิภาพ นักเรียนต้องดำเนินการ ดังนี้

ก่อนการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนตั้งใจฟังคำชี้แจงเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อให้เข้าใจจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการเรียนและการประเมินผล
2. นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ
3. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

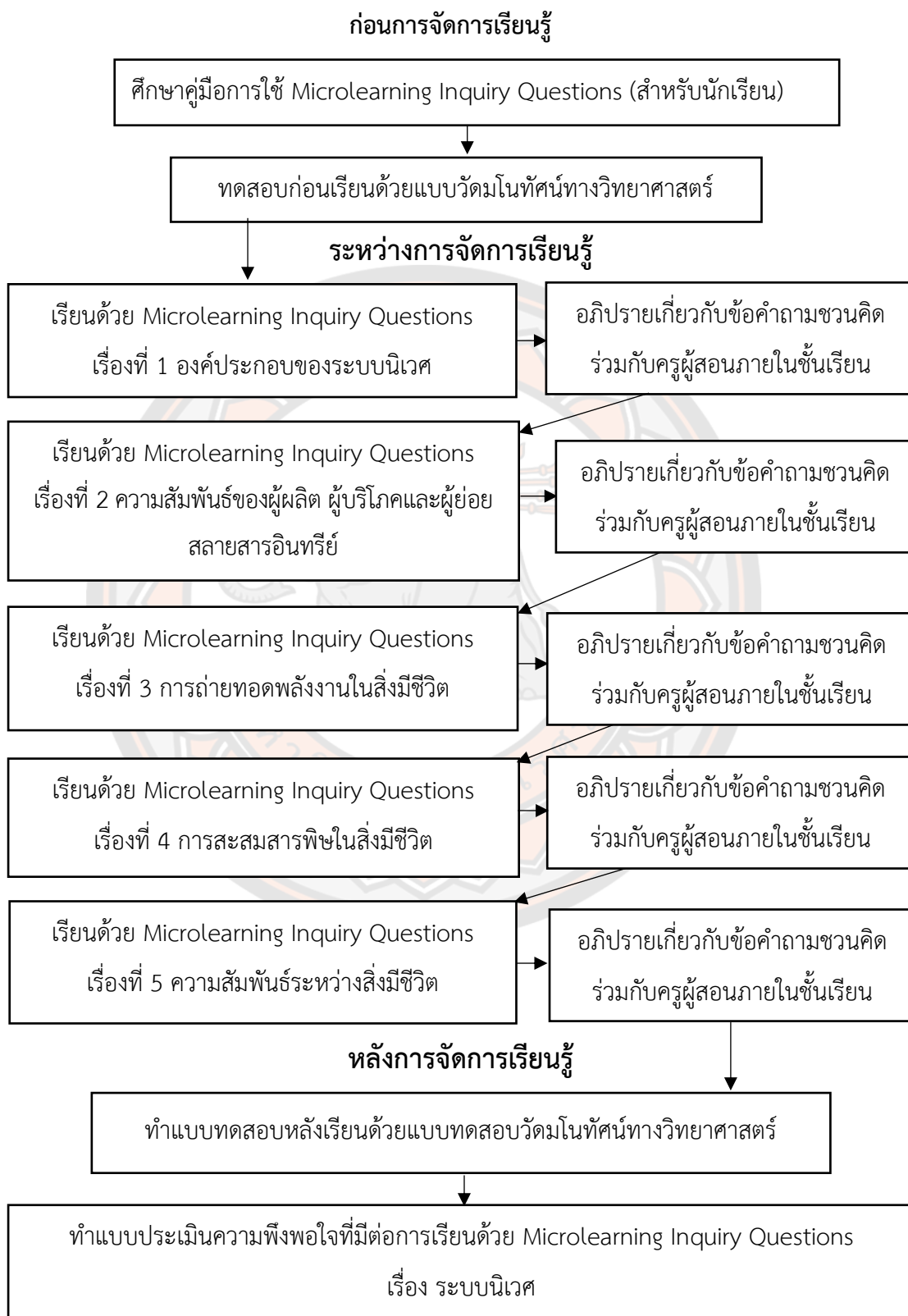
ระหว่างการจัดการเรียนรู้

1. ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ประกอบไปด้วย 5 เรื่องย่อย ได้แก่
 - เรื่องที่ 1 องค์ประกอบของระบบนิเวศ
 - เรื่องที่ 2 ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์
 - เรื่องที่ 3 การถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต
 - เรื่องที่ 4 การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิต
 - เรื่องที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต
2. นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความตั้งใจ

หลังการจัดการเรียนรู้

1. ทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
2. ทำแบบประเมินความพึงพอใจ

ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Question เรื่อง ระบบนิเวศ



แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
วิชาวิทยาศาสตร์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง ระบบนิเวศ จำนวน 20 ข้อ

คำชี้แจง แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน จำนวน 20 ข้อ

ส่วนที่ 1 เป็นปรนัย 4 ตัวเลือก

ส่วนที่ 2 เป็นการอธิบายเหตุผลสนับสนุนในการเลือกตอบข้อนั้น

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในข้อสอบส่วนที่ 1 ให้ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แล้วให้เขียนอธิบายเหตุผลสนับสนุนในการเลือกตอบข้อนั้นลงในส่วนที่ 2

เช่น ข้อใดมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตน้อยที่สุด

ก. บึงแห่งหนึ่งพบสัตว์น้ำที่บริเวณผิวน้ำจำนวน 30 ชนิดและพบสัตว์น้ำใต้ผิวน้ำอีก 300 ชนิด

ข. อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่พบลิงกังอาศัยอยู่ตามธรรมชาติหลายฝูง แต่ละฝูงมีประชากรประมาณ 160 ตัว

ค. ป่าชายเลนพบพืชและสัตว์ประมาณ 200 ชนิด ตัวอย่างเช่น โกงกาง ต้นแสม ปลาตีนปูแสม

ง. ทุ่งหญ้าสะวันนาในทวีปแอฟริกาพบควายป่า 100 ตัว ม้าลาย 150 ตัว และกวาง 250 ตัวอาศัยอยู่ร่วมกัน

เพราะเหตุใด : เพราะมีชนิดของสิ่งมีชีวิตเพียงชนิดเดียว

1. ข้อใดที่แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่มีชีวิตกับองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ (เชิงบรรยาย)

- ก. นกหลายชนิดทำรังอยู่บนต้นไม้ เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยและเลี้ยงดูลูก
- ข. เห็ดฟางชอบขึ้นอยู่บนฟางข้าว เพราะได้รับธาตุอาหารและความชื้นจากฟางข้าว
- ค. เฟินหลายชนิดเจริญเติบโตได้ดีเมื่อเกาะอยู่บนต้นไม้ใหญ่ เพราะได้รับแสงและอากาศมากกว่าที่พื้นดิน

ง. พืชและสาหร่ายใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์ด้วยแสงและปล่อยแก๊สออกซิเจนออกสู่อากาศ

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

2. ข้อใดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิต (เชิงบรรยาย)

- ก. ค้างคาวเพศผู้และเพศเมียจำนวนมากเกาะอยู่ในถ้ำ
- ข. สาหร่าย ปลาหางนกยูง ลูกน้ำอาศัยอยู่ร่วมกันในสระน้ำ
- ค. โกงกางจำนวนมากต้นขึ้นอยู่บริเวณดินเลนใกล้ปากแม่น้ำ
- ง. ไชลองช้างที่มีช้างหลายครอบครัวอาศัยอยู่ร่วมกันในป่าดิบชื้น

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

3. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของระบบนิเวศประเภทเดียวกัน (เชิงบรรยาย)

- ก. อุณหภูมิ เห็ด พืช
- ข. ความชื้น พืช สัตว์
- ค. แสงสว่าง สัตว์ รา
- ง. อุณหภูมิ แสงสว่าง ความชื้น

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

4. สิ่งมีชีวิตชนิดใดไม่สามารถสร้างอาหารได้ด้วยตนเอง (เชิงทฤษฎี)

- ก. แพลงก์ตอนพืช
- ข. สาหร่าย
- ค. เห็ด
- ง. หญ้า

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

5. สิ่งมีชีวิตกลุ่มใดที่สามารถเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นสารอินทรีย์ได้ (เชิงทฤษฎี)

- ก. พืชสีเขียว
- ข. สัตว์กินพืช
- ค. สัตว์กินเนื้อ
- ง. ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

6. สิ่งมีชีวิตกลุ่มใดมีบทบาทเป็นผู้ผลิต (เชิงบรรยาย)

- ก. มนุษย์
- ข. สาหร่าย
- ค. ไส้เดือน
- ง. สิงโต

เพราะเหตุใด :

.....

.....

7. องค์ประกอบที่มีชีวิตในระบบนิเวศมีบทบาทแตกต่างกัน คืออะไรบ้าง (เชิงบรรยาย)

- ก. ผู้ผลิต, ผู้บริโภค, ผู้กินซาก
- ข. ผู้กินพืช, ผู้กินสัตว์, ผู้กินสัตว์
- ค. ผู้ผลิต, ผู้บริโภค, ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์
- ง. ผู้ผลิต, ผู้บริโภค, ผู้กินสัตว์

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

8. ข้อใดมีทั้งผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้สลายสารอินทรีย์ (เชิงบรรยาย)

- ก. แหนแดง สุน กิ้งกือ
- ข. เฝิร์น ไก่ แร้ง
- ค. เห็ด ปลวก เทาน้ำ
- ง. มอส ไรแดง ตะไคร่น้ำ

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

9. หญ้า > ตั๊กแตน > กบ > งู ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับโซ่อาหารนี้ (เชิงทฤษฎี)

- ก. ปริมาณพลังงานที่ถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ จะมีปริมาณเท่ากันเสมอ
- ข. กบจะนำพลังงานทั้งหมดที่ได้จากการกินตั๊กแตนไปใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อของตนเอง
- ค. หญ้าเป็นผู้ผลิตที่มีพลังงานสะสมมากที่สุด ส่วนงูเป็นผู้บริโภคที่มีพลังงานสะสมมากที่สุด
- ง. ในการถ่ายทอดพลังงาน พลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกาย และอีกส่วนหนึ่ง สูญเสียไปในรูปความร้อน

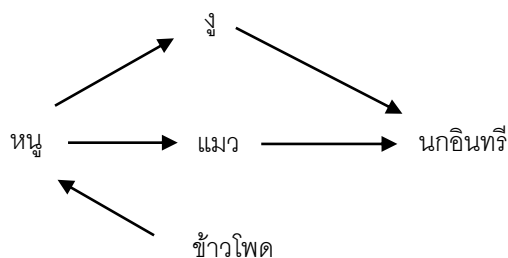
เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

10. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตตามไดอะแกรมด้านล่างนี้เรียกว่าอะไร (เชิงบรรยาย)



- ก. สายใยอาหาร
- ข. วัฏจักรอาหาร
- ค. พีระมิดพลังงาน
- ง. โซ่ออาหาร

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

11. พลังงานชนิดใดสูญหายไปเสมอในแง่ของการถ่ายทอดพลังงาน (เชิงทฤษฎี)

- ก. พลังงานไฟฟ้า
- ข. พลังงานความร้อน
- ค. พลังงานแสง
- ง. พลังงานจลน์

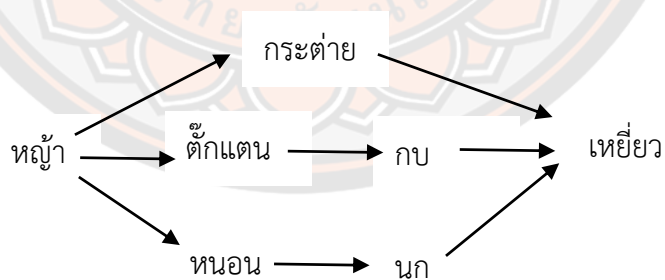
เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

12. พิจารณาตามไดอะแกรมด้านล่าง ข้อใดเป็นผู้บริโภคอันดับสองทั้งหมด (เชิงบรรยาย)



- ก. เหยี่ยว กบ นก
- ข. กระต่าย ตั๊กแตน หนอน
- ค. กระต่าย กบ นก
- ง. หนอน กบ เหยี่ยว

เพราะเหตุใด :

13. สิ่งมีชีวิต A > สิ่งมีชีวิต B > สิ่งมีชีวิต C > สิ่งมีชีวิต D จากห่วงโซ่อาหารที่กำหนดให้ ถ้าสิ่งมีชีวิต C ตายหมด จะเกิดเหตุการณ์ใด (เชิงความสัมพันธ์)

- ก. สิ่งมีชีวิต A มีจำนวนเพิ่มขึ้น และสิ่งมีชีวิต B มีจำนวนลดลง
- ข. สิ่งมีชีวิต B มีจำนวนเพิ่มขึ้น และสิ่งมีชีวิต D มีจำนวนลดลง
- ค. สิ่งมีชีวิต A มีจำนวนเพิ่มขึ้น และสิ่งมีชีวิต D มีจำนวนเพิ่มขึ้น
- ง. สิ่งมีชีวิต B มีจำนวนลดลง และสิ่งมีชีวิต D มีจำนวนลดลง

เพราะเหตุใด :

14. ถ้ามีการฉีดสารพิษในสนามหญ้าทำให้สารพิษนี้ไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของหญ้า ข้อใดเรียงลำดับสิ่งมีชีวิตที่มีโอกาสสะสมสารพิษจากมากไปหาน้อยได้ถูกต้อง (เชิงทฤษฎี)

- ก. กบ > งู > หญ้า
- ข. ตั๊กแตน > กบ > งู
- ค. งู > กบ > ตั๊กแตน
- ง. หญ้า > ตั๊กแตน > งู

เพราะเหตุใด :

15. เมื่อนำเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในสระน้ำทั่วไปมาตรวจหาปริมาณสารกำจัดแมลงชนิดหนึ่งที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ พบว่า มีสารสะสมของสารนี้สูงสุดในปลาช่อนเสมอ แสดงว่าปลาช่อน คือ (เชิงทฤษฎี)

- ก. ผู้บริโภคพืชลำดับแรกของโซ่อาหาร
- ข. ผู้บริโภคทั้งสัตว์และพืช
- ค. ผู้บริโภคสัตว์ลำดับแรกของโซ่อาหาร
- ง. ผู้บริโภคสัตว์ลำดับสุดท้ายของโซ่อาหาร

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

16. ตำลึงใช้มือเกาะยึดตามลำต้นของต้นไม้เพื่อให้ได้รับแสงมากขึ้น ตำลึงกับต้นไม้มีความสัมพันธ์แบบใด (เชิงทฤษฎี)

- ก. ภาวะปรสิต
- ข. การล่าเหยื่อ
- ค. ภาวะอิงอาศัย
- ง. ภาวะพึ่งพากัน

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

17. พยาธิตัวดีดอาศัยอยู่ที่ผนังลำไส้ของสุนัข ดำรงชีวิตโดยการดูดสารอาหารภายในลำไส้ของสุนัข พยาธิตัวดีด กับสุนัขมีความสัมพันธ์แบบใด (เชิงทฤษฎี)

- ก. ภาวะปรสิต
- ข. การล่าเหยื่อ
- ค. ภาวะอิงอาศัย
- ง. ภาวะพึ่งพากัน

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

18. ไส้คน คืออะไร (เชิงบรรยาย)

- ก. รากับสาหร่ายที่อาศัยอยู่ร่วมกัน
- ข. รากับเห็ดที่อาศัยอยู่ร่วมกัน
- ค. เห็ดกับสาหร่ายที่อาศัยอยู่ด้วยกัน
- ง. การอยู่ร่วมกันระหว่าง รา เห็ด และสาหร่าย

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

19. สิ่งมีชีวิตใดที่มีความสัมพันธ์ในการอยู่ร่วมกันเหมือนกับไลเคน (เชิงทฤษฎี)

- ก. พืชต่างที่เกาะกับต้นไม้
- ข. พยาธิตัวติดกับคน
- ค. ฉลามกับเหาฉลาม
- ง. โพรโทซัวในลำไส้ปลวก

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

20. ข้อใดมีความสัมพันธ์แบบ (+,0) (เชิงบรรยาย)

- ก. ภาวะพึ่งพากัน
- ข. ภาวะอิงอาศัย
- ค. ภาวะปรสิต
- ง. ภาวะล่าเหยื่อ

เพราะเหตุใด :

.....

.....

.....

**แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ**

คำชี้แจง แบบประเมินฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ส่วนที่ 1 รายการประเมินประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยทำ ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับพึงพอใจของท่านมากที่สุด

กำหนดเกณฑ์การวินิจฉัยดังนี้

5	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจมากที่สุด
4	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจมาก
3	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจปานกลาง
2	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจน้อย
1	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกกระตือรือร้น					
2. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนเกิดความตั้งใจ					
3. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกเต็มใจที่จะเรียน					
4. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสนุกสนาน					
5. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกอยากเรียน					
6. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
7. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมกับบทเรียน					
8. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสามารถศึกษาและทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง					
9. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าเดิม					
10. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว					
11. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้การเรียนรู้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่สำหรับนักเรียน					
12. ระยะเวลาในการศึกษา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มีความเหมาะสม					
13. นักเรียนได้รับความรู้และประโยชน์จากการเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ					
14. ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ โดยภาพรวม					
15. นักเรียนชอบเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มากกว่าวิธีการเรียนแบบทั่วไป					

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

8. แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยของสื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ของการประเมินข้อสอบ โดยสอบถามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญว่าข้อสอบมีความเหมาะสมหรือไม่

ส่วนที่ 1 แบบประเมินความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดและประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยทำ ✓ ลงในช่องว่างตามความคิดเห็นของท่าน

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดและประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดและประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

ให้คะแนน -1 เมื่อเห็นว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดและประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนนประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1. อธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ	1. ข้อใดที่แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่มีชีวิตกับองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ (เชิงบรรยาย) ก. นกหลายชนิดทำรังอยู่บนต้นไม้ เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยและเลี้ยงดูลูก ข. เห็ดฟางชอบขึ้นอยู่บนฟางข้าว เพราะได้รับธาตุอาหารและความชื้นจากฟางข้าว				

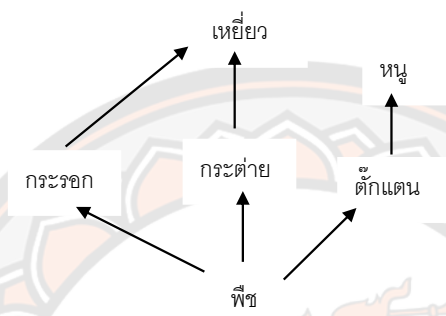
จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน ประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
2. อธิบาย ความสัมพันธ์ ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อย สลาย สารอินทรีย์	9. สิ่งมีชีวิตกลุ่มใดมีบทบาทเป็นผู้ผลิต (เชิงบรรยาย) ก. มนุษย์ ข. สาหร่าย ค. ไส้เดือน ง. สิงโต เฉลย ข. เพราะผู้ผลิตเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้าง อาหารได้เอง โดยใช้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งสาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีคลอโรฟิลล์สำหรับใช้ในการ สังเคราะห์ด้วยแสง				
	10. ผู้บริโภคข้อใดต่างจากพวก (เชิงบรรยาย) ก. ม้า ข. ลิง ค. วัว ง. กวาง เฉลย ข. เพราะลิงเป็นสิ่งมีชีวิตกินพืชและสัตว์				
	11. องค์ประกอบที่มีชีวิตในระบบนิเวศมีบทบาท แตกต่างกัน คืออะไรบ้าง (เชิงบรรยาย) ก. ผู้ผลิต, ผู้บริโภค, ผู้กินซาก ข. ผู้กินพืช, ผู้กินสัตว์, ผู้กินสัตว์ ค. ผู้ผลิต, ผู้บริโภค, ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ง. ผู้ผลิต, ผู้บริโภค, ผู้กินสัตว์ เฉลย ค. เพราะสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศต้องการอาหาร เพื่อการดำรงชีวิต บางชนิดมีบทบาทในการสร้าง อาหาร คือ ผู้ผลิต บางชนิดกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร คือ ผู้บริโภค และบางชนิดเป็นผู้ย่อยสลายซาก สิ่งมีชีวิต คือ ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน ประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
2. อธิบาย ความสัมพันธ์ ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อย สลาย สารอินทรีย์	12. ข้อใดมีทั้งผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้สลาย สารอินทรีย์ (เชิงบรรยาย) ก. แหนแดง สุน กิ้งกือ ข. เฟอร์น ไก่ แร้ง ค. เห็ด ปลวก เเทนน้า ง. มอส ไโรแดง ตะไคร่น้ำ เฉลย ข. เพราะเฟอร์นเป็นพืชที่สามารถสร้างอาหารได้ ด้วยตนเอง ไก่เป็นสิ่งมีชีวิตกินพืชและสัตว์ และแร้ง เป็นสัตว์กินซาก				
3. อธิบาย การถ่ายทอด พลังงานใน สิ่งมีชีวิต	13. หญ้า > ตั๊กแตน > กบ > งู ข้อใดกล่าวถูกต้อง เกี่ยวกับโซ่อาหารนี้ (เชิงทฤษฎี) ก. ปริมาณพลังงานที่ถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคลำดับ ต่าง ๆ จะมีปริมาณเท่ากันเสมอ ข. กบจะนำพลังงานทั้งหมดที่ได้จากการกินตั๊กแตน ไปใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อของตนเอง ค. หญ้าเป็นผู้ผลิตที่มีพลังงานสะสมมากที่สุด ส่วน งูเป็นผู้บริโภคที่มีพลังงานสะสมมากที่สุด ง. ในการถ่ายทอดพลังงาน พลังงานส่วนหนึ่งจะ สูญเสียไปกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกายและ อีกส่วนหนึ่ง สูญเสียไปในรูปความร้อน เฉลย ง. เพราะในการถ่ายทอดพลังงาน พลังงานส่วน หนึ่งจะสูญเสียไปกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของ ร่างกายและอีกส่วนหนึ่งสูญเสียไปในรูปความร้อน				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน ประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
3. อธิบาย การ ถ่ายทอด พลังงานใน สิ่งมีชีวิต	<p>14. หญ้า > ตั๊กแตน > กบ > งู ข้อใดเรียงลำดับปริมาณพลังงานที่สะสมในสิ่งมีชีวิตของโซ่อาหารนี้จากมากไปหาน้อยได้ถูกต้อง (เชิงทฤษฎี)</p> <p>ก. งู - กบ - ตั๊กแตน - หญ้า ข. หญ้า - ตั๊กแตน - กบ - งู ค. ตั๊กแตน - หญ้า - งู - กบ ง. งู - กบ - หญ้า - ตั๊กแตน</p> <p>เฉลย ข. เพราะพลังงานสะสมจะอยู่ที่ผู้ผลิตมากที่สุดและผู้บริโภคที่มีลำดับขั้นการบริโภคที่ต่ำกว่าจะได้รับพลังงานสะสมมากกว่าผู้บริโภคที่อยู่ในลำดับที่สูงกว่าเสมอ</p>				
	<p>15. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตตามไดอะแกรมด้านล่างนี้เรียกว่าอะไร (เชิงบรรยาย)</p> <pre> graph LR A[หญ้] --> B[แมว] A --> C[นกอินทรี] B --> C D[ข้าวโพด] --> C </pre> <p>ก. สายใยอาหาร ข. วัฏจักรอาหาร ค. พีระมิดพลังงาน ง. ห่วงโซ่อาหาร</p> <p>เฉลย ก. เพราะความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในการถ่ายทอดพลังงานในโซ่อาหารหลายสายที่สัมพันธ์ซับซ้อน เรียกว่า สายใยอาหาร</p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน ประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
3. อธิบาย การ ถ่ายทอด พลังงานใน สิ่งมีชีวิต	<p>16. พลังงานชนิดใดสูญเสียไปเสมอในแง่ของการถ่ายทอดพลังงาน (เชิงทฤษฎี)</p> <p>ก. พลังงานเคมี ข. พลังงานความร้อน ค. พลังงานแสง ง. พลังงานจลน์</p> <p>เฉลย ข. เพราะในการถ่ายทอดพลังงาน พลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกายและอีกส่วนหนึ่งสูญเสียไปในรูปความร้อน</p>				
	<p>17. พิจารณาตามไดอะแกรมด้านล่าง ข้อใดเป็นผู้บริโภคอันดับสองทั้งหมด (เชิงบรรยาย)</p> <pre> graph LR A[หญ้า] --> B[กระต่าย] A --> C[ตั๊กแตน] A --> D[หนอน] B --> E[เขี้ยวยาว] C --> F[กบ] D --> G[นก] F --> E G --> E </pre> <p>ก. เขี้ยวยาว กบ นก ข. กระต่าย ตั๊กแตน หนอน ค. กระต่าย กบ นก ง. หนอน กบ เขี้ยวยาว</p> <p>เฉลย ก. เพราะแต่ละโซ่อาหาร ผู้ผลิตคือหญ้า ผู้บริโภคอันดับที่หนึ่งคือ กระต่าย ตั๊กแตน หนอน และผู้บริโภคอันดับสองคือ เขี้ยวยาว กบ นก</p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน ประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
3. อธิบาย การ ถ่ายทอด พลังงานใน สิ่งมีชีวิต	<p>18. โષ่อาหารเกี่ยวข้องกับเรื่องใดมากที่สุด (เชิง บรรยาย)</p> <p>ก. การมีระดับของสิ่งมีชีวิต</p> <p>ข. ความสัมพันธ์ระหว่างกัน</p> <p>ค. ความเกี่ยวข้องของระดับชีวิต</p> <p>ง. การถ่ายทอดพลังงานต่อกันไป</p> <p>เฉลย ง. เพราะการถ่ายทอดพลังงานที่อยู่ในอาหาร ตามลำดับโดยการกินเป็นทอด ๆ เรียกว่า โષ่อาหาร</p>				
	<p>19. สิ่งมีชีวิต A > สิ่งมีชีวิต B > สิ่งมีชีวิต C > สิ่งมีชีวิต D จากห่วงโษ่อาหารที่กำหนดให้ ถ้า สิ่งมีชีวิต C ตายหมด จะเกิดเหตุการณ์ใด (เชิง ความสัมพันธ์)</p> <p>ก. สิ่งมีชีวิต A มีจำนวนเพิ่มขึ้น และสิ่งมีชีวิต B มี จำนวนลดลง</p> <p>ข. สิ่งมีชีวิต B มีจำนวนเพิ่มขึ้น และสิ่งมีชีวิต D มี จำนวนลดลง</p> <p>ค. สิ่งมีชีวิต A มีจำนวนเพิ่มขึ้น และสิ่งมีชีวิต D มี จำนวนเพิ่มขึ้น</p> <p>ง. สิ่งมีชีวิต B มีจำนวนลดลง และสิ่งมีชีวิต D มี จำนวนลดลง</p> <p>เฉลย ข. เพราะเมื่อสิ่งมีชีวิต C ตายลง จะไม่มี ผู้บริโภคสิ่งมีชีวิต B จึงทำให้จำนวนของสิ่งมีชีวิต B เพิ่มขึ้น และเมื่อสิ่งมีชีวิต C ที่เป็นอาหารของ สิ่งมีชีวิต D ตายลง สิ่งมีชีวิต D จึงไม่มีอาหารในการ ดำรงชีวิต จึงทำให้จำนวนของสิ่งมีชีวิต D ลดลง</p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน ประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
3. อธิบาย การ ถ่ายทอด พลังงานใน สิ่งมีชีวิต	<p>20. พิจารณาตามไดอะแกรมด้านล่าง สิ่งมีชีวิตใดที่เมื่อลดจำนวนลงจะมีผลต่อการถ่ายทอดพลังงานมากที่สุด (เชิงความสัมพันธ์)</p>  <p>ก. พืช ข. นก ค. แมลง ง. หนอน</p> <p>เฉลย ก. เพราะพืชเป็นผู้ผลิตที่มีพลังงานมากที่สุด</p>				
4. อธิบาย การสะสม สารพิษใน สิ่งมีชีวิตใน โซ่อาหาร	<p>21. ถ้ามีการฉีดสารพิษในสนามหญ้าทำให้สารพิษนี้ไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของหญ้า ข้อใดเรียงลำดับสิ่งมีชีวิตที่มีโอกาสสะสมสารพิษจากมากไปหาน้อยได้ถูกต้อง (เชิงทฤษฎี)</p> <p>ก. กบ > งู > หญ้า ข. ตั๊กแตน > กบ > งู ค. งู > กบ > ตั๊กแตน ง. หญ้า > ตั๊กแตน > งู</p> <p>เฉลย ค. เพราะปริมาณสารพิษจะสะสมในสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้นตามลำดับของการบริโภคเนื่องจากผู้บริโภคลำดับที่สูงกว่าจะกินผู้ผลิตหรือผู้บริโภคในลำดับต่ำกว่าในปริมาณมาก</p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน ประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
4. อธิบาย การสะสม สารพิษใน สิ่งมีชีวิตใน โซ่อาหาร	<p>22. เมื่อนำเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในสระน้ำ ทั่วไปมาตรวจหาปริมาณสารกำจัดแมลงชนิดหนึ่งที่ ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ พบว่า มีสารสะสมของสารนี้ สูงสุดในปลาช่อนเสมอ แสดงว่าปลาช่อน คือ (เชิง ทฤษฎี)</p> <p>ก. ผู้บริโภคพืชลำดับแรกๆของโซ่อาหาร ข. ผู้บริโภคทั้งสัตว์และพืช ค. ผู้บริโภคสัตว์ลำดับแรกๆของโซ่อาหาร ง. ผู้บริโภคสัตว์ลำดับสุดท้ายของโซ่อาหาร</p> <p>เฉลย ง. เพราะปริมาณสารพิษจะสะสมในสิ่งมีชีวิต เพิ่มขึ้นตามลำดับของการบริโภคเนื่องจากผู้บริโภค ลำดับที่สูงกว่าจะกินผู้ผลิตหรือผู้บริโภคในลำดับต่ำ กว่าในปริมาณมาก</p>				
	<p>23. การฉีดสารกำจัดศัตรูพืชให้แครอท สิ่งมีชีวิตใด จะมีการสะสมสารพิษในโซ่อาหารมากที่สุด (เชิง ทฤษฎี)</p> <p>ก. แครอท ข. กระจ่าง ค. กวาง ง. เสือ</p> <p>เฉลย ง. เพราะเพราะปริมาณสารพิษจะสะสมใน สิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้นตามลำดับของการบริโภคเนื่องจาก ผู้บริโภคลำดับที่สูงกว่าจะกินผู้ผลิตหรือผู้บริโภคใน ลำดับต่ำกว่าในปริมาณมาก</p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน ประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
5. อธิบาย รูปแบบ ความสัมพันธ์ ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับ สิ่งมีชีวิต	<p>24. ตาลิ่งใช้มือเกาะยึดตามลำต้นของต้นไม้เพื่อให้ ได้รับแสงมากขึ้น ตาลิ่งกับต้นไม้มีความสัมพันธ์ แบบใด (เชิงบรรยาย)</p> <p>ก. ภาวะปรสิต ข. การล่าเหยื่อ ค. ภาวะอิงอาศัย ง. ภาวะพึ่งพากัน</p> <p>เฉลย ค. เพราะตาลิ่งได้ประโยชน์ แต่ต้นไม้ไม่ได้ และไม่เสียประโยชน์</p>				
	<p>25. พยาธิตัวดีดอาศัยอยู่ที่ผนังลำไส้ของสุนัข ดำรงชีวิตโดยการดูดสารอาหารภายในลำไส้ของ สุนัข พยาธิตัวดีด กับสุนัขมีความสัมพันธ์แบบใด (เชิงบรรยาย)</p> <p>ก. ภาวะปรสิต ข. การล่าเหยื่อ ค. ภาวะอิงอาศัย ง. ภาวะพึ่งพากัน</p> <p>เฉลย ก. เพราะพยาธิตัวดีดอาศัยอยู่ในตัวของสุนัข และได้รับอาหารจากสุนัข ส่วนสุนัขเสียประโยชน์ จากการถูก แย่งอาหารแต่ไม่ถึงขั้นเสียชีวิต</p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน ประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
5. อธิบาย รูปแบบ ความสัมพันธ์ ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับ สิ่งมีชีวิต	<p>26. แบคทีเรียในปมรากถั่วตรึงไนโตรเจนจาก อากาศเพื่อเป็นธาตุอาหารแก่พืช ส่วนแบคทีเรีย ได้รับคาร์โบไฮเดรต จากรากพืช แบคทีเรียและถั่วมี ความสัมพันธ์แบบเดียวกับสิ่งมีชีวิตคู่ใด (เชิง บรรยาย)</p> <p>ก. ปลาเหาฉลามกับปลาฉลาม ข. กาฝากกับมะม่วง ค. หนอนกับต้นรัก ง. ดอกไม้กับผึ้ง</p> <p>เฉลย ง. เพราะสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดได้ประโยชน์ ร่วมกัน คล้ายกับในกรณีของผึ้งกับดอกไม้</p>				
	<p>27. ไลเคน คืออะไร (เชิงบรรยาย)</p> <p>ก. รากับสาหร่ายที่อาศัยอยู่ร่วมกัน ข. รากับเห็ดที่อาศัยอยู่ร่วมกัน ค. เห็ดกับสาหร่ายที่อาศัยอยู่ด้วยกัน ง. การอยู่ร่วมกันระหว่าง รา เห็ด และสาหร่าย</p> <p>เฉลย ก. เพราะไลเคนเป็นการอยู่ร่วมกันของรากับ สาหร่าย โดยราจะได้รับสารอาหารจากสาหร่าย ส่วนสาหร่ายจะได้รับความชื้นจากรา</p>				
	<p>28. สิ่งมีชีวิตใดที่มีความสัมพันธ์ในการอยู่ร่วมกัน เหมือนกับไลเคน (เชิงบรรยาย)</p> <p>ก. พืชต่างที่เกาะกับต้นไม้ ข. พยาธิตัวติดกับคน ค. ฉลามกับเหาฉลาม ง. โพรทิสต์ในลำไส้ปลวก</p> <p>เฉลย ง. เพราะภายในโพร ทิสต์จะมีแบคทีเรียที่สามารถสร้างเอนไซม์เซลลูเลสที่ สามารถย่อยไม้ให้ปลวก ส่วนปลวกจะให้ที่อยู่</p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน ประเมิน		ข้อเสนอแนะ
5. อธิบาย รูปแบบ	อาศัยและอาหารซึ่งก็คือเซลล์โลสแกโพโทซัว เรียก รูปแบบความสัมพันธ์นี้ว่า ภาวะพึ่งพากัน			
ความสัมพันธ์ ระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับ สิ่งมีชีวิต	29. ข้อใดมีความสัมพันธ์แบบ (+,0) (เชิงบรรยาย) ก. ภาวะพึ่งพากัน ข. ภาวะอิงอาศัย ค. ภาวะปรสิต ง. ภาวะล่าเหยื่อ เฉลย ข. เพราะ + หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่ได้ประโยชน์ 0 หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ ซึ่ง ภาวะอิงอาศัย เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตชนิด หนึ่งได้ประโยชน์ ส่วนอีกชนิดไม่ได้และไม่เสีย ประโยชน์			
	30. ข้อใดมีความสัมพันธ์แบบ (+,-) (เชิงบรรยาย) ก. ภาวะปรสิต ภาวะอิงอาศัย ข. ภาวะพึ่งพากัน ภาวะอิงอาศัย ค. ภาวะปรสิต การล่าเหยื่อ ง. ภาวะล่าเหยื่อ ภาวะอิงอาศัย เฉลย ค. เพราะ + หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่ได้ประโยชน์ - หมายถึง สิ่งมีชีวิตเสียประโยชน์ ซึ่งภาวะปรสิต และภาวะล่าเหยื่อเป็นรูปแบบความสัมพันธ์ที่ สิ่งมีชีวิตหนึ่งได้ประโยชน์ ส่วนอีกชนิดเสียประโยชน์			

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
 (.....)

9. แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยของสื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ของการประเมินข้อความถาม โดยสอบถามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญว่าข้อความถามมีความเหมาะสมหรือไม่

ส่วนที่ 1 แบบประเมินความสอดคล้องของข้อความถาม เพื่อตรวจสอบการใช้ภาษา ความถูกต้องเหมาะสมของข้อความถาม ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยทำ ✓ ลงในช่องว่างตามความคิดเห็นของท่าน

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความถามนั้นมีความสอดคล้อง

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความถามนั้นมีความสอดคล้อง

ให้คะแนน -1 เมื่อเห็นว่าข้อความถามนั้นไม่มีความสอดคล้อง

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกกระตือรือร้นที่จะเรียน				
2. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนเกิดความตั้งใจ				
3. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกเต็มใจที่จะเรียน				
4. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสนุกสนาน				
5. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกอยากเรียน				
6. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น				
7. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมกับการเรียน				
8. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ				

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
ทำให้นักเรียนสามารถศึกษาและทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง				
9. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าเดิม				
10. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว				
11. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้การเรียนรู้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่สำหรับนักเรียน				
12. ระยะเวลาในการศึกษา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มีความเหมาะสม				
13. นักเรียนได้รับความรู้และประโยชน์จากการเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ				
14. ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ โดยภาพรวม				
15. นักเรียนชอบเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มากกว่าวิธีการเรียนแบบทั่วไป				

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู)
3. ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับนักเรียน)
4. ผลการประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
5. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
6. ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
7. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียน 39 คน
8. ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียน 39 คน จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์
9. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

1. ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 15 แสดงความเหมาะสมของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

รายการประเมิน	ความเห็น			\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
ด้านเนื้อหา						
1. เนื้อหามีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการจัดเรียงลำดับเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ความทันสมัยของเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. การแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
8. ภาพประกอบสื่อสารความหมายได้ตรงกับเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.88	5.00	5.00	4.96	0.20	มากที่สุด
ด้านคำถาม						
1. ความเหมาะสมในการจัดเรียงคำถามจากง่ายไปยาก	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. เป็นประเภทคำถามเพื่อการคิดค้น (Inquiry Questions)	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3. ความถูกต้องของคำถาม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.33	5.00	5.00	4.78	0.44	มากที่สุด

ตาราง 15 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3			
ด้านคุณภาพสื่อ						
1. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมขององค์ประกอบใน หน้าจอภาพ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเสียงประกอบ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ตาม หลักการของ Microlearning	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
8. เนื้อหาสั้น กระชับ ตามหลักการของ Microlearning	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
9. มีจุดประสงค์การเรียนรู้เฉพาะตาม หลักการของ Microlearning	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
10. เข้าถึงง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้ ตามหลักการของ Microlearning	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.90	5.00	5.00	4.97	0.18	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.81	5.00	5.00	4.94	0.25	มากที่สุด

2. ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู)

ตาราง 16 แสดงความเหมาะสมของคู่มือการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับครู)

รายการประเมิน	ความเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ						
1.1 จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions รายละเอียดชัดเจนและครบถ้วน	3	5	5	4.33	0.58	มาก
1.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายและถูกต้อง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย	3.50	5.00	5.00	4.50	0.84	มาก
2. องค์ประกอบของคู่มือการใช้สื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ						
2.1 องค์ประกอบของคู่มือมีความเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายและถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
3. คำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ						
3.1 อธิบายคำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions รายละเอียดชัดเจนและครบถ้วน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย	5.00	5.00	4.50	4.83	0.41	มากที่สุด

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเห็น			\bar{x}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
4. ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ						
4.1 อธิบายขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions แต่ละชั้นอย่างชัดเจนและครบถ้วน	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2 ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ง่ายต่อการปฏิบัติ	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้ นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.33	5.00	5.00	4.78	0.44	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.44	5.00	4.88	4.78	0.51	มากที่สุด

3. ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของกลุ่มการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับนักเรียน)

ตาราง 17 แสดงความเหมาะสมของกลุ่มการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สำหรับนักเรียน)

รายการประเมิน	ความเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ						
1.1 จุดประสงค์ของ Microlearning Inquiry Questions รายละเอียดชัดเจนและครบถ้วน	3	5	5	4.33	0.58	มาก
1.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายและถูกต้อง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย	3.50	5.00	5.00	4.50	0.84	มาก
2. องค์ประกอบของกลุ่มการใช้สื่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ						
2.1 องค์ประกอบของกลุ่มมีความเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายและถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
3. คำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ						
3.1 อธิบายคำแนะนำการใช้ Microlearning Inquiry Questions รายละเอียดชัดเจนและครบถ้วน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	5.00	5.00	5.00	5.00	0.41	มากที่สุด

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเห็น			\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
4. ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ						
4.1 อธิบายขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions แต่ละขั้นอย่างชัดเจนและครบถ้วน	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2 ขั้นตอนการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ง่ายต่อการปฏิบัติ	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้ นำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.33	5.00	5.00	4.78	0.44	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.44	5.00	4.88	4.78	0.51	มากที่สุด

4. ผลการประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 18 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียน 3 คน

คนที่	คะแนนระหว่างเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ					รวมคะแนนระหว่างเรียน (25)	คะแนนหลังเรียน (60)
	1(5)	2(5)	3(5)	4(5)	5(5)		
1.	4	4	3	4	3	18	43
2.	3	3	4	3	3	16	37
3.	2	3	2	3	2	12	32
รวม	9	10	9	10	8	46	112
เฉลี่ย	3.00	3.33	3.00	3.33	2.67	15.33	37.33
เฉลี่ยร้อยละ	60.00	66.67	66.60	66.67	53.33	61.33	62.22
ละ							
ประสิทธิภาพ						$E_1/E_2 = 61.33/62.22$	

ตาราง 19 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่องระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียน 9 คน

คนที่	คะแนนระหว่างเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ					รวมคะแนนระหว่างเรียน (25)	คะแนนหลังเรียน (60)
	1(5)	2(5)	3(5)	4(5)	5(5)		
1.	5	4	4	4	4	21	50
2.	3	3	4	3	3	17	39
3.	4	4	3	4	4	18	48
4.	3	4	4	4	4	19	45
5.	4	3	3	4	3	17	45
6.	4	4	4	5	4	21	47
7.	3	3	3	3	4	16	36
8.	4	4	5	3	4	20	49
9.	3	4	4	3	4	18	42
รวม	33	33	34	33	34	167	401
เฉลี่ย	3.67	3.67	3.78	3.67	3.78	18.56	44.56
เฉลี่ยร้อยละ	73.33	73.33	75.56	73.33	75.56	74.22	74.26
ประสิทธิภาพ						$E_1/E_2 = 74.22/74.26$	

ตาราง 20 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียน 30 คน

คนที่	คะแนนระหว่างเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ					รวมคะแนนระหว่างเรียน (25)	คะแนนหลังเรียน (60)
	1(5)	2(5)	3(5)	4(5)	5(5)		
	1.	5	4	3	4		
2.	3	3	3	5	4	18	44
3.	4	4	3	4	3	18	46
4.	4	4	4	4	4	20	48
5.	3	3	3	4	4	17	43
6.	4	4	4	5	3	20	43
7.	3	4	3	5	3	18	44
8.	4	4	4	4	3	19	46
9.	4	4	4	3	3	18	44
10.	4	5	4	4	4	21	54
11.	3	3	3	4	4	17	46
12.	3	4	4	4	4	19	48
13.	4	4	4	4	4	20	52
14.	4	4	5	3	3	19	44
15.	4	4	3	3	3	17	48
16.	4	4	4	4	4	20	44
17.	4	3	3	3	3	16	44
18.	5	4	4	4	4	21	50
19.	5	4	4	4	3	20	44
20.	3	4	3	3	4	17	46
21.	3	4	4	3	3	17	44
22.	3	3	4	4	5	19	47

ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ					รวมคะแนน ระหว่างเรียน (25)	คะแนน หลังเรียน (60)
	1(5)	2(5)	3(5)	4(5)	5(5)		
	23.	4	4	4	4		
24.	4	4	4	3	4	19	46
25.	3	4	4	3	5	19	45
26.	3	4	5	3	3	18	48
27.	5	4	5	4	4	22	46
28.	4	4	4	4	3	19	44
29.	4	4	5	5	5	23	52
30.	4	3	3	4	5	19	47
รวม	114	115	114	115	113	571	1,394
เฉลี่ย	3.80	3.83	3.80	3.83	3.77	19.03	46.47
เฉลี่ยร้อยละ	76.00	76.67	76.00	76.67	75.33	76.13	77.44
ประสิทธิภาพ						$E_1/E_2 = 76.13/77.44$	

5. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 21 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	คะแนนความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1.	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้
2.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3.	0	+1	0	0.33	ตัดทิ้ง
4.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5.	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้
6.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
7.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
8.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
9.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10.	0	0	+1	0.33	ตัดทิ้ง
11.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14.	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
15.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	1	2	3		
20.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
26.	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
27.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29.	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
30.	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้

6. ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 22 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล
1.	0.52	ใช้ได้	11.	0.73	ใช้ได้
2.	0.34	ใช้ได้	12.	0.29	ใช้ได้
3.	0.22	ใช้ได้	13.	0.48	ใช้ได้
4.	0.42	ใช้ได้	14.	0.32	ใช้ได้
5.	0.58	ใช้ได้	15.	0.47	ใช้ได้
6.	0.73	ใช้ได้	16.	0.63	ใช้ได้
7.	0.31	ใช้ได้	17.	0.30	ใช้ได้
8.	0.23	ใช้ได้	18.	0.67	ใช้ได้
9.	0.43	ใช้ได้	19.	0.66	ใช้ได้
10.	0.23	ใช้ได้	20.	0.57	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.85

7. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียน 39 คน

ตาราง 23 แสดงผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของนักเรียน 39 คน

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (60 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (60 คะแนน)
1.	23	35
2.	23	46
3.	20	35
4.	23	38
5.	14	33
6.	17	34
7.	21	36
8.	20	33
9.	20	35
10.	21	34
11.	20	36
12.	19	34
13.	20	36
14.	21	44
15.	22	36
16.	18	42
17.	15	37
18.	17	36
19.	17	38
20.	21	43

ตาราง 23 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (60 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (60 คะแนน)
21.	23	39
22.	20	34
23.	19	41
24.	18	39
25.	15	35
26.	23	37
27.	19	44
28.	20	42
29.	14	40
30.	22	35
31.	17	39
32.	23	38
33.	23	34
34.	14	36
35.	20	43
36.	20	37
37.	19	42
38.	18	35
39.	23	37

8. ผลการวิเคราะห์ห้มนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเสริมสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียน 39 คน จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์

t-test

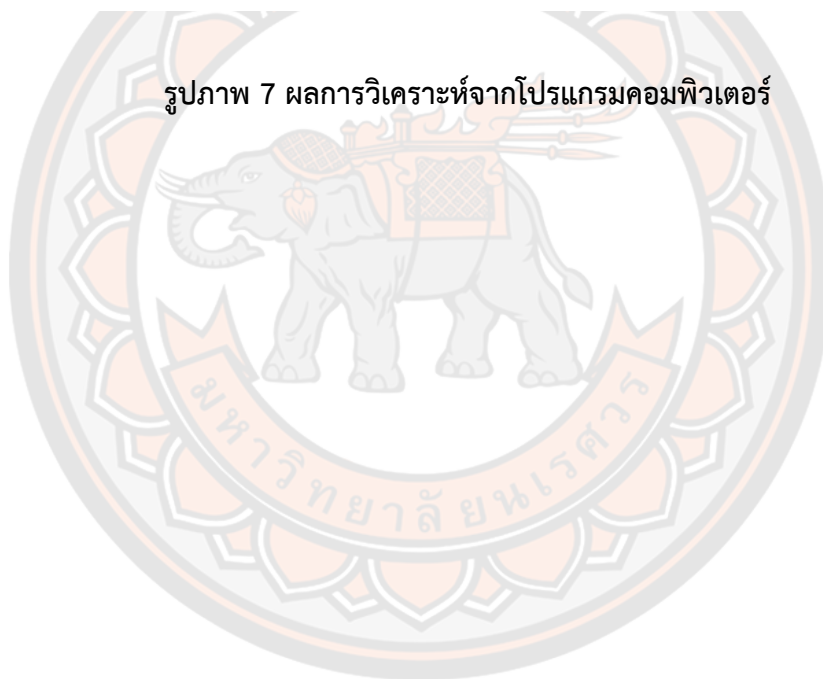
Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation
Pair 1	Pre-test	19.54	39	2.74
	Posttest	37.64	39	3.47

Paired Samples Test

		Paired Differences			t	df	Sig.(2-tailed)	Sig.(1-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean				
Pair 1	Posttest - Pretest	18.10	4.17	0.67	27.0938	38	0.0000	0.0000

รูปภาพ 7 ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์



9. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

ตาราง 24 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ

ข้อที่	คะแนนความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	1	2	3		
	1. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกกระตือรือร้น	0	+1		
2. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนเกิดความตั้งใจ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกเต็มใจที่จะเรียน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสนุกสนาน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนรู้สึกอยากเรียน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมกับบทเรียน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสามารถศึกษาและทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าเดิม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตาราง 24 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความ			IOC	แปลผล
	สอดคล้องของ				
	ผู้เชี่ยวชาญ				
	1	2	3		
10. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
11. Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ ทำให้การเรียนรู้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่สำหรับนักเรียน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
12. ระยะเวลาในการศึกษา Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
13. นักเรียนได้รับความรู้และประโยชน์จากการเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
14. ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ โดยภาพรวม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
15. นักเรียนชอบเรียนรู้ด้วย Microlearning Inquiry Questions เรื่อง ระบบนิเวศ มากกว่าวิธีการเรียนแบบทั่วไป	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ภาคผนวก ง ภาพการจัดการเรียนรู้



