ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ ที่มีต่อมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร

นางสาวทัณฑิมา ศรีสร้อย

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2559

The Effects of the Inquiry learning Activities Management and Concept Map in the Topic of Ecosystem on Scientific Concepts of Mathayom Suksa III Students at Phangkhon Wittayakom School in Sakon Nakhon Province

Miss Tuntima Srisoi

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University
2016

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ ที่มีต่อมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร
ชื่อและนามสกุล	นางสาวทัณฑิมา ศรีสร้อย
แขนงวิชา	หลักสูตรและการสอน
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม 2560

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ ที่มีต่อมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร

ผู้ศึกษา นางสาวทัณฑิมา ศรีสร้อย **รหัสนักศึกษา** 2542101940 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) **อาจารย์ที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป

ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่อง ระบบนิเวศ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมโนมติที่นักเรียนมีความเข้าใจระดับสมบูรณ์มากที่สุด คือ มโนมติเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ส่วนมโนมติที่นักเรียนมีความเข้าใจในระดับคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือเรื่องความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน

คำสำคัญ มโนมติทางวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การเขียนแผนผังมโนมติ ระบบนิเวศ

Independent Study title: The Effects of the Inquiry learning Activities Management and Concept Map in the Topic of Ecosystem on Scientific Concepts of Mathayom Suksa III Students at Phangkhon Wittayakom School in Sakon Nakhon Province
Author: Miss Tuntima Srisoi; **ID:** 2542101940;
Degree: Master of Education (Curriculum and Instruction);
Independent Study advisor: Dr. Jurarat Thammaprateep, Assistant Professor;
Academic year: 2016

Abstract

The purpose of this research was to compare against the 70 percent of full score criterion using scientific concepts mean score of Mathayom Suksa III student at Pangkhon Wittayakom School in Sakhon Nakhon province after learning under the inquiry learning activities management and concept mapping in the topic of Ecosystem.

The sample of this research consisted of 32 Mathayom Suksa III students in an intact classroom of Pangkhon Wittayakom School in Sakhon Nakhon province during the second semester of the 2016 academic year, obtained by cluster random sampling. The research instruments were a scientific concepts test and a learning management plan for the inquiry learning activities management and concept mapping in the topic of Ecosystem. Research data were analyzed using the percentage, mean, standard deviation, and t-test.

The research findings revealed that the scientific concepts mean score in the topic of Ecosystem of the students after learning under the inquiry learning activities management and concept mapping was higher than the 70 percent of full score criterion at the .05 level of statistical significance. The concept that the students had the most complete understanding was the concept of natural resources and environment; while the concept that the students had the highest misconception level was the concept of water and carbon cycle relations.

Keywords: Scientific concept, Inquiry learning activities management, Concept mapping, Ecosystem

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จุฬารัตน์ ธรรมประทีป อาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าอิสระ และ รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ กรรมการในการสอบ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และติดตามการทำงานวิจัยครั้งนี้อย่างใกล้ชิดตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ นางรุ่งทิพย์ จันทร์อ่อน นายอังคาร์ เทพรัตนนันท์ และนางจินตนา มณีเสน ที่ได้กรุณาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย และให้คำแนะนำในการเก็บรวบรวมข้อมูล

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อนนักศึกษา และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำงานวิจัยครั้งนี้ทุกท่านที่ได้กรุณาให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจมาตลอด

ทัณฑิมา ศรีสร้อย
มิถุนายน 2560

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 2
ขอบเขตการวิจัย 2
นิยามศัพท์เฉพาะ 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 6
การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนมติ 11
มโนมติทางวิทยาศาสตร์ 18
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 25
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 25
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 25
รูปแบบการวิจัย 38
การเก็บรวบรวมข้อมูล 38
การวิเคราะห์ข้อมูล 38
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 41
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 41
ผลการเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ 45

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 58
สรุปการวิจัย 58
อภิปรายผล 61
ข้อเสนอแนะ 65
บรรณานุกรม 67
ภาคผนวก 72
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ 73
ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ 75
ค แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ 90
ง การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ 97
จ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 100
ประวัติผู้ศึกษา 112

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 กรอบมโนมติทั้ง 7 มโนมติ 26
ตารางที่ 3.2 แสดงวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังมโนมติ 31
ตารางที่ 3.3 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ 33
ตารางที่ 4.1 ผลเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 41
ตารางที่ 4.2 มโนมติ เรื่อง ระบบนิเวศ ทั้ง 7 มโนมติ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 42
ตารางที่ 4.3 มโนมติที่ 1 องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ (แบบวัดข้อ 1, 2) 45
ตารางที่ 4.4 มโนมติที่ 2 รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (แบบวัดข้อ 3, 4) 47
ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ 3 การถ่ายทอดพลังงาน (แบบวัดข้อ 5) 48
ตารางที่ 4.6 มโนมติที่ 4 โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยนแปลงประชากร (แบบวัดข้อ 6, 7, 8) 50
ตารางที่ 4.7 มโนมติที่ 5 การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ (แบบวัดข้อ 9, 10) 52
ตารางที่ 4.8 มโนมติที่ 6 ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน (แบบวัดข้อ 11) 54
ตารางที่ 4.9 มโนมติที่ 7 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (แบบวัดข้อ 12, 13, 14) 55

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น 9
ภาพที่ 2.2 แผนผังมโนมติแบบใยแมงมุม (a spider map) 13
ภาพที่ 2.3 แผนผังมโนมติแบบแผนผังความคิด 14
ภาพที่ 2.4 แผนผังมโนมติแบบก้างปลา (a fishbone map) 14
ภาพที่ 2.5 แผนผังมโนมติแบบวัฏจักร (Circle map) 15

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในโลกปัจจุบันและอนาคต ซึ่งเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ที่เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงองค์ความรู้ใหม่ๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดเรียนการสอนต้องมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนการสอนให้เข้ากับยุคสมัย ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการ

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ ถือว่าเป็นเรื่องสำคัญในกระบวนการจัดการเรียนการสอน การสร้างมโนมติมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเพราะการเรียนรู้จะเริ่มต้นจากการสัมผัสรับรู้ปรากฏการณ์ต่างๆ เป็นเบื้องแรกและเมื่อได้รับรู้จากสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันมีความสัมพันธ์กันเพิ่มขึ้นหลายๆครั้ง ผู้เรียนก็สามารถนำมาสรุปรวมกัน เป็นมโนมติ เมื่อผู้เรียนเรียนรู้มากยิ่งขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนชั้นสูง และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525) ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้มโนมติได้ดีเมื่อมีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเองและมีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ เมื่อได้มีโอกาสนำการเรียนรู้มโนมตินั้นไปใช้ประโยชน์แต่ถ้าผู้เรียนมีมโนมติในเนื้อหาสาระที่เรียนไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ที่เรียกว่า มโนมติที่คลาดเคลื่อน (alternative conception) จะทำให้การศึกษาในเรื่องใหม่ที่สอดคล้องกันเป็นสิ่งที่ยาก หรือไม่สามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาใหม่ที่สูงขึ้นได้ และอาจส่งผลให้ผู้เรียนหมดกำลังใจในการเรียน (สุวิทย์ มูลคำ, 2547) สาเหตุการเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนนั้นเป็นผลมาจากความเชื่อ ประสบการณ์ ตำราเรียน ภาษาวุฒิภาวะและพัฒนาการทางด้านสติปัญญาของตัวนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียน การสอน และตัวครูผู้สอนที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ และเมื่อนักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนแล้วก็จะทำให้นักเรียนไม่สามารถนำมโนมติเดิมไปต่อยอดกับมโนมติใหม่ได้ ทั้งยังเป็นอุปสรรคขัดขวางต่อการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ยิ่งไปกว่านั้น มโนมติที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้ยังยากที่จะเปลี่ยนแปลง และแก้ไข โดยการเรียนการสอนแบบปกติ ที่ผู้สอนไม่ได้คำนึงถึงมโนมติเดิมของนักเรียนที่มีมาก่อนเรียนในชั้นเรียน (ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551)

จากการรายงานประเมินผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ประจำปีการศึกษา 2556 ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า คะแนนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 41.50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติองค์การมหาชน, 2556) ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียน กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50 จากการที่คะแนนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่ำ อาจมีสาเหตุและปัจจัยที่สำคัญหลายด้านที่ทำให้ผู้เรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน (alternative conception) เช่น ความไม่พร้อมของสื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอน การขาดเทคโนโลยีหรือความสามารถ ในการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษา และขาดการใช้แหล่งการเรียนรู้

ปัญญา รุ่งเรือง (2551) และการสอนของครูยังเน้นเนื้อหามากเกินไป ใช้วิธีอธิบายหรือการบรรยายมากกว่ากระบวนการให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ ฝึกการคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น ด้วยเหตุนี้นักเรียนจึงไม่ค่อยสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ จึงส่งผลให้นักเรียนมีปัญหาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

จากการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร นักเรียนมีปัญหาในการทำความเข้าใจ และต้องจดจำกับเนื้อหาจำนวนมากทำให้ผู้เรียนมีมโนมติในเนื้อหาสาระที่เรียนไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ที่เรียกว่ามโนมติที่คลาดเคลื่อน (alternative conception) ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และการเขียนแผนผังมโนมติ เพื่อจัดระบบของเนื้อหาข้อมูลจำนวนมากให้น้อยลง ง่ายต่อการจดจำ และแผนผังมโนมติจะช่วยให้นักเรียนสามารถเขียนสรุปความเกี่ยวข้องความสัมพันธ์กันของข้อความได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่ายมากขึ้น มองเห็นความสัมพันธ์ของมโนมติ และข้อความรู้นั้นๆ สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้หรือประสบการณ์ที่อยู่ในโครงสร้างของความรู้เดิมได้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจ เพื่อส่งเสริมมโนมติ (Concept) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้แผนผังมโนมติ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และใช้แบบวัดมโนมติเรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร เพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์และรู้ถึงสาเหตุที่นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนในแต่ละมโนมติ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ มาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 5 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 164 คน โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร

3.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เรื่องระบบนิเวศ จำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน และวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ และทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา คือ ภาคเรียนที่ 2/2559 โดยใช้เวลาในการทดลองระหว่างเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม พ.ศ. 2559 รวม 15 ชั่วโมง

3.5 ตัวแปรที่ศึกษา

3.5.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ

3.5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ หมายถึง การจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่นักเรียนเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เน้นการปฏิบัติจริงจนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ มีการสอดแทรกการเขียนแผนผังมโนมติเข้าไปในการสอน ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) ขั้นอธิบาย (Explanation) และขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ประกอบด้วย ผังแมงมุม (a spider map) แผนที่ความคิด (mind map) ผังก้างปลา (fish bone) และ ผังวัฏจักร (a circle or cyclical map) ประกอบด้วย 5 ขั้น คือ

4.1.1 ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) ขั้นกระตุ้นความอยากรู้ อยากเห็น โดยใช้คำถามประเด็น หรือปัญหา พร้อมทั้งสร้างความเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเนื้อหาที่จะเรียนร่วมกับการใช้แผนผังมโนมติ

4.1.2 ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นกำหนดแนวทางสำรวจ มีการออกแบบตรวจสอบ ตั้งสมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้

4.1.3 ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นตอนการวิเคราะห์ และสื่อความหมายข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสรุปผล มีการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่เรียนกับแผนผังมโนมติ

4.1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นนักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการทำกิจกรรม หรือการสืบค้นข้อมูล นักเรียนมีการขยายความคิดรวบยอด ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ

4.1.5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation) ขั้นตอนประเมินความรู้และความสามารถของนักเรียน

4.2 มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ หมายถึง แนวความคิด ความเข้าใจ ที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์ เกิดการแยกแยะ การเปรียบเทียบความแตกต่าง และหาความสัมพันธ์ จนเกิดข้อสรุปต่อเรื่อง ระบบนิเวศ ที่เป็นไปตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์และยอมรับกันทั่วไปในขณะนั้น มี 3 เรื่อง ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงานและวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ และทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 เพื่อเป็นแนวทางการในการพัฒนามโนมติของนักเรียนโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ

5.2 เป็นแนวทางสำหรับครู ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่อง ระบบนิเวศ ที่มีต่อมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และผลงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วได้นำมาเรียบเรียงรายละเอียดตามหัวข้อ ต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   - 1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   - 1.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
   - 1.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   - 1.4 บทบาทครู บทบาทนักเรียน
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนมติ
   - 2.1 ความหมายของแผนผังมโนมติ
   - 2.2 ประเภทของแผนผังมโนมติ
   - 2.3 ขั้นตอนการเรียนการสอนร่วมกับการใช้แผนผังมโนมติ
   - 2.4 ประโยชน์ของมโนมติและแผนผังมโนมติ
3. มโนมติทางวิทยาศาสตร์
   - 3.1 ความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์
   - 3.2 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์
   - 3.3 การตรวจสอบมโนมติทางวิทยาศาสตร์
   - 3.4 การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
   - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นที่รู้จักกันหลายชื่อ เช่น วิธีสอนสืบสวนสอบสวน วิธีสอนแบบสอบสวน วิธีสอนแบบสืบสอบ มาจากภาษาอังกฤษว่า Inquiry Method และให้ความหมายไว้ต่างกันดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะความรู้เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหา

ประจวบจิตร คำจัตุรัส (2550) กล่าวว่า เป็นกระบวนการสอนที่ผู้สอนจัดสิ่งแวดล้อม สถานการณ์ และสิ่งเร้าต่างๆ ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสังเกต เปรียบเทียบจนเกิดปัญหา แล้วผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถาม หรือเร้าให้ผู้เรียน ตั้งคำถาม เพื่อสืบสวนสอบสวนหาสาเหตุของปัญหาในรูปของการอธิบายแล้วให้ผู้เรียนหาทางพิสูจน์ มีการตั้งสมมติฐานเชิงทำนายแล้วพิสูจน์ด้วยการทดลอง สรุปผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ เป็นกิจกรรมที่มีความผสมผสานระหว่างการสังเกต การใช้คำถาม การค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการทดลองให้มีประจักษ์พยานและหลักฐาน การใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แปลผล ตอบคำถาม อธิบาย และ ทำนาย ตลอดจนการนำเสนอข้อมูล

จากความหมายของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางความคิด ค้นพบความรู้หรือแนวทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางความคิด ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ส่วนครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก

1.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการหรือแนวทางที่ทำให้ผู้เรียนสร้างหรือได้รับ องค์ความรู้ด้วยตัวเองตัวผู้เรียนเอง ผ่านกระบวนการทำกิจกรรม หรือทดลอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วย

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการหรือแนวทางที่ทำให้ผู้เรียนสร้างหรือได้รับองค์ความรู้ด้วยตัวเองตัวผู้เรียนเอง ผ่านกระบวนการตรวจสอบหรือทดลอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วย (Facilitator) เพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักรู้ว่า “เราได้องค์ความรู้ต่างๆมาได้อย่างไร หรือ How we know what we know” มากกว่าแค่รู้ว่า “เรารู้องค์ความรู้อะไร หรือ we know what we know” ดังนั้นกิจกรรมที่จัดได้ว่า เป็นการสืบเสาะหาความรู้จะมีคุณลักษณะสำคัญ 5 ประการดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนตั้งคำถามวิทยาศาสตร์ คนเราจะตั้งคำถามต่างๆได้ก็ต่อเมื่อเกิดการสังเกต เกิดปัญหาหรือข้อสงสัยต่างๆ ขึ้นในตนเองแม้ว่าผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะและฝึกกระบวนการการสร้างคำถามแต่จะพบได้ว่าในสถานการณ์จริงเราอาจจะไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่องในช่วงเวลานั้นทั้งนี้อาจเป็นเพราะข้อจำกัดของความรู้ วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ที่จะมาช่วยในการตอบคำถามที่สงสัย

ดังนั้นผู้สอนควรจะเป็นผู้ช่วยเป็นผู้แนะนำให้นักเรียนใช้กระบวนการคิด หรือปรับข้อคำถามให้เป็นคำถามที่สามารถสำรวจตรวจสอบ (Testable question) หรือสามารถตั้งสมมติฐานที่ตรวจสอบได้ผ่านกระบวนการทำงานทางวิทยาศาสตร์

2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานของคำถามที่ตั้งขึ้น จากคำถามที่ตั้งขึ้นผู้เรียนจะทำการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ เช่นจากการสำรวจตรวจสอบ หรือจากการทดลอง ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วยความละเอียด ถูกต้องและแม่นยำด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจะให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้อง และแม่นำผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ประเมินถึงข้อดี และข้อด้อยของ เครื่องมือแต่ละชนิดเสียก่อน เพื่อจะได้เลือกใช้ได้ถูกต้องเหมาะสมด้วยความชำนาญ ดังนั้นครูจึงควรให้ความสำคัญกับการฝึกทักษะการปฏิบัติการเบื้องต้นก่อนการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากข้อมูล และหลักฐานที่มีเมื่อผู้เรียนได้เก็บข้อมูลต่างๆ ด้วยความละเอียดแล้วข้อมูลดิบที่ได้มาจะถูกนำมาวิเคราะห์และใช้เป็นหลักฐานในการใช้สร้างคำอธิบาย ดังนั้นผู้เรียนจึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ด้วยวิธีการที่เหมาะสมอย่างซื่อสัตย์และสอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่ตั้งไว้

4. ผู้เรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้สู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อผู้เรียนได้หลักฐานสามารถสร้างคำอธิบาย และใช้กระบวนการสังเคราะห์ออกมาเป็นคำอธิบายของตนเองแล้วผู้เรียนควรได้ทำการสืบค้นเพื่อศึกษาเพิ่มเติมว่าจากองค์ความรู้ที่ผู้เรียนได้นั้นมีความสอดคล้องหรือแตกต่างจากองค์ความรู้ เช่น หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในปัจจุบันอย่างไร

5. ผู้เรียนสื่อสาร และประเมินองค์ความรู้อย่างมีเหตุผล การที่ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติและสืบเสาะด้วยตนเอง ความรู้ใหม่ที่ได้ (ในที่นี้อาจไม่ใช่ความรู้ใหม่ทั่วไป แต่เป็นความรู้ใหม่ของผู้เรียน) จะช่วยให้ผู้เรียนได้รู้สึกเห็นคุณค่า ของการทำงานดังเช่นนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จะไม่สิ้นสุดลงที่การได้ผลการทดลอง แต่นักวิทยาศาสตร์จะนำเอาองค์ความรู้ที่ได้มาใช้สื่อสารต่อประชาคมโลก ดังนั้น การสื่อสารจึงเป็นอีกคุณลักษณะหนึ่งที่จำเป็น กล่าวคือการเปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้วิพากษ์วิจารณ์ผลงานเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันนั้นเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกการให้และรับข้อเสนอแนะจากผู้อื่น ซึ่งเป็นการช่วยเติมเต็มความรู้ในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ดียิ่งขึ้นอีกทั้งยังเป็นการฝึกให้ผู้เรียนเรียนรู้ที่จะรับฟังความคิดเห็นข้อวิพากษ์และวิจารณ์จากผู้อื่นได้ด้วย

1.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สุทธิดา จำรัส (2556) กล่าวว่า โดยปกติแล้วการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ไม่ยึดติดรูปแบบหรือขั้นตอน นักวิทยาศาสตร์สามารถปรับ ประยุกต์ ไปตามข้อมูล แนวคิดหรือหลักฐาน การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่รับเอาหลักการนี้มาใช้ใน การเรียนการสอนมีหลายรูปแบบ แต่การจัดการเรียนการสอนที่เป็นที่นิยมและมีการใช้มาก คือการจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบ 5E เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E เป็นรูปแบบที่มีขั้นตอนชัดเจนทำให้ผู้สอนสามารถออกแบบการสอนและกำหนดลำดับของการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้ง่าย เพราะเป็นการลงรายละเอียดของขั้นตอนการสอนปกติที่มักจะมี 3 ขั้น คือ ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนขั้นสอน และขั้นสรุปซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E จะมีขั้นตอนที่ใกล้เคียงกัน แต่กำหนดให้เอื้อต่อการเรียนรู้โดยการ

สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E เป็นที่รู้จักในประเทศไทยมานานแล้ว โดยเฉพาะสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ใช้การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ในการอบรมครูวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E เป็นรูปแบบที่มีขั้นตอนได้แก่

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้เป็นการแนะนำบทเรียนไปด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมาย

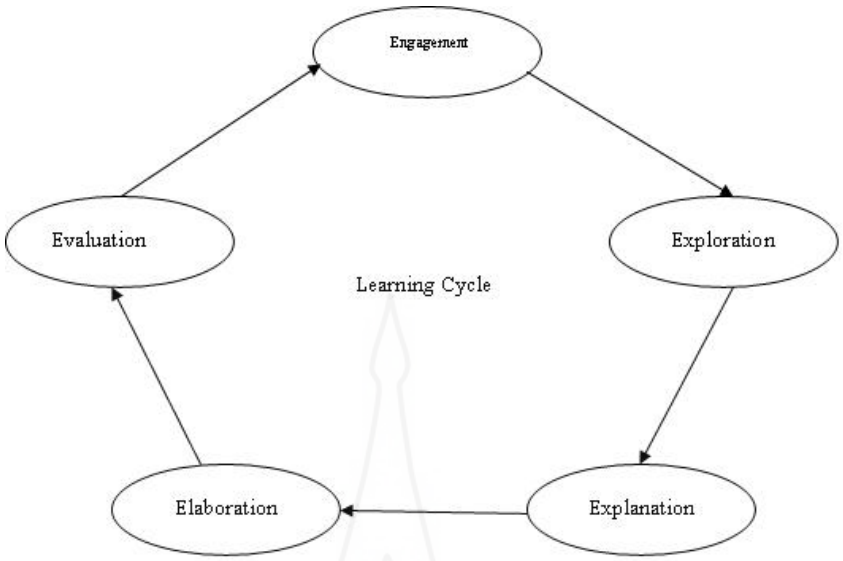
2. การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้ากิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลองการสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเองโดยมีครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้มีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและการนำข้อมูลมาอภิปราย

4. การลงข้อสรุป (Elaboration) ขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตัวเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. การประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้ในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใดข้อสรุปที่จะได้จะนำมาใช้เป็นพื้น ฐานในการศึกษาครั้งต่อไปทั้งนี้รวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยรูปแบบ

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะการเรียนรู้ 5 ขั้น (Inquiry Cycle) สามารถสรุป ได้ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ ว. 017 โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

1.4 บทบาทครู บทบาทนักเรียน

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูไว้ดังนี้

1. เป็นผู้วางแผนเลือกและจัดหาอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ในชั้นเรียน กำหนดเวลาและขั้นตอนการสอน

2. เริ่มบทเรียนโดยการสังเกตความพร้อมของนักเรียนก่อนที่จะให้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ

3. สร้างปัญหาเพื่อนนำไปสู่การค้นคว้า โดยพยายามให้นักเรียนนิยามปัญหาอย่างชัดเจน

4. มอบหมายให้นักเรียนกำหนดวิธีการแก้ปัญหา และการวางแผนที่จะแก้ปัญหาให้ลุล่วงด้วยตนเอง

5. ครูแนะนำอุปกรณ์วิธีใช้และข้อควรระวังต่าง ๆ

6. ครูใช้คำถามอย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกความคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้ความสามารถ ขั้นสูงของสมองอย่างเหมาะสม และในขณะเดียวกันครูก็ฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามถามครูในสิ่งที่ยังสงสัย โดยครูไม่จำเป็นต้องรีบตอบคำถามของนักเรียน แต่ควรจะชี้แนวทางให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ ด้วยตนเอง

7. ครูควรสังเกตลำดับขั้นตอนในการคิดหาเหตุผลของนักเรียน และให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนต่างๆ เมื่อจำเป็น ด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนพยายามหาคำตอบได้ด้วยตนเองมากกว่าที่ครูจะแนะนำได้ ทั้งหมด

8. ถ้าปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ครูก็ควรจะช่วยเหลือโดยการเป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มการทดลองนั้น

9. ครูควรให้กำลังใจนักเรียนมากกว่าวิพากษ์วิจารณ์ หรือการทำโทษ

10. ครูควรพยายามชี้ให้นักเรียนตระหนักถึงข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อนักเรียนจะได้มีเจตคติที่ดีต่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จันทร์พร พรหมมาศ (2541) ได้สรุปถึงบทบาทของครูและนักเรียนไว้ดังนี้

บทบาทของครู

1. ศึกษาแนวคิดและวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบวงจรการเรียนรู้ให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติอย่างอิสระและสรุปสร้างความรู้ด้วยตนเอง

3. ชักจูงและกระตุ้นให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนให้มากที่สุด

4. กระตุ้นให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนนักเรียนและปฏิสัมพันธ์กับครู

5. กระตุ้นให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้

6. กระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปราย โต้แย้ง และแสดงความคิดเห็นระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

7. สนับสนุนให้มีการสะท้อนความคิด วิเคราะห์ และวิจารณ์ความเห็นระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

8. ค้นคว้าความคิดของผู้เรียนก่อนเสนอความคิดของตนเอง รวมทั้งอธิบายหรือให้ความรู้ต่างๆ หลังจากที่นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง

9. จัดเตรียมอุปกรณ์ ข้อมูล ความรู้ และสื่อต่างๆ ที่เหมาะสม

10. ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ผู้สังเกต และผู้ช่วยนักเรียน โดยช่วยเหลือหรือให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็น เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินตามวิธีวงจรการเรียนรู้ ครูอาจใช้การซักถามหรือตอบคำถามของนักเรียน คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือการให้เหตุผล ซึ่งทำให้ครูสามารถวิเคราะห์ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติของนักเรียนได้ นอกจากนี้ครูควรให้เวลานักเรียนในการตอบคำถามพอสมควร ไม่ควรเร่งรัดหรือบอกว่าถูกหรือผิดทันที

11. กระตุ้นให้นักเรียนบอก หรืออภิปรายเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจมโนมติด้วยคำพูดของนักเรียนเอง เพื่อตรวจสอบและช่วยแก้ไขมโนมติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

12. มีบุคลิกภาพที่เป็นกันเอง ยอมรับและสนับสนุนความคิดของนักเรียน ให้โอกาสนักเรียนใน การตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รวมถึงมีเจตคติที่ดีต่อนักเรียน เพื่อเสริมสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดีที่ นักเรียนสามารถกล้าพูด กล้าทำ และกล้าแสดงออก ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสอนโดยใช้วิธีวงจรการเรียนรู้

13. ทำการประเมินหลังการสอนทุกครั้ง เพื่อนำผลมาปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

บทบาทของนักเรียน

1. ลงมือปฏิบัติเพื่อศึกษาและสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยศึกษา คิด วิเคราะห์ วิจารณ์ จัดกระทำ วัสดุอุปกรณ์และข้อมูลต่าง ๆ ที่ครูจัดเตรียมให้ กำหนดวิธีการศึกษา ออกแบบการทดสอบ ทำการทดสอบ และสรุปผลการทดสอบ

2. มีความตั้งใจและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา โดยกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก

3. แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนนักเรียน โดยเฉพาะสมาชิกภายในกลุ่ม

4. เปิดโอกาสและรับฟังความคิดเห็นและประสบการณ์ของเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

5. ยอมรับฟังหรือตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล

6. ซักถามเมื่อเกิดปัญหาที่สงสัย ตลอดจนศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ 7. ประเมินและปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองอย่างสม่ำเสมอ

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนมติ

2.1 ความหมายของแผนผังมโนมติ

แผนผังมโนมติมาจากศัพท์ภาษาอังกฤษว่า “Concept Map” และได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้คำแปลเป็นภาษาไทยแตกต่างกันไป คือ แผนผังมโนมติ แผนภูมิมโนมติ แผนภูมิมโนทัศน์ กรอบมโนทัศน์ และแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งคำดังกล่าวจะมีความหมายเดียวกัน และในการวิจัยครั้งนี้ใช้คำว่า “แผนผังมโนมติ” ไว้ดังนี้

มนัส บุญประกอบ (2533, น. 26-29) กล่าวไว้ว่า แผนผังมโนมติว่าเป็นแผนอย่างหนึ่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มมโนมติด้วยเส้น และคะคำเชื่อมโยงที่เหมาะสม ทำให้สามารถอ่านความสัมพันธ์จากแผนผังมโนมตินั้นเป็นประโยค หรือข้อความที่มีความหมายได้

Clibron (1987, p. 426) กล่าวไว้ว่า แผนผังมโนมติเป็นเครื่องมือที่ใช้เสนอกรอบแนวคิด และความสัมพันธ์ของมโนมติที่เกี่ยวข้องกันเป็นระบบ

Zimmaro and Cawley (1998, p. 1) กล่าวไว้ว่า แผนผังมโนมติเป็นการนำเสนอโครงสร้างความรู้ออกเป็นแผนภาพ เป็นการสร้างโดยอาศัยหลักเกณฑ์ของกลุ่มความคิด หรือข้อมูลที่เป็นลักษณะเฉพาะของความเข้าใจเหล่านั้น การนำเสนอนี้สร้างออกมาในรูปของการวาด หรือภาพอธิบายที่แสดงว่านักเรียนทำการเชื่อมโยงมโนมติต่างๆ จากการเรียนรู้ในหลักสูตรและมโนมติอื่นๆ ที่พวกเขาเรียนรู้มาก่อนแล้ว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 50) กล่าวว่า แผนภาพความคิด หรือแผนผังมโนทัศน์สามารถแสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของแนวคิด หรือมโนทัศน์ในการสร้างองค์กรความรู้ การวิเคราะห์องค์ประกอบ การให้นิยาม หรือให้ความหมายสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งในการเขียนผังมโนมติ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และเกิดการคิดสร้างสรรค์

สรุปความหมายของแผนผังมโนมติได้ว่า เป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติที่เกี่ยวข้องกันเส้น บางครั้งมีคำเชื่อมระหว่างมโนมติ เพื่อทำให้สามารถอ่านความสัมพันธ์จากแผนผังได้เป็นประโยค หรือเป็นข้อความที่มีความหมาย โดยการเขียนมโนมติที่กว้างครอบคลุมอยู่บนสุดของแผนผัง แล้วลดหลั่นความสำคัญของมโนมติที่มีความหมายแคบ หรือเฉพาะเจาะจง หรือเป็นตัวอย่างจะอยู่ล่างสุดของแผนผังมโนมติ

2.2 ประเภทของแผนผังมโนมติ

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542, น. 18–19) ได้เสนอผังกราฟิกแบบต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1. Branching diagram เป็นเทคนิคที่ใช้เพื่อการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ระบุประเด็นสำคัญของเรื่องและรายละเอียดที่สนับสนุนประเด็นนั้นๆ

2. Web diagram เป็นผังที่แยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของความคิดรวบยอดอย่างใดอย่างหนึ่ง

3. Venn diagram เป็นผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลในลักษณะของการเปรียบเทียบกันหรือส่วนที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกันหรือแสดงความเป็นเหตุเป็นผลกัน

4. Interval graph เป็นผังจัดเรียงข้อมูลตามลำดับระยะเวลา โดยกำหนดช่วงสเกลของระยะเวลา

5. Order graph เป็นผังที่แสดงการเรียงลำดับข้อมูล แต่ไม่ได้นำข้อมูลมาแสดงเห็นเป็นสเกล

6. Cycle graph เป็นผังแสดงในลักษณะเป็นวงจร หรือวัฏจักรไม่มีจุดเริ่มต้น หรือจุดสิ้นสุด

7. Flowchart diagram มีลักษณะเป็นลำดับขั้นตอนเป็นวงจรที่มีได้หลายทิศทาง

8. Matrix diagram เป็นผังที่ใช้รวบรวม สรุปประเด็นสำคัญหรือการจัดแยกประเภทของข้อมูลออกเป็นกลุ่มเป็นพวก อาจอยู่ในรูปของตาราง กราฟแท่งหรือแผนภูมิแท่ง แนวโน้มของข้อมูลนั้นๆ ชัดเจนขึ้น

ทิศนา แขมมณี (2545, น. 387-398) ได้เสนอผังกราฟิกแบบต่างๆดังนี้

1. ผังความคิด (A mind map) เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่างๆ ให้เห็นเป็นโครงสร้างของภาพรวม โดยใช้เส้นคำ ระยะห่างจากศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปเรขาคณิตและภาพ แสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้น ๆ

2. ผังมโนทัศน์ (A concept map) เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์ใหญ่ไว้ตรงกลางและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อยๆ เป็นลำดับขั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง

3. ผังแมงมุม (A spider map) เป็นผังแสดงมโนทัศน์ที่ลักษณะคล้ายใยแมงมุม

4. ผังลำดับขั้นตอน (A sequential map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนของสิ่งของต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ

5. ผังก้างปลา (A fishbone map) เป็นผังที่แสดงสาเหตุของปัญหาซึ่งมีความซับซ้อน ผังก้างปลาจะช่วยทำให้เห็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ชัดเจน

6. ผังวัฏจักร (A circle or cycical map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันเป็นวงกลม หรือวัฏจักรที่ไม่มีจุดสิ้นสุดหรือจุดเริ่มต้นที่แน่นอน

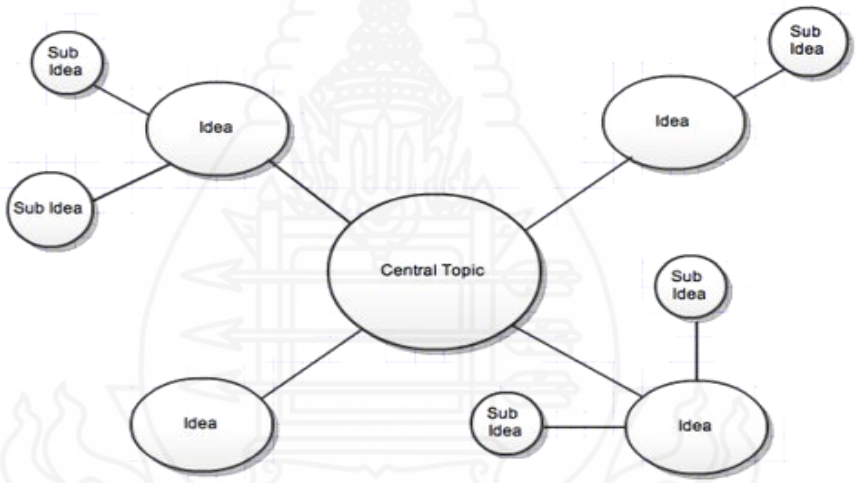
7. ผังวงกลมซ้อน หรือเวนน์ไดอะแกรม (Venn diagram) เป็นผังวงกลม 2 วงหรือมากกว่าที่มีส่วนหนึ่ง

8. ผังวีไดอะแกรม (A Vee diagram) เป็นเครื่องที่ใช้ในการศึกษาธรรมชาติความรู้และผลผลิตช่วยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับวิธีการ ความคิดกับการสังเกต และวิธีการเชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างกิจกรรมกับการทดลอง

9. ผังพลอตไดอะแกรม (Plot diagram) เป็นผังที่ช่วยในการอ่านเรื่องราวที่มีเหตุการณ์ต่อเนื่องกันยาวยืด เหมาะกับการสอนอ่าน ผู้เรียนสามารถใช้ผังนี้ช่วยในการหาพลอตเรื่องหรือเหตุการณ์สำคัญที่นำไปสู่จุดยอดของเรื่อง และเมื่อเรื่องดำเนินไปสู่จุดยอด จุดสำคัญที่สุดของเรื่องก็จะคลี่คลายไปสู่บทสรุปของเรื่อง

จากการที่นักการศึกษาได้เสนอรูปแบบของแผนผังต่างๆ ไว้ข้างต้น ผู้ศึกษาได้นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ได้ 4 รูปแบบ คือ

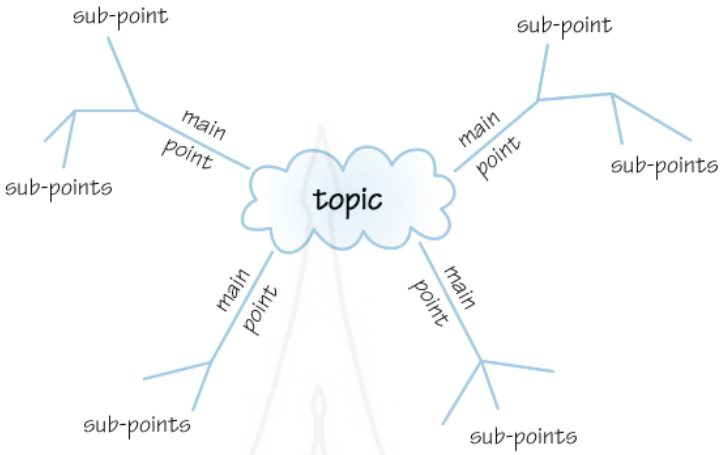
1. แผนผังมโนมติแบบใยแมงมุม (a spider map) เป็นผังที่ใช้สำหรับแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งที่กำลังศึกษาให้มีลักษณะคล้ายใยแมงมุม ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แผนผังมโนมติแบบใยแมงมุม (a spider map)

ที่มา: http://www.mindmaptutor.com/2011/04/are-your-mind-maps-really-mind-maps/.

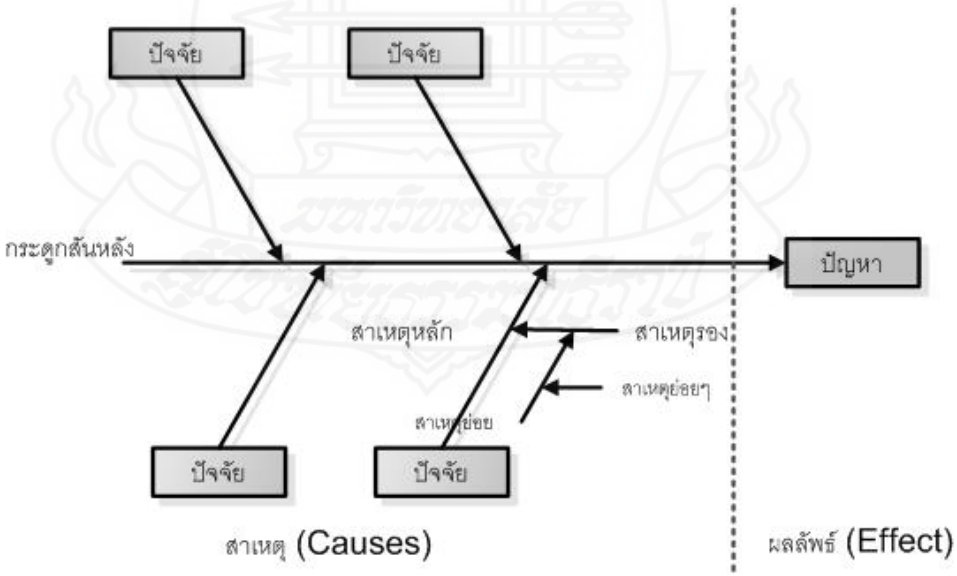
2. แผนผังมโนมติแบบแผนผังความคิด (a mind map) เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่าง ๆ ให้เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แผนผังมโนมติแบบแผนผังความคิด

ที่มา: http://www.tututors.com/.

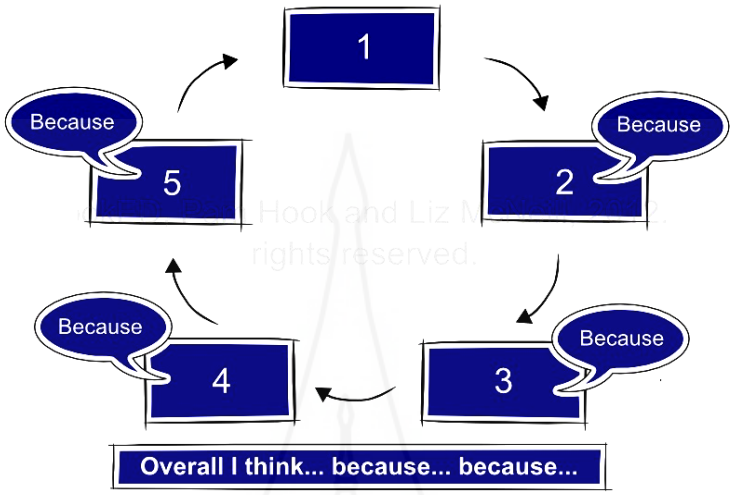
3. แผนผังมโนมติแบบก้างปลา (a fishbone map) เป็นผังที่ช่วยทำให้เห็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ขัดเจน ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แผนผังมโนมติแบบก้างปลา (a fishbone map)

ที่มา: http://www.prachasan.com/mindmapknowledge/fishbonemm.htm.

4. แผนผังมโนมติแบบวัฏจักร (Circle map) เป็นผังที่แสดงลำดับที่ต่อเนื่องกัน เป็นวงกลมหรือเป็นวัฏจักรที่แสดงจุดสิ้นสุดหรือจุดเริ่มต้นที่แน่นอน ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แผนผังมโนมติแบบวัฏจักร (Circle map)

ที่มา: http://pamhook.com/wiki/HookED_SOLO_Cycle_Map.

2.3 ขั้นตอนการเรียนการสอนร่วมกับการใช้แผนผังมโนมติ

มนมนัส สุดสิ้น (2543) กล่าวว่า ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติหมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ

สมจิต สวธนไพบูรย์ (2535) กล่าวว่า ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนทำการทดลอง

1.1 นักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาแล้วร่วมกันอภิปรายจากสถานการณ์เพื่อระบุปัญหา และตั้งสมมติฐาน

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังความคิด เรื่องที่ศึกษาลงในใบงาน

1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองโดยมีอุปกรณ์ให้

2. ขั้นทำการทดลอง

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง

2.2 บันทึกผลการทดลองตามรูปแบบที่เตรียมไว้

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เอกสารประกอบการสอนโดยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนทัศน์ในเรื่องที่ศึกษามาอภิปรายเพื่อระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนทัศน์

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนทัศน์

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเชื่อมโยงแต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุง แก้ไข แผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น

3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังมโนทัศน์ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วลงแผ่นใสแล้วเสนอหร้าชั้น

3.7 ครูและนักเรียนร่วมกันคัดเลือกแผนผังมโนทัศน์ที่เหมาะสมที่สุดมาสรุปในบทเรียนและนักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปลงในสมุด

3.8 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ทิศนา แขมมณี (2547, น. 236) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญๆ ดังนี้

1. ทบทวนความรู้เดิม

2. การชี้แจงวัตถุประสงค์ ลักษณะของบทเรียน ความรู้ที่คาดหวังให้เกิดแก่ผู้เรียน

3. การกระตุ้นให้ผู้เรียนตระหนักถึงความรู้เดิม เพื่อเตรียมสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนและการจัดเนื้อหาสาระด้วยแผนภาพ

4. การนำเสนอตัวอย่างการจัดเนื้อหาสาระด้วยแผนภาพที่เหมาะกับลักษณะเนื้อหาความรู้ที่คาดหวัง

5. การนำเสนอปัญหาให้ผู้เรียนใช้แผนภาพเป็นกรอบในการแก้ปัญหา

6. การทำความเข้าใจให้กระจ่างชัด

จากการศึกษาแนวคิด หลักการ และทฤษฎี วิธีดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กับการใช้แผนผังมโนมติ ผู้วิจัยได้นำมาสังเคราะห์กำหนดเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับการใช้แผนผังมโนมติ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้ 1. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้คำถาม ประเด็น ปัญหา ซึ่งอาจจะเกิดจากความสนใจความสนใจของนักเรียน ครูสร้างสถานการณ์ หรือการอภิปรายในกลุ่ม เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิด เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งสร้างความเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเนื้อหาที่จะเรียนร่วมกับการใช้แผนผังมโนมติ 2. ขั้นสำรวจ (Exploration) เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยการออกแบบการทดลอง หรือการค้นคว้าหาข้อมูล กำหนดแนวทางขั้นสำรวจ ตรวจสอบ 3. ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นตอนการวิเคราะห์ เป็นการให้นักเรียนลงมือทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล ครูมีหน้าที่ส่งเสริม ให้คำปรึกษา ชี้แนะ เพื่อนำไปสู่การสรุปผล มีการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่เรียนกับแผนผังมโนมติ 4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการอภิปรายผลที่ได้จากการทำกิจกรรม หรือการสืบค้นข้อมูล นักเรียนมีการขยายความคิดรวบยอด ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ 5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) ขั้นตอนสร้างข้อสรุปแล้วลงข้อสรุปอย่าง สมเหตุสมผล ประเมินความรู้และความสามารถของนักเรียน

2.4 ประโยชน์ของมโนมติและแผนผังมโนมติ

มโนมติมีความสัมพันธ์กับแผนผังมโนมติอย่างยิ่ง การสร้างแผนผังมโนมติที่ดีจะต้องเข้าใจ และรู้จักการเลือกใช้คำเชื่อม ตัวอย่าง และมโนมติที่สำคัญมาสร้าง ซึ่งนักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของมโนมติ และแผนผังมโนมติไว้ดังนี้

จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า (2537, น. 20-21) กล่าวว่าประโยชน์ของมโนมตินั้นมีหลายประการ ซึ่งพอจะประมวลได้ดังนี้

1. มโนมติช่วยลดความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน เช่นการขยายตัวของความรู้ทุกวันนี้ ทำให้เราต้องหาวิธีการจัดประเภท

2. มโนมติทำให้เรารู้จักสิ่งรอบตัว

3. มโนมติช่วยให้เราไม่ต้องเรียนซ้ำแล้วซ้ำอีก เช่น เมื่อเรามีความคิดรวบยอด เรื่องสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เราก็สามารถเข้าใจลักษณะร่วมกันของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สามารถจะจัดเข้าพวกและแยกสัตว์ประเภทอื่นออกจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้ โดยไม่ต้องเรียนรู้ร่วมกันใหม่อีก เป็นรายชนิดอย่างไม่รู้จบ

4. มโนมติที่ทำให้การสอนเป็นไปได้เพราะการสอนในระดับสูงขึ้นไป จำเป็นจะต้องมีความคิดรวบยอด เพื่อให้สามารถพูดและทำความเข้าใจได้

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540, น. 33-36) ได้กล่าวถึงการนำเอาแผนผังมโนมติไปสู่ประโยชน์กิจกรรมการทำงานต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ใช้แผนผังมโนมติในการสำรวจความรู้เดิมของนักเรียน โดยใช้สำรวจความรู้ที่มีมาก่อน เพื่อนำไปใช้ในการเตรียมการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน

2. ใช้แผนผังมโนมติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติต่าง ๆ ที่อยู่ในความคิดของนักเรียนซึ่งทำให้ทราบว่านักเรียนกำลังคิดอะไร และกำลังคิดจะทำอะไรเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ คล้ายกับการเดินทางโดยใช้แผนที่

3. ใช้แผนผังมโนมติในการสรุปความหมายจากตำรา ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาในการอ่านครั้งต่อไป และไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการอ่าน

4. ใช้แผนผังมโนมติในการสรุปความหมายจากการปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการ หรือในห้องปฏิบัติภาคสนาม แผนผังมโนมติจะเป็นแนวทางให้แก่นักเรียนว่าควรทำอย่างไรบ้าง สังเกตสิ่งใดบ้าง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

5. ใช้แผนผังมโนมติในการวางแผนการประเมินหลักสูตร

6. ใช้แผนผังมโนมติในการเตรียมการสอน เช่นการจัดพัฒนาหลักสูตรหน่วยการเรียน บทเรียน การเขียนเค้าโครงของเรื่อง เพื่อเขียนตำราทางวิชาการ ซึ่งจะช่วยบูรณาการเนื้อหาต่างๆ เข้าด้วยกัน

7. ใช้แผนผังมโนมติเป็นเครื่องมือในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

8. แผนผังมโนมติของนักเรียนจะส่งผลให้ทราบถึงข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับผลการเรียนจากการสอนของครู

9. การเขียนแผนผังมโนมติทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิด และความรู้ที่เรียนในกิจกรรมหนึ่งกับสิ่งที่เขาได้เรียนมาแล้วในกิจกรรมอื่นๆ

10. แผนผังมโนมติอาจใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับแสดงให้เห็นถึงการรับรู้มโนมติที่ถูกหรือผิด

Aults (1985, p. 45) กล่าวถึง ประโยชน์ของแผนผังมโนมติไว้ดังนี้คือ

1. ใช้แผนผังมโนมติในการเตรียมการสอน ซึ่งจะช่วยบูรณาการเนื้อหาวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

2. ใช้แผนผังมโนมติในการวางแผนประเมินหลักสูตร

3. ใช้แผนผังมโนมติเป็นแนวทางในการกำหนดประเด็นที่จะอภิปรายจะทำให้ครอบคลุมประเด็นทั้งหมด

4. ใช้แผนผังมโนมติเป็นแนวทางในการปฏิบัติการทดลอง จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และปฏิบัติการทดลองได้ตามวัตถุประสงค์

5. ใช้แผนผังมโนมติในการจับใจความสำคัญจากตำราเรียน จะทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น

6. ใช้แผนผังมโนมติในการตอบข้อสอบแทนการเขียนตอบ

จากประโยชน์ของแผนผังมโนมติที่ใช้ในการเรียนการสอนนั้น สรุปได้ว่าแผนผังมโนมติสามารถนำมาใช้ในกิจกรรมการสอน โดยใช้เป็นเครื่องมือ เพื่อนำไปวางแผนการจัดกิจกรรมการจัดลำดับเนื้อหาในการสอนของครู และใช้เป็นเครื่องมือวัดความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถใช้แผนผังมโนมติในการสรุปบทเรียน โดยการเชื่อมโยงมโนมติต่างๆ เข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียนจำได้ง่าย

3. มโนมติทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์

ได้มีผู้ให้ความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ คือความคิดความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากข้อเท็จจริง หลักการ ผลของการทดลองในทางวิทยาศาสตร์ และสถานการณ์ต่างๆ แล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันอย่างมีเหตุผล เป็นข้อสรุปและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2538) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ประเภทหนึ่งที่เกิดจากความคิดโดยสรุปของบุคคลที่มีต่อวัตถุ หรือเหตุการณ์ มโนมติไม่ใช่ข้อเท็จจริงและไม่ใช่ทฤษฎี แต่มโนมติเป็นผลจากการพิจารณาจัดระบบข้อเท็จจริงและการสังเกตของสิ่งที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจ หรือความคิดโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งนั้น มโนมติทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นความรู้ที่เป็นผลผลิตของการใช้ความคิดพิจารณาจัดระบบของข้อเท็จจริงและประสบการอย่างรอบคอบ

ได้มีผู้ให้ความหมายของมโนมติที่คลาดเคลื่อนไว้ดังนี้

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ ว่า เป็นการสั่งสมหรือสรุปความคิดที่ผิดพลาด และเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ช้าลงและไม่บังเกิดผล

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2532) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ไว้ว่าเป็นความคิดความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องอันเนื่องมาจากการรับรู้ที่ไม่สมบูรณ์ และคลุมเครือ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงต้องการให้นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องสมบูรณ์สามารถเชื่อมโยงมโนมติที่ถูกต้องกับมโนมติใหม่ที่ซับซ้อนทำให้สามารถเรียนรู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง ครูผู้สอนจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญกับมโนมติของผู้เรียน หากพบว่าผู้เรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก็ควรที่จะแก้ไข หรือปรับเปลี่ยนมโนติให้ถูกต้องซึ่งการสอนเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายนี้ครูจึงต้องมียุทธศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนมติที่ถูกต้อง นอกจากนี้ครูผู้สอนเองจะต้องไม่เป็นสาเหตุของการเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนอีกด้วย โดยการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเกิดมโนมติที่ถูกต้องและเปลี่ยนแปลงมโนมติที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2555)

3.2 ระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

Mungsing (1993) กล่าวว่าระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ 5 ระดับ ดังนี้

1. ความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบของแต่ละมโนมติ ให้ 3 คะแนน

2. ความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

3. ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูก ให้เหตุผลบางส่วนถูก แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หรือเลือกคำตอบถูกแต่ไม่อธิบายคำตอบ ให้ 1 คะแนน

4. ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

5. ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

3.3 การตรวจสอบมโนมติทางวิทยาศาสตร์

ศิริเดช สุชีวะ (2538) กล่าวว่า เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบมโนมติทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. การสังเกตและการสอบถาม

การสังเกตและการสอบถามเป็นเครื่องมือที่ใช้ในระยะแรก ใช้กับนักเรียนเป็นรายบุคคล อย่างไม่เป็นทางการ ครูต้องเป็นผู้มีทักษะในการสังเกตและตั้งคำถาม วิธีนี้ใช้ได้ผลดีกับนักเรียนกลุ่มเล็ก และครูที่มีความใกล้ชิดกับนักเรียน แต่ถ้าในห้องเรียนมีนักเรียนจำนวนมากวิธีนี้จะไม่เหมาะสมเพราะต้องใช้เวลานาน

2. แบบทดสอบ

2.1 แบบทดสอบแบบอัตนัย

การใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย ใช้ได้ผลดีทั้งในการวินิจฉัยมโนมติพื้นฐานและมโนมติที่ซับซ้อน การตอบคำถามของผู้เรียนต้องคิดและเขียนตอบด้วยภาษาของตนเอง เหมาะสำหรับวิชาที่มีเนื้อหาประกอบด้วยเรื่องต่างๆ ที่สัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน และเป็นการวัดว่าสามารถบูรณาการเรื่องต่างๆ เหล่านั้นได้ ครูต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหานั้นเป็นอย่างดี ต้องใช้เวลาในการสอบ การตรวจ และการวินิจฉัย ค่อนข้างยาก ทำให้เป็นข้อจำกัดของวิธีการนี้

2.2 แบบทดสอบแบบปรนัย

เป็นวิธีการที่เป็นทางการที่ใช้กันมานานในวงการวัดผลการศึกษา สร้างขึ้นเพื่อค้นหาข้อบกพร่อง จุดอ่อน หรือจุดด้อยของผู้เรียน เพื่อแยกแยะผู้เรียนว่ามีความสามารถดีหรือด้อยในเรื่องใด และหาสาเหตุว่าผู้เรียนมีผลการเรียนด้อยเนื่องมาจากสาเหตุอะไร เป็นข้อสอบที่ตอบสนองสภาพการณ์ สามารถแสดงให้เห็นกระบวนการคิดของผู้เรียนอย่างเพียงพอที่จะค้นคว้า วิเคราะห์ อุปสรรค และความเข้าใจคลาดเคลื่อนในการเรียน

3. เทคนิคการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย (Prediction-Observation-Explanation, POE)

เทคนิค POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทำนายก่อนลงมือทำกิจกรรมพร้อมอธิบายเหตุผล ขั้นที่ 2 ทำการสังเกตและบันทึกผลที่สังเกตได้ และ ขั้นที่ 3 การอธิบายความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ทำนายในขั้นที่ 1 กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในขั้นที่ 2 เทคนิคนี้ทำให้ทราบถึงมโนมติของนักเรียนโดยจะนำพื้นฐานความรู้เดิมมาเป็นพื้นฐานในการทำนาย ซึ่งจะทราบได้จากการเขียนเหตุผลอธิบาย

4. วาดรูป (Drawing)

การตรวจสอบมโนมติสามารถให้นักเรียนวาดรูปเพื่อแสดงความเข้าใจ โดยอาจจะมีการสัมภาษณ์ เพื่อให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่ตนเองวาดได้ สามารถใช้ได้ทั้งการตรวจสอบมโนมติเดิมที่นักเรียนมีก่อนที่จะเรียนเรื่องนั้น ซึ่งเนื้อหาบางเรื่องจะสื่อให้เห็นถึงความเข้าใจของนักเรียน เช่น ในรายวิชาชีววิทยา การเรียนเรื่องเซลล์พืช และเซลล์สัตว์ ถ้าให้นักเรียนวาดภาพ จะทำให้ทราบว่านักเรียนเข้าใจมากน้อยเพียงใดได้ เป็นต้น

5. แบบผสมผสาน (Mixed Method)

ในการศึกษามโนมติของผู้เรียนนั้น ไม่ได้จำกัดว่า จะต้องใช้หลักการและเครื่องมือเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น นักวิจัยหลายคนจึงได้พัฒนาแบบวัดมโนมติที่ผสมผสานวิธีการวัดหลายอย่างเข้าด้วยกัน เช่น การสอบระดับนานาชาติ PISA และ TIMSS ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้แบบบูรณาการในการตอบคำถาม ทำให้ทราบถึงความรู้พื้นฐานและความสามารถในการบูรณาการความรู้ของนักเรียน

3.4 การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์

3.4.1 การสร้างแบบทดสอบ

Peterson and Treagust (1989) ได้พัฒนาแบบทดสอบที่ใช้วัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ แต่ละข้อประกอบด้วยคำถาม 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นคำถามปรนัยชนิดเลือกตอบ

ตอนที่ 2 เป็นคำถามเหตุผลที่นักเรียนใช้ประกอบการตอบคำถามในตอนที่ 1

Fethterstonhaugh and Treagust (1992) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง แสงและสมบัติของแสง โดยใช้การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนมติตามทฤษฎีของ Posner และคณะ แล้วทำการวัดมโนมติตามแบบของ Peterson และ Treagust โดยในตอนที่ 1 Peterson และ Treagust ได้ใช้คำถามแบบปรนัย 3 ตัวเลือก และในตอนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลประกอบ ดังตัวอย่าง

ถ้าดำและแดงกำลังอยู่ในห้องมืด ทั้งสองคนจะเห็นวัตถุที่อยู่ในห้องมืดหรือไม่

a. ไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้เลย

b. สามารถมองเห็นวัตถุได้บางส่วน

c. สามารถมองเห็นวัตถุได้ชัดเจน

เหตุผลที่ใช้ประกอบการตอบคำถาม.....

พันธุ์ ทองชุมนุม (2547, น. 205) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบมโนมติผู้เรียนว่า เมื่อผู้สอนได้ทำการสอนเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปแล้ว สิ่งที่ผู้สอนอยากทราบก็คือผู้เรียนได้เกิดกระบวนการเรียนรู้และมีมโนมติในสิ่งที่ได้สอนไปแล้วนั้น ถูกต้องตามที่คาดหวังหรือไม่ สามารถพิจารณาได้ดังต่อไปนี้

1. สามารถระบุหรือเรียกชื่อมโนมตินั้นได้
2. สามารถบอกลักษณะของมโนมตินั้นได้
3. สามารถจำแนก คัดเลือก ยกตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนมตินั้นได้
4. สามารถอธิบาย รวมถึงสรุปความหมายของมโนมตินั้นได้จากความรู้ ความเข้าใจของตนเอง ด้วยภาษาของตนเองได้

3.4.2 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้ สามารถทำได้ดังนี้

1. การตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยการวิจารณ์ การวิจารณ์ข้อสอบเป็นการหาข้อมูลเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ

1.1 แบบทดสอบที่เขียนสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

1.2 ภาษาที่ใช้เขียนข้อสอบง่าย กะทัดรัด

1.3 แบบทดสอบที่เขียนพยายามหลีกเลี่ยงข้อความปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

1.4 ถามสิ่งสำคัญในเนื้อหา

1.5 คำถามของแบบทดสอบไม่ชี้แนะคำตอบของข้ออื่น

1.6 คำถามของแบบทดสอบพยายามหลีกเลี่ยงการใช้ประโยคคำถาม ถ้าจะใช้ควรขีดเส้นใต้คำว่า “ไม่” ให้เห็นอย่างชัดเจน

2. การหาค่าความตรงเป็นรายข้อโดยผู้เชี่ยวชาญ จะวิเคราะห์โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบว่า “คำถามวัดจุดประสงค์ที่กำหนดหรือไม่” ซึ่งเป็นวิธีการหาดัชนีความสอดคล้องโดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้รู้ลักษณะวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและมีความเข้าใจแบบทดสอบแต่ละข้อเป็นอย่างดี ประมาณ 5 คน อย่างน้อยควรมี 3 คน

ขั้นตอนที่ 2 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแบบทดสอบแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดใน 3 ลักษณะดังนี้

2.1 ถ้าแน่ใจว่าแบบทดสอบวัดตรงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้คะแนน +1

2.2 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดตรงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้คะแนน 0

2.3 ถ้าแน่ใจว่าแบบทดสอบวัดไม่ตรงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้คะแนน -1

ขั้นตอนที่ 3 นำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ในแต่ละข้อมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตหรือดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร $\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$ กล่าวคือ นำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน (คิดเครื่องหมายด้วย) ของแบบทดสอบแต่ละข้อรวมกันแล้วนำจำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดไปหารถ้าได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตมากกว่า .50 แสดงว่าข้อคำถามนั้นวัดจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

3. นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงให้เหมาะสม

4. นำแบบทดสอบทั้งหมดที่ผ่านการพิจารณาและปรับปรุงให้เหมาะสมแล้วมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบมีคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบ วิธีตอบ จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

5. นำเอาแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่คล้ายกับกลุ่มตัวอย่างจริง จำนวนประมาณ 20 คน หรือมากกว่า จากนั้นนำผลที่ได้จากการสอบมาตรวจสอบคุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อในด้านความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ จะพิจารณาในประเด็นต่อไปนี้

1. ความยากง่าย (p) เป็นคุณสมบัติที่บ่งถึงว่าแบบทดสอบแต่ละข้อมีคนถูกมากน้อยเท่าไร ถ้ามีคนทำถูกมาก จะมีค่า p มาก เรียกว่าแบบทดสอบข้อนั้นง่าย แต่ถ้าข้อใดมีคนทำถูกน้อยหรือถ้าไม่มีใครทำถูกเลย ค่า p จะเท่ากับ 0 ซึ่งแปลว่าแบบทดสอบข้อนั้นยากมาก จนไม่มีใครทำถูกเลย ทั้งนี้ค่า p ควรอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 จึงจะนับว่าใช้ได้

2. ค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นคุณสมบัติที่บ่งถึงความสามารถของแบบทดสอบที่แยกเด็กเก่ง-อ่อนได้ จะมีค่า r เป็นตัวดัชนีบ่งชี้ให้ทราบซึ่งข้อใดมีค่าอำนาจจำแนกสูง ก็จะเป็นข้อสอบที่ดี สามารถบอกได้ว่าคนทำแบบทดสอบถูกจะเป็นพวกกลุ่มเก่ง ถ้าใครทำผิดจะเป็นพวกกลุ่มอ่อน ค่าอำนาจจำแนกที่ใช้จะต้องมีค่า r ที่สูงกว่า .20 ขึ้นไป

3. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึงความคงเส้นคงวาของแบบทดสอบในการสอบวัด กล่าวคือไม่ว่าจะสอบวัดกี่ครั้ง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบจะสอดคล้องกัน

ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบนั้นจะแบ่งออกเป็นการหาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบแบบอิงกลุ่มและการหาค่าความเที่ยงแบบอิงเกณฑ์ ในที่นี้ขอกล่าวเฉพาะการหาค่าความเที่ยงแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม เพราะในการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีนี้

การหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม มี 4 วิธี ดังนี้

1. วิธีสอบซ้ำ

2. วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน

3. วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ

4. วิธีใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient)

ในการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ตามวิธีของ (Cronbach, 1990) โดยปกติค่าความเชื่อมั่นจะต้องใช้ตั้งแต่ .70 ขึ้นไป จึงจะเรียกว่ามีคุณภาพความเที่ยงที่เหมาะสม

5. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพในด้านความยากง่าย อำนาจจำแนกและความเที่ยง มาจัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

สมฤทัย จีนด้วง (2542) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีสอนแบบแผนผังมโนมติกับการสอนแบบปกติ ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่สอนโดยใช้วิธีสอนแบบแผนผังมโนมติสูงกว่านักเรียนที่สอนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

เสาวลักษณ์ เหลืองดี (2552) ได้ศึกษาความเข้าใจมโนมติในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการเกิดภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ จากภาพรวมของมโนมติ 5 เรื่อง นักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 46.42 นักเรียนบางส่วนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 53.58 แต่หลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(Inquiry Cycle) นักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 82.81 และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนบางส่วน หลังเรียนลดลง มีคะแนนเฉลี่ย 17.19 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ความพึงพอใจของนักเรียนเมื่อได้นับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนทั้งชั้น จำนวน 24 คน มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.19, S.D.= 5.09)

เกียรติมณี บำรุงไร่ (2553) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE) รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยแบบตีความ เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบ POE แบบวัดมโนมติแรงและการเคลื่อนที่ และการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม ประเมินมโนมติทางเลือกของนักเรียนหลังเรียนเทียบกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ผลการพัฒนามโนมติเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ พบว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ POE นักเรียนได้พัฒนามโนมติทางเลือกไปสู่มโนมติทางวิทยาศาสตร์มากกว่าร้อยละ 70

พนิตานันท์ วิเศษแก้ว (2553) ได้ศึกษา การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและความดัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนชุมชนแท่นประจัน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 2 จำนวน 23 คน โดยใช้การสอนแบบ Predict-Observe-Explain โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเรื่อง แรงและความดัน 2) เพื่อพัฒนา

ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและความดัน เครื่องมือที่ใช้คือเครื่องมือในการสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ และให้แสดงเหตุผลประกอบ และแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า 1) นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาเรื่อง แรงและความดัน จำนวน 35 มโนมติ 2) ผลการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน พบว่านักเรียนมีคะแนนสูงกว่าร้อยละ70 ของคะแนนเต็ม คะแนนเฉลี่ย 20.04 หลังเรียนพบว่านักเรียน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 73.91 ของนักเรียนทั้งหมดมีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คะแนนเฉลี่ย 66.22 และนักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลง

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Palmar, D. (1996) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง The POE in the Primary school: And Evaluation พบว่า POE เป็นเทคนิควิธีการสร้างความรู้ความเข้าใจต่อมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เทคนิค POE เป็นแบบฉบับของการมีส่วนร่วมของนักเรียน การแสดงสถานการณ์ให้นักเรียนได้ทำนายว่าอะไรจะเกิดขึ้นต่อไปเมื่อมีการกระทำส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจมีเหตุผลยิ่งขึ้น และจะประสบผลสำเร็จมากเมื่อเริ่มปลูกฝังมโนมติทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษา พบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ POE เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียน

Simmons (1998) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลของการสอน 3 แบบ คือ 1) การใช้เทคนิคผังกราฟิกก่อนการอ่าน 2) การใช้เทคนิคผังกราฟิกหลังการอ่าน และ 3) การเรียนการสอนแบบปกติที่ใช้การถามการอภิปรายก่อน ระหว่าง และ หลังการอ่านเอกสาร ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ใช้เทคนิคผังกราฟิกก่อนการอ่านได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ใช้เทคนิคผังกราฟิกหลังการอ่าน

Tekkaya (2002) ได้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งเป็นอุปสรรคต่อความเข้าใจในการเรียนชีววิทยา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสืบค้น และรวบรวมมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนในระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย และนักศึกษาในมหาวิทยาลัย ในประเทศตุรกี เพื่อเป็นข้อมูลให้ครูระมัดระวังการเกิดมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา ผลการวิจัยพบวา นักเรียนเรียนทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และระดับ มหาวิทยาลัย มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกระบวนการหายใจของพืช ตัวอย่างเช่น นักเรียนเข้าใจว่า “พืชหายใจเฉพาะในเวลากลางคืนเทานั้น พืชไม่มีการหายใจแต่พืชมีการสังเคราะห์ด้วยแสงแทน” และพบวานักเรียนมีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนในเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เช่น นักเรียนเข้าใจว่า “แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ ปุ๋ย และแร่ ธาตุ เป็นอาหารของพืชอาหารของพืชได้มาจากดิน”

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้น พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนผังมโนมติรูปแบบต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระได้ง่าย ซึ่งนักเรียนเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เน้นการปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ พัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียนตลอดจนช่วยให้การเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียน และคงอยู่ได้นาน ส่งผลให้นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่องนั้นๆ ถูกต้องมากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนผังมโนมติ มาใช้พัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 5 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 164 คน โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ และแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ซึ่งมีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

2.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ ผู้ศึกษาดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การเขียนแผนผังมโนมติ และการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ

2.1.2 ศึกษาเนื้อหา เรื่องระบบนิเวศ จากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ และจากเอกสาร ตำราต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.1.3 ศึกษาหนังสือ คู่มือครู เอกสาร วารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อวิเคราะห์มโนมติทั้ง 7 คือ 1) องค์ประกอบและบทบาท หน้าที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 2) รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 3) การถ่ายทอดพลังงาน 4) โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยน แปลงประชากร 5) การหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ 6) ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำ และคาร์บอนในระบบนิเวศ 7) ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม แล้วกำหนดกรอบมโนมติ สำหรับนำมาวางแผนในการจัดการเรียนการสอน ดังตารางที่ 3.1

เรื่องระบบนิเวศ แบ่งออกเป็น 3 เรื่องได้แก่

1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบนิเวศ ประกอบด้วย มโนมติที่ 1 องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ มโนมติที่ 2 รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

2. การถ่ายทอดพลังงาน และวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ ประกอบด้วย มโนมติที่ 3 การถ่ายทอดพลังงาน มโนมติที่ 4 โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยนแปลงประชากร มโนมติที่ 5 การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ มโนมติที่ 6 ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน

3. ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย มโนมติที่ 7 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 3.1 กรอบมโนมติทั้ง 7 มโนมติ

มโนมติที่	เรื่อง	กรอบมโนมติ
1. องค์ประกอบและบทบาท หน้าที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบนิเวศ	องค์ประกอบของระบบนิเวศ ประกอบด้วยองค์ประกอบทางชีวภาพ และองค์ประกอบทางกายภาพ สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ในระบบนิเวศมีบทบาทหน้าที่แตกต่างกัน และมีความสัมพันธ์กันในลักษณะต่างๆ เช่นมดกินซากแมลงที่ตาย จิ้งจกกินแมลงเป็นอาหาร วัวกินหญ้า และต้นหญ้าเจริญเติบโตได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตเมื่อพิจารณาจากลักษณะการอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศจะพบว่ามีทั้งความสัมพันธ์แบบพึ่งพากัน การเป็นศัตรู ไม่พึ่งพาไม่เป็นศัตรู สิ่งมีชีวิตหนึ่งได้ประโยชน์ แต่สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเสียประโยชน์ หรือพบว่าสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้ประโยชน์แต่สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ บทบาท หน้าที่ สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแบ่งได้ เป็น 3 กลุ่ม คือ 1. ผู้ผลิต (Producer) คือ พวกที่สามารถนำเอาพลังงานจากแสงอาทิตย์มาสังเคราะห์อาหารขึ้นได้เอง 2. ผู้บริโภค (Consumer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้าง อาหารได้เอง ต้องได้รับอาหารโดยกินผู้ผลิต 3. ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตและได้พลังงานมาใช้ด้วยการย่อยสลายอินทรีย์สารแล้วดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

มโนมติที่	เรื่อง	กรอบมโนมติ
2. รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบนิเวศ	ในระบบนิเวศหนึ่งประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายแตกต่างกันมากมาย โดยสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีความสัมพันธ์ต่อกันอย่างซับซ้อนและอาจก่อให้เกิดผลกระทบระหว่างกันได้ ซึ่งสามารถจำแนกผลกระทบที่เกิดจากความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตได้ 3 ลักษณะ คือ ความสัมพันธ์แบบได้รับประโยชน์ (+) ความสัมพันธ์แบบเสียประโยชน์ (-) และความสัมพันธ์แบบไม่ได้รับและไม่เสียประโยชน์ (0) ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่อยู่ร่วมกันในระบบนิเวศจะมีรูปแบบที่แตกต่างกัน ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศประกอบด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันประกอบด้วย ภาวะเป็นกลาง ภาวะการล่าเหยื่อ ภาวะการแข่งขัน ภาวะการได้รับประโยชน์ร่วมกัน ภาวะพึ่งพากัน ภาวะอิงอาศัย ภาวะปรสิต
3. การถ่ายทอดพลังงาน	การถ่ายทอดพลังงานและวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ	การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ หมายถึง ผู้ผลิตเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานที่เก็บสะสมอยู่ในโมเลกุลของสารอาหารถ่ายทอดไปยังผู้บริโภค โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งสามารถถ่ายทอดพลังงานได้โดย ผ่านกระบวนการกินต่อกันเป็นทอดๆ ประกอบด้วย โซ่อาหารและสายใย
4. โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยนแปลงประชากร	การถ่ายทอดพลังงานและวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ	โซ่อาหาร หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในรูปของอาหารเป็นลำดับขั้น จากสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ไปยังอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่งโดยการกินกันเป็นทอดๆในระนาบเดียวกัน สายใยอาหารคือ โซ่อาหารหลายๆห่วงโซ่ ที่มีความคาบเกี่ยวหรือสัมพันธ์กัน นั่นคือในธรรมชาติการกินต่อกันเป็นทอดๆในโซ่อาหาร จะมีความซับซ้อนกันมากขึ้น คือมีการกินกันอย่างไม่เป็นระเบียบ

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

มโนมติที่	เรื่อง	กรอบมโนมติ
		ปัจจัยที่ทำให้ประชากรเปลี่ยนแปลง คือ อัตราการเกิด อัตราการตาย อัตราการอพยพเข้า และอัตราการอพยพออก ทำให้จำนวนประชากรมีการลดลงหรือเพิ่มแล้วแต่กรณี
5. การหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ	การถ่ายทอดพลังงานและวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ	สิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ได้ แก่ แร่ธาตุและสารต่างๆ ในระบบนิเวศ เช่น แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส น้ำ ซึ่งสารเหล่านี้มีสิ่งมีชีวิตสามารถนำมาใช้ในกระบวนการดำรงชีวิต และขณะเดียวกันผลที่เกิดจากการใช้สารบางชนิดก่อให้เกิดสารใหม่ที่สิ่งมีชีวิตชนิดอื่นนำไปใช้ได้ ทำให้ปริมาณสารในระบบนิเวศค่อนข้างคงที่และสมดุลในธรรมชาติ เนื่องจากมีการหมุนเวียนสารโดยมีการใช้สารบางอย่าง แล้วปลดปล่อยสารบางอย่างกลับคืนสู่ธรรมชาติ ทำให้เกิดการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศเรียกว่า วัฏจักร ซึ่งมีหลายชนิด **1. วัฏจักรน้ำ** **1.1 การหมุนเวียนน้ำโดยไม่ผ่านสิ่งมีชีวิต** เริ่มจากน้ำตามแหล่งน้ำต่างๆ เช่น แม่น้ำ ทะเล น้ำในดิน ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์แล้วเกิดการระเหยเป็นไอน้ำขึ้นสู่บรรยากาศ เมื่อกระทบกับความเย็นในบรรยากาศจะควบแน่นเป็นละอองน้ำแล้วเกิดการรวมตัวกันเป็นกลุ่มเมฆ ตกลงมาเป็นฝน ลูกเห็บ หรือ หิมะสู่สิ่งแวดล้อมต่อไป **1.2 การหมุนเวียนโดยผ่านสิ่งมีชีวิต** เริ่มจากสิ่งมีชีวิตกินน้ำแล้วขับถ่ายออกมาในรูปปัสสาวะ การหายใจของสัตว์ การคายน้ำของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ซึ่งระเหยเป็นไอน้ำขึ้นสู่บรรยากาศเปลี่ยนไปเป็นก้อนเมฆและตกลงมาเป็นฝนคืนกลับให้พืชและสัตว์ต่อไป **2. วัฏจักรคาร์บอน** **3. วัฏจักรไนโตรเจน**

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

มโนมติที่	เรื่อง	กรอบมโนมติ
6. ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำ และคาร์บอนในระบบนิเวศ	การถ่ายทอดพลังงานและวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ	วัฏจักรน้ำ: การหมุนเวียนน้ำเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาระหว่างพื้นผิวโลก และบรรยากาศ น้ำในแหล่งน้ำบนผิวโลก เมื่อได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศแล้วเกิดการควบแน่นของไอน้ำในบรรยากาศเกิดเป็นเมฆก่อนตกลงมาเป็นฝน แต่มีน้ำบางส่วนที่เข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตแล้วจึงออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกเช่น รากน้ำดูดพืชแล้วคายน้ำบางส่วนสู่บรรยากาศ สัตว์กินน้ำ แล้วขับน้ำออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกโดยการหายใจและขับถ่าย วัฏจักรคาร์บอน: อากาศประกอบด้วยแก๊สหลายชนิด และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สที่มีความสำคัญในวัฏจักรคาร์บอน พืชนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อสร้างสารประกอบอินทรีย์เก็บไว้ตามส่วนต่างๆของพืช เมื่อสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น มนุษย์ สัตว์ มากินพืช คาร์บอนจะถูกถ่ายทอดไปตามลำดับ เมื่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดตายลง บางส่วนจะถูกย่อยสลายด้วยสารอินทรีย์ ทำให้คาร์บอนถูกปล่อยเข้าสู่บรรยากาศในรูปแบบของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนซากที่ไม่ย่อยสลายเมื่อทับถมกันเป็นเวลานานภายใต้ภาวะที่เหมาะสมก็จะกลายไปอยู่ในรูปของเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ และน้ำมันปิโตรเลียม การหายใจของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์คืนบรรยากาศ ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง วนเวียนต่อเป็นวัฏจักร

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

มโนมติที่	เรื่อง	กรอบมโนมติ
7. ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น การดูแลและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน	สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ทั้งสิ่งที่มีชีวิต สิ่งไม่มีชีวิต เห็นได้ด้วย ตาเปล่า และไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า รวมทั้งสิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น หรืออาจจะกล่าวได้ว่า สิ่งแวดล้อมจะประกอบด้วยทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรที่มนุษย์สร้างขึ้นในช่วงเวลาหนึ่งเพื่อสนองความต้องการของมนุษย์นั่นเอง ทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึง สิ่งต่าง ๆ (สิ่งแวดล้อม) ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมนุษย์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น บรรยากาศ ดิน น้ำ ป่าไม้ ทุ่งหญ้า สัตว์ป่า แร่ธาตุ พลังงาน และกำลังแรงงานมนุษย์ เป็นต้น

2.1.4 ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนมติจากเอกสารงานวิจัย วารสาร สิ่งพิมพ์ และตำราต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และรูปแบบแผนผังมโนมตินำมาใช้ได้ 4 รูปแบบ คือ

1) แผนผังมโนมติแบบใยแมงมุม (a spider map)
2) แผนผังมโนมติแบบแผนที่ความคิด (a mind map)
3) แผนผังมโนมติแบบก้างปลา (a fishbone map)
4) แผนผังมโนมติแบบวัฏจักร (Circle map)

2.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับใช้แผนผังมโนมติ เรื่อง ระบบนิเวศ จำนวน 5 แผน รวม 15 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบนิเวศ
สาระการเรียนรู้ องค์ประกอบของระบบนิเวศและความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมภายในระบบนิเวศ เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบนิเวศ
สาระการเรียนรู้ ประชากรและกลุ่มสิ่งมีชีวิต เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การถ่ายทอดพลังงานและวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ
สาระการเรียนรู้ การถ่ายทอดพลังงานโซ่อาหารและสายใยอาหาร
เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดพลังงานโซ่อาหารและสายใยอาหาร

สาระการเรียนรู้ วัฏจักรน้ำ และวัฏจักรคาร์บอนภายในระบบนิเวศ
เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

สาระการเรียนรู้ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น การดูแลและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน เวลา 3 ชั่วโมง

โดยการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement)
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ (Exploration)
ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (Explanation)
ขั้นที่ 4 ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration)
ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation)

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังมโนมติในแต่ละขั้นตอนได้แสดงบทบาทของครูและบทบาทของนักเรียน ดังแสดงในตารางที่ 3.2 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังมโนมติ

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 1 ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) - นำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้คำถาม ประเด็น ปัญหา - การอภิปรายในกลุ่ม เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิด - สร้างความเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเนื้อหาที่จะเรียนร่วมกับการใช้แผนผังมโนมติ	- ตั้งคำถาม/กำหนดปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เชื่อมโยงความรู้เดิมกับเนื้อหาที่จะเรียนร่วมกับการใช้แผนผังมโนมติ - เปิดโอกาสให้นักเรียนทำความกระจ่างในปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ	- แสดงความคิดเห็น /เล่าเรื่อง/เหตุการณ์อย่างอิสระ - อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ (Exploration) ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป	- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจ ตรวจสอบ - ซักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจ และค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะคำปรึกษาแก่นักเรียน	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนสมมติฐาน - การคาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	- ให้กำลังใจและชี้แนะ แนวทางนำไปสู่การ สำรวจตรวจสอบ	- พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหา และอภิปรายทางเลือกกับคนอื่นเพื่อหาคำตอบ - บันทึกการสังเกตผลการทำกิจกรรม
ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (Explanation) จัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์อธิบายความรู้หรืออภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งกันและกันเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือสิ่งที่ได้ค้นพบ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้อย่างชัดเจน มีการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่เรียนกับแผนผังมโนมติ	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ และแนวคิดด้วยคำพูดของนักเรียนเอง - ให้นักเรียนอธิบายโดยการใช้แผนผังมโนมติเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิม และสิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือสิ่งที่ได้ค้นพบเข้าด้วยกัน - ให้นักเรียนอธิบายโดยมีเหตุผลหลักการ หรือหลักฐานประกอบ - ให้ความสนใจกับคำ อธิบายของนักเรียน - ส่งเสริมให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน สมเหตุสมผล	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจตรวจ สอบที่ได้ 2. อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล 3. อธิบายโดยการใช้แผนผังมโนมติเชื่อมโยงสัมพันธ์และมีเหตุผลหลัก การ หรือหลักฐานประกอบ 4. ฟังการอธิบายของผู้อื่นแล้วคิด วิเคราะห์ 5. อภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย
ขั้นที่ 4 ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้นักเรียนได้ขยายเพิ่ม เติม หรือเติมเต็มองค์ความรู้ใหม่ให้กว้างขวาง สมบูรณ์ กระจ่างและลึก ซึ้งยิ่งขึ้น	- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายอย่างละเอียดชัดเจน สมบูรณ์ และอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม หรือเติมเต็มหรือขยายแนวความ คิด และทักษะจากการสำรวจตรวจสอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบกับความรู้อื่น ๆ - ร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือเติมเต็ม หรือขยายกรอบความรู้ความคิด	- นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตข้ออธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจของตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อนๆ - สรุปความรู้ โดยเขียนเป็นแผนผังมโนมติ แล้วส่งครู

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความรู้ โดยเขียนเป็นแผนผังมโนมติ แล้วส่งครู	
ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation) ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆ	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปปรับใช้ - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่างๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้	- ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับได้ - แสดงความรู้ ความเข้าใจของตนเอง จากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป

2.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเป็นไปได้ของกิจกรรม แล้วนำมาปรับปรุง

2.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (รายชื่อตามภาคผนวก ก) ด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เนื้อหา ภาษาที่ใช้ในการวัดผลประเมินผล เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ได้รับข้อเสนอแนะ สรุปได้ดังนี้ การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ควรกำหนดเป็นเชิงพฤติกรรม สามารถวัดและประเมินผลได้อย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงนำข้อเสนอไปปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้และนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

ตารางที่ 3.3 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ

ขั้นการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน
ขั้นที่ 1 ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement)	- ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศในท้องถิ่นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อรูปภาพ และเขียนแผนผังมโนมติ แสดงองค์ประกอบต่างๆ แล้วตั้งคำถาม

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน
	- ครูทบทวนประสบการณ์เดิมของนักเรียนโดยให้นักเรียนตอบคำถาม ยกตัวอย่างระบบนิเวศ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบนิเวศที่เพื่อนๆ ช่วยกันยกตัวอย่าง แล้วร่วมกันตอบคำถาม
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ (Exploration)	- ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 5-6 คน ศึกษาวิธีการทำกิจกรรม การสำรวจสภาพทางกายภาพและชีวภาพของระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน - ครูให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นก่อนทำกิจกรรม โดยครูถามคำถาม ให้ข้อเสนอ ก่อนทำกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม - ครูให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรม โดยนักเรียนศึกษาระบบนิเวศตามบริเวณที่กำหนดให้ เช่น สนามหญ้า ใต้ต้นไม้ สระน้ำ แล้วสำรวจลักษณะสภาพทางกายภาพ สำรวจลักษณะสภาพทางชีวภาพ โดยระบุชื่อกลุ่มสิ่งมีชีวิต จำนวน และลักษณะโครงสร้างภายนอกของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้น บันทึกผลการทำกิจกรรม
ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (Explanation)	- ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรม การสำรวจสภาพทางกายภาพและชีวภาพของระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน หน้าชั้นเรียน - ครูให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถามหลังทำกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถาม - ครูให้นักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรม ครูเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่เรียนกับแผนผังมโนมติ
ขั้นที่ 4 ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration)	- ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดการขยายความรู้โดยใช้ประเด็นคำถาม - ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความหมายของระบบนิเวศ โดยเขียนเป็นแผนผังมโนมติ ในกระดาษ A4 และทำให้มีสีสันสวยงาม แล้วส่งครู
ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation)	- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ - นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ปัญหา อย่างไรบ้าง

2.2 แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ มีขั้นตอนและการหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

แบบวัดมโนมติ เรื่อง ระบบนิเวศ ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบวัดมโนมติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้น (Two Teir Multiple Choice Diagnostic Test) ส่วนแรกเป็นการเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก ส่วนที่สองเป็นการให้เหตุผลในการเลือกตอบตัวเลือกนั้น จำนวน 14 ข้อ ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสารการวัดและประเมินผลทางการศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับหลักเกณฑ์ วิธีการ และการเขียนข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างคำถามและคำตอบให้ถูกต้อง เพื่อจะนำไปวัดให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.2 ศึกษาโครงสร้างของหลักสูตร สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ระดับของการเรียนรู้ของผู้เรียน จากหนังสือหลักสูตร คู่มือครู หนังสือเรียน และเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ระบบนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดมโนมติ

2.2.3 ทำการวิเคราะห์มโนมติ เรื่อง ระบบนิเวศ โดยได้มโนมติ ที่ศึกษา 7 มโนมติ และทำตารางวิเคราะห์มโนมติกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นกรอบในการสร้างแบบวัดมโนมติ

2.2.4 สร้างแบบวัดมโนมติ เรื่อง ระบบนิเวศ ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบและให้เหตุผลในการเลือกตอบคำตอบนั้น โดยในแบบวัดหนึ่งข้อจะมีอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 มีข้อคำถามและมีตัวเลือกให้จำนวน 4 ตัวเลือก ส่วนที่ 2 เป็นช่องว่างให้เขียนเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนที่ 1 ว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบนั้น โดยสร้างแบบวัดจำนวน 14 ข้อ ได้แก่ มโนมติที่ 1 องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ จำนวน 2 ข้อ มโนมติที่ 2 รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ จำนวน 2 ข้อ มโนมติที่ 3 การถ่ายทอดพลังงาน จำนวน 1 ข้อ มโนมติที่ 4 โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยนแปลงประชากร จำนวน 3 ข้อ มโนมติที่ 5 การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ จำนวน 2 ข้อ มโนมติที่ 6 ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน จำนวน 1 ข้อ มโนมติที่ 7 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จำนวน 3 ข้อ

2.2.5 นำแบบวัด เรื่องระบบนิเวศ ที่สร้างขึ้นไปเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (รายชื่อตามภาคผนวก ก) ได้ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างแบบวัดมโนมติ กับมโนมติที่ต้องการวัด ความถูกต้องของเนื้อหา และภาษาที่ใช้ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิทยาศาสตร์ พิจารณาให้ความเห็นและให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบวัดข้อนั้นเป็นตัวแทนในการทดสอบเนื้อหาของมโนมตินั้นๆ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบวัดข้อนั้นเป็นตัวแทนในการทดสอบเนื้อหาของมโนมตินั้นๆ

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบวัดข้อนั้นไม่เป็นตัวแทนในการทดสอบเนื้อหาของมโนมตินั้นๆ

แล้วนำคะแนนมาแทนค่าในสูตร

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

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับมโนมติที่จะทดสอบ

∑R หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.5-1.0 ถือว่าเป็นแบบวัดผ่านเกณฑ์ จำนวน 14 ข้อ

2.2.6 นำแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (ตัวอย่างตามภาคผนวก ค) ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร จำนวน 32 คน ที่เรียนเนื้อหาเรื่องนี้แล้ว นำกระดาษ คำตอบมาตรวจให้คะแนน เมื่อตรวจให้คะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากและค่าอำนาจจำแนก เลือกแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ที่มีความยากอยู่ระหว่าง 0.28 - 0.77 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33 – 0.93 สำหรับการหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ผู้วิจัยคำนวณ โดยใช้สูตรครอนแบคอัลฟาเป็นการหาค่า สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น (Cronbach's alpha) ค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับโดยมีค่า เท่ากับ 0.74 เป็นค่าที่ยอมรับได้

2.2.7 ตรวจให้คะแนนแต่ละข้อโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ Mungsing (1993) ดังนี้

1) ความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบของแต่ละมโนมติ ให้ 3 คะแนน

2) ความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

3) ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้อง แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หรือเลือกคำตอบถูกแต่ไม่อธิบายคำตอบ ให้ 1 คะแนน

4) ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

5) ความไม่เข้าใจ(No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

แล้วนำคะแนนที่ได้ในแต่ละข้อมาวิเคราะห์ความเข้าใจในแต่ละมโนมติ ดังนี้

แบบที่ 1 มโนมติที่มีแบบวัด 1 ข้อ ได้แก่ มโนมติที่ 3, 6 มีการวิเคราะห์คะแนนดังนี้

3 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

2 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU)

1 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS)

0 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC)

0 คะแนน = ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

แบบที่ 2 มโนมติที่มีแบบวัด 2 ข้อ ได้แก่มโนมติที่ 1, 2, 5 โดยนำช่วงผลรวมของคะแนนทั้ง 2 ข้อ มาวิเคราะห์ดังนี้

6 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

5 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU)

4-2 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS)

1-0 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC)

0 คะแนน = ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

แบบที่ 3 มโนมติที่มีแบบวัด 3 ข้อ ได้แก่มโนมติที่ 4, 7 โดยนำช่วงผลรวมของคะแนนทั้ง 3 ข้อ มาวิเคราะห์ดังนี้

9 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

8 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU)

7-6 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS)

5-0 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC)

0 คะแนน = ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

2.2.8 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) พบว่า มีความยากอยู่ระหว่าง 0.28 - 0.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33 – 0.93 และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เท่ากับ 0.74 นำแบบวัดไปใช้ได้จำนวน 14 ข้อ

3. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง ซึ่งดำเนินการวิจัยตามรูปแบบการวิจัย แบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลอง (One - group posttest only design)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

4.1 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองกับกลุ่มทดลอง ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่อง ระบบนิเวศ จำนวน 5 แผน เป็นเวลา 15 ชั่วโมง

4.2 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศ นำแบบวัดมโนมติ เรื่อง ระบบนิเวศ จำนวน 14 ข้อ ไปทำการทดสอบหลังเรียน ใช้เวลา 60 นาที แล้วจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด

4.3 วิเคราะห์คำตอบเชิงเนื้อหา แล้วจัดระดับมโนมติตามเกณฑ์ที่กำหนด บันทึกความถี่และค่าร้อยละของนักเรียนแต่ละคน

4.4 นำคะแนนที่ได้จากวิเคราะห์คำตอบเชิงเนื้อหา แล้วจัดระดับมโนมติตามเกณฑ์ หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสถิติทีแบบกลุ่มเดียว (t-test one sample) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวิเคราะห์มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล หลังเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และการเขียนแผนผังมโนมติ ใช้เกณฑ์การพิจารณาเป็นรายข้อ โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ ในการวัดระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ 5 ระดับ Mungsing (1993) ดังนี้

5.1 ความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบของแต่ละมโนมติ ให้ 3 คะแนน

5.2 ความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

5.3 ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้อง แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หรือเลือกคำตอบถูกแต่ไม่อธิบายคำตอบ ให้ 1 คะแนน

5.4 ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

5.5 ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

แล้วนำคะแนนที่ได้ในแต่ละข้อมาวิเคราะห์ความเข้าใจในแต่ละมโนมติ ดังนี้

แบบที่ 1 มโนมติที่มีแบบวัด 1 ข้อ ได้แก่ มโนมติที่ 3, 6 มีการวิเคราะห์คะแนนดังนี้

3 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

2 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU)

1 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS)

0 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC)

0 คะแนน = ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

แบบที่ 2 มโนมติที่มีแบบวัด 2 ข้อ ได้แก่มโนมติที่ 1, 2, 5 โดยนำช่วงผลรวมของคะแนนทั้ง 2 ข้อ มาวิเคราะห์ดังนี้

6 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

5 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU)

4-2 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS)

1-0 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC)

0 คะแนน = ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

แบบที่ 3 มโนมติที่มีแบบวัด 3 ข้อ ได้แก่มโนมติที่ 4, 7 โดยนำช่วงผลรวมของคะแนนทั้ง 3 ข้อ มาวิเคราะห์ดังนี้

9 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

8 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU)

7-6 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS)

5-0 คะแนน = ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC)

0 คะแนน = ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

หลังการจัดกลุ่มคำตอบแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง แนะนำ ปรับปรุงและแก้ไข

5.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูล กับเกณฑ์ที่กำหนด การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว (t-test one sample) มีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

เมื่อ μ แทน เกณฑ์ที่กำหนด

$\bar{\mathbf{X}}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลอง

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกลุ่มทดลอง

N แทน ขนาดของกลุ่มทดลอง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

ผลการเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

รายละเอียด และเกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

มโนมติที่ 1 องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ

มโนมติที่ 2 รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

มโนมติที่ 3 การถ่ายทอดพลังงาน

มโนมติที่ 4 โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยนแปลงประชากร

มโนมติที่ 5 การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ

มโนมติที่ 6 ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน

มโนมติที่ 7 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

μ แทน เกณฑ์ที่กำหนด

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

หลังการจัดการเรียนรู้	N	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	μ (70%)	S.D.	t	Sig. (1-tailed)
	32	42	36.03	29.40	2.54	**14.73	0.000

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.1 ผลเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 14.73$, $p = .000$) โดยมีคะแนนเฉลี่ย 36.03 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.54

ผลการวิจัยปรากฏว่ามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมโนมติที่นักเรียนมีความเข้าใจระดับสมบูรณ์มากที่สุด คือ มโนมติเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ร้อยละ 90.62) และมโนมติที่นักเรียนมีความเข้าใจในระดับคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือเรื่องความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน (ร้อยละ 6.25) ตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 มโนมติ เรื่อง ระบบนิเวศ ทั้ง 7 มโนมติ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

มโนมติเรื่อง	**ระดับมโนมติ**	**หลังการจัดการเรียนรู้**	
		ความถี่	**ร้อยละ**
องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ	**CU**	**10**	**31.25**
	PU	14	43.75
	PS	7	21.87
	AC	1	3.13
	NU	0	0.00
	รวม	32	100.00
รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	**CU**	**5**	**15.62**
	PU	19	59.38
	PS	8	25.00
	AC	0	0.00
	NU	0	0.00
	รวม	32	100.00
การถ่ายทอดพลังงาน	**CU**	**10**	**31.25**
	PU	16	50.00
	PS	5	15.62
	AC	1	3.13
	NU	0	0.00
	รวม	32	100.00

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

มโนมติเรื่อง	ระดับมโนมติ	หลังการจัดการเรียนรู้	
		ความถี่	ร้อยละ
โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยนแปลงประชากร	**CU**	**11**	**34.37**
	PU	12	37.50
	PS	9	28.13
	AC	0	0.00
	NU	0	0.00
	รวม	32	100.00
การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ	**CU**	**17**	**53.12**
	PU	13	40.63
	PS	2	6.25
	AC	0	0.00
	NU	0	0.00
	รวม	32	100.00
ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน	**CU**	**8**	**25.00**
	PU	17	53.12
	PS	5	15.63
	AC	**2**	**6.25**
	NU	0	0.00
	รวม	32	100.00
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	**CU**	**29**	**90.62**
	PU	0	0
	PS	3	9.38
	AC	0	0.00
	NU	0	0.00
	รวม	32	100.00

จากตารางที่ 4.2 จากการเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ทั้ง 7 มโนมติ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า

มโนมติที่ 1 องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ แบบวัดข้อ 1, 2 หลังเรียน พบว่านักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 43.75 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 31.25 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 21.87 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนต่ำสุด (Alternative Conception: AC) ร้อยละ 3.13 และไม่พบนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

มโนมติที่ 2 รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ แบบวัดข้อ 3, 4 หลังเรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 59.38 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ต่ำสุด (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 15.62 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 25.00 ไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) และนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

มโนมติที่ 3 การถ่ายทอดพลังงาน แบบวัดข้อ 5 หลังเรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 50.00 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 31.25 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 15.62 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนต่ำสุด (Alternative Conception: AC) ร้อยละ 3.13 และไม่พบนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

มโนมติที่ 4 โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยนแปลงประชากร แบบวัดข้อ 6, 7, 8 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 37.50 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 34.37 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วนต่ำสุด (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 28.13 ไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) และนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

มโนมติที่ 5 การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ แบบวัดข้อ 9, 10 หลังเรียน พบว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์สูงสุด (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 53.12 นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 40.63 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วนต่ำสุด (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 6.25 ไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) และนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

มโนมติที่ 6 ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน แบบวัดข้อ 11 พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 53.12 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 25.00 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 15.63 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนต่ำสุด (Alternative Conception: AC) ร้อยละ 6.25 และไม่พบนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

มโนมติที่ 7 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แบบวัดข้อ 12, 13, 14 พบว่านักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์สูงสุด (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 90.62 ไม่พบนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วนต่ำสุด (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 9.38 และไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) และนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

2. ผลการเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ

แยกรายละเอียดแต่ละมโนมติดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 มโนมติที่ 1 องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ (แบบวัดข้อ 1, 2)

มโนมติ: ระบบนิเวศ ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ 1. ส่วนประกอบทางชีวภาพ 2. ส่วนประกอบทางกายภาพ ดังนั้นระบบนิเวศประกอบไปด้วย หน่วยพื้นที่ องค์ประกอบที่มีชีวิต องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต ความสัมพันธ์ต่อกันระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และผู้บริโภค คือ สิ่งมีชีวิตที่กินสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เป็นอาหารไม่สามารถสร้างอาหารหรือพลังงานเองได้ แบ่งได้เป็น สิ่งมีชีวิตที่กินพืชเป็นอาหาร, สิ่งมีชีวิตที่กินสัตว์อื่นเป็นอาหาร, สิ่งมีชีวิตที่กินทั้งพืช และสัตว์

มโนมติที่ 1	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ	CU	ระบบนิเวศ ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ 1. ส่วนประกอบทางชีวภาพ 2. ส่วนประกอบทางกายภาพ ดังนั้นระบบนิเวศประกอบไปด้วย หน่วยพื้นที่ องค์ประกอบที่มีชีวิต องค์ประกอบที่ไม่	เลขที่ 23 องค์ประกอบของระบบนิเวศ ประกอบด้วย สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่อาศัยอยู่ด้วยกันมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน, ผู้บริโภค หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองจะได้รับพลังงาน โดยกิน	10	31.25

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

มโนมติที่ 1	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ (ต่อ)		มีชีวิตความสัมพันธ์ต่อกันระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม, ผู้บริโภค คือ สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองจะได้รับพลังงาน โดยกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหารแบ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่กินพืชเป็นอาหาร สิ่งมีชีวิตที่กินสัตว์อื่นเป็นอาหาร สิ่งมีชีวิตที่กินทั้งพืช และสัตว์	สิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร		
	PU	นักเรียนมีการไม่อธิบายองค์ประกอบของระบบนิเวศว่าอะไรเป็นสิ่งมีชีวิตหรือเป็นสิ่งไม่มีชีวิต และไม่มีนักเรียนอธิบายคำว่าการกินของผู้บริโภคนั้นเป็นการได้รับพลังงานจากผู้ผลิตเลย	เลขที่ 29 องค์ประกอบของระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบทางชีวภาพและองค์ประกอบทางกายภาพ, ผู้บริโภคหมายถึงสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ต้องได้รับอาหารโดยการกินผู้ผลิต	14	43.75
	PS	นักเรียนเข้าใจไม่ครบถ้วนการให้เหตุผลคลาดเคลื่อนของผู้บริโภคคือสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ แต่อาจได้รับพลังงานจากการกินพืช สัตว์ หรือทั้งพืชและสัตว์ก็ได้	เลขที่ 18 แหล่งที่อยู่อาศัยเป็นสิ่งไม่มีชีวิตนอกนั้นเป็นสิ่งมีชีวิต, ผู้บริโภคคือสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ จะต้องกินพืชเท่านั้น	7	21.87
	AC	คำตอบแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด	เลขที่ 1 องค์ประกอบทั้ง 3 สิ่งเป็นวงจร และมีความสัมพันธ์กัน, ผู้บริโภคหมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ได้รับอาหารจากซากพืชซากสัตว์	1	3.13
	NU	ไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจมโนมติ	-	0	0

ตารางที่ 4.4 มโนมติที่ 2 รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (แบบวัดข้อ 3, 4)

มโนมติ: ในระบบนิเวศหนึ่งประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายแตกต่างกันมากมาย ซึ่งสามารถจำแนกผลกระทบที่เกิดจากความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตได้ 3 ลักษณะ คือ ความสัมพันธ์แบบได้รับประโยชน์ (+) ความสัมพันธ์แบบเสียประโยชน์ (-) และความสัมพันธ์แบบไม่ได้รับและไม่เสียประโยชน์ (0) ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศประกอบด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มโนมติที่ 2	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	CU	กล้วยไม้ยึดเกาะที่ลำต้นหรือกิ่งของต้นไม้ซึ่งได้รับความชื้นและแร่ธาตุจากต้นไม้ โดยที่ต้นไม้ไม่ได้รับประโยชน์ แต่ก็ไม่เสียประโยชน์อะไร, ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ซึ่งดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันเป็นหมู่เป็นกลุ่ม เป็นฝูง มีความสัมพันธ์ ทั้งในด้านบวกและลบ ผลดีก็คือ การอยู่ร่วมกันเป็นฝูง จะทำให้มีการปกป้องอันตรายให้กัน มีการขยายพันธุ์ได้รวดเร็วขึ้น มีการแบ่งบทบาทหน้าที่ ผลในทางลบ คือ การอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มและดำรงชีวิตแบบเดียวกันนั้นก่อให้เกิดการแก่งแย่งแข่งขัน และเกิดความหนาแน่นของประชากรมากเกินไป	เลขที่ 4 ปรสิตคือ สิ่งที่เข้าไปพึ่งพาสิ่งมีชีวิตอื่นทำให้เกิดผลเสียแก่สิ่งมีชีวิตนั้น แต่กล้วยไม้ได้รับประโยชน์จากต้นไม้ ส่วนต้นไม้ก็ไม่เสียประโยชน์, ว่าการอยู่ร่วมกันเป็นฝูงของผึ้งและผึ้งเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน มีความสัมพันธ์แบบทั้งได้ และเสียประโยชน์	5	15.62
	PU	นักเรียนไม่อธิบายความสัมพันธ์ กล้วยไม้กับต้นไม้เป็นความสัมพันธ์แบบพึ่งพากล้วยไม้ได้รับความชื้นและแร่ธาตุจากต้นไม้ โดยที่ต้นไม้ไม่ได้รับประโยชน์ แต่ก็ไม่เสียประโยชน์อะไร และไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ในการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันว่ามีทั้งด้านดี และด้านลบ	เลขที่ 10 กล้วยไม้เกาะที่ต้นไม้นั้น ต้นไม้ไม่ได้ประโยชน์หรือเสียประโยชน์เลย, การแบ่งหน้าที่กันของผึ้ง ผึ้งยังเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน	19	59.38

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

มโนมติที่ 2	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (ต่อ)	PS	นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าความหมาย และความสัมพันธ์แบบปรสิตของกาฝากกับต้นไม้เป็นความสัมพันธ์กันแบบพึ่งพาอาศัย	เลขที่ 7 กล้วยไม้ได้ประโยชน์จากการยึดเกาะต้นไม้ใหญ่โดยต้นไม้ใหญ่อาจเสียประโยชน์บ้าง, ผึ้งเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันซึ่งต้องดำรงชีวิตร่วมเป็นหมู่ เลขที่ 8 กาฝากกับต้นไม้เป็นความสัมพันธ์กันแบบพึ่งพาอาศัย, ผึ้งเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกันเกิดการแก่งแย่งในการเอาชีวิตรอด	8	25.00
	AC	ไม่มีนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด	-	0	0
	NU	ไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจมโนมติ	-	0	0

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ 3 การถ่ายทอดพลังงาน (แบบวัดข้อ 5)

มโนมติ: การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ หมายถึง ผู้ผลิตเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานที่เก็บสะสมอยู่ในโมเลกุลของสารอาหารถ่ายทอดไปยังผู้บริโภค โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งสามารถถ่ายทอดพลังงานได้โดย ผ่านกระบวนการกินต่อกันเป็นทอดๆ ประกอบด้วย โซ่อาหารและสายใยอาหาร

มโนมติที่ 3	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
การถ่ายทอดพลังงาน	CU	นักเรียนตอบถูกต้อง และให้เหตุผลที่ครบองค์ประกอบที่สำคัญแต่นักเรียนส่วนมากยังยึดติดความหมายของการถ่ายทอดพลังงานคือการกิน แต่ที่ถูกต้องคือ การถ่ายทอดพลังงานโดยผ่านกระบวนการกิน เป็นทอดๆ	เลขที่ 13 ให้เหตุผลว่า การถ่ายทอดพลังงาน หมายถึง ผู้ผลิตเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานที่เก็บสะสมในโมเลกุลของสารอาหารถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคโดยการกินกันเป็นทอดๆ	10	31.25

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

มโนมติที่ 3	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
การถ่ายทอดพลังงาน (ต่อ)	PU	นักเรียนตอบถูกต้องและให้เหตุผลครบองค์ประกอบแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญ นักเรียนควรอธิบายเพิ่มว่า พลังงานสะสมในโมเลกุลของอาหาร ถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง สามารถถ่ายทอดพลังงานโดยผ่านกระบวนการกินเป็นทอดๆ	เลขที่ 3 ให้เหตุผลว่า ผู้ผลิตเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานสะสมแล้วถ่ายทอด โดยการถูกกินต่อๆ ไป	16	50.00
	PS	นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คือ ให้ความหมายของการถ่ายทอดพลังงานคือการกิน แต่ที่ถูกต้องคือ การถ่ายทอดพลังงานโดยผ่านกระบวนการกิน เป็นทอดๆ	เลขที่ 21 ให้เหตุผลว่าการถ่ายทอดพลังงาน คือ การที่ถ่ายทอดพลังงานเป็นทอดๆในแต่ละลำดับ	5	15.62
	AC	นักเรียนที่คำตอบแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด คือ พลังงานไม่มีการสูญเสียเพียงแต่ผู้ผลิตเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานที่เก็บสะสมในโมเลกุลของสารอาหารถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคโดยการกินกันเป็นทอดๆ	นักเรียนเลขที่ 23 ให้เหตุผลว่า การถ่ายทอดพลังงาน คือการที่พลังงานได้สูญเสียไปจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปสิ่งมีชีวิตอีกสิ่งหนึ่ง	1	3.13
	NU	ไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจมโนมติ	-	0	0

ตารางที่ 4.6 มโนมติที่ 4 โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยนแปลงประชากร (แบบวัดข้อ 6, 7, 8)

มโนมติ: โซ่อาหาร หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในรูปของอาหารเป็นลำดับขั้นจากสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ไปยังอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่งโดยการกินกันเป็นทอดๆในระนาบเดียวกัน สายใยอาหารคือโซ่อาหารหลายๆ ห่วงโซ่ ที่มีความคาบเกี่ยวหรือสัมพันธ์กัน นั่นคือในธรรมชาติการกินต่อกันเป็นทอดๆ ในโซ่อาหาร จะมีความซับซ้อนกันมากขึ้นคือมีการกินกันอย่างไม่เป็นระเบียบ ปัจจัยที่ทำให้ประชากรเปลี่ยนแปลง คือ อัตราการเกิด อัตราการตาย อัตราการอพยพเข้า และอัตราการอพยพออก ทำให้จำนวนประชากรมีการลดลงหรือเพิ่มแล้วแต่กรณี

มโนมติที่ 4	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
โซ่อาหาร สายใย อาหารกับ การเปลี่ยน แปลง ประชากร	PS	นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คือ นักเรียนไม่สามารถเรียงลำดับของผู้บริโภคตามรูปได้ คือจากภาพจะเห็นว่า A คือผู้ผลิต ในระบบนิเวศนั้นสามารถถูกสัตว์หลายประเภทบริโภคได้ และสัตว์ที่เป็นผู้บริโภคลำดับที่ 1 ก็สามารถเป็นเหยื่อของสัตว์อื่น และยังเป็นผู้บริโภคสัตว์อื่นได้เช่นกัน จากภาพ B คือผู้บริโภคอันดับ 1 ดังนั้นกรณีนี้ C จึงเป็นได้ทั้งผู้บริโภคอันดับ 1 และอันดับ 2	เลขที่ 9 ห่วงโซ่อาหาร เป็นการกินเป็นทอดๆ ไม่ซับซ้อน ในระนาบเดียว จากสิ่งที่มีชีวิตหนึ่งไปอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่งเป็นลำดับ, เมื่อฉีดพ่นสารเคมี ทำให้ข้าวตาย หนอนก็ตาย นกก็ไม่มีอาหารจึงทำให้นกลดลง, A=ผู้ผลิต B=ผู้ผลิตและผู้บริโภค C=ผู้บริโภค ดังนั้นจึงเป็นผู้บริโภคทั้ง A และ B เลขที่ 23 ห่วงโซ่อาหาร คือกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในรูปของอาหารเป็นลำดับขั้นจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตหนึ่งโดยในระนาบเดียวกันจากผู้ผลิตสู่ผู้บริโภค, เมื่อฉีดสารเคมีแล้วทำให้หนอนลดลง นกดำรงชีวิตโดยการกินหนอนจะหาอาหารได้ยากขึ้น จึงทำให้ประชากรนกลดลง อาจจะอพยพย้ายแหล่งหากิน, จากภาพ C คือผู้บริโภคอันดับ 1 และ 2	9	28.13
	AC	ไม่มีนักเรียนที่คำตอบแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด	-	0	0
	NU	ไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจมโนมติ	-	0	0

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

มโนมติที่ 4	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
โซ่อาหาร สายใย อาหารกับ การเปลี่ยน แปลง ประชากร (ต่อ)	CU	ห่วงโซ่อาหาร คือ กระบวนการถ่ายทอด พลังงานในรูปของอาหาร เป็นลำดับขั้นจากสิ่งมีชีวิต หนึ่ง ไปยังอีกสิ่งมีชีวิต หนึ่งโดยการกินกันเป็น ทอดๆ ในระนาบเดียวกัน จาก ผู้ผลิตสู่ผู้บริโภค ทำ ให้มีการถ่ายทอดพลังงาน ในอาหารต่อเนื่องเป็น ลำดับจากการกินต่อกัน, พบการกินกันเป็นทอดๆ เริ่มต้นที่ ต้นข้าว คือ ผู้ผลิต ตามด้วยหนอนกิน ใบของต้นข้าว นกมากิน หนอน และเหยี่ยวมากิน นก ถ้าหากฉีดพ่นสารเคมี ในนาข้าว จะทำให้หนอน ซึ่งเป็นผู้บริโภคอันดับ 1 ตาย หรือมีจำนวนน้อยลง ซึ่งกะเกิดผลกระทบกับ นก ซึ่งเป็นผู้บริโภคอันดับ 2 ทำให้ขาดแคลนอาหาร อาจจะตาย หรืออพยพไป หาแหล่งที่มีอาหาร สมบูรณ์กว่า, A คือผู้ผลิต ในระบบนิเวศนั้นสามารถ ถูกสัตว์หลายประเภท บริโภคได้ และสัตว์ที่เป็น ผู้บริโภคลำดับที่ 1 ก็ สามารถเป็นเหยื่อของ สัตว์อื่น และยังเป็น ผู้บริโภคสัตว์อื่นได้เช่นกัน จากภาพ B คือผู้บริโภค อันดับ 1 ดังนั้น C จึง เป็นได้ทั้งผู้บริโภคอันดับ 1	เลขที่ 3 ห่วงโซ่อาหาร คือ กระบวนการถ่ายทอด พลังงานในรูปของอาหาร เป็นลำดับขั้นจากสิ่งมีชีวิต หนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตหนึ่งโดย การกินกันเป็นทอดๆใน ระนาบเดียวกันจากผู้ผลิตสู่ ผู้บริโภคจึงทำให้มีการ ถ่ายทอดพลังงาน, การฉีด พ่นสารเคมีในนาข้าวทำให้ หนอนตาย หรือมีจำนวน ลดลง หนอนเป็นผู้บริโภค อันดับ 1 ตายหรือลดลง จะกระทบต่อผู้บริโภค อันดับ 2 นกอาจน้อยลง เพราะไม่มีอาหาร จึงต้อง อพยพไปหาอาหารที่อื่น แทน, A เป็นผู้ผลิตที่ สามารถถูกสัตว์บริโภคได้ B เป็นผู้บริโภคอันดับ 1 สามารถเป็นเหยื่อของสัตว์ อื่น และบริโภคสัตว์อื่นได้ C เป็นผู้บริโภคอันดับ 1 และ 2	11	34.37

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

มโนมติที่ 4	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
โซ่อาหาร สายใย อาหารกับ การเปลี่ยน แปลง ประชากร (ต่อ)	PU	นักเรียนตอบถูกต้องและให้เหตุผลครบ องค์ประกอบแต่ขาด องค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญ คือควรอธิบาย ความหมายของโซ่อาหาร เพิ่มว่า กระบวนการ ถ่ายทอดพลังงานในรูป ของอาหารเป็นลำดับขั้น จากสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ไปยัง อีกสิ่งมีชีวิตหนึ่งโดยการ กินกันเป็นทอดๆใน ระนาบเดียวกัน	เลขที่ 17 ห่วงโซ่อาหาร เป็นการกินเป็นทอดๆ จาก สิ่งที่มีชีวิตหนึ่งไปอีก สิ่งมีชีวิตหนึ่งเป็นลำดับ, การฉีดพ่นสารเคมีในนา ข้าวทำให้หนอนตาย นก เลยไม่มีหนอนกิน ทำให้นก ตาย หรืออพยพหนีไปหา แหล่งอาหารใหม่ ดังนั้น จำนวนประชากรนกจึง ลดลง, A คือผู้ผลิตอันดับ 1, B คือผู้บริโภคอันดับ 1, C กินทั้ง B และ A จึงเป็น ผู้บริโภคอันดับ 1 และ 2	12	37.50

ตารางที่ 4.7 มโนมติที่ 5 การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ (แบบวัดข้อ 9, 10)

มโนมติ: การหมุนเวียนสารโดยมีการใช้สารบางอย่าง แล้วปลดปล่อยสารบางอย่าง กลับคืนสู่ธรรมชาติ ทำให้เกิดการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศเรียกว่า วัฏจักร ซึ่งมีหลายชนิด 1. วัฏจักรน้ำ การหมุนเวียนน้ำโดยไม่ผ่านสิ่งมีชีวิต และการหมุนเวียนโดยผ่านสิ่งมีชีวิต 2. วัฏจักรคาร์บอน 3. วัฏจักรไนโตรเจน

มโนมติที่ 5	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
การ หมุนเวียน ของสารใน ระบบนิเวศ	CU	การหมุนเวียนน้ำที่ไม่ผ่าน สิ่งมีชีวิต เริ่มจากน้ำตาม แหล่งน้ำต่างๆ ได้รับ ความร้อนจากดวงอาทิตย์ แล้วเกิดระเหยเป็นไอลอย ขึ้นไปรวมตัวกับไอน้ำใน บรรยากาศ เมื่อกระทบ กับความเย็นใน บรรยากาศจะควบแน่น เป็นละอองน้ำ แล้วเกิด การรวมตัวกันเป็นกลุ่ม เมฆ ตกลงมาเป็นฝน ลูกเห็บ หรือหิมะลงสู่ สิงแวดล้อมต่อไป,	เลขที่ 14 น้ำตามแหล่งน้ำ ต่างๆ ได้รับความร้อนจาก ดวงอาทิตย์ แล้วเกิดระเหย เป็นไอลอยขึ้นไปรวมตัวกับ ไอน้ำในบรรยากาศ เมื่อ กระทบกับความเย็นใน บรรยากาศจะควบแน่น เป็นละอองน้ำ แล้วเกิดการ รวมตัวกันเป็นกลุ่มเมฆ ตก ลงมาเป็นฝน ลงสู่ สิ่งแวดล้อม, การหมุนเวียน น้ำเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตลอดเวลา ระหว่าง พื้นผิวโลก และบรรยากาศ 2 คือสระน้ำ ทะเล เมื่อ ได้รับความร้อนจะระเหย กลายเป็นไอสู่บรรยากาศ	17	53.12

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

มโนมติที่ 5	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ (ต่อ)			แล้วเกิดการควบแน่นของไอน้ำ เกิดเป็นเมฆก่อนตกลงมาเป็นฝน สู่สิ่งแวดล้อม		
	PU	นักเรียนตอบถูกต้องและให้เหตุผลครบองค์ประกอบแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญ คือ เมื่อน้ำได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศ แล้วเกิดการควบแน่นของไอน้ำในบรรยากาศเกิดเป็นเมฆก่อนตกลงมาเป็นฝน ลูกเห็บ หรือหิมะ ลงสู่สิ่งแวดล้อม	เลขที่ 10 เมื่อน้ำความร้อนจากดวงอาทิตย์จะระเหยการเป็นไอ เกิดการควบแน่น แล้วตกลงมาเป็นฝนลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติต่อไป จะไม่ผ่านสิ่งมีชีวิตเลย, ว่าเมื่อน้ำระเหยเป็นไอ กลายเป็นก้อนเมฆ หมายเลข 1 แล้วตกลงมาเป็นฝนลงสู่สระน้ำหรือทะเลหมายเลข 2 เลขที่ 29 น้ำเป็นองค์ประกอบที่มีมีอยู่ตามธรรมชาติ ไม่จำเป็นต้องผ่านสิ่งมีชีวิตอื่น, เมฆทำให้เกิดฝนตกกลายเป็นสระน้ำทะเล ได้รับความร้อนจะระเหยเป็นไอสู่บรรยากาศควบแน่นเป็นเมฆแล้วตกลงมาเป็นฝน	13	40.63
	PS	นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คือ ควรอธิบาย ว่าการหมุนเวียนน้ำเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาระหว่างพื้นผิวโลก และบรรยากาศ น้ำในแหล่งน้ำบนผิวโลก เมื่อได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศ แล้วเกิดการควบแน่นของไอน้ำในบรรยากาศเกิดเป็นเมฆก่อนตกลงมาเป็นฝน ลูกเห็บ หรือหิมะ ลงสู่สิ่งแวดล้อม	เลขที่ 3 เมื่อน้ำจากแหล่งต่างๆ เมื่อได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์แล้วจะเป็นไอน้ำแล้วเป็นเมฆ แล้วเกิดเป็นฝน ตกลงสู่ผิวโลกอีกครั้ง, การหมุนเวียนน้ำคือ น้ำผิวโลก เมื่อได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์แล้วจะเป็นไอน้ำแล้วเป็นเมฆ แล้วเกิดเป็นฝน ดังนั้น 1 คือ เมฆ 2 คือ สระน้ำ ทะเล	2	6.25

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

มโนมติที่ 5	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ (ต่อ)	AC	ไม่มีนักเรียนที่คำตอบแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด	-	0	0
	NU	ไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจมโนมติ	-	0	0

ตารางที่ 4.8 มโนมติที่ 6 ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน (แบบวัดข้อ 11)

มโนมติ: **วัฏจักรน้ำ** การหมุนเวียนน้ำเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา น้ำบนผิวโลก เมื่อได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศแล้วเกิดการควบแน่นของไอน้ำในบรรยากาศเกิดเป็นเมฆก่อนตกลงมาเป็นฝน แต่มีน้ำบางส่วนที่เข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตแล้วจึงออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น รากน้ำดูดพืชแล้วคายน้ำบางส่วนสู่บรรยากาศ สัตว์กินน้ำ แล้วขับน้ำออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกโดยการหายใจและขับถ่าย **วัฏจักรคาร์บอน** อากาศประกอบด้วยแก๊สหลายชนิด และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สที่มีความสำคัญในวัฏจักรคาร์บอน พืชนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อสร้างสารประกอบอินทรีย์เก็บไว้ตามส่วนต่างๆ ของพืช

มโนมติที่ 6	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน	CU	ในวัฏจักรคาร์บอน สิ่งมีชีวิตทุกชนิดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์คืนสู่บรรยากาศในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการหายใจ และในวัฏจักรน้ำการหายใจของสัตว์เมื่อสัตว์หายใจออกมาแล้วจะระเหยเป็นไอสู่บรรยากาศเปลี่ยนเป็นก้อนเมฆแล้วตกมาเป็นฝน คืนกลับให้สัตว์ และพืชต่อไป	เลขที่ 23 เมื่อสัตว์หายใจออก จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระเหยเป็นไอสู่บรรยากาศเกิดการควบแน่นแล้วรวมตัวกันเป็นกลุ่มเมฆตกลงมาเป็นฝน ลงสู่สิ่งแวดล้อมในวัฏจักรน้ำ ส่วนวัฏจักรคาร์บอนนั้นสัตว์จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คืนสู่บรรยากาศในรูปการหายใจ	8	25.00
	PU	นักเรียนตอบถูกต้องและให้เหตุผลครบองค์ประกอบแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญ คือ นักเรียนควรอธิบายส่วนของวัฏจักรน้ำเพิ่มว่า การหายใจของสัตว์เมื่อสัตว์หายใจออกมาแล้วจะระเหยเป็นไอสู่	เลขที่ 28 การหายใจของพืชและสัตว์จะมีคาร์บอนไดออกไซด์และพืชจะมีการนำคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในการสังเคราะห์แสง ขณะที่สัตว์หายใจออกมาเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนวัฏจักรน้ำการหายใจ	17	53.12

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

มโนมติที่ 6	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน (ต่อ)		บรรยากาศ เปลี่ยนเป็นก้อนเมฆแล้วตกมาเป็นฝน คืนกลับให้สัตว์ และพืชต่อไป	จะเกิดความชื้น		
	PS	นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คือ นักเรียนไม่สามารถอธิบายวัฏจักรคาร์บอนและวัฏจักรน้ำอย่างละเอียดได้	เลขที่ 15 ในวัฏจักรคาร์บอน สิ่งมีชีวิตทุกชนิดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจ และในวัฏจักรน้ำ การหายใจของสัตว์เมื่อสัตว์หายใจออกมาเป็นไอสู่บรรยากาศ ตกมาเป็นฝน	5	15.63
	AC	นักเรียนที่คำตอบแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด	เลขที่ 22 ทั้งวัฏจักรน้ำและคาร์บอนจะพบในการระเหย และการคายน้ำเหมือนกันทั้งสองวัฏจักร	2	6.25
	NU	ไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจมโนมติ	-	0	0

ตารางที่ 4.9 มโนมติที่ 7 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (แบบวัดข้อ 12, 13, 14)

มโนมติ: สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ทั้งสิ่งที่มีชีวิต สิ่งไม่มีชีวิต เห็นได้ด้วย ตาเปล่า และไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า รวมทั้งสิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น หรืออาจจะกล่าวได้ว่า สิ่งแวดล้อมจะประกอบด้วยทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรที่มนุษย์สร้างขึ้นในช่วงเวลาหนึ่งเพื่อสนองความ ต้องการของมนุษย์นั่นเอง

ทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึง สิ่งต่าง ๆ (สิ่งแวดล้อม) ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมนุษย์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น บรรยากาศ ดิน น้ำ ป่าไม้ ทุ่งหญ้า สัตว์ป่า แร่ธาตุ พลังงาน และกำลังแรงงานมนุษย์ เป็นต้น

มโนมติที่ 7	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	CU	สิ่งแวดล้อมมีทั้งสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต เกิดจากการกระทำของมนุษย์หรือมีอยู่ตามธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมดังกล่าวจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ โดยเฉพาะมนุษย์เป็นตัวการสำคัญยิ่งที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงทั้งในทางเสริมสร้างและทำลายจะเห็นว่าความหมายของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ต่างกันที่สิ่งแวดล้อมนั้นรวมทุกสิ่งทุกอย่างที่ปรากฏอยู่รอบตัวเรา ส่วนทรัพยากรธรรมชาติเน้นสิ่งที่อำนวยประโยชน์แก่มนุษย์มากกว่าสิ่งอื่น, สาเหตุปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติเป็นปัญหาที่เกิดจากมนุษย์บริโภคทรัพยากรธรรมชาติสูงขึ้น การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่ถูกวิธี ไม่เหมาะสม หรือไม่มีการควบคุม และปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมในรูปของสารพิษ และพลังงานที่เป็นอันตราย, การจัดการทรัพยากรประเภทนี้จะต้องเน้นการประหยัดและพยายามไม่ให้เกิดการสูญเสียต้องใช้ตามความจำเป็นหรือถ้าสามารถใช้วัสดุอื่นแทนได้ก็ควรนำมาใช้แทนรวมทั้งต้องนำส่วนที่เสียแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่าต่อไป	เลขที่ 4 สิ่งแวดล้อมมีทั้งสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตเกิดจากการกระทำของมนุษย์หรือมีอยู่ตามธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมดังกล่าวจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ โดยเฉพาะมนุษย์เป็นตัวการสำคัญยิ่งที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงทั้งในทางเสริมสร้างและทำลาย, สาเหตุปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ เป็นปัญหาที่เกิดจากมนุษย์บริโภคทรัพยากรธรรมชาติสูงขึ้น การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่ถูกวิธี ไม่เหมาะสม หรือไม่มีการควบคุม, ว่าการจัดการทรัพยากรประเภทนี้ จะต้องเน้นการประหยัด และพยายามไม่ให้เกิดการสูญเสียต้องใช้ตามความจำเป็นหรือถ้าสามารถใช้วัสดุอื่นแทนได้ก็ควรนำมาใช้แทนรวมทั้งต้องนำส่วนที่เสียแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่า	29	90.62

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

มโนมติที่ 7	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ต่อ)	PU	ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	ความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	0	0
	PS	นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม คือ การจัดการทรัพยากรประเภทนี้ จะต้องเน้นการประหยัด และพยายามไม่ให้เกิดการสูญเสียต้องใช้ตามความจำเป็นหรือถ้าสามารถใช้วัสดุอื่นแทนได้ก็ควรนำมาใช้แทนรวมทั้งต้องนำส่วนที่เสียแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่า	เลขที่ 1 สิ่งแวดล้อมมีทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตเกิดจากการกระทำของมนุษย์หรือมีอยู่ตามธรรมชาติสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอทรัพยากรธรรมชาติเน้นสิ่งที่อำนวยประโยชน์แก่มนุษย์ ดังนั้นทุกข้อจึงถูกต้อง, มนุษย์บริโภคทรัพยากรธรรมชาติสูงขึ้นมีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่ถูกวิธี หรือไม่มีการควบคุม ปล่อยของเสียลงสู่สิ่งแวดล้อมในรูปของมลพิษที่เป็นอันตราย,หากไม่ตัดไม้ทำลายป่า ป่าก็จะมีฝนที่ตกถูกต้องตามฤดูกาล ทำให้ไม่แล้ง และมีรากของต้นไม้ที่คอยอุ้มน้ำทำให้น้ำไม่ท่วม	3	9.38
	AC	ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน	-	0	0
	NU	ไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจมโนมติ	-	0	0

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติเรื่อง ระบบนิเวศ ที่มีต่อมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน-พังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร ผลการวิจัยสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาจากประชากร โดยประชากรคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 5 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 164 คน โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร

2) กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้น (Two Teir Multiple Choice Diagnostic Test) ส่วนแรกเป็นการเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก ส่วนที่สองเป็นการให้เหตุผลในการเลือกตอบตัวเลือกนั้น จำนวน 14 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00 และมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.28 - 0.77 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.33 - 0.93 และค่าความเชื่อมั่น (reliability) 0.74

1.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้วิเคราะห์ข้อมูล โดย การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test one sample)

1.2.4 ผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร พบว่า คะแนนเฉลี่ยมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ประกอบด้วย 7 มโนมติ ได้แก่ มโนมติที่ 1 องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ มโนมติที่ 2 รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ มโนมติที่ 3 การถ่ายทอดพลังงาน มโนมติที่ 4 โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยนแปลงประชากร มโนมติที่ 5 การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ มโนมติที่ 6 การถ่ายทอดพลังงาน มโนมติที่ 7 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิเคราะห์ระดับมโนมติของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ 5 ระดับ ดังนี้

1) ความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

2) ความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU)

3) ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS)

4) ความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC)

5) ความไม่เข้าใจ(No Understanding: NU)

จากการวิเคราะห์ ปรากฏผลดังนี้

มโนมติที่ 1 องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ แบบวัดข้อ 1, 2 หลังเรียน พบว่านักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 43.75 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 31.25 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 21.87 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) ร้อยละ 3.13 และไม่พบนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

มโนมติที่ 2 รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ แบบวัดข้อ 3, 4 หลังเรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 59.38 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 15.62 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 25.00 ไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) และนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

มโนมติที่ 3 การถ่ายทอดพลังงาน แบบวัดข้อ 5 หลังเรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 50.00 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 31.25 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 15.62 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) ร้อยละ 3.13 และไม่พบนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

มโนมติที่ 4 โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยนแปลงประชากร แบบวัดข้อ 6, 7, 8 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 37.50 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 34.37 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 28.13 ไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) และนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

มโนมติที่ 5 การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ แบบวัดข้อ 9, 10 หลังเรียน พบว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์สูงสุด (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 53.12 นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 40.63 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 6.25 ไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) และนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

มโนมติที่ 6 ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน แบบวัดข้อ 11 ซึ่งเป็นมโนมติที่นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนมากที่สุด พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 53.12 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 25.00 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 15.63 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) ร้อยละ 6.25 และไม่พบนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

มโนมติที่ 7 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แบบวัดข้อ 12, 13, 14 ซึ่งเป็นมโนมติที่นักเรียนมีความเข้าใจระดับสมบูรณ์มากที่สุด พบว่านักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 90.62 ไม่พบนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 9.38 และไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) และนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

2. อภิปรายผล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของมโนมติสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้นที่ร่วมกับการใช้แผนผังมโนมติ เป็นกิจกรรมที่เป็นไปตามหลักการสืบเสาะ คือ ผู้เรียนสร้างหรือได้รับองค์ความรู้ด้วยตัวเองตัวผู้เรียนเอง ผ่านกระบวนการตรวจสอบ หรือทดลอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วย เช่น เป็นผู้แนะนำให้นักเรียนใช้กระบวนการคิด หรือปรับข้อคำถามให้เป็นคำถามที่สามารถสำรวจตรวจสอบ (Testable question) หรือสามารถตั้งสมมติฐานที่ตรวจสอบได้ผ่านกระบวนการทำงานทางวิทยาศาสตร์ (กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์, 2558) กิจกรรมการสำรวจสภาพทางกายภาพและชีวภาพของระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน ผู้เรียนยังได้มีโอกาสได้สรุปองค์ความรู้ที่ตนเองได้พัฒนานำมาเสนอเป็นแผนผังมโนมติในรูปแบบต่างๆ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระจ่างในแนวคิดที่ตนเองมี ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนมตินั้น เป็นไปตามหลักการใช้แผนผังมโนมติที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องสมบูรณ์ การใช้แผนผังมโนมติในการสำรวจความรู้เดิมของนักเรียน โดยใช้สำรวจความรู้ที่มีมาก่อน เพื่อนำไปใช้ในการเตรียมการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน ใช้แผนผังมโนมติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติต่าง ๆ ที่อยู่ในความคิดของนักเรียน ใช้แผนผังมโนมติในการสรุปความหมายจากตำราซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาในการอ่านครั้งต่อไป และไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการอ่าน (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2540, น. 33-36)

แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนตามเกณฑ์ 5 ระดับ พบว่า แต่ละมโนมติยังมีนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน สามารถอภิปรายได้ดังนี้

มโนมติที่ 1 องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ หลังเรียน พบว่านักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 43.75 และนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนต่ำสุด (Alternative Conception: AC) ร้อยละ 3.13 เพราะในขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนทำการสำรวจสภาพทางกายภาพ และชีวภาพของระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน นักเรียนได้ศึกษา ทดลอง ตรวจสอบสภาพแวดล้อมของระบบนิเวศ ที่เหมาะกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตชนิด และปริมาณของสิ่งมีชีวิตที่พบ แต่การจัดกิจกรรมมีเวลาที่จำกัด การเรียนรู้ยังไม่ครอบคลุม ทำให้อธิบายไม่ครบองค์ประกอบของระบบนิเวศ ว่าอะไรเป็นสิ่งมีชีวิต หรือเป็นสิ่งไม่มีชีวิต ที่อาศัยอยู่ด้วยกันมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันเขียนเป็นแผนผังมโนมติสรุปความหมายของระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา สามารถเชื่อมโยงความรู้เก่าและใหม่ได้ แต่เนื่องจากนักเรียนบางคนมีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน ในความหมายของผู้บริโภค ซึ่งเข้าใจว่าการรับพลังงานของผู้บริโภคคือการกินสัตว์อื่น จึงเกิดความคลาดเคลื่อน ดังนั้นครูควรกระตุ้นให้นักเรียนบอก หรืออภิปรายเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจมโนมติด้วยคำพูดของนักเรียนเอง เพื่อตรวจสอบ และช่วยแก้ไขมโนมติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (จันทร์พร พรหมมาศ,

2541) แล้วเน้นย้ำว่าสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ แต่อาจได้รับพลังงานจากการกินพืช สัตว์ หรือทั้งพืชและสัตว์ก็ได้ หรือการรับพลังงานในรูปแบบอื่น

มโนมติที่ 2 รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ หลังเรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 59.38 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ต่ำสุด (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 15.62 และนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 25.00 เพราะในขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์โดย นักเรียนทำการศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่างๆ ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประสบการณ์ในการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจถูกต้อง แต่ระหว่างจัดการเรียนรู้ มีการยกตัวอย่างของความสัมพันธ์ในหลายรูปแบบ เนื้อหาค่อนข้างมาก จึงทำให้คำตอบของนักเรียนไม่ครอบคลุมบางส่วน ในขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ครูร่วมกับนักเรียนอธิบาย ยกตัวอย่าง อภิปราย ซักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันเขียนเป็นแผนผังมโนมติ เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา สามารถเชื่อมโยงความรู้เก่าและใหม่ได้ดี แต่เนื่องจากนักเรียนบางคนเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์ และเป็นผู้ช่วยในการอำนวยความสะดวกเวลาทำงานกลุ่ม จึงเกิดความคลาดเคลื่อน ทำให้มีความเข้าใจในกิจกรรมดังกล่าวไม่ชัดเจน จึงเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ซึ่งเป็นความคิดความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องอันเนื่องมาจากการรับรู้ที่ไม่สมบูรณ์ และคลุมเครือ (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2532) ซึ่งครูควรให้นักเรียนทุกคนร่วมทำกิจกรรมทุกขั้นตอน

มโนมติที่ 3 การถ่ายทอดพลังงาน ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ หลังเรียน พบว่านักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 50.00 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนต่ำสุด (Alternative Conception: AC) ร้อยละ 3.13 เพราะในขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนทำทำการศึกษาการกินอาหารของสัตว์ นักเรียนได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิตกับผู้บริโภคที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดพลังงาน แต่เนื่องจากเนื้อหาจำนวนมาก จึงทำให้การเรียนรู้ยังไม่ครอบคลุม นักเรียนตอบถูก แต่การให้เหตุผลขาดองค์ประกอบสำคัญบางส่วนไปในขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ครูร่วมกับนักเรียน อธิบาย ยกตัวอย่าง อภิปราย ซักถามแลกเปลี่ยนความรู้ นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันเขียนเป็นแผนผังมโนมติ เรื่อง การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา สามารถเชื่อมโยงความรู้เก่าและใหม่ได้ดี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ คือกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ (มนมนัส สุดสิ้น, 2543) แต่เนื่องจากนักเรียนยังยึดติดความหมายของการถ่ายทอดพลังงานคือการกิน จึงเกิดความคลาดเคลื่อน ซึ่งครูต้องเน้นย้ำความหมายที่ถูกต้องคือ การถ่ายทอดพลังงานโดยผ่านกระบวนการกินเป็นทอดๆ

มโนมติที่ 4 โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยนแปลงประชากร ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ หลังเรียนพบว่านักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 37.50 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วนต่ำสุด (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 28.13 เพราะในขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนทำการศึกษาความสัมพันธ์โซ่อาหารและสายใยอาหาร นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า ความหมายของโซ่อาหารและสายใยอาหาร การเปลี่ยนแปลงของประชากร แต่เนื่องจากเนื้อหาจำนวนมาก จึงทำให้การเรียนรู้ยังไม่ครอบคลุม นักเรียนตอบถูก แต่การให้เหตุผลขาดองค์ประกอบสำคัญบางส่วนไป ในขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันเลือกความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 4 ชนิด ในแง่การกินกันเป็นทอดๆ แล้วนำมาเขียนเป็นแผนภาพความสัมพันธ์โซ่อาหาร นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา สามารถเชื่อมโยงความรู้เก่าและใหม่ได้ดี เนื่องจากยังมีนักเรียนที่ไม่สามารถเรียงลำดับของผู้บริโภคตามรูปได้ ซึ่งนักเรียนบางคนเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์ ทำให้มีความเข้าใจในกิจกรรมดังกล่าวไม่ชัดเจน อาจจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ช้าลง ซึ่งครูควรให้นักเรียนทุกคนร่วมทำกิจกรรมทุกขั้นตอน เนื่องจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นการสั่งสม หรือสรุปความคิดที่ผิดพลาด และเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ช้าลงและไม่บังเกิดผล (บุญเสริม ฤทธาภิรมย์, 2523)

มโนมติที่ 5 การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ หลังเรียนพบว่านักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 53.12 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 6.25 เพราะในขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนทำ การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวัฏจักรของน้ำหรือการหมุนเวียนน้ำในระบบนิเวศ นักเรียนได้ศึกษาความหมาย วัฏจักรของน้ำ หรือการหมุนเวียนน้ำในระบบนิเวศ และในขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันเขียนเป็นแผนผังมโนมติสรุปความรู้เรื่อง การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ นักเรียนมีความคิด ความเข้าใจที่มีต่อสิ่งเร้า หรือสถานการณ์ต่างๆ ที่ครูสร้างขึ้น ซักถามแลกเปลี่ยนความรู้ สามารถเชื่อมโยงความรู้เก่า และใหม่ได้ดี ดังนั้นครูควรส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดรวบยอด ซึ่งมโนมติที่ทำให้การสอนเป็นไปได้ เพราะการสอนในระดับสูงขึ้นไปจำเป็นจะต้องมีความคิดรวบยอด เพื่อให้สามารถพูดและทำความเข้าใจได้ (จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า, 2537:20-21) เนื่องจากเนื้อหาในเรื่องนี้ เป็นเรื่องที่ยากต่อความเข้าใจ และเวลาที่จำกัดการทำกิจกรรมทำให้ นักเรียนไม่สามารถอธิบายกระบวนการให้ครบถ้วนและชัดเจน จึงเกิดความคลาดเคลื่อน ว่าการหมุนเวียนน้ำเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาระหว่างพื้นผิวโลก และบรรยากาศ น้ำในแหล่งน้ำบนผิวโลก เมื่อได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศแล้วเกิดการควบแน่นของไอน้ำในบรรยากาศเกิดเป็นเมฆก่อนตกลงมาเป็นฝน ลูกเห็บ หรือหิมะ ลงสู่สิ่งแวดล้อม

มโนมติที่ 6 ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ หลังเรียน พบว่านักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์สูงสุด (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 53.12 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนต่ำสุด (Alternative Conception: AC) ร้อยละ 6.25 เพราะในขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวัฏจักรของคาร์บอน นักเรียนได้ศึกษาความหมายวัฏจักรของคาร์บอน แต่การจัดกิจกรรมในเรื่องนี้มีเวลาที่จำกัด จึงทำให้การเรียนรู้ไม่ครอบคลุม ครูควรจัดกิจกรรมอื่นเวลาในเวลาว่างในการศึกษาเรื่องนี้ ในขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันเขียนเป็นแผนผังมโนมติสรุปความรู้ เรื่อง วัฏจักรของคาร์บอน นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา ซักถามแลกเปลี่ยนความรู้ สามารถเชื่อมโยงความรู้เก่าและใหม่ได้ดี เนื่องจากยังมีนักเรียนที่ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เก่าและใหม่ได้ดีนัก ประกอบกับเนื้อหาของเรื่อง วัฏจักรของคาร์บอน เป็นเนื้อหาที่ยากจึงเกิดความคลาดเคลื่อน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงต้องการให้นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องสมบูรณ์สามารถเชื่อมโยงมโนมติที่ถูกต้องกับมโนมติใหม่ที่ซับซ้อนทำให้สามารถเรียนรู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง ครูผู้สอนจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญกับมโนมติของผู้เรียน หากพบว่าผู้เรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก็ควรที่จะแก้ไข หรือปรับเปลี่ยนมโนติให้ถูกต้อง (จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2555)

มโนมติที่ 7 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ หลังเรียน พบว่านักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับสมบูรณ์สูงสุด (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 92.62 นักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 9.38 เพราะในขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลปัญหาสิ่งแวดล้อมจากห้องสมุด หรือสื่อต่างๆ ทำให้นักเรียนได้รู้ถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น สาเหตุของปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะความรู้เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542) ในขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันเขียนเป็นแผนผังมโนมติเรื่อง สาเหตุและปัญหาสิ่งแวดล้อม เนื้อหาในเรื่องนี้เป็นเรื่องที่นักเรียนคุ้นเคย และไม่ซับซ้อน ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดี เนื่องจากยังมีนักเรียนบางคนยังยึดติดความรู้เดิมในเรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมว่า การไม่ตัดไม้ทำลายป่า เป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จึงเกิดความคลาดเคลื่อน ซึ่งในขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) ครูควรสำรวจความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเรียน ซึ่งการใช้แผนผังมโนมติในการสำรวจความรู้เดิมของนักเรียน ใช้สำรวจความรู้ที่มีมาก่อน เพื่อนำไปใช้ในการเตรียมการสอนให้เหมาะสม (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2540, น. 33-36) แล้วเน้นย้ำว่า การจัดการทรัพยากรประเภทนี้ จะต้องเน้นการประหยัด และพยายามไม่ให้เกิดการสูญเสียต้องใช้ตามความจำเป็นหรือถ้าสามารถใช้วัสดุอื่นแทนได้ก็ควรนำมาใช้แทนรวมทั้งต้องนำส่วนที่เสียแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่า

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ สูงกว่าเกณฑ์

ร้อยละ 70อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะพบว่านักเรียนส่วนมากสามารถแสดงเหตุผลของคำตอบที่ใกล้เคียงกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมนี้ เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นประสบการณ์ในการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ อย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพเพราะการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาประยุกต์ใช้กับข้อดีของการจัดการเรียนรู้ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติ การจัดการเรียนรู้มีข้อดีคือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ ฝึกการคิด การสังเกต จัดประเภท อธิบาย ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมาย ส่วนการสอนร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติมีข้อดีคือ สามารถเลือกแผนผังมโนมติในการรวบรวมข้อมูลที่กระจัดกระจายให้เป็นภาพที่เชื่อมโยง สัมพันธ์กัน สามารถอธิบายให้เกิดความเข้าใจ จดจำเนื้อหาได้ง่ายและยาวนาน

สอดคลองกับงานวิจัย พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ที่กล่าวว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้ผ่านกระบวนการที่หลากหลายในการใช้กระบวนการคิดทางสมองในการสังเกต คัดประเภท การอธิบาย และการอ้างอิง ตามที่ ภพ เลาหไพบูรณ์ (2542) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก สอดคล้องกับ ทิศนา แขมณี (2550) กล่าวว่า ผังมโนมติเป็นแผนผังรูปภาพที่แสดงความคิดหรือข้อมูลสำคัญๆ ที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นรูปแบบต่าง ๆ กันและเป็นเครื่องมือทางการคิดที่ดี ที่สามารถมองเห็นและอธิบายให้เกิดความเข้าใจและจดจำความรู้เนื้อหาสาระนั้นๆ ได้ง่ายและยาวนาน การจัดการเรียนรู้แบบสืบสะหาความรู้ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนมติสอดคล้องกับงานวิจัยของ ละมัย วงคำแก้ว (2554) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษามีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ดังนี้

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนมติผู้จัดการเรียนรู้ควรเตรียมความพร้อมในเรื่องของแผนผังมโนมติให้เหมาะสมกับเวลา และเนื้อหาก่อนที่จะจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนมติ เพราะบางเนื้อหาจะใช้เวลาในการจัดการเรียนมากไม่เพียงพอ

3.1.2 การที่จะนำแผนผังมโนมติแต่ละแบบไปใช้กับนักเรียนควรอธิบายลักษณะของการใช้ที่เหมาะสมกับแต่ละแผนผังมโนมติ เพื่อนักเรียนจะได้มีความเข้าใจที่ถูกต้องในการเลือกแผนผังมโนมติไปใช้กับเนื้อหาที่เหมาะสม

3.1.3 ผู้จัดการเรียนรู้ความมีวิธีการเสริมแรงที่เหมาะสมในการนำเสนอผลงานของนักเรียนเพื่อเป็นการเพิ่มแรงจูงใจในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรนำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนมติไป จัดการเรียนรู้กับเนื้อหาอื่นๆ ที่เหมาะสมกับแต่ละแผนผังมโนมติ เช่น เรื่องพันธุกรรม เรื่องความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น

3.2.2 ควรนำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนมติไป จัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะด้านอื่นๆ เช่นพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ความคงทนของการเรียนรู้ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558). 5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ (5 Essential features of inquiry). *(เอกสารประกอบการสอน ศูนย์วิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ PDF)*. สืบค้นจาก http://sciedcenter.swu.ac.th/Portals/25/Documents/News/5 Essential features of inquiry_Kamonwan.pdf?timestamp=1434440007462.

เกียรติมณี บำรุงไร่. (2553). *การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE)*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า. (2537). ความคิดรวบยอด เรื่องที่ครูควรอ่าน. *ศิลปกรรมศาสตร์*, 2(2), 20-21.

จันทร์พร พรหมมาศ. (2541). *ผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2555). *ชุดฝึกอบรมทางไกล เรื่องการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีเปลี่ยนแปลงมโนมติ สำหรับครูวิทยาศาสตร์*. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). *ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์.

ทิศนา แขมมณี. (2545). *รูปแบบการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2547). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2550). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.

นาตยา ปิลันธนานนท์. (2542). *การเรียนรู้ความคิดรวบยอด*. กรุงเทพฯ: เจ้าพระยาการพิมพ์.

_____. (2542). *การเรียนรู้ความคิดรวบยอด*. กรุงเทพฯ: แม็ค.

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์. (2523). การเรียนรู้แบบสร้างความคิดรวบยอด. *วารสารประชาศึกษา*, 31, 6-17.

ประจวบจิตร คำจัตุรัส. (2550). การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. ใน *ประมวลสาระสารัตถะและวิทย์วิธีทางวิทยาศาสตร์*. หน่วยที่ 8. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปัญญา รุ่งเรือง. (2551). *การศึกษาผลการเรียนรู้เรื่อง ภูมิศาสตร์ประเทศไทย โดยใช้วิธีสอนที่ใช้ชุดการเรียนรู้กับ วิธีสอนแบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. (2551). การจัดการเรียนรู้เพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด. *วารสารศึกษาศาสตร์* มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับพิเศษ), 31(1), 27-35.

ผังก้างปลา. (ม.ป.ป.). *ผังก้างปลากับแผนภูมิความคิด*. สืบค้น จาก http://www.prachasan.com/mindmapknowledge/fishbonemm.htm.

พนิตานันท์ วิเศษแก้ว. (2553). *การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบ PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE)*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). *การสอนวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *วิจัยในชั้นเรียน : หลักการสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนเมนท์.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

มนมนัส สุดสิ้น. (2543). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ*. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

มนัส บุญประกอบ. (2533). ยุทธศาสตร์ใหม่ทางการศึกษาแผนภูมิมโนทัศน์. *วารสาร สสวท*., 69, 26-29.

ละมัย วงคำแก้ว. (2554). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการทำโครงงานทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2532). งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในช่วง 14 ปีที่ผ่านมา (2519-2532), *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทรรศน์*, (ฉบับพิเศษ), 104.

_____. (2540). *CONSTRUCTIVISM*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริเดช สุชีวะ. (2538). *การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จุลสารการทดสอบอันดับที่ 2*. กรุงเทพฯ: จัดโดยศูนย์ทดสอบทางการศึกษา ร่วมกับศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2556). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556*. สืบค้นจาก http://www.niet.or.th.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ ว. 017 โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2548). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การขนส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2535). *ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

สมฤทัย จีนด้วง. (2542). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการสอนแบบแผนผังมโนมติกับการสอนแบบปกติ. (ซีดีรอม)*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

สุจินต์ วิศวธีรานนท์. (2538). แนวโน้มการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. ใน *เอกสารประกอบการบรรยายและสัมมนา*. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

_____. (2544). การสอนวิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทย์วิธีทางวิทยาศาสตร์*. หน่วยที่ 8. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.

สุทธิดา จำรัส. (2556). การสอนวิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทย์วิธีทางวิทยาศาสตร์*. หน่วยที่ 8. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดเชิงมโนทัศน์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิมล เขี้ยวแก้ว. (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. ปัตตานี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

เสาวลักษณ์ เหลืองดี. (2552). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความเข้าใจมโนมติและความพึงพอใจ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

Ault, Charles. (1985). Language Skill in Elementary Education Science. *Journal of collage science Teaching*, 15(1985), 45.

Clibron Clibron, Joseph W. (1987). Helping Students Understand Physiologic *Interaction: A Concept Mapping Activity. The American Biology Teacher*, 49, 426–427.

Cronbach, L. J. (1990). *Essentials of Psychological Testing*. 5th ed. New York: Harper Collins.

Cycle map, Retrieved from http://pamhook.com/wiki/HookED_SOLO_Cycle_Map.

Fethterstonhaugh, T. and Tregust, D. F.,(1992). Student's Understanding of Light and Its Properties, Teaching to Engender Conceptual Chang, *Science Education*, 76, 653-672.

Mind map. (ม.ป.ป.). *ผังความคิด*. สืบค้นจาก http://www.tututors.com/.

Mungsing W. (1993). *Student's Alternative Conception about Genetics and The Use of Teaching Strategies for Conceptual Change: Doctor of Philosophy*. University of Alberta Edmonton. Alberta.

Novak, Joseph D. & Gowin D. Bab. (1984). Learning How to Learn. London: Cambridge University Press.

Palmer D. (1996). Assessing students using the "POE". *Australian Primary & Junior Science Journal*, [serial online], 3(12).

Peterson, R.F. & Treagust, D.F. (1989). Grade-12 Students' Misconceptions of Covalent Bonding and Structure. *Journal of chemical education*, 66(6), 459-60.

Simmons P.C. (1988). Effects of teacher constructer pre and post–graphic organizer instruction on sixth – grade science students comprehension and recall. *Journal of Education Research*, 82(1), 20.

Spider map. (ม.ป.ป.). Retrieved from http://www.mindmaptutor.com/2011/04/are-your-mind-maps-really-mind-maps/.

Tekkaya, C. (2002). Misconceptions as barrier to understanding biology. *Journal of Hacettepe*, University Educaion Faculty, 23, 259-266.

Zimmaro, D.M., & Cawley, J.M. (1998). *Concept map module [Online]. Schreyer Institute for Innovation in Learning*. The Pennsylvania State University. Available.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. นางรุ่งทิพย์ จันทร์อ่อน	ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จังหวัดสกลนคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 23
2. นายอังคาร์ เทพรัตนนันท์	ครูวิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนสวนศรีวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11
3. นางจินตนา มณีเสน	ครูวิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนสวนศรีวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ระบบนิเวศ **รหัสวิชา ว 23101**
เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบนิเวศ **เวลา 3 ชั่วโมง**

สาระการเรียนรู้

- องค์ประกอบของระบบนิเวศ
- ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมภายในระบบนิเวศ

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้

1. บอกความหมายของระบบนิเวศได้
2. บอกองค์ประกอบของระบบนิเวศได้
3. อธิบาย บทบาท หน้าที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้
5. ระบุประเภทของความสัมพันธ์ภาวะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตภายในระบบนิเวศได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบนิเวศไปใช้จากสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้

ด้านเจตคติ/คุณธรรม

1. นักเรียนมีการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
2. นักเรียนมีเหตุผล
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน
4. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

สาระสำคัญ

1. ระบบนิเวศ หมายถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันและสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งที่อยู่อาศัยนั้น

2. องค์ประกอบของระบบนิเวศ ประกอบด้วยองค์ประกอบทางชีวภาพ และองค์ประกอบทางกายภาพ

3. สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ในระบบนิเวศมีบทบาทหน้าที่แตกต่างกัน และมีความสัมพันธ์กันในลักษณะต่างๆ เช่นมดกินซากแมลงที่ตาย จิ้งจกกินแมลงเป็นอาหาร วัวกินหญ้า และต้นหญ้าเจริญเติบโตได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตเมื่อพิจารณาจากลักษณะการอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศจะพบว่ามีทั้งความสัมพันธ์แบบพึ่งพากัน การเป็นศัตรู ไม่พึ่งพา ไม่เป็นศัตรู สิ่งมีชีวิตหนึ่งได้ประโยชน์ แต่สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเสียประโยชน์ หรือพบว่าสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้ประโยชน์แต่สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งไม่ได้และไม่เสียประโยชน์

4. ในระบบนิเวศหนึ่งประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายแตกต่างกันมากมาย โดยสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีความสัมพันธ์ต่อกันอย่างซับซ้อนและอาจก่อให้เกิดผลกระทบระหว่างกันได้ ซึ่งสามารถจำแนกผลกระทบที่เกิดจากความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตได้ 3 ลักษณะ คือ ความสัมพันธ์แบบได้รับประโยชน์ (+) ความสัมพันธ์แบบเสียประโยชน์ (-) และความสัมพันธ์แบบไม่ได้รับและไม่เสียประโยชน์ (0) ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่อยู่ร่วมกันในระบบนิเวศจะมีรูปแบบที่แตกต่างกัน

5. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศประกอบด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันประกอบด้วยภาวการณ์ล่าเหยื่อภาวะอิงอาศัยภาวการณ์ได้ประโยชน์ร่วมกันภาวะพึ่งพากันภาวะปรสิตและภาวการณ์ย่อยสลาย

กระบวนการจัดการเรียนรู้

คาบที่ 1

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศในท้องถิ่นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อรูปภาพ และเขียนแผนผังมโนมติ แสดงองค์ประกอบต่างๆ แล้วตั้งคำถาม

- สิ่งที่อยู่รอบๆ ตัวนักเรียน ประกอบด้วยอะไรบ้าง
- หากต้องการแบ่งประเภทของสิ่งมีชีวิตต่างๆ เหล่านั้นจะแบ่งได้กี่ประเภท อะไรบ้าง
- ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติมีลักษณะเป็นอย่างไร

2. ครูทบทวนประสบการณ์เดิมของนักเรียนโดยให้นักเรียนตอบคำถาม ยกตัวอย่างระบบนิเวศ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบนิเวศที่เพื่อนๆ ช่วยกันยกตัวอย่าง แล้วร่วมกันตอบคำถาม

3. ครูแนะนำการเขียน ขั้นตอนการใช้ แผนผังมโนมติในแบบต่างๆ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน ลักษณะของเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน ศึกษาวิธีการทำกิจกรรมในใบงานที่ 1 เรื่อง การสำรวจสภาพทางกายภาพและชีวภาพของระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

2. ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นก่อนทำกิจกรรม โดยครูถามคำถามก่อนทำกิจกรรม โดยครูใช้การเขียนคำตอบของนักเรียนเป็นแผนผังมโนมติ

- ปัญหาของการทำกิจกรรมนี้คืออะไร **(สภาพแวดล้อมทางกายภาพ และชีวภาพของระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียนเป็นอย่างไร)**
- สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพคืออะไร **(สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อม)**
- นักเรียนคิดว่าบริเวณที่ไปสำรวจมีสิ่งมีชีวิตอะไรบ้าง จำนวนเท่าใด **(ตัวอย่างคำตอบต้นไม้จำนวนมาก สัตว์ จำนวนน้อย)**
- นักเรียนคาดคะเนว่าจะพบสิ่งใดบ้างบริเวณโรงเรียนที่ไปสำรวจ และจะมีปริมาณมากน้อยเพียงใด **(ตัวอย่างคำตอบ บริเวณสระน้ำที่ไปสำรวจจะพบ ลูกอ๊อด ลูกน้ำ ปลาหางนกยูง จำนวนมาก สาหร่ายหางกระรอก จอก แหนปริมาณมาก บริเวณสนามหญ้าที่ไปสำรวจจะพบหญ้าแพรก หญ้าแห้วหมู ต้นเข็มปริมาณมาก แมลงหวี่ แมลงปอจำนวนมาก)**

-นักเรียนคิดว่าสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่จะพบสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ควรมีลักษณะใด **(มีแสงสว่างส่องถึง มีความชื้น อุณหภูมิพอเหมาะ)**

จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามก่อนทำกิจกรรมในใบงานที่ 1

3. ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดในใบงานที่ 1 เรื่อง การสำรวจสภาพทางกายภาพและชีวภาพของระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน และบันทึกผลการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1. ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมเรื่อง การสำรวจสภาพทางกายภาพและชีวภาพของระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน หน้าชั้นเรียน

2. ครูให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถามหลังทำกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถาม

- สิ่งที่พบในบริเวณที่ไปสำรวจตรงตามที่คาดคะเนหรือไม่ เพียงใด **(บริเวณที่ไปสำรวจ พบสิ่งต่างๆ ตามที่คาดคะเนไว้ เช่น สัตว์น้ำเล็กๆ)**
- สภาพแวดล้อมของระบบนิเวศที่ศึกษาเป็นอย่างไร เหมาะแก่การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตหรือไม่ อย่างไร **(มีระบบนิเวศที่สมบูรณ์ เหมาะแก่การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต)**
- ชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตที่พบมากที่สุดและน้อยที่สุดได้แก่สิ่งมีชีวิตชนิดใด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น **(ตามประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน)**
- สิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแต่ละบริเวณมีความสัมพันธ์กันอย่างไร **(สัตว์ได้รับอาหาร และแก๊สออกซิเจนที่เกิดจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ส่วนพืชจะใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากสัตว์ในการสังเคราะห์ด้วยแสง)**
- มีปัจจัยสำคัญอะไรบ้างที่ช่วยให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้ในระบบนิเวศ **(แก๊ส แสงสว่าง อุณหภูมิ ค่า pH)**
- ถ้าสภาพแวดล้อมทางกายภาพของแหล่งที่อยู่เปลี่ยนแปลงไปจะเกิดผลกระทบอย่างไรในระบบนิเวศ **(สิ่งมีชีวิตบางชนิดที่ไม่สามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้ก็จะสูญหายหรือตายไป)**
- บริเวณที่ไปสำรวจมีสิ่งมีชีวิตอะไรบ้าง จำนวนเท่าใด **(ตามผลการสำรวจจริง)**
- สิ่งมีชีวิตชนิดใดมีจำนวนมากกว่า 1 **(ตามผลการสำรวจจริง)**
- บริเวณใดมีสิ่งมีชีวิตมากกว่า 1 ชนิด อะไรบ้าง **(ตามผลการสำรวจจริง)**
- จงสรุปผลการทำกิจกรรม **(ในธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตหลายชนิดอาศัยอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่ม สิ่งมีชีวิตกระจัดกระจายอยู่ในบริเวณแหล่งที่อยู่ต่างๆกัน)** จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามหลังทำกิจกรรมในใบงาน

3. ครูให้นักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรม ครูเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่เรียนกับแผนผังมโนมติ

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

1. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดการขยายความรู้โดยใช้ประเด็นคำถาม

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความหมายของระบบนิเวศ โดยเขียนเป็นแผนผังมโนมติ ในกระดาษ A4 และทำให้มีสีสันสวยงาม แล้วส่งครู

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง

คาบที่ 2-3

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต โดยการวาดภาพเป็นแผนผังมโนมติ แสดงความสัมพันธ์ต่างๆ โดยใช้คำถาม ดังนี้
   - ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติมีลักษณะเป็นอย่างไร
   - คน ข้าว หนอน มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร
   - นักเรียนทราบหรือไม่ว่า สิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์ในด้านการถ่ายทอดพลังงานนั้น จะมีความสัมพันธ์ในด้านอื่นๆ อีกหรือไม่ อย่างไร
2. ครูทบทวนประสบการณ์เดิมของนักเรียนโดยให้นักเรียนตอบคำถามข้างต้น

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน ศึกษาวิธีการทำกิจกรรมในใบงาน 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต แล้ว
2. ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นก่อนทำกิจกรรม โดยครูถามคำถามก่อนทำกิจกรรม ดังนี้
   - ปัญหาของการทำกิจกรรมนี้คืออะไร **(สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ มีความสัมพันธ์ กันหรือไม่อย่างไร)**
   - นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตในภาพทั้ง 6 นั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

     (ภาพที่ 1 เห็ดย่อยสลายซากขอนไม้ให้ผุผัง
     ภาพที่ 2 เห็บดูดเลือดสุนัข
     ภาพที่ 3 เสือไล่ล่าม้าลายเป็นอาหาร
     ภาพที่ 4 นกเอี้ยงได้รับเศษอาหารบนหลังควาย ควายได้ระวังภัย
     ภาพที่ 5 ผีเสื้อดูดน้ำหวานจากดอกไม้ และ ผสมเกสรให้ดอกไม้
     ภาพที่ 6 ราสร้างอาหารเองไม่ได้ ส่วนสาหร่ายได้รับความชื้นจากรา)

   จากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามก่อนทำกิจกรรมในใบงาน
   - ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดในใบงาน เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต และบันทึกผลการทำกิจกรรม พร้อมทั้งแนะนำการเขียนแผนผังมโนมติให้เข้ากับเนื้อหาที่เรียน

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1. ให้ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมเรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศหน้าชั้นเรียน

(ตัวอย่างคำตอบ ตารางการได้และการเสียประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน)

ภาพที่	ชนิดของสิ่งมีชีวิต	การได้และการเสียประโยชน์		
		ฝ่ายได้ประโยชน์	ฝ่ายเสียประโยชน์	ฝ่ายที่ไม่ได้ไม่เสียประโยชน์
1	เห็ดกับขอนไม้	เห็ด	-	-
2	เห็บกับสุนัข	เห็บ	สุนัข	-
3	เสือกับม้าลาย	เสือ	ม้าลาย	-
4	นกเอี้ยงกับควาย	นกเอี้ยง ควาย		
5	ผีเสื้อกับดอกไม้	ผีเสื้อ ดอกไม้		
6	รากับสาหร่าย	รา สาหร่าย		-

2. ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทำกิจรรม โดยครูใช้คำถามหลังทำกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถาม ดังนี้

- สิ่งมีชีวิตในภาพทั้ง 6 มีอะไรบ้าง

(ภาพที่ 1 เห็ดกับขอนไม้ ภาพที่ 2 เห็บกับสุนัข ภาพที่ 3 เสือกับม้าลาย ภาพที่ 4 นกเอี้ยงกับควาย ภาพที่ 5 ผีเสื้อกับดอกไม้ ภาพที่ 6 รากับสาหร่าย)

- สิ่งมีชีวิตในภาพทั้ง 6 มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

(ภาพที่ 1 เห็ดช่วยย่อยสลายขอนไม้ให้ผุพัง
ภาพที่ 2 เห็บดูดเลือดจากสุนัข
ภาพที่ 3 เสือล่าม้าลายเป็นอาหาร
ภาพที่ 4 นกเอี้ยงได้กินแมลงบนหลังควาย และช่วยกำจัดปรสิต
ภาพที่ 5 ผีเสื้อได้น้ำหวานจากดอกไม้ และช่วยผสมเกสร
ภาพที่ 6 ราได้รับอาหารจากสาหร่าย และ ให้ความชื้นกับสาหร่าย)

- พิจารณาในแง่ของประโยชน์ที่ได้รับของสิ่งมีชีวิตในภาพทั้ง 6 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1) สิ่งมีชีวิตชนิดใดที่ได้ประโยชน์ **(เห็บ เสือ นกเอี้ยง ควาย ผีเสื้อ ดอกไม้ รา และสาหร่าย)**
2) สิ่งมีชีวิตชนิดใดเสียประโยชน์ **(สุนัข ม้าลาย)**
3) สิ่งมีชีวิตชนิดใดไม่ได้ไม่เสียประโยชน์ **(ไม่มี)**

- ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในภาพที่ 5 และภาพที่ 6 เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

(เหมือนกัน คือ ต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ทั้งคู่ ต่างกัน ตรงที่ภาพที่ 5 ผีเสื้อ กับ ดอกไม้ แยกออกจากกันได้ ส่วนภาพที่ 6 รากับสาหร่ายแยกออกจากกันไม่ได้)

- นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในภาพทั้ง 6 ได้อย่างไร

(ภาพที่ 1 สิ่งมีชีวิตหนึ่งได้ประโยชน์อีกชนิดไม่ได้ไม่เสียประโยชน์
ภาพที่ 2 สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้ประโยชน์อีกชนิดหนึ่งเสียประโยชน์
ภาพที่ 3 สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้ประโยชน์อีกชนิดหนึ่งเสียประโยชน์
ภาพที่ 4 สิ่งมีชีวิตได้ประโยชน์ทั้งคู่

ภาพที่ 5 สิ่งมีชีวิตได้ประโยชน์ทั้งคู่
ภาพที่ 6 สิ่งมีชีวิตได้ประโยชน์ทั้งคู่)

จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามหลังทำกิจกรรมในใบงาน

3. ให้นักเรียนศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ จากนั้นครูถามคำถามนักเรียน ดังนี้

- ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีกี่ประเภท อะไรบ้าง **(6 ประเภท ได้แก่ ภาวะการล่าเหยื่อ ภาวะอิงอาศัย ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน ภาวะพึ่งพากัน ภาวะปรสิต และภาวะการย่อยสลาย)**
- ในธรรมชาติภาวะพึ่งพากันสามารถพบได้จากที่ใดบ้าง **(ไลเคน)**
- เห็บและหมัดบนตัวของสุนัข จัดอยู่ในความสัมพันธ์ประเภทใด เพราะเหตุใด **(ภาวะปรสิต เพราะ เห็บและหมัดดูดเลือดสุนัขได้ประโยชน์ สุนัขเสียประโยชน์)**
- นักเรียนยกตัวอย่างความสัมพันธ์แบบล่าเหยื่ออื่นๆได้หรือไม่ อย่างไร **(ตัวอย่างคำตอบ ความสัมพันธ์แบบล่าเหยื่อ เช่น สิงโตตะครุบม้าลาย นกกินแมลง งูกินหนู เป็นต้น)**
- จงยกตัวอย่างความสัมพันธ์แบบภาวะอิงอาศัยอีก 2 ตัวอย่าง **(ตัวอย่างคำตอบความสัมพันธ์แบบภาวะอิงอาศัย เช่น กล้วยไม้บนต้นไม้ใหญ่ ต้นพลูด่างบนต้นมะพร้าว เป็นต้น)**
- นักเรียนคิดว่า สิ่งมีชีวิตทั้งสองคือควายกับนกเอี้ยงแยกจากกันได้หรือไม่ อย่างไร (**สิ่งมีชีวิตทั้งสอง คือ ควายกับนกเอี้ยง ไม่จำเป็นต้องอยู่ร่วมกันตลอดเวลา สามารถแยกจากกันได้ โดยที่นกเอี้ยงก็ไปหากินที่อื่น ควายก็ไม่เดือดร้อนอะไร สามารถอยู่รอดได้)**
- จงยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์แบบการได้ประโยชน์ร่วมกันอีก 2 ตัวอย่าง และจงอภิปรายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตนั้นด้วย **(ตัวอย่างที่ 1 แมลงกับดอกไม้ แมลงได้น้ำหวาน ดอกไม้ได้รับการผสมเกสร ตัวอย่างที่ 2 นกกับจระเข้ นกได้อาหารที่ติดที่ฟันจระเข้ จระเข้มีผู้ทำความสะอาดฟันให้)**
- นักเรียนคิดว่าสาหร่ายกับราแยกกันอยู่ได้หรือไม่ อย่างไร **(รากับสาหร่ายแยกกันอยู่ไม่ได้ เนื่องจากราสร้างอาหารเองไม่ได้ ถ้ามีความชื้นเพียงอย่างเดียว และสาหร่ายก็สร้างอาหารไม่ได้ ถ้าไม่ได้ความชื้นจากรา)**
- ให้นักเรียนยกตัวอย่างความสัมพันธ์แบบภาวะพึ่งพากัน 2 ตัวอย่าง พร้อมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ ของสิ่งมีชีวิตทั้งสองด้วย **(ตัวอย่างคำตอบ ความสัมพันธ์แบบภาวะพึ่งพากัน เช่น แบคทีเรียในปมรากถั่ว แบคทีเรียดึง N_2 จากอากาศมาเป็นปุ๋ยในดินให้แก่ถั่ว ถั่วให้อาหารและที่อยู่อาศัยแก่แบคทีเรีย นอกจากนี้ตัวอย่างอื่น เช่น โพรโทซัวกับปลวก ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน คือ ปลวกกินเซลลูโลสได้แต่ย่อยไม่ได้ ต้องอาศัยโพรโทซัวช่วยย่อยและโพรโทซัวก็ได้อาหารจากปลวก เป็นต้น)**
- จงยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์แบบภาวะปรสิตอื่นๆ และอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตนั้นด้วย **(กาฝากกับต้นไม้ใหญ่ กาฝากได้ที่อยู่อาศัยและได้อาหาร โดยแทงรากไปดูดอาหารและน้ำจากต้นไม้ใหญ่ ต้นไม้ใหญ่เสียประโยชน์คือ ถูกแย่งอาหาร)**
- นักเรียนคิดว่า ความสัมพันธ์แบบภาวะการย่อยสลาย มีผลต่อระบบนิเวศอย่างไร **(ความสัมพันธ์แบบภาวะการย่อยสลายมีผลต่อระบบนิเวศ คือ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ ทำให้ขยะ**

เปลี่ยน เป็นปุ๋ย และทำให้อินทรียสารกลับคืนสู่สภาพแวดล้อมเพื่อไม่ให้ธาตุอาหารหมดไปจากพื้นดิน เนื่องจากพืชดูดเอาธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตมากมาย)

- ถ้ากำหนดให้ การได้ประโยชน์ใช้เครื่องหมาย +
การเสียประโยชน์ใช้เครื่องหมาย -
การไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ใช้เครื่องหมาย 0

ให้นักเรียนใส่เครื่องหมายในช่องว่างในตารางให้ตรงกับความเป็นจริง

ตาราง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต	เครื่องหมายแสดงความสัมพันธ์
การล่าเหยื่อ	+ -
ภาวะอิงอาศัย	+ 0
การได้ประโยชน์ร่วมกัน	+ +
ภาวะพึ่งพากัน	+ +
ภาวะปรสิต	+ -
ภาวะมีการย่อยสลาย	+ 0

4. ให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมเกี่ยวกับความหมาย และตัวอย่างของความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตให้ได้ประเด็นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในระบบนิเวศรูปแบบต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

ครูอธิบายให้นักเรียนฟังเพิ่มเติม และใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดการขยายความรู้โดยใช้ประเด็นคำถาม แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังมโนมติ เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศที่ได้จากการสรุป

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง

สื่อ / อุปกรณ์ / แหล่งการเรียนรู้

1. รูปภาพที่ 1 ระบบนิเวศป่าชายเลน
2. รูปภาพที่ 2 ระบบนิเวศสระน้ำ
3. ใบงาน เรื่อง สำรวจระบบนิเวศในโรงเรียน
4. แหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เช่น ห้องสมุดในโรงเรียน สระน้ำ ฯลฯ
5. ภาพเห็ดกับขอนไม้
6. ภาพเห็บกับสุนัข
7. ภาพเสือกับม้าลาย
8. ภาพนกเอี้ยงกับควาย
9. ภาพผีเสื้อกับดอกไม้

10. ภาพรากับสาหร่าย
11. กระดาษวาดเขียน
12. สีเทียนหรือสีไม้
13. ใบงาน เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต
14. หนังสือเรียน, เอกสารความรู้ต่างๆ

การวัดและประเมินผล

-

วันที่ ...../...../.....

ชื่อ .....ชั้น ..... เลขที่.....

ใบงานที่ 1 เรื่อง การสำรวจสภาพทางกายภาพและชีวภาพของระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติ ดังนี้

1. อ่านวิธีทำกิจกรรมการทดลองให้เข้าใจ
2. ตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม
3. ทำกิจกรรมและบันทึกผล
4. ตอบคำถามหลังทำกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 การสำรวจสภาพทางกายภาพและชีวภาพของระบบนิเวศในบริเวณโรงเรียน

วัสดุอุปกรณ์

1. เทอร์มอมิเตอร์	1	อัน
2. กระดาษลิตมัส	1	กล่อง
3. ตลับเมตรหรือไม้เมตร	1	อัน
4. แว่นขยาย	1	อัน
5. ขวดเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิต	1	ขวด

วิธีทำ

1. ให้นักเรียนศึกษาระบบนิเวศตามบริเวณที่กำหนดให้ เช่น สนามหญ้า ใต้ต้นไม้ สระน้ำ เป็นต้น
2. สำรวจลักษณะสภาพทางกายภาพ ดังนี้
   2.1 ปริมาณแสงสว่างในบริเวณนั้น
   2.2 สภาพสี-กลิ่นของดินหรือน้ำ
   2.3 วัดอุณหภูมิที่พื้นผิวดินหรือน้ำ และระดับต่ำกว่าพื้นผิวของบริเวณที่ศึกษา ลึกลงไปประมาณ 20-25 เซนติเมตร
   2.4 วัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของบริเวณที่ศึกษาด้วยกระดาษลิตมัส ถ้าเป็นระบบนิเวศบนดินให้ละลายดินเล็กน้อยในน้ำกลั่น แล้วจึงวัดค่าความเป็นกรด-เบส ด้วยกระดาษลิตมัส
3. สำรวจลักษณะสภาพทางชีวภาพ โดยระบุชื่อกลุ่มสิ่งมีชีวิต จำนวน และลักษณะโครงสร้างภายนอกของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้น บันทึกผล

บันทึกผลกิจกรรม ตาราง สภาพแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพบริเวณโรงเรียน

แหล่งที่ศึกษาในบริเวณโรงเรียน	สภาพแวดล้อมทางภายภาพ				สภาพแวดล้อมทางชีวภาพ		
	แสงสว่าง	สี - กลิ่น	อุณหภูมิ	ค่า pH	ชื่อกลุ่มสิ่งมีชีวิต	จำนวน	ลักษณะของสิ่งมีชีวิต
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
			_			_	

คำถามหลังทำกิจกรรม

แปลความหมายและสรุปผล

1. สภาพแวดล้อมของระบบนิเวศที่ศึกษาเป็นอย่างไร เหมาะแก่การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตหรือไม่อย่างไร

_____

_____

2. ชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตที่พบมากที่สุดและน้อยที่สุดได้แก่สิ่งมีชีวิตชนิดใด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

_____

_____

3. สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแต่ละบริเวณมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

_____

_____

4. มีปัจจัยสำคัญอะไรบ้างที่ช่วยให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้ในระบบนิเวศ

_____

_____

5. ถ้าสภาพแวดล้อมทางกายภาพของแหล่งที่อยู่เปลี่ยนแปลงไปจะเกิดผลกระทบอย่างไรในระบบนิเวศ

_____

_____

6. บริเวณที่ไปสำรวจ มีสิ่งมีชีวิตอะไรบ้าง จำนวนเท่าใด

_____

_____

7. มีสิ่งมีชีวิตชนิดใด มีจำนวนเท่ากับ 1

_____

_____

8. สิ่งมีชีวิตชนิดใด มีจำนวนมากกว่า 1

_____

_____

9. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่มีจำนวนมากกว่า 1 อยู่บริเวณเดียวกันหรือไม่

_____

_____

10. จงสรุปผลการทำกิจกรรม

_____

_____

วันที่ ...../...../.....

ชื่อ .....ชั้น ..... เลขที่.....

ใบงานที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติ ดังนี้

1. อ่านวิธีทำกิจกรรมการทดลองให้เข้าใจ
2. ตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม
3. ทำกิจกรรมและบันทึกผล
4. ตอบคำถามหลังทำกิจกรรม

ภาพความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 6 ภาพ ดังนี้

เห็ดกับขอนไม้

เห็บกับสุนัข

เสือกับม้าลาย

นกเอี้ยงกับควาย

ผีเสื้อกับดอกไม้

รากับสาหร่าย

วิธีทำ

1. ศึกษาภาพที่กำหนดให้
2. ระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตในภาพแต่ละภาพ บันทึกผล
3. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละภาพ บันทึกผล

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง การได้และการเสียประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน

ภาพที่	ชนิดของสิ่งมีชีวิต	การได้และการเสียประโยชน์		
		ฝ่ายได้ประโยชน์	ฝ่ายเสียประโยชน์	ฝ่ายที่ไม่ได้ไม่เสียประโยชน์
1				
2				
3				
4				
5				
6				

คำถามหลังการทำกิจกรรม

แปลความหมายและสรุปผล

1. สิ่งมีชีวิตในภาพทั้ง 6 มีอะไรบ้าง

_____

_____

2. สิ่งมีชีวิตในภาพทั้ง 6 มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

_____

_____

3. พิจารณาในแง่ของประโยชน์ที่ได้รับของสิ่งมีชีวิตในภาพทั้ง 6 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 สิ่งมีชีวิตชนิดใดที่ได้ประโยชน์

_____

_____

3.2 สิ่งมีชีวิตชนิดใดที่เสียประโยชน์

_____

_____

3.3 สิ่งมีชีวิตชนิดใดไม่ได้ไม่เสียประโยชน์

_____

_____

4. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในภาพที่ 5 และภาพที่ 6 เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

_____

_____

5. นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในภาพทั้ง 6 ได้อย่างไร

_____

_____

ภาคผนวก ค

แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดมโนมติ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบวัดมโนมติฉบับนี้เป็นแบบวัดมโนมติ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ประกอบด้วยมโนมติหลัก 7 มโนมติ ได้แก่
    1. มโนมติที่ 1 องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ
    2. มโนมติที่ 2 รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
    3. มโนมติที่ 3 การถ่ายทอดพลังงาน
    4. มโนมติที่ 4 โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยนแปลงประชากร
    5. มโนมติที่ 5 การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ
    6. มโนมติที่ 6 ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน
    7. มโนมติที่ 7 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
2. แบบวัดมโนมติฉบับนี้ เป็นแบบเลือกตอบที่มี 4 ตัวเลือก ประกอบด้วยคำถามและตัวเลือก มีทั้งหมด 14 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบวัดมโนมติ 60 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวและเขียนเหตุผลในการเลือกคำตอบดังกล่าวลงในกระดาษคำตอบ
4. เกณฑ์การให้คะแนน ประกอบด้วยหลักการให้คะแนน ดังนี้

    1) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบของแต่ละมโนมติให้ 3 คะแนน

    2) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

    3) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้อง แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หรือเลือกคำตอบถูกแต่ไม่อธิบายคำตอบ ให้ 1 คะแนน

    4) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

    5) ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

(นางสาวทัณฑิมา ศรีสร้อย)
ผู้ออกข้อสอบ

1. ข้อใดแสดงถึงองค์ประกอบของระบบนิเวศ

ก. ผู้ผลิต

ข. ผู้ผลิต และผู้บริโภค

ค. ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยอินทรีย์สาร

ง. แหล่งที่อยู่อาศัย ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยอินทรีย์สาร

เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

2. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงผู้บริโภคได้ถูกต้อง

ก. ได้รับอาหารจากซากพืชซากสัตว์

ข. สร้างอาหารได้เอง เพราะมีคลอโรฟิลล์

ค. สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารไม่ได้ต้องกินสิ่งมีชีวิตอื่น

ง. หายใจโดยใช้ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์

เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

3. ข้อใดไม่มีความสัมพันธ์กันแบบปรสิต

ก. กาฝากกับต้นไม้

ข. พยาธิที่เข้าไปแย่งอาหารสัตว์

ค. เหาบนศีรษะของมนุษย์

ง. กล้วยไม้กับต้นไม้ใหญ่

เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันในระบบนิเวศ

ก. ดอกไม้กับแมลง

ข. นกเอี้ยงกับควาย

ค. การแบ่งหน้าที่ของผึ้ง

ง. กาฝากกับต้นไม้ใหญ่

เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

5. ข้อใดคือความหมายของการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

ก. พลังงานมีการหมุนเวียนกลับมายังผู้ผลิตได้

ข. พลังงานถ่ายทอดจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคโดยการกินต่อกันเป็นทอดๆ

ค. พลังงานสูญหายไปในแต่ละอันดับ โดยเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานอื่นๆ

ง. พลังงานที่ถ่ายทอดไปเป็นเนื้อเยื่อของผู้บริโภคในแต่ละลำดับประมาณ 10%

เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

6. ห่วงโซ่อาหารหมายถึง

ก. กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในรูปของอาหารเป็นลำดับขั้นจากสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ไปยังอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่งโดยการกินกันเป็นทอดๆ

ข. เกี่ยวหรือสัมพันธ์กัน ในธรรมชาติการกินต่อกันเป็นทอด ๆมีความซับซ้อนกันมากกินกันอย่างไม่เป็นระเบียบ

ค. การถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตหลายๆ ประเภท อาจมีทั้งแบบผู้ล่า และปรสิต

ง. การสูญเสียพลังงานออกไปในแต่ละลำดับ ไม่มีการเคลื่อนกลับเป็นวัฏจักร

เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

7. จากโซ่อาหารต่อไปนี้ **ข้าว ⟶ หนอน ⟶ นก ⟶ เหยี่ยว**

ถ้าฉีดพ่นสารเคมีในนาข้าว จะเกิดเหตุการณ์ใด

ก. ประชากรนกจะลดลง

ข. ประชากรนกจะเพิ่มขึ้น

ค. ประชากรเหยี่ยวจะคงที่

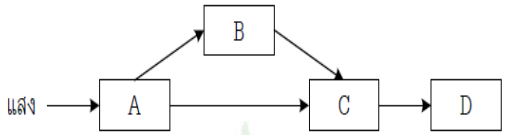
ง. ประชากรเหยี่ยวจะเพิ่มขึ้น

เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

8. จากสายใยอาหารด้านล่างนี้ ข้อใดกล่าวถูกต้อง



ก. A เป็นผู้ผลิต และ D เป็นผู้บริโภคพืช
ข. C เป็นทั้งผู้บริโภคอันดับ 1 และ อันดับ 2
ค. A เป็นสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอาณาจักรเห็ด รา และยีสต์
ง. D ได้รับพลังงานจากการกินกันเป็นทอดๆ มากที่สุด

เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

9. การหมุนเวียนของสารในวัฏจักรใดที่ไม่จำเป็นต้องผ่านสิ่งมีชีวิต

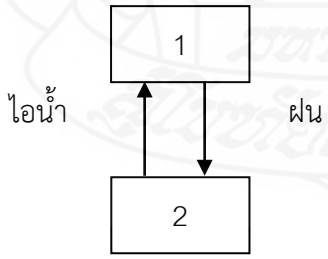
ก. น้ำ
ข. คาร์บอน
ค. ไนโตรเจน
ง. ฟอสฟอรัส

เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

10. จากแผนภาพหมายเลข 1 และ 2 คืออะไร



ก. 1 คือ สระน้ำ ทะเล 2 คือ เมฆ
ข. 1 คือ เมฆ 2 คือ สระน้ำ ทะเล
ค. 1 คือ แม่น้ำ ทะเล คลอง 2 คือ เมฆ
ง. 1 คือ แม่น้ำ ทะเล คลอง มหาสมุทร 2 คือ เมฆ

เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

11. กระบวนการในข้อใดพบทั้งวัฏจักรน้ำและคาร์บอน

ถ้า 1 คือ การระเหย 2 คือ การคายน้ำ

3 คือ การหายใจ 4 คือ การควบแน่น

ก. 1 และ 2

ข. 2 และ 3

ค. 1,3 และ 4

ง. เฉพาะ 3 เท่านั้น

เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

12. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ก. ทรัพยากรธรรมชาติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติแต่สิ่งแวดล้อมคือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยอาศัยทรัพยากรธรรมชาติ

ข. ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่างเป็นสิ่งที่ให้ประโยชน์ต่อมนุษย์เช่นกัน

ค. ทรัพยากรธรรมชาติเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อม

ง. ถูกทุกข้อ

เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

13. สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน คือตัวเลือกใด

ก. สัตว์

ข. มนุษย์

ค. โรคระบาด

ง. ภัยธรรมชาติ

เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

14. นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร เพื่อช่วยกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ก. ไม่ตัดไม้ทำลายป่าหรือนำทรัพยากรมาใช้

ข. ใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุดและประหยัดที่สุด

ค. ใช้สารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดกำจัดศัตรูพืช

ง. เข้าไปสร้างที่อยู่อาศัยในป่า เพื่อชื่นชมธรรมชาติ

เหตุผลที่เลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ

แบบทดสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum X$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1
4	+1	0	+1	1	0.67
5	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	2	1
7	0	+1	+1	2	0.67
8	+1	+1	+1	3	1
9	0	+1	+1	1	0.67
10	+1	0	+1	2	0.67
11	+1	+1	0	2	0.67
12	+1	+1	+1	3	1
13	+1	+1	+1	3	1
14	+1	+1	+1	3	1

จากตารางภาคผนวกที่ 1 พบว่า แบบทดสอบทั้ง 14 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00

ตารางภาคผนวกที่ 2 ตารางค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ โดยการจำแนกเป็นรายข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)
1	0.52	0.60
2	0.47	0.47
3	0.42	0.73
4	0.47	0.53
5	0.38	0.47
6	0.28	0.60
7	0.58	0.73
8	0.43	0.60
9	0.35	0.47
10	0.53	0.47
11	0.47	0.93
12	0.72	0.67
13	0.77	0.60
14	0.55	0.93

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.738	.739	14

จากตาราง พบว่า แบบทดสอบทั้ง 14 ข้อ
ค่าความยาก ระหว่าง 0.28 - 0.77 ค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.47 – 0.93
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ทั้งฉบับเท่ากับ 0.74 เป็นค่าที่ยอมรับได้

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางภาคผนวกที่ 3 แนวทางการพิจารณาคำตอบเพื่อตรวจให้คะแนน เรื่อง ระบบนิเวศ มโนมติที่ 1 องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ (แบบวัดข้อ 1, 2)

มโนมติที่ 1	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ	CU	ระบบนิเวศ ประกอบไปด้วย ส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ 1. ส่วนประกอบทางชีวภาพ 2. ส่วนประกอบทางกายภาพ ดังนั้นระบบนิเวศประกอบไปด้วย หน่วยพื้นที่ องค์ประกอบที่มีชีวิต องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต ความสัมพันธ์ต่อกันระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม, ผู้บริโภค คือ สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองจะได้รับพลังงาน โดยกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหารแบ่งเป็น สิ่งมีชีวิตที่กินพืชเป็นอาหาร สิ่งมีชีวิตที่กินสัตว์อื่นเป็นอาหาร สิ่งมีชีวิตที่กินทั้งพืช และสัตว์	เลขที่ 23 องค์ประกอบของระบบนิเวศ ประกอบด้วย สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่อาศัยอยู่ด้วยกันมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน, ผู้บริโภค หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองจะได้รับพลังงาน โดยกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร	10	31.25
	PU	นักเรียนมีการไม่อธิบายองค์ประกอบของระบบนิเวศว่าอะไรเป็นสิ่งมีชีวิต หรือเป็นสิ่งไม่มีชีวิต และไม่มีนักเรียนอธิบายคำว่าการกินของผู้บริโภคนั้นเป็นการได้รับพลังงานจากผู้ผลิตเลย	เลขที่ 29 องค์ประกอบของระบบนิเวศ ประกอบด้วย องค์ประกอบทางชีวภาพและองค์ประกอบทางกายภาพ, ผู้บริโภค หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ต้องได้รับอาหารโดยการกินผู้ผลิต	14	43.75
	PS	นักเรียนเข้าใจไม่ครบถ้วน การให้เหตุผลคลาดเคลื่อนของผู้บริโภค คือสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ แต่อาจได้รับพลังงานจากการกินพืช สัตว์ หรือทั้งพืชและสัตว์ก็ได้	เลขที่ 18 แหล่งที่อยู่อาศัยเป็นสิ่งไม่มีชีวิตนอกนั้นเป็นสิ่งมีชีวิต, ผู้บริโภคคือสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ จะต้องกินพืชเท่านั้น	7	21.87
	AC	คำตอบแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด	เลขที่ 1 องค์ประกอบทั้ง 3 สิ่งเป็นวงจร และมีความสัมพันธ์กัน, ผู้บริโภค หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ได้รับอาหารจากซากพืชซากสัตว์	1	3.13
	NU	ไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจมโนมติ	-	0	0

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

มโนมติที่ 2 รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (แบบวัดข้อ 3, 4)

มโนมติที่ 2	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
รูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	CU	กล้วยไม้ยึดเกาะที่ลำต้นหรือกิ่งของต้นไม้ซึ่งได้รับความชื้นและแร่ธาตุจากต้นไม้ โดยที่ต้นไม้ไม่ได้รับประโยชน์ แต่ก็ไม่เสียประโยชน์อะไร, ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ซึ่งดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันเป็นหมู่ เป็นกลุ่ม เป็นฝูง มีความสัมพันธ์ ทั้งในด้านบวกและลบ ผลดีก็คือ การอยู่ร่วมกันเป็นฝูง จะทำให้มีการปกป้องอันตรายให้กัน มีการขยายพันธุ์ได้รวดเร็วขึ้น มีการแบ่งบทบาทหน้าที่ ผลในทางลบ คือ การอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มและดำรงชีวิตแบบเดียวกันนั้น ก่อให้เกิดการแก่งแย่งแข่งขัน และเกิดความหนาแน่นของประชากรมากเกินไป	เลขที่ 4 ปรสิตคือ สิ่งที่เข้าไปพึ่งพาสิ่งมีชีวิตอื่น ทำให้เกิดผลเสียแก่สิ่งมีชีวิตนั้น แต่กล้วยไม้ได้รับประโยชน์จากต้นไม้ ส่วนต้นไม้ก็ไม่เสียประโยชน์, ว่าการอยู่ร่วมกันเป็นฝูงของผึ้ง และผึ้งเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน มีความสัมพันธ์แบบทั้งได้ และเสียประโยชน์	5	15.62
	PU	นักเรียนไม่อธิบายความสัมพันธ์กล้วยไม้กับต้นไม้เป็นความสัมพันธ์แบบพึ่งพากล้วยไม้ได้รับความชื้นและแร่ธาตุจากต้นไม้ โดยที่ต้นไม้ไม่ได้รับประโยชน์ แต่ก็ไม่เสียประโยชน์อะไร และไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ในการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันว่ามีทั้งด้านดีและด้านลบ	เลขที่ 10 กล้วยไม้เกาะที่ต้นไม้นั้น ต้นไม้ไม่ได้ประโยชน์หรือเสียประโยชน์เลย, การแบ่งหน้าที่กันของผึ้ง ผึ้งยังเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน	19	59.38
	PS	นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าความหมาย และความสัมพันธ์แบบปรสิตของกาฝากกับต้นไม้เป็นความสัมพันธ์กันแบบพึ่งพาอาศัย	เลขที่ 7 กล้วยไม้ได้ประโยชน์จากการยึดเกาะต้นไม้ใหญ่โดยต้นไม้ใหญ่อาจเสียประโยชน์บ้าง, ผึ้งเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ซึ่งต้องดำรงชีวิตร่วมเป็นหมู่ เลขที่ 8 กาฝากกับต้นไม้เป็นความสัมพันธ์กันแบบพึ่งพาอาศัย, ผึ้งเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน เกิดการแก่งแย่งในการเอาชีวิตรอด	8	25.00
	AC	ไม่มีนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด	-	0	0
	NU	ไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจมโนมติ	-	0	0

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

มโนมติที่ 3 การถ่ายทอดพลังงาน แบบวัดข้อ 5

มโนมติที่ 3	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
การถ่ายทอดพลังงาน	CU	นักเรียนตอบถูกต้อง และให้เหตุผลที่ครบองค์ประกอบที่สำคัญแต่นักเรียนส่วนมากยังยึดติดความหมายของการถ่ายทอดพลังงานคือการกิน แต่ที่ถูกต้องคือ การถ่ายทอดพลังงานโดยผ่านกระบวนการกิน เป็นทอดๆ	เลขที่ 13 ให้เหตุผลว่า การถ่ายทอดพลังงาน หมายถึง ผู้ผลิตเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานที่เก็บสะสมในโมเลกุลของสารอาหาร ถ่ายทอดไปยังผู้บริโภค โดยการกินกันเป็นทอดๆ	10	31.25
	PU	นักเรียนตอบถูกต้องและให้เหตุผลครบองค์ประกอบแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญ นักเรียนควรอธิบายเพิ่มว่า พลังงานสะสมในโมเลกุลของอาหาร ถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง สามารถถ่ายทอดพลังงานโดยผ่านกระบวนการกินเป็นทอดๆ	เลขที่ 3 ให้เหตุผลว่า ผู้ผลิตเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานสะสมแล้วถ่ายทอด โดยการถูกกินต่อๆ ไป	16	50.00
	PS	นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คือให้ความหมายของการถ่ายทอดพลังงานคือการกิน แต่ที่ถูกต้องคือ การถ่ายทอดพลังงานโดยผ่านกระบวนการกิน เป็นทอดๆ	เลขที่ 21 ให้เหตุผลว่าการถ่ายทอดพลังงาน คือ การที่ถ่ายทอดพลังงานเป็นทอดๆในแต่ละลำดับ	5	15.62
	AC	นักเรียนที่คำตอบแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด คือพลังงานไม่มีการสูญเสีย เพียงแต่ผู้ผลิตเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานที่เก็บสะสมในโมเลกุลของสารอาหาร ถ่ายทอดไปยังผู้บริโภค โดยการกินกันเป็นทอดๆ	นักเรียนเลขที่ 23 ให้เหตุผลว่า การถ่ายทอดพลังงาน คือการที่พลังงานได้สูญเสียไปจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปสิ่งมีชีวิตอีกสิ่งหนึ่ง	1	3.13
	NU	ไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจมโนมติ	-	0	0

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

มโนมติที่ 4 โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยนแปลงประชากร แบบวัดข้อ 6, 7, 8

มโนมติที่ 4	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
โซ่อาหาร สายใยอาหารกับการเปลี่ยนแปลงประชากร	PS	นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คือ นักเรียนไม่สามารถเรียงลำดับของผู้บริโภคตามรูปได้ คือจากภาพจะเห็นว่า A คือผู้ผลิตในระบบนิเวศนั้นสามารถถูกสัตว์หลายประเภทบริโภคได้ และสัตว์ที่เป็นผู้บริโภคลำดับที่ 1 ก็สามารถเป็นเหยื่อของสัตว์อื่น และยังเป็นผู้บริโภคสัตว์อื่นได้เช่นกัน จากภาพ B คือผู้บริโภคอันดับ 1 ดังนั้นกรณีนี้ C จึงเป็นได้ทั้งผู้บริโภคอันดับ 1 และอันดับ 2	เลขที่ 9 ห่วงโซ่อาหาร เป็นการกินเป็นทอดๆ ไม่ซับซ้อน ในระนาบเดียวจากสิ่งที่มีชีวิตหนึ่งไปอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่งเป็นลำดับ, เมื่อฉีดพ่นสารเคมี ทำให้ข้าวตาย หนอนก็ตาย นกก็ไม่มีอาหารจึงทำให้นกลดลง, A=ผู้ผลิต B=ผู้ผลิตและผู้บริโภค C=ผู้บริโภค ดังนั้นจึงเป็นผู้บริโภคทั้ง A และ B เลขที่ 23 ห่วงโซ่อาหาร คือกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในรูปของอาหารเป็นลำดับขั้นจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตหนึ่งโดยในระนาบเดียวกันจากผู้ผลิตสู่ผู้บริโภค, เมื่อฉีดสารเคมีแล้วทำให้หนอนลดลง นกดำรงชีวิตโดยการกินหนอนจะหาอาหารได้ยากขึ้น จึงทำให้ประชากรนกลดลง อาจจะอพยพย้ายแหล่งหากิน, จากภาพ C คือผู้บริโภคอันดับ 1 และ 2	9	28.13
	AC	ไม่มีนักเรียนที่คำตอบแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด	-	0	0
	NU	ไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจมโนมติ	-	0	0
	CU	ห่วงโซ่อาหาร คือ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในรูปของอาหารเป็นลำดับขั้นจากสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ไปยังอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่งโดยการกินกันเป็นทอดๆ ในระนาบเดียวกัน จาก ผู้ผลิตสู่ผู้บริโภค ทำให้มีการถ่ายทอดพลังงานในอาหาร	เลขที่ 3 ห่วงโซ่อาหาร คือ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในรูปของอาหารเป็นลำดับขั้นจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตหนึ่งโดยการกินกันเป็นทอดๆในระนาบเดียวกันจากผู้ผลิตสู่ผู้บริโภคจึงทำให้มีการถ่ายทอดพลังงาน, การฉีด	11	34.37

มโนมติที่ 4	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
		ต่อเนื่องเป็นลำดับจากการกินต่อกัน, พบการกินกันเป็นทอดๆ เริ่มต้นที่ ต้นข้าว คือผู้ผลิต ตามด้วยหนอนกินใบของต้นข้าว นกมากินหนอน และเหยี่ยวมากินนก ถ้าหากฉีดพ่นสารเคมีในนาข้าว จะทำให้หนอน ซึ่งเป็นผู้บริโภคอันดับ 1 ตาย หรือมีจำนวนน้อยลง ซึ่งกะเกิดผลกระทบกับนก ซึ่งเป็นผู้บริโภคอันดับ 2 ทำให้ขาดแคลนอาหารอาจจะตาย หรืออพยพไปหาแหล่งที่มีอาหารสมบูรณ์กว่า, A คือผู้ผลิต ในระบบนิเวศนั้นสามารถถูกสัตว์หลายประเภทบริโภคได้ และสัตว์ที่เป็นผู้บริโภคลำดับที่ 1 ก็สามารถเป็นเหยื่อของสัตว์อื่น และยังเป็นผู้บริโภคสัตว์อื่นได้เช่นกัน จากภาพ B คือผู้บริโภคอันดับ 1 ดังนั้น C จึงเป็นได้ทั้งผู้บริโภคอันดับ 1	พ่นสารเคมีในนาข้าวทำให้หนอนตาย หรือมีจำนวนลดลง หนอนเป็นผู้บริโภคอันดับ 1 ตายหรือลดลงจะกระทบต่อผู้บริโภคอันดับ 2 นกอาจน้อยลงเพราะไม่มีอาหาร จึงต้องอพยพไปหาอาหารที่อื่นแทน, A เป็นผู้ผลิตที่สามารถถูกสัตว์บริโภคได้ B เป็นผู้บริโภคอันดับ 1 สามารถเป็นเหยื่อของสัตว์อื่น และบริโภคสัตว์อื่นได้ C เป็นผู้บริโภคอันดับ 1 และ 2		
	PU	นักเรียนตอบถูกต้องและให้เหตุผลครบองค์ประกอบแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญ คือควรอธิบายความหมายของโซ่อาหารเพิ่มว่า กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในรูปของอาหารเป็นลำดับขั้น จากสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ไปยังอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่งโดยการกินกันเป็นทอดๆในระนาบเดียวกัน	เลขที่ 17 ห่วงโซ่อาหารเป็นการกินเป็นทอดๆ จากสิ่งที่มีชีวิตหนึ่งไปอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่งเป็นลำดับ, การฉีดพ่นสารเคมีในนาข้าวทำให้หนอนตาย นกเลยไม่มีหนอนกิน ทำให้นกตาย หรืออพยพหนีไปหาแหล่งอาหารใหม่ ดังนั้นจำนวนประชากรนกจึงลดลง, A คือผู้ผลิตอันดับ 1, B คือผู้บริโภคอันดับ 1, C กินทั้ง B และ A จึงเป็นผู้บริโภคอันดับ 1 และ 2	12	37.50

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

มโนมติที่ 5 การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ แบบวัดข้อ 9, 10

มโนมติที่ 5	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ	CU	การหมุนเวียนน้ำที่ไม่ผ่านสิ่งมีชีวิต เริ่มจากน้ำตามแหล่งน้ำต่างๆ ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ แล้วเกิดระเหยเป็นไอลอยขึ้นไปรวมตัวกับไอน้ำในบรรยากาศ เมื่อกระทบกับความเย็นในบรรยากาศจะควบแน่นเป็นละอองน้ำ แล้วเกิดการรวมตัวกันเป็นกลุ่มเมฆ ตกลงมาเป็นฝน ลูกเห็บ หรือหิมะลงสู่สิงแวดล้อมต่อไป,	เลขที่ 14 น้ำตามแหล่งน้ำต่างๆ ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ แล้วเกิดระเหยเป็นไอลอยขึ้นไปรวมตัวกับไอน้ำในบรรยากาศ เมื่อกระทบกับความเย็นในบรรยากาศจะควบแน่นเป็นละอองน้ำ แล้วเกิดการรวมตัวกันเป็นกลุ่มเมฆ ตกลงมาเป็นฝน ลงสู่สิ่งแวดล้อม, การหมุนเวียนน้ำเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ระหว่างพื้นผิวโลกและบรรยากาศ 2 คือสระน้ำ ทะเล เมื่อได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศ แล้วเกิดการควบแน่นของไอน้ำเกิดเป็นเมฆก่อนตกลงมาเป็นฝน สู่สิ่งแวดล้อม	17	53.12
	PU	นักเรียนตอบถูกต้องและให้เหตุผลครบองค์ประกอบแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญ คือ เมื่อน้ำได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศ แล้วเกิดการควบแน่นของไอน้ำในบรรยากาศเกิดเป็นเมฆก่อนตกลงมาเป็นฝน ลูกเห็บ หรือหิมะ ลงสู่สิ่งแวดล้อม	เลขที่ 10 เมื่อน้ำความร้อนจากดวงอาทิตย์จะระเหยการเป็นไอ เกิดการควบแน่น แล้วตกลงมาเป็นฝนลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติต่อไป จะไม่ผ่านสิ่งมีชีวิตเลย, ว่าเมื่อน้ำระเหยเป็นไอ กลายเป็นก้อนเมฆ หมายเลข 1 แล้วตกลงมาเป็นฝนลงสู่สระน้ำหรือทะเล หมายเลข 2 เลขที่ 29 น้ำเป็นองค์ประกอบที่มีมีอยู่ตามธรรมชาติ ไม่จำเป็นต้องผ่านสิ่งมีชีวิตอื่น, เมฆทำให้เกิดฝนตกกลายเป็นสระน้ำ ทะเล ได้รับความร้อนจะระเหยเป็นไอสู่บรรยากาศ ควบแน่นเป็นเมฆแล้วตกลงมาเป็นฝน	13	40.63
	PS	นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คือ ควรอธิบาย ว่าการ	เลขที่ 3 เมื่อน้ำจากแหล่งต่างๆ เมื่อได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์แล้วจะเป็นไอน้ำแล้วเป็นเมฆ แล้วเกิดเป็นฝน ตกลง	2	6.25

มโนมติที่ 5	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
		หมุนเวียนน้ำเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาระหว่างพื้นผิวโลก และบรรยากาศ น้ำในแหล่งน้ำบนผิวโลก เมื่อได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศ แล้วเกิดการควบแน่นของไอน้ำในบรรยากาศเกิดเป็นเมฆก่อนตกลงมาเป็นฝน ลูกเห็บ หรือหิมะ ลงสู่สิ่งแวดล้อม	สู่ผิวโลกอีกครั้ง, การหมุนเวียนน้ำคือ น้ำผิวโลก เมื่อได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์แล้วจะเป็นไอน้ำแล้วเป็นเมฆ แล้วเกิดเป็นฝน ดังนั้น 1 คือ เมฆ 2 คือ สระน้ำ ทะเล		
	AC	ไม่มีนักเรียนที่คำตอบแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด	-	0	0
	NU	ไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจมโนมติ	-	0	0

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

มโนมติที่ 6 ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน แบบวัดข้อ 11

มโนมติที่ 6	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
ความสัมพันธ์ของวัฏจักรน้ำและคาร์บอน	CU	ในวัฏจักรคาร์บอน สิ่งมีชีวิตทุกชนิดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์คืนสู่บรรยากาศในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการหายใจ และในวัฏจักรน้ำการหายใจของสัตว์เมื่อสัตว์หายใจออกมาแล้วจะระเหยเป็นไอสู่บรรยากาศ เปลี่ยนเป็นก้อนเมฆแล้วตกมาเป็นฝน คืนกลับให้สัตว์ และพืชต่อไป	เลขที่ 23 เมื่อสัตว์หายใจออก จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระเหยเป็นไอสู่บรรยากาศ เกิดการควบแน่นแล้วรวมตัวกันเป็นกลุ่มเมฆ ตกลงมาเป็นฝนลงสู่สิ่งแวดล้อมในวัฏจักรน้ำ ส่วนวัฏจักรคาร์บอนนั้นสัตว์จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คืนสู่บรรยากาศในรูปการหายใจ	8	25.00
	PU	นักเรียนตอบถูกต้องและให้เหตุผลครบองค์ประกอบแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญ คือ นักเรียนควรอธิบายส่วนของวัฏจักรน้ำเพิ่มว่า การหายใจของสัตว์เมื่อสัตว์หายใจออกมาแล้วจะระเหยเป็นไอสู่บรรยากาศ เปลี่ยนเป็นก้อนเมฆแล้วตกมาเป็นฝน คืนกลับให้สัตว์ และพืชต่อไป	เลขที่ 28 การหายใจของพืชและสัตว์จะมีคาร์บอนไดออกไซด์และพืชจะมีการนำคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในการสังเคราะห์แสง ขณะที่สัตว์หายใจออกมาเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนวัฏจักรน้ำการหายใจจะเกิดความชื้น	17	53.12
	PS	นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน คือ นักเรียนไม่สามารถอธิบายวัฏจักรคาร์บอนและวัฏจักรน้ำอย่างละเอียดได้	เลขที่ 15 ในวัฏจักรคาร์บอน สิ่งมีชีวิตทุกชนิดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจ และในวัฏจักรน้ำ การหายใจของสัตว์เมื่อสัตว์หายใจออกมาเป็นไอสู่บรรยากาศ ตกมาเป็นฝน	5	15.63
	AC	นักเรียนที่คำตอบแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด	เลขที่ 22 ทั้งวัฏจักรน้ำและคาร์บอนจะพบในการระเหยและการคายน้ำเหมือนกันทั้งสองวัฏจักร	2	6.25
	NU	ไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจมโนมติ	-	0	0

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

มโนมติที่ 7 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แบบวัดข้อ 12, 13, 14

มโนมติที่ 7	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	CU	สิ่งแวดล้อมมีทั้งสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต เกิดจากการกระทำของมนุษย์หรือมีอยู่ตามธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมดังกล่าวจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ โดยเฉพาะมนุษย์เป็นตัวการสำคัญยิ่งที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงทั้งในทางเสริมสร้างและทำลายจะเห็นว่า ความหมายของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ต่างกันที่สิ่งแวดล้อมนั้นรวมทุกสิ่งทุกอย่างที่ปรากฏอยู่รอบตัวเรา ส่วนทรัพยากรธรรมชาติเน้นสิ่งที่อำนวยประโยชน์แก่มนุษย์มากกว่าสิ่งอื่น, สาเหตุปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ เป็นปัญหาที่เกิดจากมนุษย์บริโภคทรัพยากรธรรมชาติสูงขึ้น การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่ถูกวิธี ไม่เหมาะสม หรือไม่มีการควบคุม และปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมในรูปของสารพิษ และพลังงานที่เป็นอันตราย, การจัดการทรัพยากรประเภทนี้ จะต้องเน้นการประหยัด และพยายามไม่ให้เกิดการสูญเสียต้องใช้ตามความจำเป็นหรือถ้าสามารถใช้วัสดุอื่นแทนได้ก็ควรนำมาใช้แทนรวมทั้งต้องนำส่วนที่เสียแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่าต่อไป	เลขที่ 4 สิ่งแวดล้อมมีทั้งสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต เกิดจากการกระทำของมนุษย์หรือมีอยู่ตามธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมดังกล่าวจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ โดยเฉพาะมนุษย์เป็นตัวการสำคัญยิ่งที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงทั้งในทางเสริมสร้างและทำลาย, สาเหตุปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ เป็นปัญหาที่เกิดจากมนุษย์บริโภคทรัพยากรธรรมชาติสูงขึ้น การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่ถูกวิธี ไม่เหมาะสม หรือไม่มีการควบคุม, ว่าการจัดการทรัพยากรประเภทนี้ จะต้องเน้นการประหยัด และพยายามไม่ให้เกิดการสูญเสียต้องใช้ตามความจำเป็นหรือถ้าสามารถใช้วัสดุอื่นแทนได้ก็ควรนำมาใช้แทนรวมทั้งต้องนำส่วนที่เสียแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่า	29	90.62
	PU	ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	ความเข้าใจมโนมติในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	0	0

มโนมติที่ 7	ระดับมโนมติ	แนวคิด	คำตอบนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
	PS	นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน ในเรื่องการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อม คือการจัดการทรัพยากรประเภทนี้ จะต้องเน้นการประหยัด และพยายามไม่ให้เกิดการสูญเสีย ต้องใช้ตามความจำเป็นหรือถ้าสามารถใช้วัสดุอื่นแทนได้ก็ควรนำมาใช้แทนรวมทั้งต้องนำส่วนที่เสียแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่า	เลขที่ 1 สิ่งแวดล้อมมีทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต เกิดจากการกระทำของมนุษย์หรือมีอยู่ตามธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ทรัพยากรธรรมชาติเน้นสิ่งที่อำนวยประโยชน์แก่มนุษย์ ดังนั้นทุกข้อจึงถูกต้อง, มนุษย์บริโภคทรัพยากรธรรมชาติสูงขึ้น มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่ถูกวิธี หรือไม่มีการควบคุม ปล่อยของเสียลงสู่สิ่งแวดล้อมในรูปของมลพิษที่เป็นอันตราย,หากไม่ตัดไม้ทำลายป่า ป่าก็จะมีฝนที่ตกถูกต้องตามฤดูกาล ทำให้ไม่แล้ง และมีรากของต้นไม้ที่คอยอุ้มน้ำทำให้น้ำไม่ท่วม	3	9.38
	AC	ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับคลาดเคลื่อน	-	0	0
	NU	ไม่มีนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจมโนมติ	-	0	0

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูล กับเกณฑ์ที่กำหนด การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว (t-test one sample) มีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

เมื่อ μ แทน เกณฑ์ที่กำหนด

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลอง

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกลุ่มทดลอง

N แทน ขนาดของกลุ่มทดลอง

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Total_Score	32	36.0313	2.54615	.45010

One-Sample Test

	Test Value = 29.4 (70% ของคะแนนเต็ม)					
	t	df	Sig. (1-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Total_Score	14.733	31	.000	6.63125	5.7133	7.5492

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสาวทัณฑิมา ศรีสร้อย
วัน เดือน ปีเกิด	26 สิงหาคม 2527
สถานที่เกิด	อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป สาขาวิชิ เคมี-ชีวะวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2550
สถานที่ทำงาน	โรงงานผลิตเวชภัณฑ์ชินต้าเทรดดิ้ง (1971) จำกัด เขตดินแดง กทม.
ตำแหน่ง	เจ้าหน้าที่ขึ้นทะเบียนยา