

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้
เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1)
โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ

ปริญญานิพนธ์

ของ

จรรยา สุขะพันธ์

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อุทุมพร ๒๒ พระโขนง กรุงเทพฯ ๒ - โทร ๖๑๖๖๖๖. ๖๑๖๑๖๑

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม ๒๕๒๒

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้
เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1)
โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ

บทคัดย่อ

ของ

จรูญ สุชะพันธ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้า
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม 2522

การศึกษารังนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความ
 คงทนในการเรียนรู้ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง
 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มี
 ต่อบทเรียนสำเร็จรูป และเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทัศนคติ
 ของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ปีการศึกษา 2521 ของ
 โรงเรียนจิระประวัติ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 60 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น
 กลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน ใช้เวลาในการทดลองสอนกลุ่มละ 10 ชั่วโมง
 ผลปรากฏดังต่อไปนี้

1. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติเชิงนิมิตต่อการเรียนโดยใช้บทเรียน
 สำเร็จรูป ✓
4. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับคะแนนทัศนคติของนักเรียนกลุ่มที่เรียน
 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A COMPARATIVE STUDY OF SCHOLASTIC ACHIEVEMENT AND RETENTION OF STUDENTS
IN MATHEMATICS 1 (M.1) ABOUT "LIVING THINGS AND ENVIRONMENT"
BY PROGRAMMED INSTRUCTION AND CONVENTIONAL TEACHING

AN ABSTRACT

BY

CHAROON SUKHAPATANA

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

March 1979

The purpose of this study is to compare the scholastic achievement and retention of students in Mathayomsuksa 1 (M.1) about "Living Things and Environment" by programmed instruction and conventional teaching. Study centers on the attitude of the students towards learning by programmed instruction, including the correlation between the achievement scores and attitude scores of the student towards learning by programmed instruction.

Sixty Mathayomsuksa 1 students of the 1978 academic year of Chiraprawat school were selected randomly and equally divided as the experimental group learning by programmed instruction and the control group learning by conventional teaching. The duration of learning of both groups were 10 hours.

The results were

1. The achievement scores of the experimental group were higher than those of a control group, significantly at .01 level.
2. The retention scores of the experimental group were higher than those of a control group, significantly at .01 level.
3. The students showed positive attitude towards learning by programmed instruction.
4. The achievement scores and attitude scores of the students who studied by programmed instruction were correlated significantly at .01 level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

สมีศักดิ์ นิตยกุล

ประธาน

ทพรัตน์ กวัญญู

กรรมการ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา	3
สมมติฐานในการศึกษา	4
ความสำคัญของการศึกษา	4
ขอบเขตของการศึกษา	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
เอกสารที่เกี่ยวข้อง	7
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
งานวิจัยในต่างประเทศ	11
งานวิจัยในประเทศไทย	13
3 วิธีดำเนินการ	19
กลุ่มตัวอย่าง	19
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	20
การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป	20
การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสิ่งมีชีวิต	
และสิ่งแวดล้อม	21
การสร้างแบบสอบถามวัดทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป	22
การดำเนินการทดลองสอน	23
การวิเคราะห์ข้อมูล	24

4	ผลการทดลอง	27
	เปรียบเทียบความรู้พื้นฐานของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมก่อน	
	การทดลองสอน	27
	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	
	ภายหลังการทดลองสอน	28
	เปรียบเทียบความงกทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	
	เมื่อเว้นระยะไว้สองสัปดาห์ หลังจากเรียนบทเรียนจบแล้ว	29
	ศึกษาทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป	29
	ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทัศนคติของ	
	นักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป	31
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	32
	ความมุ่งหมายของการศึกษา	32
	สมมติฐานของการศึกษา	32
	วิธีดำเนินการวิจัย	32
	สรุปผลการวิจัย	35
	อภิปรายผล	35
	ข้อเสนอแนะ	38
	บรรณานุกรม	40
	ภาคผนวก	46

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา	19
2 เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองกับ กลุ่มควบคุมก่อนการทดลองสอน	20
3 การเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	27
4 เปรียบเทียบผลลัพธ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ภายหลังการทดลองสอน	28
5 เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม หลังจากการเรียนรู้จบแล้วสองสัปดาห์	29
6 อัตราส่วนร้อยละคะแนนทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อ บทเรียนสำเร็จรูป	30

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้เพราะผู้เขียนได้รับคำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์สมศักดิ์ แสนสุข อาจารย์พวงรัตน์ ทวีรัตน์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณอาจารย์สายยนต์ เอี่ยมประสงค์ อาจารย์ไพศาล ประทุมชาติ อาจารย์โสภณ วีระเศรษฐกุล และคณะอาจารย์โรงเรียนจิระประวัติ ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการทดลอง

ขอขอบคุณอาจารย์เกษม ศรีพงษ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการเขียนบทเรียนสำเร็จรูป ตลอดจน อาจารย์ภัสกร สันติสุขวงศ์โชติ อาจารย์เขาวน ทับทิมทอง อาจารย์องอาจ เทพบุตร อาจารย์โสภณ ชินคำ อาจารย์สุพจน์ อารอด ที่ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับปัญหาบางประการ และการทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ ๆ ทุกคน ที่ได้ให้ความสนับสนุน และเป็นกำลังใจในการทำวิจัยตลอดมา

จรูญ สุชะพันธ์

บทนำ

การจัดการศึกษาให้บรรลุเป้าหมายทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนา เพราะประเทศกำลังพัฒนาต้องการกำลังคนที่มีประสิทธิภาพในการทำงานด้านต่าง ๆ เพื่อพัฒนาประเทศ ความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคมจะเกิดขึ้นได้ ย่อมขึ้นอยู่กับคุณภาพของประชากรเป็นปัจจัยสำคัญ ในฐานะที่ประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังอยู่ในระยะการพัฒนาประเทศหนึ่ง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงทางด้านการศึกษาให้ประสบผลสำเร็จทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพไปพร้อม ๆ กัน (กอ สวัสดิ์พานิชย์ 2517 : 74-75) แต่การจัดการศึกษาในปัจจุบันต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ นานัปการ อาทิเช่น ปัญหาการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากร สถานที่เรียนมีไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน ขาดแคลนครูที่มีประสิทธิภาพ ครูมีชั่วโมงสอนมากเกินไป ขาดแคลนครูรายวิชา และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนงบประมาณการศึกษามีจำนวนจำกัด (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2518 : 26-27)

ปัญหาดังกล่าวทำให้การจัดการศึกษากระทำไม่ได้ในวงจำกัด ไม่สามารถขยายออกไปให้เพียงพอับความต้องการของสังคมและประเทศชาติ นอกจากนี้ ยังทำให้ค้อยทางด้านคุณภาพด้วย (นิพนธ์ สุขปริดี 2519 : 4-5)

การแก้ปัญหาทางการศึกษาของประเทศที่กำลังพัฒนา โดยการเพิ่มห้องเรียน เพิ่มครู เพิ่มตำรา วัสดุและอุปกรณ์ในการเรียนการสอน ให้เพียงพอับความต้องการ จะเป็นการช่วยเพิ่มคุณภาพทางการศึกษาได้มากทีเดียว แต่เป็นการสิ้นเปลืองสูงมากและอาจจะทำได้ไม่สำเร็จด้วย ทางเลือกอื่นซึ่งมีอยู่และมีทางที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาทางการศึกษาได้ก็คือ การนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้นั่นเอง (เป็รื่อง กุมุท 2516 : 113)

กวยเหตุดังกล่าวข้างต้น นักการศึกษาจึงพากันหันมาพิจารณาว่า นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาประเภทใดบ้างที่จะช่วยแก้วิกฤติการณ์ต่าง ๆ ทางการศึกษาได้

ปรากฏว่า ได้มีการขยายความคิดเกี่ยวกับการทดลองใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา ในการจัดการศึกษาขึ้นหลายชนิด อาทิเช่น การจัดการเรียนแบบไม่แบ่งชั้น (Nongraded School) การสอนแบบคณะ (Team Teaching) การจัดการเรียนการสอนแบบศูนย์ การเรียน (Learning Center) การใช้ชุดการเรียน (Learning Packages) การจัดโรงเรียนแบบเปิด (Open School) การจัดโรงเรียนแบบสองผลึก การใช้บทเรียน สำเร็จรูป (Programmed Instruction) การใช้วิทยุและโทรทัศน์เพื่อการศึกษา (ประหยัค จิระวรพงศ์ 2520 : 16-17)

ในบรรดานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาสมัยใหม่ การสอนโดยใช้บทเรียน สำเร็จรูปเป็นของใหม่ชนิดหนึ่งที่เหมาะสมกับสภาวะเศรษฐกิจทางการศึกษาของไทยเรา (วิจิตร ศรีสอาน 2516 : 104) การสอนแบบนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากการทดลอง ค้นคว้าของสกินเนอร์ (Skinner) นักจิตวิทยาแห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ท่านผู้นี้ได้สร้าง บทเรียนสำเร็จรูปขึ้นเพื่อใช้กับเครื่องช่วยสอน (Teaching Machine) โดยยึดรากฐาน ความเชื่อทางจิตวิทยาการเรียนรู้ความทฤษฎีสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งถือหลักการการเรียนรู้ นั้นเกิดจากปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มายั่วภายนอก เช่น เมื่อมีสิ่งเร้ามากระทำต่อ ผู้เรียน ผู้เรียนจะตอบสนอง แล้วตามด้วยการเสริมแรง (Reinforcement) คือ ให้ ผู้เรียนทราบผลการตอบสนองของเขาค้นที จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้น (ประทีป สยามชัย 2510 : 224)

จากผลการวิจัยในปัจจุบัน ปรากฏว่า บทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นถูกหลักวิชา มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนหลายประการ คือ (วิจิตร ศรีสอาน 2516 : 6)

1. ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนได้โดยตนเอง
2. สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี เด็กที่เรียนได้เร็วก็ก้าวหน้าไปเร็ว เด็กที่เรียนได้ช้าก็เรียนไปตามความสามารถ ไม่จำเป็นต้องเรียนไปพร้อม ๆ กัน
3. ช่วยแบ่งเบาภาระครูในการสอน ทำให้ครูมีเวลาเตรียมบทเรียนมากขึ้น
4. ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครูได้บ้าง โดยลดชั่วโมงการสอน และเพิ่ม การเรียนตามลำพัง

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญวิชาหนึ่ง ซึ่งจัดให้มีการเรียนการสอนขึ้นในโรงเรียน เริ่มตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่หนึ่งไปจนถึงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (สุจิต บุญปก 2519 : 25) ถึงแม้ว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนจะมีมานานแต่ก็ตาม แต่ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ในประเทศของเราอย่างน้อยว่าช้ามาก ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากสาเหตุวันหนึ่ง คือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันแต่เดิมไม่ค่อยเหมาะสม เช่น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบคล้ายกับการอ่านเอาเรื่อง นักเรียนอาบครูบรรยายแล้วสรุป นักเรียนจึงเป็นผู้ฟังเฉยเพียงอย่างเดียว

ปัจจุบันนี้สังคมได้เปลี่ยนแปลงไปมาก มีการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในการศึกษามากมาย ยังผลให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย กล่าวคือ แทนที่จะให้นักเรียนเป็นผู้ฟังคำบรรยาย ฟังคำบอกเล่า ถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ หรือการทดลองเรื่องนั้นเรื่องนี้จากครู ในทางตรงกันข้าม ควรจะให้เขาได้สัมผัสกับการทดลอง ค้นหาหาความรู้ด้วยตนเองมากขึ้น (สุกัญญา สันติพัฒนาชัย 2519 : 51-53) เพื่อสนองเจตนารมณ์ดังกล่าว ผู้วิจัยมองเห็นว่าการเรียนการสอนโดยการใช้บทเรียนสำเร็จรูปเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้เพราะบทเรียนสำเร็จรูปส่งเสริมให้นักเรียนได้ทดลองและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ ยังก่อให้เกิดประโยชน์อื่น ๆ อีกมากมายดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างบทเรียนสำเร็จรูปวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง เพื่อใช้ทดลองและศึกษาเปรียบเทียบกับ การสอนตามปกติ

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปกับกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ (Retention) ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปกับกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ

3. เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนต่อบทเรียนสำเร็จรูป
4. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

สมมติฐานในการศึกษา

1. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติ
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติ
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปมีทัศนคติเชิงนิมมาน (Positive) ต่อบทเรียนสำเร็จรูป
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปมีความสัมพันธ์กับทัศนคติที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป

ความสำคัญของการศึกษา

1. ผลการศึกษาครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างขึ้น ✓
2. เป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้มีบทเรียนที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการเรียนการสอน ✓
3. เป็นการเผยแพร่และนำเอาวิธีการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของการเรียนการสอน
4. ทำให้ทราบทัศนคติของนักเรียนต่อการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ✓
5. ทำให้ทราบความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ✓

ขอบเขตของการศึกษา

1. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ภาคเรียนที่สอง ปีการศึกษา 2521 ของโรงเรียนจิระประวัติ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 30 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมเรียนจากการสอนตามปกติ ใช้เวลาในการทดลองสอนกลุ่มละ 10 ชั่วโมง

2. ตัวแปร

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีการสอนซึ่งแบ่งออกเป็นสองวิธี คือ

2.1.1 การสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

2.1.2 การสอนตามปกติ

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.2 ความคงทนในการเรียนรู้

2.2.3 ทักษะคตินักเรียนที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป

3. บทเรียนสำเร็จรูป บทเรียนสำเร็จรูปที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นบทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรง เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองตามหลักสูตรและแบบเรียนวิทยาศาสตร์เล่มสอง ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนสำเร็จรูป หมายถึง บทเรียนสำเร็จรูปวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้

2. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชายและหญิงที่กำลังศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ของโรงเรียนจิระประวัติ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่สอง ปีการศึกษา 2521 จำนวน 60 คน ซึ่งแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 30 คน ดังนี้

- 2.1 กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป
- 2.2 กลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติของครูประจำวิชา
3. การสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป หมายถึง การสอนที่ผู้วิจัยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองเรียนจากบทเรียนสำเร็จรูป
4. การสอนตามปกติ หมายถึง การสอนของครูประจำวิชาต่อกลุ่มควบคุมโดยไม่ใช้บทเรียนสำเร็จรูป ส่วนอุปกรณ์อื่น ๆ ใช้ตามความเหมาะสม
5. คะแนนความรู้พื้นฐาน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบความรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนการเรียนการสอน
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบความรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังจากการเรียนการสอนได้สิ้นสุดลง
7. ทักษะคตินักเรียนที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป ซึ่งมีทั้งทัศนคติเชิงนิมาน (Positive Attitude) คือ พึงพอใจหรือเห็นด้วย กับทัศนคติเชิงนิเสธ (Negative Attitude) คือ ไม่พึงพอใจหรือไม่เห็นด้วย วัดได้โดยใช้แบบสอบถามทัศนคติ
8. ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ผลการเรียนรู้หรือคะแนนที่นักเรียนหาได้จากการสอบวัดด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ชุดเดียวกับ โดยทำการสอบเว้นช่วงเวลาสองสัปดาห์ หลังจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

บทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรม เป็นบทเรียนที่มีเนื้อหาต่อเนื่องกันไปตามลำดับ เนื้อหาที่เรียนแบ่งเป็นตอนย่อย ๆ แต่ละตอนเรียกว่า กรอบ (Frame) ซึ่งผู้เรียนจะท่องอ่านและตอบสนองทุกกรอบเป็นลำดับต่อเนื่องกันไปจนจบบทเรียน เมื่อมีการตอบสนองแต่ละกรอบ ผู้เรียนจะทราบผลทันทีว่าตอบถูกหรือผิด เพราะว่าแต่ละกรอบจะมีคำตอบที่ถูกต้องเฉลยไว้ให้ (ชม ภูมิภาค 2521 : 11-12)

ลักษณะที่สำคัญของบทเรียนสำเร็จรูปเป็นดังนี้ (Jacobs, Maier and Stolurow. 1966 : 11)

1. เป็นประสบการณ์ย่อยที่เรียงลำดับไว้สำหรับเป็นสิ่งที่เราควรรสนใจของนักเรียน
2. ผู้เรียนตอบข้อความแต่ละข้อความวิธีการที่กำหนดให้
3. การตอบสนองของนักเรียนจะได้รับการเสริมแรงโดยการให้ทราบผลทันที
4. ผู้เรียนจะเรียนรู้เพิ่มขึ้นทีละขั้น เป็นการก้าวจากสิ่งที่รู้แล้วไปสู่ความรู้ใหม่

ความที่บทเรียนเตรียมไว้ให้

5. นักเรียนมีโอกาสเรียนด้วยตนเอง โดยเวลาที่ใช้เรียนบทหนึ่ง ๆ จะมากน้อยเพียงใด ขึ้นกับสติปัญญาและความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

บทเรียนสำเร็จรูปมีหลายแบบ แต่ที่สำคัญมีอยู่สองแบบ (บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ 2519 : 16)

1. บทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรงหรือแบบเรียงลำดับ (Linear Program)
2. บทเรียนสำเร็จรูปแบบสาขา (Branching Program)

บทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรง เป็นบทเรียนที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนหรือกระทำการตอบสนองเหมือนกันทุกคน และคงผ่านทุก ๆ กรอบของบทเรียนเหมือนกัน บทเรียนจะถูกจัดเรียงลำดับให้ก้าวไปตามขั้นตอนวางกายไปหายากจนจบบทเรียน

(Leedham. 1967 : 19)

สโกลูโรว์ ได้กล่าวถึงลักษณะเด่นของบทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรงไว้ดังนี้
(Stolurrow. 1961 : 12)

1. จัดลำดับของกรอบให้นักเรียนเป็นแบบตายตัว
2. นักเรียนจะต้องทำตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้ายตามลำดับ จะข้ามกรอบหนึ่งกรอบใดไม่ได้
3. ทุกคนไม่ว่าจะมีสติปัญญาแตกต่างกันอย่างไร ก็ต้องทำเหมือนกัน ความแตกต่างที่ปรากฏออกมา คือ เรื่องช่วงเวลาในการเรียน

บทเรียนสำเร็จรูปแบบสาขา เป็นบทเรียนที่มีการลำดับปัญหาซึ่งแตกต่างหรือตรงข้ามกับการเรียงลำดับกรอบปัญหาในบทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรง การสร้างบทเรียนสำเร็จรูปแบบนี้ จัดให้มีการเรียงลำดับข้อความย่อย โดยอาศัยคำตอบของผู้เรียนเป็นเกณฑ์ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามที่เป็นหลักของบทเรียนได้ถูกต้อง ผู้เรียนก็อาจถูกสั่งให้ข้ามหน่วยย่อยใดจำนวนหนึ่ง แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามผิด จะถูกสั่งให้เรียนข้อความย่อย ๆ เพิ่มเติมก่อนจะเรียนหน่วยต่อไป การเรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปแบบนี้จะไม่ดำเนินไปตามลำดับขั้นตั้งแต่หน่วยย่อยแรกจนถึงหน่วยย่อยสุดท้ายอย่างบทเรียนสำเร็จรูปแบบแรก ผู้เรียนอาจจะต้องเรียนย้อนไปย้อนมาในหน่วยย่อยต่าง ๆ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน (นิพนธ์ สุขปรีดิ์ 2519 : 49)

ประทีป สยามชัย ได้สรุปประโยชน์ที่ได้จากแบบเรียนสำเร็จรูปไว้ดังนี้
(ประทีป สยามชัย 2510 : 226)

1. นักเรียนมีโอกาสเรียนด้วยตนเอง และดำเนินไปตามอัตราความสามารถของคน ซึ่งเท่ากับนักเรียนมีโอกาสเรียนกับครูตัวต่อตัว ทำให้เกิดความชำนาญเร็วขึ้น
2. ช่วยแบ่งเบาภาระในการสอนข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทำให้ครูมีเวลาในการเตรียมบทเรียนที่เป็นไปในทางสร้างสรรค์และกำหนดมากขึ้น

3. เมื่อนักเรียนทำบทเรียนผิด ไม่มีใครเยาะเย้ย และนักเรียนสามารถแก้ความเข้าใจที่ผิดของตนได้ทันที ไม่ต้องปล่อยทิ้งไว้

4. สามารถสนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี เด็กเรียนเร็วก็ก้าวหน้าเร็ว เด็กเรียนช้าก็ก้าวหน้าช้า ไม่จำเป็นต้องเรียนไปพร้อมกัน

5. เป็นการแก้วิธีการให้การศึกษาในปัจจุบัน ซึ่งผู้เรียนนิยมทำงานเป็นกลุ่ม และสนใจเนื้อหาวิชาน้อยเกินไป

6. อาจจะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครูได้ โดยครูคนหนึ่งอาจควบคุมนักเรียนให้เรียนแบบเรียนสำเร็จรูปได้คราวละหลายสิบคน

การเขียนบทเรียนสำเร็จรูปมีขั้นตอนที่ควรปฏิบัติสามขั้นตอนด้วยกัน (บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ 2519 : 17)

1. ขั้นเตรียมการหรือวางแผน

2. ขั้นการเขียนบทเรียน

3. ขั้นทดลองและแก้ไขปรับปรุง

ขั้นเตรียมการหรือวางแผน จะต้องคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1. เลือกบทเรียน ควรจะพิจารณาบทเรียนหรือวิชาที่ก่อให้เกิดประโยชน์กับผู้เรียน ใช้อย่างคุ้มค่ากับเวลาและแรงงานที่จัดทำ ต้องเลือกบทเรียนที่คิดว่าผู้เรียนมีความถนัดพอที่จะทำได้โดยไม่ยากเกินไป และถ่วงคำนึงถึงความสิ้นยาวด้วย

2. เตรียมเอกสาร หนังสือค้นคว้าประกอบการเรียน ผู้เขียนจะต้องอ่านค้นคว้ารวบรวมข้อมูล แล้วนำมาเรียบเรียงตนเอง

3. กำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ นิยมกำหนดไว้ในแบบจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เพราะเป็นจุดมุ่งหมายที่เด่นชัด

4. สร้างข้อทดสอบเพื่อวัดพฤติกรรมเบื้องต้นของผู้เรียน ผู้เขียนบทเรียนจะต้องเขียนข้อทดสอบขึ้นมาสักหนึ่ง เพื่อเป็นการวัดความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

5. สร้างข้อทดสอบเพื่อวัดพฤติกรรมที่คาดหวังเมื่อเรียนจบ เป็นข้อทดสอบ

ที่เขียนขึ้นเพื่อจะวัดความรู้ที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามที่ตั้งไว้หรือคาดหวังหรือไม่ อาจจะใช้ข้อทดสอบชุดเดียวกันกับตอนทดสอบครั้งแรกก่อนเรียนบทเรียนก็ได้

ขั้นการเขียนบทเรียน ต้องกำหนดไว้แน่นอนว่า บทเรียนนี้ต้องแบ่งออกเป็นกี่หน่วย แต่ละหน่วยสอนเรื่องอะไร สิ่งที่ต้องคำนึงในการเขียนบทเรียนแต่ละหน่วยมีดังนี้

1. ต้องคำนึงเสมอว่าบทเรียนแต่ละหน่วยที่มุ่งจะสอน ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ

2. การเขียนบทเรียนต้องคำนึงถึงความยากง่ายของภาระกิจภาษา คือ ต้องเขียนให้อ่านง่าย คำอธิบายแจ่มชัด

3. การเขียนบทเรียนที่ก็จะก่อให้เกิดการเรียนรู้ทำฝึกตนเอง

4. บทเรียนแต่ละหน่วยจะต้องชี้แนะคำตอบไว้ในตัว

5. ต้องคำนึงถึงความต่อเนื่องของเนื้อหาในแต่ละหน่วย

ขั้นตอนและแก้ไขปรับปรุง ควรทดลองกับนักเรียนในระดับเดียวกันกับนักเรียนที่จะใช้สอนจริง โดยขั้นแรกให้นักเรียน 5-10 คน ได้ลองอ่านบทเรียนในแต่ละหน่วยเสียก่อน เพื่อตรวจสอบว่าเหมาะสมหรือไม่ นักเรียนเข้าใจตรงกันหรือไม่ เกิดข้อขัดข้องในการทำความเข้าใจหรือไม่ ถ้าเกิดข้อบกพร่องต้องรีบแก้ไขทันที ขั้นต่อไปนำบทเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนมากกว่าเดิม ซึ่งการทดลองขั้นนี้เรียกว่า การทดลองภาคสนาม ความมุ่งหมายของการทดลองในขั้นนี้ก็คือ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนอีกครั้งหนึ่ง ถ้าผลการทดลองภาคสนามปรากฏว่าบทเรียนใช้ได้ เราก็สามารถนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปได้ใช้จริงได้

✓ โทมัส ได้เสนอหลักในการพิจารณาเลือกใช้บทเรียนสำเร็จรูปไว้ดังนี้

(Thomas. 1965 : 400-537)

1. มีการแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วย ๆ หรือกรอบ แต่ละกรอบจะต้องทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในกรอบถัดไป

2. มีเนื้อหาและคำอธิบายที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

3. เนื้อหาในแต่ละกรอบควรพาคนไปถึงกรอบที่ผู้เรียนได้เรียนมาก่อนแล้วบ้าง และเนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการ

4. ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด
5. ภาษาที่เขียนชัดเจนถูกต้อง ใช้ศัพท์ที่เหมาะสมกับพื้นฐานและอายุของผู้เรียน
6. มีการเสริมแรงที่เหมาะสม
7. ควรจะมีกรอบแนะนำบทเรียน วิธีทำบทเรียน และอธิบายเนื้อหาวิชาที่จะเป็นพื้นฐานสำหรับกรอบต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในต่างประเทศ

คัทตัน ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง เสียง และความร้อน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรดสี่ ระดับประถมศึกษา ของโรงเรียนในรัฐเวอร์จิเนีย จำนวน 111 คน แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลองสอนด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ใช้เวลาทำการสอนห้าสัปดาห์ ผลปรากฏว่า (Dutton. 1963 : 2882-A)

1. กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม
2. ทั้งครูและนักเรียนพอใจที่จะใช้บทเรียนสำเร็จรูปในการเรียนมาก
3. นักเรียนแต่ละคนเรียนได้เร็วช้าต่างกัน และต้องการความช่วยเหลือจากครูน้อยลง
4. นักเรียนสามารถดำเนินการทดลองได้ด้วยตนเอง โดยครูแนะนำบ้างเล็กน้อย

* ฟรานซิส ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกฎของโอห์มและกำลังไฟฟ้าของวงจรกระแสตรง (Ohm's Law and Power D.C. Circuit) ในระดับวิทยาลัย โดยทดลองที่ Mullervill State College ใช้กลุ่มตัวอย่าง 60 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 30 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้วิธีบรรยายประกอบการสาธิต ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน (Francis. 1967 : 3338-A)

มอริเบอร์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง ทฤษฎีอะตอมและพันธเคมี ในระดับวิทยาลัย โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 240 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 120 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ใช้เวลาในการทดลองสอนกลุ่มละสามสัปดาห์ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Moriber. 1969 : 214-216)

สตรีกแลนด์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติในวิชาชีววิทยาทั่วไป ที่ Copiah-Lincoln Junior College โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มหนึ่งสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งสอนแบบปกติ ผลปรากฏว่า นักศึกษากลุ่มที่สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Strickland. 1971 : 2510-A)

พาร์คเกอร์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซล โมเลกุล DNA และพันธุกรรมของนักศึกษาที่เริ่มเรียนวิชาชีววิทยาในระดับมหาวิทยาลัย ใช้กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา 90 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 45 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน (Parker. 1974 : 4914-A)

โทมัส ลอง ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาการการของพลังงาน (Conservation of Energy) การไหลของของไหล (Fluid-flow) และสถิตศาสตร์ (Statics) ของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่หนึ่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 93 คน คัดเลือกจากผู้มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์สูงและต่ำละกัน แบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้วิธีบรรยาย เมื่อสอนจบทำการสอบวัด ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Thomas Long. 1974 : 1963-A)

* บาร์ค ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 100 ของนักศึกษาที่ Southern Colorado State College โดยให้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 70 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลองมี 22 คน สอนโดยให้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมมี 48 คน สอนแบบปกติ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน (Bard. 1975 : 5947-A)

ยูน ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการสอนโดยให้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง การวางแผนครอบครัว (Family Planning) ในปี 1974 ของกองทหารเกาหลี ใช้กลุ่มตัวอย่าง 183 คน ซึ่งถูกแบ่งออกเป็นสามกลุ่ม

- กลุ่มที่หนึ่ง สอนโดยให้บทเรียนสำเร็จรูป
- กลุ่มที่สอง สอนโดยให้หนังสือที่ไม่ใช่บทเรียนสำเร็จรูป
- กลุ่มที่สาม สอนโดยให้คำบรรยายจากเทป (Tape Lecture)

ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยให้บทเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากหนังสือที่ไม่ใช่บทเรียนสำเร็จรูป และกลุ่มที่สอนโดยให้คำบรรยายจากเทป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า ทหารส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนสำเร็จรูป (Yun. 1976 : 4963-A)

งานวิจัยในประเทศไทย

* ทวีพร เนียมมาลัย ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมี ในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยครูเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 82 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 41 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรงชนิดผู้เรียนสร้างคำตอบเอง กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน (ทวีพร เนียมมาลัย 2518 : 43)

✓ นิรันดร์ แบนซิค ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งาน กำลัง และเสียง ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนสมุทรปราการ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 48 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 24 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ หลังการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (นิรันดร์ แบนซิค 2518 : 30) |

✓ ปริศา เพชรมิตร ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน มวลสาร และน้ำหนัก โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โรงเรียนสมุทรปราการ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 72 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 36 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ปริศา เพชรมิตร 2518 : 29) ๒

✓ สุชน ช่วยเกิด ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาเคมี ในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยครูเทพสตรี จังหวัดลพบุรี จำนวน 32 คน แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลองมี 15 คน สอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมมี 17 คน สอนตามปกติ ผลปรากฏว่า (สุชน ช่วยเกิด 2518 : 31)

1. นักศึกษาในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓

2. นักศึกษาในกลุ่มทดลองมีความพอใจหรือเห็นด้วยกับการเรียนการสอนแบบโปรแกรม

* อรรณพ บุญดอนม ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าและเชื้อเพลิง ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

จำนวน 70 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 35 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน (อรรถพร มุญจนอม 2518 : 32) ๒

จิตติมา เหมกิตติวัฒน์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพืชและการขยายพันธุ์พืช ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่หก โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนวัดบางกะพ้อม อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 30 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า (จิตติมา เหมกิตติวัฒน์ 2519 : 38-39)

1. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสนับสนุนต่อบทเรียนโปรแกรมและการเรียนการสอนแบบโปรแกรม

ธานี จันทรา ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เรื่องสิ่งมีชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนบ้านห้วยประจักษ์กุล จังหวัดขอนแก่น จำนวน 40 คน แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 20 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ธานี จันทรา 2519 : 32-33) ๓

* นนท์ อินทรเทพ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องธรณีวิทยาในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษามัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ จำนวน 70 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 35 คน กลุ่มทดลองเรียนจากบทเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมเรียนจากการสอนตามปกติ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน (นนท์ อินทรเทพ 2519 : 30)

ละออ เล็งประชา ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิต ชั้นประถมศึกษา โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนโรงเรียนนาคระสิทธิ์ อำเภอสว่างพรวน จังหวัดนครปฐม จำนวน 70 คน แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 35 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุม สอนตามปกติ ผลปรากฏว่า (ละออ เล็งประชา 2519 : 31)

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. หลังจากนักเรียนได้เรียนบทเรียนโปรแกรมแล้ว นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งชอบบทเรียนโปรแกรม

* วิวัฒน์ วัชรหิรัญ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หัตถ์อุปกรณ์อย่างง่าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนบุญวัฒนา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 60 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 30 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ หลังการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนใน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน (วิวัฒน์ วัชรหิรัญ 2519 : 45)

สุภา อุนสกุล ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ในการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนวัดโพธิ์ชัยใต้ อำเภอผักไห่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 60 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 30 คน กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า (สุภา อุนสกุล 2519 : 26)

1. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่เปลี่ยนแปลงไป หลังจากการเรียนเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

3. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนโปรแกรม

ลำอังก์ สังข์เงิน ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น โดยใ้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาชั้นสูง อุตสาหกรรมศิลป์ที่หนึ่ง วิทยาลัยครูพระนคร จำนวน 84 คน แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 42 คน กลุ่มทดลองเรียนจากบทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีแนวโน้มสูงกว่านักศึกษาในกลุ่มควบคุม (ลำอังก์ สังข์เงิน 2519 : 35) ๖

ประสาร ชัยณรงค์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาชั้นสูง โดยใ้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยครูอุบลราชธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 60 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 30 คน กลุ่มทดลองเรียนจากบทเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ ผลปรากฏว่า นักศึกษากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักศึกษาในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบว่านักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม มีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนโปรแกรม (ประสาร ชัยณรงค์ 2520 : 36)

โสภณ วงศ์เพ็ญ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาเทคโนโลยีทางการสอน ของนิสิตปริญญาตรีทางการศึกษา โดยใ้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชั้นปีที่สอง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน จำนวน 90 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 45 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใ้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลการวิจัยปรากฏว่า (โสภณ วงศ์เพ็ญ 2520 : 70)

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ในช่วงหนึ่งสัปดาห์หลังการเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน แต่ในช่วงสองสัปดาห์ หลังจากการเรียนสิ้นสุดลง กลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* เกษม ศรีพงษ์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการสอนวิชาเพ่งศึกษา โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่สาม โรงเรียนนครหลวง "อุดมรัษฎ์วิทยา" อำเภอ นครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 120 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 60 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ปรากฏว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน (เกษม ศรีพงษ์ 2521 : 36-37)

✓ พรเพ็ญ คุณารัตนพงษ์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนเรื่องสมมูลเคมี โดยใช้ บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ห้า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน โรงเรียนปทุมคงคา จำนวน 87 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลอง 44 คน สอนโดยใช้ บทเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุม 43 คน สอนตามปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนในกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (พรเพ็ญ คุณารัตนพงษ์ 2521 : 53)

* อัจฉรีย์ ศรีสุข ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งแวคล้อม โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ชั้นประถมปีที่สี่ โรงเรียนวัดหนองทองทราย อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก จำนวน 60 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 30 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่ม ควบคุมสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองกับนักเรียนในกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน (อัจฉรีย์ ศรีสุข 2521 : 53)

✓ ผลการวิจัยทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ใกล้เคียง หรือมากกว่าการสอนตามปกติ จึงแสดงว่าการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป สามารถใช้สอนแทนการสอนตามปกติได้ การสอนแบบนี้ยังมีผลดีในด้านอื่น ๆ อีก เช่น ประหยัดเวลา แก้ปัญหาเรื่องครูสอน ช่วยสอนแรงครู ช่วยให้เด็กรู้จักรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ช่วยลดช่องว่างระหว่างความสามารถและความแตกต่าง ระหว่างบุคคล เป็นต้น จึงควรสนับสนุนหรือให้ความสนใจในการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ให้มากขึ้น เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการนำเอาเทคนิคการสอนแบบนี้มาใช้ในวงการศึกษา ให้กว้างขวางยิ่งขึ้นในอนาคต

วิธีดำเนินการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ซึ่งกำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่สอง ปีการศึกษา 2521 ของโรงเรียนจิระประวัติ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 60 คน เลือกมาโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 30 คน ดังแสดงไว้ในตารางหนึ่ง

ตาราง 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง	ชาย	หญิง	รวม
กลุ่มทดลอง	19	11	30
กลุ่มควบคุม	17	13	30
รวม	36	24	60

ก่อนทำการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้น แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม โดยใช้ ที-เทสต์ (t-test) ดังแสดงไว้ในตารางสอง

ตาราง 2 เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	21.1667	24.3506	0.2771
กลุ่มควบคุม	30	20.8333	19.0402	

$$t (\alpha .05), df \ 29) = 2.045$$

จากตารางสอง จะเห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้พื้นฐานในเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองนี้มีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่เรียนเท่าเทียมกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนสำเร็จรูปเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
3. แบบสอบถามทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป

การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักและวิธีการเขียนบทเรียนสำเร็จรูปแบบต่าง ๆ แล้วเลือกเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่มสอง ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2519 : 74-109) นำมาสร้างเป็นบทเรียน แล้วศึกษาจุดมุ่งหมายและลำดับขั้นของการสอนในหัวข้อต่าง ๆ จากคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2519 : 212-261) จากนั้นก็ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมายทั่วไป (General Objective)
2. ตั้งจุดมุ่งหมายเฉพาะ (Specific Objective)
3. ตั้งจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)
4. กำหนดความคิดรวบยอด (Concept) ที่จำเป็นของแต่ละเนื้อหา
5. สร้างข้อสอบสำหรับวัดพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Test Item to Measure the Terminal Behavior)

6. สร้างบทเรียนให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้

นำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โรงเรียน
ทุนแสงชนูทิศ ตามลำดับขั้นดังนี้

1. การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-one Testing) ผู้วิจัยนำบทเรียน
สำเร็จรูปที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง จำนวนสองคน โดยดำเนินการ
ครั้งละคน ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้วิจัยได้สังเกตอย่างใกล้ชิด แล้วบันทึกข้อบกพร่องต่าง ๆ
ของบทเรียน ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาแก่นักเรียน เมื่อเรียบจบตอนหนึ่ง ๆ แล้ว ตรวจจุดคำตอบ
แล้วรายงานผลการทดลองพร้อมทั้งซักถามนักเรียน เพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น แล้ว
ทำการแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น

2. การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) นำบทเรียนที่
แก้ไขปรับปรุงแล้วหลังจากการทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน
10 คน แล้วแก้ไขปรับปรุงกรอบที่นักเรียนทำผิดเกิน 10 เปอร์เซ็นต์

3. การทดสอบภาคสนาม (Field Testing) นำบทเรียนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว
หลังจากการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก ไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 60 คน เพื่อแก้ไขปรับปรุง
อีกครั้งหนึ่ง ก่อนนำไปใช้สอนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบ
แบบปรนัยชนิดสี่ตัวเลือก แต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ตรวจให้คะแนน

โดยใช้วิธี คุนย์-หนึ่ง คือ ตอบถูกให้หนึ่ง ตอบผิดให้ศูนย์ นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบ
กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง ของโรงเรียนสตรีนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัด
นครสวรรค์ จำนวน 120 คน นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค 27
เปอร์เซ็นต์ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อทดสอบเป็น
รายข้อ เลือกข้อสอบที่มีค่า p ระหว่าง .20-.80 และค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปให้ได้
55 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของ คุเกอร์-ริชาร์ดสัน
(Kuder-Richardson) สูตรที่ 20 ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .72

การสร้างแบบสอบถามวัดทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป

แบบสอบถามวัดทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป ผู้วิจัยขออนุญาตใช้ของ
สุภา อุนสกุล (สุภา อุนสกุล 2519 : 21-23) ที่ใช้ในปริิฎฐานิพนธ์เรื่อง "การศึกษา
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติวิทยาศาสตร์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งแวดล้อม
ชั้นประถมศึกษาที่เจ็ด โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ" ซึ่งเสนอต่อมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ เมื่อวันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2519 เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการทำการวิจัย
ครั้งนี้

ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)
สร้างขึ้นตามวิธีการของลิเคิร์ท (Likert) มีจำนวน 30 ข้อ
ตัวอย่างแบบสอบถาม

ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
๐ บทเรียนสำเร็จรูปอ่านเข้าใจง่ายกว่าหนังสือธรรมดา	✓				
๐๐ บทเรียนสำเร็จรูปทำให้ เกิดการแข่งขันชิงดีกัน ชั้นเรียน					✓

การตอบแบบสอบถาม ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย
 มากน้อยเพียงใดกับข้อความแต่ละข้อนั้น แล้วให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องใดข้อหนึ่ง
 ซึ่งแบ่งเป็นห้าช่อง คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วย
 อย่างยิ่ง

การทบทวนให้คะแนนสำหรับข้อความเชิงนิมิต ให้คะแนน คำ ดี สาม ข้อ และ
 หนึ่ง สำหรับข้อเห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
 ตามลำดับ ส่วนข้อความเชิงนิเสธ ให้คะแนน หนึ่ง สอง สาม ดี และห้า สำหรับข้อ
 เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ตามลำดับ

การปรับปรุงแบบสอบถาม ผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่หนึ่ง โรงเรียนชุมชนแสงชูทิศ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 60 คน ซึ่งเป็น
 นักเรียนกลุ่มเดียวกันกับนักเรียนกลุ่มที่ได้นำไปทบทวนแบบสอบถาม นำผล
 การทดลองไปวิเคราะห์หาความจำเป็นของแบบสอบถามเป็นรายข้อ โดยใช้ ที-เทสต์
 แล้วเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไปไว้ใช้ เลือกได้ 15 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่น
 ของแบบสอบถามได้ .72

การดำเนินการทดลองสอน

ในการทดลองสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. แบ่งกลุ่มตัวอย่าง 60 คน ออกเป็นสองกลุ่ม โดยจัดให้เป็นกลุ่มทดลอง
 และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน
2. นักเรียนทั้งสองกลุ่ม กลุ่มใดสอนแบบใด ใช้วิธีสุ่มโดยการจับสลาก
3. ทำการทดสอบวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม
4. ดำเนินการสอนกลุ่มทดลอง โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป โดยผู้วิจัยทำการสอน
 เอง และให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนเมื่อมีปัญหาเป็นรายบุคคล
5. กลุ่มควบคุมดำเนินการสอนโดยวิธีบรรยาย สาคิต ทดลอง ใช้สื่อทัศนวัสดุ
 อื่น ๆ ประกอบการสอนตามความเหมาะสม ซึ่งไม่ใช้บทเรียนสำเร็จรูป โดยครูประจำวิชา
 เป็นผู้ดำเนินการสอน

6. ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม
ภายหลังการเรียนสิ้นสุดลง
7. ทำการทดสอบวัดทัศนคติของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่สอบทเรียนสำเร็จรูป
8. หลังจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแล้ว
สองสัปดาห์ นำข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ชุดเดิมไปสอบวัดอีกครั้งหนึ่ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณค่าพื้นฐาน
 - 1.1 หาคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)
 - 1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)
2. หาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ
 - 2.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หาได้โดยใช้สูตรของ คูเกอร์-ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[\frac{S_t^2 - \sum pq}{S_t^2} \right]$$

r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

p แทน สัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบถูกต้องจำนวนคนทั้งหมด

q แทน $(1 - p)$

- 2.2 ความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทัศนคติสอบทเรียนสำเร็จรูป หาได้โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha Coefficient)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum C_1^2}{C_x^2} \right]$$

α	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
σ_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
σ_x^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด
n	แทน	จำนวนข้อ

3. ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดทัศนคติตอบทเรียนสำเร็จรูปแต่ละข้อ
หาได้โดยใช้สูตร ที-เทสต์

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sum x_H^2 - \frac{(\sum x_H)^2}{N}}{N(N-1)} + \frac{\sum x_L^2 - \frac{(\sum x_L)^2}{N}}{N(N-1)}}$$

t	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
$\bar{X}_H$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนคำตอบในกลุ่มสูง
$\bar{X}_L$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนคำตอบในกลุ่มต่ำ
$\sum x_H$	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง
$\sum x_L$	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสองกลุ่ม ใช้สูตร
ที-เทสต์

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(N_1 - 1)s_1^2 + (N_2 - 1)s_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}}$$

$\bar{X}_1$	แทน	รายเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่หนึ่ง
$\bar{X}_2$	แทน	รายเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่สอง
s_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่หนึ่ง

S_2^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่สอง

N_1 แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่หนึ่ง

N_2 แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่สอง

5. หาค่าความสัมพันธ์ของคะแนนทัศนคติตอบทเรียนสำเร็จรูปกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้สูตร

$$r = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

ทดสอบนัยสำคัญของ r โดยใช้สูตร

$$t = r \sqrt{\frac{N-2}{1-r^2}}$$

6. การวิเคราะห์ทัศนคติตอบทเรียนสำเร็จรูป

6.1 หาความถี่แต่ละช่องรายการแล้วแปลงเป็นอัตราส่วนร้อย

6.2 คูณอัตราส่วนร้อยในแต่ละช่องด้วยคะแนนประจำช่องตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

6.3 หาค่าเฉลี่ยของแต่ละขอกความ

6.4 หาค่าเฉลี่ยของทุกขอกความ เพื่อจะได้ทราบทัศนคติของนักเรียนใน

กลุ่มทดลองที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

สำหรับเกณฑ์ในการพิจารณาว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติแบบใดต่อการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของทุกขอกความ กล่าวคือ ถ้า ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50-5.00 ถือว่ามีทัศนคติเชิงนิมมาน ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 2.50-3.49 ถือว่ามีทัศนคติแบบกลาง ๆ คือ รุสีกเฉย ๆ ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00-2.49 ถือว่ามีทัศนคติเชิงนิเสธ

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกตามลำดับขั้นดังนี้

1. เปรียบเทียบความรู้พื้นฐานของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองสอน
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลองสอน
3. เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม เมื่อเว้นระยะไว้สองสัปดาห์ หลังจากเรียนจบแล้ว
4. ศึกษาทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป
5. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

เปรียบเทียบความรู้พื้นฐานของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองสอน

เพื่อทดสอบว่ากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีความรู้พื้นฐานแตกต่างกันหรือไม่ ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยความรู้พื้นฐานของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ ที-เทสต์ ไกเดลซึ่งปรากฏในตารางสาม

ตาราง 3 การเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	21.1667	24.3506	0.2772
กลุ่มควบคุม	30	20.8333	19.0402	

$$t(\alpha .05, df \ 29) = 2.045$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางสาม จะเห็นว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาวิชาที่ทำการทดลองสอนแตกต่างกันอย่างไรไม่นัยสำคัญทางสถิติ

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลองสอน

หลังจากการทดลองสอนสิ้นสุดลง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่ม แล้วนำคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน เพื่อทดสอบว่ากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ ที-เทสต์ ได้ผลดังปรากฏในตารางสี่

ตาราง 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลองสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	30	33.5333	26.6023	3.2732**
กลุ่มควบคุม	30	29.0333	30.1023	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$t(\alpha=.01, df\ 29) = 2.750$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางสี่ จะเห็นว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เปรียบเทียบความงกหนในการเรียนรู้ของลุ่มทดลองกับลุ่มควบคุมเมื่อวันระยะไวสอง
สัปดาห์ หลังจากเรียนบทเรียนจบแล้ว

เพื่อทราบว่านักเรียนทั้งสองลุ่มมีความงกหนในการเรียนรู้แตกต่างกันหรือไม่
หลังจากนักเรียนทั้งสองลุ่มได้เรียนเนื้อหาวิชาที่ทำการทดลองจบลงแล้วสองสัปดาห์
ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไปทดสอบกับนักเรียนทั้งสองลุ่มอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำ
คะแนนความงกหนในการเรียนรู้ของทั้งสองลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ ที-เทสต์
ได้ผลดังปรากฏในการร่าง

ตาราง 5 เปรียบเทียบความงกหนในการเรียนรู้ของลุ่มทดลองกับลุ่มควบคุมหลังจาก
เรียนบทเรียนจบแล้วสองสัปดาห์

ลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
ลุ่มทดลอง	30	31.7333	30.6161	3.7816**
ลุ่มควบคุม	30	26.2000	33.6138	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$t(\alpha=.01, df\ 29) = 2.750$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 5 จะเห็นว่าลุ่มทดลองมีคะแนนความงกหน
ในการเรียนรู้สูงกว่าลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศึกษาทัศนคติของนักเรียนลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป

การศึกษาศึกษาทัศนคติของนักเรียนลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป ผู้วิจัยได้ใช้
แบบสอบถามทัศนคติ ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่าห้าอันดับ ได้ตรวจให้คะแนน
เป็นรายข้อ แล้วหาค่าเฉลี่ย ได้ผลดังปรากฏในการร่าง

ตาราง C คิกราสวนรอยและค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ตอบทเรียนสำร้จรูป

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย เลย	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ค่าเฉลี่ย
1	บทเรียนสำร้จรูปเรียนไ้สะกาวกรวดเร็วกว่าหนังสือธรรมดา	43.33	56.67	—	—	—	4.43
2	บทเรียนสำร้จรูปให้ทงความรูและความเพิกัดเพิน	20.00	66.67	10.00	3.33	—	4.03
3	เรียนด้วยบทเรียนสำร้จรูปทำให้ไ้แสดงความสามารถไ้เต็มที่	26.67	40.00	26.67	6.67	—	3.87
* 4	บทเรียนสำร้จรูปยุ่งยากกว่าแบบเรียนธรรมดา	3.33	13.33	26.67	40.00	16.67	3.53
5	บทเรียนสำร้จรูปทำให้ทนเรียนไ้คลงมือทัวจริง ๆ	26.67	40.00	26.67	3.33	3.33	3.83
6	บทเรียนสำร้จรูปให้ทความรุมากกว่าตำราเรียนธรรมดา	16.67	30.00	43.33	10.00	—	4.20
* 7	บทเรียนสำร้จรูปน่าเบื่อสาหรับนักเรียนที่เรียนเก	—	3.33	23.33	33.33	30.00	3.90
8	บทเรียนสำร้จรูปให้ทความร่อยางกว้างขวาง	13.33	50.00	26.67	10.00	—	3.67
* 9	บทเรียนสำร้จรูปทำให้ทนอย บางครั้งเบื่อหน่าย	—	33.33	23.33	40.00	3.33	3.13
10	การเรียนด้วยบทเรียนสำร้จรูปทำให้ทนเรียนเข้มแข็งขึ้น	10.00	46.67	26.67	10.00	6.67	3.43
11	บทเรียนสำร้จรูปทำให้รู้จักทายตัวเองมากขึ้น	30.00	43.33	26.67	—	—	4.03
12	บทเรียนสำร้จรูปทำให้ทนเรียนมีความรับผิดชอบมากขึ้น	36.67	56.67	3.33	3.33	—	4.27
13	บทเรียนสำร้จรูปช่วยสอนทนกรไ้กบางเวลา	33.33	56.67	3.33	6.67	—	4.17
* 14	บทเรียนสำร้จรูปสงเสริมให้ทนเรียนเดาคำกอม	—	13.33	13.33	50.00	23.33	3.83
15	ควรเขียนตำราวิทยาศาสตร์เป็นบทเรียนสำร้จรูปให้มากขึ้น	23.33	40.00	33.33	3.33	—	3.83

ค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ตอบทเรียนสำร้จรูป

3.88

จากตารางหก จะเห็นว่าคะแนนทัศนคติของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูปมีค่าเฉลี่ยถึง 3.88 แสดงว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติในทางบวกต่อการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียน
การสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป เมื่อนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ปรากฏว่า มีความสัมพันธ์กันในทางบวก ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ .44 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 $r(28, .01, df 28) = .423$

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปกับกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปกับกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ
3. เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนต่อบทเรียนสำเร็จรูป
4. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใ้บทเรียนสำเร็จรูป

สมมติฐานของการศึกษา

1. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติ
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติ
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปมีทัศนคติเชิงนิมิตต่อบทเรียนสำเร็จรูป
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปมีความสัมพันธ์กับทัศนคติที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ของโรงเรียนจิระประวัติกอเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 บทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.3 แบบสอบถามทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป

3. การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างโดยศึกษาหลักและวิธีการสร้าง แล้วเลือกเรื่อง "สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม" ในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป เล่มสอง ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับสร้างเป็นบทเรียน ทำการศึกษาเนื้อหาอย่างละเอียด แล้วดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 ตั้งจุดมุ่งหมายทั่วไป

3.2 ตั้งจุดมุ่งหมายเฉพาะ

3.3 ตั้งจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

3.4 กำหนดความถี่รวบยอด

3.5 สร้างข้อสอบวัดพฤติกรรม

3.6 สร้างบทเรียนให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

นำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง สามครั้ง เพื่อปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของบทเรียนก่อนนำไปใช้ในการวิจัย

4. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยสร้างเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดสี่ตัวเลือก นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง แล้ววิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ เลือกข้อที่มีความยากง่าย ตั้งแต่ .20-.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้ใช้ หากค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตรของ คูเกอร์-ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 ได้ค่าความเชื่อมั่น .72

5. การสร้างแบบสอบถามวัดทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป แบบสอบถามวัดทัศนคติที่ใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้านี้ ผู้วิจัยใช้ของ สุภา อุนสกุล (สุภา อุนสกุล 2519 : 21-23) ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อศึกษาเรื่อง "การศึกษาร่วมเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติวิทยาศาสตร์ ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งแวดล้อมชั้นประถมศึกษา โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ" สำหรับเสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต โดยผู้วิจัยนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โรงเรียนชุมแสงชนูทิศ อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 60 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกันกับนักเรียนกลุ่มที่ได้มาทำบทเรียนสำเร็จรูปไปทดสอบภาคสนาม นำผลการทดลองไปวิเคราะห์หาอำนาจจำแนกของแบบสอบถามเป็นรายข้อ โดยใช้ ที-เทสต์ เลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไปไว้ใช้ เลือกได้ 15 ข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามได้ .72

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่สอง ปีการศึกษา 2521 โดยทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม เพื่อวัดความรู้พื้นฐานก่อนทำการทดลองสอน แล้วผู้วิจัยทำการสอนกลุ่มทดลองและครูประจำวิชาวิทยาศาสตร์สอนกลุ่มควบคุม เมื่อสอนจบเนื้อหาที่ทำการทดลองแล้ว จึงทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม และวัดทัศนคติของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีต่อการเรียน โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป หลังจากทำการสอนเนื้อหาจบแล้วสองสัปดาห์ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ชุดเดิมไปทำการทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่มอีกครั้งหนึ่ง

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 เปรียบเทียบความรู้พื้นฐานของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ ที-เทสต์

7.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ ที-เทสต์

7.3 เปรียบเทียบความคงทนในการรู้ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม เมื่อเว้นระยะไว้สองสัปดาห์ หลังจากเรียนจบแล้ว โดยใช้ ที-เทสต์

7.4 วัดทัศนคติของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป โดยการหาร้อยละและค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติ

7.5 ศึกษาความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความรู้พื้นฐานในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมไม่แตกต่างกัน
2. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความกตัญญูในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติเชิงนิมิตต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป
5. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูป มีความสัมพันธ์กับทัศนคติที่มีต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนสำเร็จรูป มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ มอริเบอร์ ที่ศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องพันธเคมี ของนักศึกษาในกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนสำเร็จรูปสูงกว่านักศึกษาในกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ (Moriber. 1969 : 214-216) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของสตรีกแลนด์

(Strickland. 1971 : 2510-A) และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยซึ่งทดลองกับนักเรียนไทย เช่น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชานี จันทรา ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาเจ็ด กลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เบื้องต้นเรื่องสิ่งมีชีวิตจากบทเรียนสำเร็จรูป มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ (ชานี จันทรา 2519 : 33) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ละออ เล็งประชา ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษา ห้า กลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตจากบทเรียนสำเร็จรูป มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ (ละออ เล็งประชา 2519 : 31)

สาเหตุที่นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยิซบตเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ อาจเนื่องมาจากการที่นักเรียนในกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนสำเร็จรูปมีความรู้สึกพอใจกับการเรียนการสอนโดยิซบตเรียนสำเร็จรูป ก็จะเห็นได้จากค่าเฉลี่ยคะแนนทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนสำเร็จรูป มีค่าเฉลี่ยสูงถึง 3.88 นับว่าเป็นค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์เห็นด้วยหรือพอใจต่อการเรียนการสอนโดยิซบตเรียนสำเร็จรูป นั่นคือ นักเรียนตั้งใจเรียนมาก จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนสำเร็จรูปสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้ตรงกับคำกล่าวของ ฮาลตัน ที่ว่า "การเอาใจใส่หรือการมีใจจดจ่อในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทำให้คนมีสมาธิ การศึกษาวิชาใดก็ตาม ถ้าเป็นการเรียนที่ตรงกับความสนใจและความตั้งใจของผู้เรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะสูงกว่าผู้ที่ไม่มีความตั้งใจเรียนหรือมีความตั้งใจเรียนน้อยกว่า" (Halton. 1964 : 23-24)

2. ความคงทนในการเรียนรู้

จากผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ โสภณ วงศ์เพ็ญ ที่ศึกษาพบว่า หลังจากเรียนบทเรียนจบแล้วสองสัปดาห์ นักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาเทคโนโลยีทางการสอนจากบทเรียนสำเร็จรูปมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ (โสภณ วงศ์เพ็ญ 2520 : 35) การที่กลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม อาจเนื่องมาจาก

การที่นักเรียนในกลุ่มทดลองได้เรียนจากบทเรียนสำเร็จรูปที่มีเนื้อหาวิชาต่อเนื่องกันไป
ตามลำดับจากง่ายไปหายาก ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา โดยการ
ตอบคำถามในแต่ละกรอบของบทเรียน และสามารถทราบคำตอบที่ถูกต้องได้ทันที ซึ่งเป็น
การเสริมแรงไปในตัว นอกจากนี้ นักเรียนยังเรียนบทเรียนโดยปราศจากความกังวลใจ
เกี่ยวกับการเรียนไม่ทัน ทั้งนี้เพราะว่า นักเรียนมีอิสระในการที่จะเรียนบทเรียนไปตาม
ความสามารถและระดับสติปัญญาของตน ซึ่งลักษณะของบทเรียนดังกล่าวนี้ว่า มีผลต่อผู้เรียน
ในการที่จะจดจำความรู้ในเนื้อหาวิชาได้ดี นับว่าสอดคล้องกับหลักจิตวิทยาการศึกษาของ
ประพัทธ์ แสงวณิช ที่กล่าวถึงหลักการปลูกฝังความจำไว้ว่า ขึ้นอยู่กับการดำเนินการสอน
ให้เป็นระเบียบตามลำดับความยากง่าย การให้เด็กได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
ให้มากที่สุด การเร้าใจให้เด็กสนใจที่จะเรียน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอารมณ์ของผู้เรียน
(ประพัทธ์ แสงวณิช 2506 : 328-329) จึงเห็นได้ว่า บทเรียนสำเร็จรูปสร้างขึ้น
สอดคล้องกับหลักจิตวิทยาว่าด้วยเรื่องการปลูกฝังความจำ จึงทำให้นักเรียนในกลุ่มที่เรียน
จากบทเรียนสำเร็จรูปสามารถจดจำเนื้อหาวิชาได้ดี และมีผลทำให้ความคงทนในการเรียนรู้
สูงกว่านักเรียนในกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ

3. ทักษะจิตตอบบทเรียน

จากผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียน
สำเร็จรูป ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะบทเรียนสำเร็จรูปเป็น
ของใหม่สำหรับผู้เรียน ขวดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาวิชามากขึ้น นักเรียนสามารถ
ทราบถึงความก้าวหน้าของตน ทำให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนอยู่เสมอ ด้วยเหตุผล
ดังกล่าว จึงมีผลทำให้นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนการสอน โดยใช้
บทเรียนสำเร็จรูป

4. ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อ การเรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

จากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทัศนคติของนักเรียนในกลุ่ม
ทดลองที่มีต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป มีความสัมพันธ์กันในทางบวก ซึ่งเป็นไป

ความสัมพันธ์ที่ทิ้งไว้ แสดงว่า ผู้ที่โคะแนนทัศนคติชอบทเรียนสำเร็จรูปสูง จะโคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า ส่วนผู้ที่โคะแนนทัศนคติชอบทเรียนสำเร็จรูปต่ำ จะโคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่า จากความเห็นของ ออลพอร์ต (Allport. 1935 : 45) ที่ว่า "เมื่อสถานการณ์ต่าง ๆ ได้รับความสำเร็จ ทัศนคติจะค่อย ๆ ก่อตัวขึ้น" แสดงว่า เมื่อเด็กได้รับความรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมจากบทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นดี เป็นสถานการณ์ที่ได้รับความสำเร็จ เด็กก็จะเริ่มมีทัศนคติที่ดีชอบทเรียนนี้ด้วย ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทัศนคติของนักเรียนที่มัชอบทเรียนสำเร็จรูป จึงมีความสัมพันธ์กันในทางบวก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า บทเรียนสำเร็จรูปมีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนดีกว่าการสอนตามปกติ จึงสมควรที่จะได้มีการผลิตและนำเอาบทเรียนสำเร็จรูปไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น เพื่อประโยชน์ทางค่านอื่น ๆ อีก เช่น ช่วยแบ่งเบาภาระของครู สามารถใช้กับนักเรียนจำนวนมาก และอาจจะนำไปใช้เป็นประโยชน์ต่อการจัดการศึกษานอกระบบโรงเรียนได้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ในการศึกษาเปรียบเทียบการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนโดยวิธีอื่น ควรใช้เนื้อหาวิชาและช่วงเวลาในการทดลองมากขึ้นกว่านี้ เพราะอาจจะช่วยให้สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้แน่นอนมากกว่าการใช้เนื้อหาและช่วงเวลาในการทดลองน้อย ๆ

2.2 ควรจะได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างบทเรียนสำเร็จรูปแต่ละแบบ เช่น บทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรงและบทเรียนสำเร็จรูปแบบสาขา ว่าให้ผลแตกต่างกันหรือไม่เพียงใด

2.3 ควรจะได้ศึกษาคุณผลของการใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับนักเรียนที่มีความสามารถต่าง ๆ กัน เพื่อทราบว่านักเรียนประเภทใดได้รับผลจากการสอนแบบนี้มากที่สุด

2.4 ควรจะได้มีการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอน โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติในวิชาต่าง ๆ กับกลุ่มตัวอย่างทุกระดับให้กว้างขวางยิ่งขึ้น เพื่อจะได้นำบทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- 1 กอ สวัสดิภาพิณิธิ์ "แนวคิดใหม่ทางการศึกษา" ใน ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา หน้า 17-87 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2517
- เกษม ศรีพงษ์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการสอนวิชาเพศศึกษา โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ปรินิพนินิพนิธิ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2521, 46 หน้า อักสำเนา
- 3 ✓ คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน การศึกษาเพื่อชีวิตและสังคม วัฒนาพานิช 2518, 294 หน้า
- จิตติมา เหมกิตติวัณิณิ การศึกษาเปรียบเทียบผลการศึกษาวิทยาศาสตรืเรื่องพืชและการขยายพันธุ์พืช ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรินิพนินิพนิธิ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519, 44 หน้า อักสำเนา
- 4 ✓ ชม ภูมิภาค "ตำราเรียนแบบโปรแกรมกับมหาวิทยาลัยเปิด" วารสารการศึกษา 14 : 13-14 มิถุนายน-กรกฎาคม 2521
- ทวีพร เนียมมาลัย การศึกษาเปรียบเทียบผลการศึกษาวิทยาศาสตรืเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมี ในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรินิพนินิพนิธิ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2518, 43 หน้า อักสำเนา
- 6 ✓ ธานี จันทรภา การศึกษาเปรียบเทียบผลการศึกษาวิทยาศาสตรืเบื้องต้น เรื่องสิ่งมีชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรินิพนินิพนิธิ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519, 47 หน้า อักสำเนา
- นนท์ อินทรเทพ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตรืระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ระหว่างแบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรินิพนินิพนิธิ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519, 35 หน้า อักสำเนา

76 ✓ นิพนธ์ สุขปรีดี นวัตกรรมการเทคโนโลยีการศึกษา ชลบุรี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
บางแสน 2519, 175 หน้า

87 ✓ นิรันดร์ แนนจิก การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์บางหัวข้อในระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรินิพนธ์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2518, 34 หน้า อัดสำเนา

98 ✓ บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ "บทเรียนสำเร็จรูป นวัตกรรมที่น่าสนใจ" วิทยาศาสตร์ 27 :
14-17 ตุลาคม 2519

ประทีป สยามชัย "บทเรียนสำเร็จรูป" ใน ชุมนุมทางวิชาการ หน้า 221-228
กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ 2510

ประพัฒน์ แสงวณิช วิชาครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ตามหลักสูตรใหม่ของ
กระทรวงศึกษาธิการ พิมพ์ครั้งที่ 2 แพรวพินทยา 2506, 382 หน้า

ประสาร ไชยณรงค์ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 ระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ
ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2520, 45 หน้า อัดสำเนา

109 ✓ ประหยัด จีระวรพงศ์ เทคโน. 301 เทคโนโลยีทางการสอน แสงศิลป์การพิมพ์
2520, 183 หน้า

11 ✓ ปรีดา เพชรมีศรี การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ในบางหัวข้อ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2518, 36 หน้า อัดสำเนา

12 ✓ เปื้อง กุมุท "สู่ทางการนำเทคโนโลยีมาช่วยปรับปรุงคุณภาพของการศึกษาในระดับ
ประถมศึกษา" ใน การพิจารณานำนวัตกรรมและเทคโนโลยีมาปรับปรุงคุณภาพการ
ประถมศึกษาในโรงเรียนที่มีครูสอนไม่ครบชั้น หน้า 112-115 กรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ 2516

13 ✓ พรเพ็ญ ฤทธาภิรมย์ การเปรียบเทียบการสอนเรื่องสมมูลเคมีโดยใช้แบบเรียน
โปรแกรมกับการสอนแบบปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2521, 60 หน้า อัดสำเนา

ละอ อึ่งประชา การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ใน
การสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสิ่งมีชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรม
กับการสอนตามปกติ ปรวิญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519,
 31 หน้า อักสาวเนา

12 ✓ วิจิตร ศรีสอาน "เทคนิควิทยาการศึกษา" ใน การพิจารณานำวรรณกรรมและเทคโนโลยี
มาปรับปรุงคุณภาพการประตบศึกษาในโรงเรียนที่มีครูสอนไม่ครบชั้น หน้า 99-101
 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2516

วิวัฒน์ วัชรหิรัญ การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องทัศนอุปกรณ
อย่างง่าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ
 ปรวิญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519, 45 หน้า อักสาวเนา
 ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน คุ่มอครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 โรงพิมพ์คุรุสภา 2519, 282 หน้า

_____ แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 โรงพิมพ์คุรุสภา 2520, 113 หน้า
 สำอางค์ ดังษ์เงิน การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น
ชั้น ป.กศ.สูง อุตสาหกรรมศิลป์ ปีที่ 1 ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอน
ตามปกติ ปรวิญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519, 37 หน้า
 อักสาวเนา

15 ✓ สุภัฏฐา สันติพัฒนายัย "การสอวนวิทยาศาสตร์แผนใหม่" วิทยาศาสตร์ 30 : 51-56
 กรกฎาคม 2519

สุจิต บุญปก 'สอนวิทยาศาสตร์ควยวิธีวิทยาศาสตร์' ประชาศึกษา 28 : 24-29
 พฤศจิกายน 2519

16 ✓ สุชน ชวยเกิก การเปรียบเทียบผลการสอนวิชาเคมี 1 บางหัวข้อ ในระดับชั้น ป.กศ.สูง
โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรวิญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ 2518, 38 หน้า อักสาวเนา

สุภา อุ่นสกุล การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติวิทยาการศาสตร์ในการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์เรื่องสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอน
ตามปกติ ปรวิญญานพันธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519, 28 หน้า
อัครสำเนา

โสภณ วงศ์เพ็ญ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนของการเรียนรู้ในวิชา
เทคโนโลยีทางการสอนของนิสิตปริญญาตรีทางการศึกษา โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับ
การสอนตามปกติ ปรวิญญานพันธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2520,
70 หน้า อัครสำเนา

อรรพพ บุญถนอม การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าและ
เชื้อเพลิง ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ
ปรวิญญานพันธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2518, 42 หน้า อัครสำเนา

อศนีย์ ศรีสุข การศึกษาทัศนคติในการอนุรักษ์ธรรมชาติและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่อง
สิ่งแวดล้อมควยบทเรียนสำเร็จรูปของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปรวิญญานพันธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2521, 34 หน้า อัครสำเนา

Allport, Gordon W. Handbook of Social Psychology. New York,
McGraw-Hill, 1935. 1226 p.

Bard, Eugene Dwight. "Development of a Variable-Step Programmed
System of Instruction for College Physical Science,"
Dissertation Abstracts International. 35 : 5947-A, March, 1975.

Dutton, Sherman S. "An Experimental Study in the Programming of
Science Instruction for the 4th Grade," Dissertation Abstracts
International. 24 : 2882-A, December, 1963.

Francis, George Harold. "An Experimental Study of the Effectiveness
of Self Instruction Versus the Lecture Demonstration Method of
Teaching Phase of Electricity," Dissertation Abstracts
International. 27 : 3338-A, April, 1967.

Halton, Boyd. "Motivative and General Mathematics Students,"
Mathematic Teacher. 57 : 20-25, January, 1964.

Jacobs, Paul I., Milton H. Maier and Lawrence M. Stolurrow.
A Guide to Evaluating Self Instructional Programmes. New York,
Holt Rinehart and Winston, Inc., 1966. 88 p.

Leedham, John. Programmed Learning in the School. London, Richard Clay (The Choucer Press) Ltd., 1967. 140 p.

18 ✓ Moriber, George. "The Effect of Programmed Instruction in a College Physical Science Course for Non-Science Student," Journal of Research in Science Teaching. 6 : 214-216, 1969.

Parker, Eugene Gary. "The Relationship of Programmed Instruction to Test and Discussion Performance among Beginning Colledge Biology Student," Dissertation Abstracts International. 34 : 4914-A, February, 1974.

Stoluwrow, Lawrence M. Teaching by Machine. Washington D.C., United States Government Printing Office, 1961. 173 p.

Strickland, W.R. "A Comparison of a Programmed Course and a Traditional Lecture Course in General Biology," Dissertation Abstracts International. 32 : 2510-A, November, 1971.

Thomas Long, Richard. "Programmed Instruction Versus Lecturing in a Guided Design Education System Format," Dissertation Abstracts International. 35 : 1963-A, October, 1974.

19 ✓ Thomas, Robert M. Integrated Teaching Materials. New York, David McKay, 1965. 585 p.

Yun, Hee Sung. "The Effects of Programmed Self-Instructional Learning on Acquisition of Family Planning Knowledge," Dissertation Abstracts International. 36 : 4963-B, April, 1976.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก .

การวิเคราะห์แบบทดสอบและข้อมูล

ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r
1	0.75	0.53	.64	.24	28	0.59	0.38	.48	.21
2	0.56	0.34	.45	.23	* 29	0.91	0.69	.81	.33
3	0.88	0.72	.80	.24	30	0.81	0.59	.71	.26
* 4	0.94	0.78	.87	.31	31	0.28	0.13	.20	.22
5	0.84	0.59	.72	.30	32	0.84	0.69	.77	.20
6	0.31	0.16	.23	.20	33	0.91	0.28	.62	.65
* 7	0.94	0.81	.88	.27	34	0.69	0.47	.58	.23
8	0.84	0.69	.77	.20	35	0.94	0.53	.76	.53
9	0.88	0.69	.79	.27	36	0.88	0.72	.80	.24
10	0.84	0.63	.74	.26	37	0.94	0.47	.74	.58
11	0.88	0.72	.80	.24	38	0.75	0.16	.45	.59
12	0.59	0.19	.38	.42	39	0.94	0.44	.72	.59
* 13	0.91	0.84	.88	.14	40	0.88	0.72	.80	.24
14	0.81	0.41	.62	.42	41	0.84	0.69	.77	.20
* 15	0.94	0.81	.88	.27	42	0.59	0.38	.48	.21
16	0.91	0.66	.80	.36	43	0.69	0.47	.58	.23
17	0.84	0.66	.75	.23	44	0.47	0.28	.57	.20
18	0.94	0.59	.79	.49	45	0.88	0.69	.79	.27
* 19	0.94	0.84	.89	.23	46	0.94	0.41	.71	.61
20	0.81	0.38	.60	.45	* 47	0.94	0.84	.89	.23
21	0.56	0.13	.33	.48	48	0.88	0.63	.76	.33
22	0.84	0.34	.60	.52	49	0.88	0.72	.80	.24
23	0.75	0.25	.50	.50	50	0.84	0.31	.59	.54
24	0.81	0.56	.69	.29	* 51	0.94	0.81	.88	.27
25	0.50	0.13	.30	.43	52	0.38	0.19	.28	.23
26	0.50	0.31	.40	.20	53	0.69	0.41	.55	.29
27	0.88	0.72	.80	.24	* 54	0.94	0.84	.89	.23
					55	0.66	0.47	.57	.20

* ข้อที่นำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนใช้ทดสอบจริง

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.63	.37	.2331	28	.43	.57	.2451
2	.42	.58	.2436	29	.84	.16	.1344
3	.72	.28	.2016	30	.78	.22	.1716
4	.91	.09	.0819	31	.19	.81	.1539
5	.73	.27	.1971	32	.69	.31	.2139
6	.23	.77	.1771	33	.68	.32	.2176
7	.92	.08	.0736	34	.51	.49	.2499
8	.86	.14	.1204	35	.73	.27	.1971
9	.78	.22	.1716	36	.87	.13	.1131
10	.77	.23	.1771	37	.78	.22	.1716
11	.87	.13	.1131	38	.48	.52	.2496
12	.38	.62	.2356	39	.76	.24	.1824
13	.90	.10	.0900	40	.87	.13	.1131
14	.52	.48	.2496	41	.84	.16	.1344
15	.86	.14	.1204	42	.53	.47	.2491
16	.80	.20	.1600	43	.49	.51	.2499
17	.83	.17	.1411	44	.33	.67	.2211
18	.68	.32	.2176	45	.86	.14	.1204
19	.89	.11	.0979	46	.71	.29	.2059
20	.63	.37	.2331	47	.89	.11	.0979
21	.34	.66	.2244	48	.83	.17	.1411
22	.53	.47	.2491	49	.85	.15	.1275
23	.45	.55	.2475	50	.68	.32	.2176
24	.73	.27	.1971	51	.90	.10	.0900
25	.28	.72	.2016	52	.33	.67	.2211
26	.33	.67	.2211	53	.53	.47	.2491
27	.84	.16	.1344	54	.92	.08	.0736
				55	.62	.38	.2356
							$\Sigma pq = 9.8583$

p = จำนวนคนที่ตอบข้อทดสอบในแต่ละข้อถูกคิดเป็นร้อยละ

q = จำนวนคนที่ตอบข้อทดสอบในแต่ละข้อผิดคิดเป็นร้อยละ

การวิเคราะห์หาความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

คะแนน	f	fx	fx ²
47	4	188	8836
46	2	92	4232
45	2	90	4050
44	4	176	7744
43	2	86	3698
42	15	630	26460
41	3	123	5043
40	12	480	19200
39	6	234	9126
38	11	418	15884
37	12	444	16428
36	7	252	9072
35	4	140	4900
34	8	272	9248
33	4	132	4356
32	5	160	5120
31	1	31	961
30	5	150	4500
29	3	87	2523
28	2	56	1568
26	1	26	676
25	1	25	625
24	2	48	1152
23	1	23	529
22	1	22	484
20	2	40	800
Σ	120	4425	167215

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{N} = \frac{4425}{120} = 36.88$$

$$\begin{aligned}
 S_t^2 &= \frac{N \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{120 \times 167215 - (4425)^2}{120 \times 119} \\
 &= \frac{20065800 - 19580625}{14280} \\
 &= \frac{485175}{14280} \\
 &= 33.9758
 \end{aligned}$$

ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ = 33.9758

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n	Σpq	S_t^2
55	9.8583	33.9758

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } r_{tt} &= \frac{n-1}{n} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2} \right] \\
 &= \frac{55}{54} \left[1 - \frac{9.8583}{33.9758} \right] \\
 &= \frac{55}{54} \times \frac{24.1175}{33.9758} \\
 &= \frac{1326.4625}{1834.6932}
 \end{aligned}$$

$$\text{ค่าความเชื่อมั่น} = 0.72$$

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัถุประสงค์คือบทเรียนสำเร็จรูป

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก
1	1.7980	6	3.2775	11	3.4266
2	2.8478	7	3.3500	12	4.9140
3	2.6213	8	3.5159	13	2.2081
4	2.7749	9	3.4605	14	3.6726
5	4.2436	10	5.9781	15	2.5157

การวิเคราะห์หาความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดทัศนคติคอบทเรียนสำเร็จรูป

คะแนน	f	fx	fx ²
68	2	136	9248
67	2	134	8978
64	2	128	8192
63	1	63	3969
62	2	124	7688
61	5	305	18605
59	2	118	6962
57	3	171	9747
56	8	448	25088
55	4	220	12100
53	4	212	11236
52	3	156	8112
51	1	51	2601
50	4	200	10000
49	1	49	2401
48	4	192	9216
47	1	47	2209
46	4	184	8464
45	1	45	2025
44	2	88	3872
41	1	41	1681
39	2	78	3042
36	1	36	1296
Σ	60	3226	176732

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \frac{N \Sigma fx^2 - (\Sigma fx)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{60 \times 176732 - (3226)^2}{60(60-1)} \\
 &= \frac{10603920 - 10407076}{3540} \\
 &= \frac{196844}{3540} \\
 &= 55.6057
 \end{aligned}$$

ความแปรปรวนของแบบสอบถามวัดทัศนคติคอบทเรียนสำเร็จรูปเป็นรายข้อ

ข้อที่	ความแปรปรวน	ข้อที่	ความแปรปรวน	ข้อที่	ความแปรปรวน
1	0.7797	6	1.4178	11	1.5082
2	0.8034	7	1.3929	12	1.2023
3	1.5887	8	0.7963	13	0.5568
4	1.2573	9	1.5624	14	1.4644
5	1.3966	10	1.2158	15	1.3658
				Σ	18.3084

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดทัศนคติคอบทเรียนสำเร็จรูป

n	σ_x^2	$\Sigma \sigma_1^2$
15	55.6056	18.3084

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } \alpha &= \frac{n}{n-1} \left[\frac{\sigma_x^2 - \Sigma \sigma_1^2}{\sigma_x^2} \right] \\
 &= \frac{15}{15-1} \left[\frac{55.6056 - 18.3084}{55.6056} \right] \\
 &= \frac{15}{14} \times \frac{37.2972}{55.6056} \\
 &= \frac{559.458}{778.478} \\
 &= 0.72
 \end{aligned}$$

การหาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนความรูพื้นฐานของกลุ่มทดลอง

x	x ²	x	x ²
26	676	15	225
16	256	28	784
19	361	26	676
25	625	16	256
21	441	20	400
26	672	15	225
23	529	16	256
28	784	16	256
23	529	17	289
23	529	18	324
14	196	25	625
20	400	18	324
24	576	22	484
29	841	32	1024
16	256	18	324
Σ	635	14147	

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

$$= \frac{635}{30}$$

$$= 21.1667$$

$$S^2 = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

$$= \frac{(30 \times 14147) - (635)^2}{30 \times 29}$$

$$= \frac{424410 - 403225}{870}$$

$$= 24.3506$$

การหาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนความรู้พื้นฐานของกลุ่มควบคุม

x	x ²	x	x ²
25	625	17	289
23	529	22	484
29	841	16	256
23	529	25	625
19	361	17	289
12	144	33	1089
20	400	18	324
18	324	24	576
24	576	21	441
27	729	15	225
20	400	19	361
18	324	22	484
21	441	20	400
23	529	17	289
20	400	17	289
Σ	625	13573	

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

$$= \frac{625}{30}$$

$$= 20.8333$$

$$s^2 = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

$$= \frac{(30 \times 13573) - (625)^2}{30 \times 29}$$

$$= \frac{407190 - 390625}{870}$$

$$= \frac{16565}{870}$$

$$= 19.0402$$

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S^2	N
กลุ่มทดลอง	21.1667	24.3506	30
กลุ่มควบคุม	20.8333	19.0402	30

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}} \\
 &= \frac{21.1667 - 20.8333}{\sqrt{\frac{(30-1)(24.3506) + (30-1)(19.0402)}{30 + 30 - 2} \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{30} \right)}} \\
 &= \frac{0.3334}{\sqrt{\frac{1258.3332}{58} \times \frac{2}{30}}} \\
 &= \frac{0.3334}{\sqrt{1.4464}} \\
 &= \frac{0.3334}{1.2027} \\
 &= 0.2772
 \end{aligned}$$

การหาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของ
กลุ่มทดลอง

x	x ²	x	x ²
38	1444	34	1156
38	1444	31	961
26	676	31	961
22	484	29	841
38	1444	35	1225
39	1521	35	1225
36	1296	24	576
37	1369	39	1521
39	1521	36	1296
35	1225	29	841
43	1849	33	1089
33	1089	30	900
41	1681	32	1024
34	1156	29	841
25	625	35	1225
Σ		1006	34506

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

$$= \frac{1006}{30}$$

$$= 33.5333$$

$$s^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$= \frac{(30 \times 34506) - (1006)^2}{30 \times 29}$$

$$= \frac{1035180 - 1012036}{870}$$

$$= \frac{23144}{870}$$

$$= 26.6023$$

การหาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของ

กลุ่มควบคุม

x	x ²	x	x ²
27	729	33	1089
35	1225	24	576
37	1369	24	576
21	441	24	576
23	529	29	841
24	576	37	1369
27	729	30	900
30	900	29	841
22	484	32	1024
37	1369	32	1024
20	400	35	1225
18	324	35	1225
31	961	29	841
31	961	26	676
35	1225	34	1156
Σ		871	26161

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

$$= \frac{871}{30}$$

$$= 29.0333$$

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

$$= \frac{(30 \times 26161) - (871)^2}{30(30-1)}$$

$$= \frac{784830 - 758641}{870}$$

$$= \frac{26189}{870}$$

$$= 30.1023$$

การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S^2	N
กลุ่มทดลอง	33.5333	26.6023	30
กลุ่มควบคุม	29.0333	30.1023	30

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}} \\
 &= \frac{33.5333 - 29.0333}{\sqrt{\frac{(30-1)26.6023 + (30-1)30.1023}{30 + 30 - 2} \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{30} \right)}} \\
 &= \frac{4.50}{\sqrt{\frac{1644.4334}{58} \times \frac{2}{30}}} \\
 &= \frac{4.50}{\sqrt{1.8902}} \\
 &= \frac{4.50}{1.3748} \\
 &= 3.2732
 \end{aligned}$$

การหาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง

x	x ²	x	x ²
34	1156	32	1024
33	1089	33	1089
26	676	33	1089
19	361	31	961
35	1225	33	1089
36	1296	35	1225
32	1024	22	484
33	1089	42	1764
34	1156	38	1444
33	1089	26	676
42	1764	25	625
30	900	25	625
39	1521	31	961
34	1156	34	1156
22	484	30	900
Σ		952	31098

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

$$= \frac{952}{30}$$

$$= 31.7333$$

$$s^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$= \frac{(30 \times 31098) - (952)^2}{30 \times 29}$$

$$= \frac{932940 - 906304}{870}$$

$$= \frac{26636}{870}$$

$$= 30.6161$$

การหาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุม

x	x ²	x	x ²
24	576	30	900
30	900	19	361
33	1089	21	441
19	361	20	400
18	324	23	529
23	529	33	1089
23	529	36	1296
26	676	25	625
19	361	38	1444
34	1156	25	625
19	361	33	1089
22	484	25	625
28	784	22	484
26	676	33	1089
33	1089	26	676
Σ		786	21568

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

$$= \frac{786}{30}$$

$$= 26.20$$

$$s^2 = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N - 1)}$$

$$= \frac{(30 \times 21568) - (786)^2}{30 \times 29}$$

$$= \frac{647040 - 617796}{870}$$

$$= \frac{29244}{870}$$

$$= 33.6138$$

การเปรียบเทียบคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ภายหลัง
การเรียนรู้เนื้อหาจบแล้วสองสัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S^2	N
กลุ่มทดลอง	31.7333	30.6161	30
กลุ่มควบคุม	26.2000	33.6138	30

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}} \\
 &= \frac{31.7333 - 26.2000}{\sqrt{\frac{(30-1)30.6161 + (30-1)33.6138}{30 + 30 - 2} \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{30} \right)}} \\
 &= \frac{5.5333}{\sqrt{\frac{1862.6671}{58} \times \frac{2}{30}}} \\
 &= \frac{5.5333}{\sqrt{2.1410}} \\
 &= \frac{5.5333}{1.4632} \\
 &= 3.7816
 \end{aligned}$$

การหาค่าความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

x	y	x ²	y ²	xy	x	y	x ²	y ²	xy
60	38	3600	1444	2280	53	34	2809	1156	1802
63	38	3969	1444	2394	65	31	4225	961	2015
51	26	2601	676	1326	52	31	2704	961	1612
51	22	2601	484	1122	51	29	2601	841	1479
58	38	3364	1444	2204	63	35	3969	1225	2205
63	39	3969	1521	2457	55	35	3025	1225	1925
56	36	3136	1296	2016	49	24	2401	576	1176
55	37	3025	1369	2035	61	39	4489	1521	2379
63	39	3969	1521	2457	64	36	4096	1296	2304
55	35	3025	1225	1925	58	29	3364	841	1682
64	43	4096	1849	2752	61	33	3721	1089	2013
57	33	3249	1089	1881	51	30	2601	900	1530
63	41	3969	1681	2583	58	32	3364	1024	1856
52	34	2704	1156	1768	55	29	3025	841	1595
49	25	2401	625	1225	63	35	3969	1225	2205
Σ					1725	1006	100041	34506	58203

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } r &= \frac{NXY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{[N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}} \\
 &= \frac{(30 \times 58203) - (1725 \times 1006)}{\sqrt{[(30 \times 100041) - (1725)^2][(30 \times 34506) - (1006)^2]}} \\
 &= \frac{10740}{\sqrt{592602120}} \\
 &= \frac{10740}{24343.42} \\
 &= 0.4412
 \end{aligned}$$

ทดสอบนัยสำคัญของ r โดยใช้สูตร

$$\begin{aligned}
 t &= r \sqrt{\frac{N - 2}{1 - r^2}} \\
 &= 0.4412 \sqrt{\frac{30 - 2}{1 - (0.4412)^2}} \\
 &= 0.4412 \sqrt{\frac{28}{0.8053}} \\
 &= 0.4412 \times 5.8964 \\
 &= 2.6015
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
แบบสอบถามทัศนคติต่อบทเรียนสำเร็จรูป

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจงในการทำข้อสอบ

1. แบบทดสอบนี้จำนวน 55 ข้อ แต่ละข้อจะมีคำตอบอยู่ 4 คำตอบ คือ ก. ข. ก. และ ง. ให้นักเรียนตรวจดูให้ครบก่อนลงมือทำข้อสอบ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดหรือเหมาะสมที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย ~~X~~ ทับข้อที่เป็นคำตอบนั้น
3. คะแนนเต็ม 55 คะแนน ข้อละ 1 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง
4. ขอให้นักเรียนพยายามใช้ความถี่พิจารณาในรอบก่อนก่อนที่จะตอบ ถ้าพบข้อยากให้ข้ามไปทำข้อถัดไปก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำใหม่
5. เมื่อตอบแล้วของการ เปลี่ยนคำตอบใหม่ให้ทำเครื่องหมาย ~~X~~ แล้วไปทำเครื่องหมาย ~~X~~ ทับข้อที่เลือกใหม่

ขอให้นักเรียนโชคดี

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ขั้วโลก เป็นสิ่งแวดลอมคนจะประเทภกับอะไร ?

- ก. ดิน
- ข. ภูเขา
- ค. คนขาว
- ง. มัคนขาว

2. สิ่งแวดลอมที่จำเป็นต่อการงอดของพืช เป็นอันกับปรกใดสิ่งใด ?

- ก. ดิน
- ข. ความชื้น
- ค. แสงสว่าง
- ง. ปริมาณน้ำที่

3. เพราะเหตุใดปลาที่เลี้ยงไว้ตามอ่าวทั้งในภษณะที่ปึกผามีลขิตจึงตายใน เวลาเพียงไม่กี่วัน ?

- ก. ไม่มีอาหาร
- ข. ปลาขาดอาหาร
- ค. ปลาขาดออกซิเจนในการหายใจ
- ง. ปลาขาดอาหารและออกซิเจนในการหายใจ

4. ถ้าเราเลี้ยงปลาและพืชน้ำไว้รวมกันในภษณะที่ปึกผามีลขิต ทั้งปลาและพืชน้ำมีชีวิตอยู่ได้นานกว่าเราเลี้ยงปลาหรือพืชน้ำแต่เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ เพราะเหตุใด ?

- ก. ปลาต้องพึ่งพาอาศัยพืชน้ำ
- ข. พืชน้ำต้องพึ่งพาอาศัยปลา
- ค. ปลาและพืชน้ำว่าเป็นตองพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน
- ง. ปลาต้องพึ่งพาอาศัยพืชน้ำ แต่พืชน้ำไม่จำเป็นต้องพึ่งพาอาศัยปลา

5. ถ้าว่าผู้ผลิตในเรื่องห่วงโซ่อาหารคืออะไร ?

- ก. พืชทุกชนิด
- ข. ผู้ล่าที่ป้อนอาหาร
- ค. ผู้ล่าที่ผลิตอาหาร
- ง. ผู้ที่สร้างอาหารเองได้

6. สัตว์ใดที่ถือว่าผู้บริโภคประเภทที่ 1 ?

- ก. ไม้ปักดอโรฟิล
- ข. ป้อนอาหารเองไม่ได้
- ค. ผลิตอาหารเองไม่ได้
- ง. กินพืชหรือสัตว์อื่นเป็นอาหาร

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 7 - 9

ปลาเล็กกินสาหร่ายเป็นอาหาร ปลาใหญ่กินปลาเล็ก ส่วนคนเรากินปลาใหญ่อีกทอดหนึ่ง

7. อะไรเป็นอาหารขั้นต้นของห่วงโซ่อาหาร ?

- ก. คน
- ข. สาหร่าย
- ค. ปลาเล็ก
- ง. ปลาใหญ่

8. ผู้บริโภคในห่วงโซ่อาหารใดแก่สิ่งใด ?

- ก. สาหร่าย
- ข. ปลาเล็ก ปลาใหญ่
- ค. ปลาเล็ก ปลาใหญ่ คน
- ง. สาหร่าย ปลาเล็ก ปลาใหญ่ คน

9. แผนผังของห่วงโซ่อาหารที่กล่าวถึง เขียนได้อย่างไร ?

- ก. ปลาเล็ก → ปลาใหญ่ → คน
- ข. สาหร่าย → ปลาเล็ก → คน
- ค. สาหร่าย → ปลาเล็ก → ปลาใหญ่ → คน
- ง. คน → ปลาใหญ่ → ปลาเล็ก → สาหร่าย

10. แผนผังของห่วงโซ่อาหารต่อไปนี้ข้อใดถูก ?

- ก. สาหร่าย → ปลา → งู
- ข. อาหารราย → งู → ปลา
- ค. ปลา → งู → สาหร่าย
- ง. งู → ปลา → สาหร่าย

11. ผู้ผลิตในระบบนิเวศน้ำจืดคือสิ่งใด ?

- ก. รา
- ข. ปลา
- ค. สาหร่าย
- ง. แพลงก์ตอน

12. สัตว์พวกใดต่อไปนี้จัดอยู่ในประเภทสัตว์กินทั้งพืชและสัตว์ ?

- ก. แมว สุนัข ไก่
- ข. แมว สุนัข เสือ
- ค. แมว สุนัข กวาย
- ง. สุนัข นก กระต่าย

13. พลังงานถ่ายเทจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งได้โดยวิธีใด ?

- ก. การพา
- ข. การบรรจุสี
- ค. การส่ง เกราะหุ้มอง
- ง. การกินกันเป็นทอด ๆ

14. ถ้าผู้ผลิตหายไปจะเกิดอะไรขึ้นกับผู้บริโภค ?

- ก. ผู้บริโภคจะตายทันที
- ข. ผู้บริโภคจะอยู่ได้ตามปกติ
- ค. ผู้บริโภคจะมีชีวิตอยู่ได้ระยะหนึ่ง
- ง. อาหารสำหรับผู้บริโภคจะหมดไปทันที

15. พลังงานที่สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ในการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ เกิดขึ้นจากสิ่งใด ?
- ก. การกินอาหาร
 - ข. การออกกำลังกาย
 - ค. การสังเคราะห์แสงของพืช
 - ง. การเผาผลาญอาหารในร่างกาย
16. พลังงานขั้นต้นของสิ่งมีชีวิตทั้งปวงได้มาจากไหน ?
- ก. พืช
 - ข. อาหาร
 - ค. ดวงอาทิตย์
 - ง. การเผาผลาญอาหารในร่างกาย
17. สิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกลอโรฟิลล์ในส่วนต่าง ๆ ของพืชมากที่สุดคือสิ่งใด ?
- ก. น้ำ
 - ข. ดิน
 - ค. แสงสว่าง
 - ง. การบ่มองไคโอดอกไซค์
18. แหล่งผลิตอาหารแหล่งใหญ่ที่สุดของพืชสีเขียวโดยทั่วไปคือส่วนใด ?
- ก. ใบ
 - ข. ราก
 - ค. ลำต้น
 - ง. กลอโรฟิลล์
19. สิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสงของพืชคืออะไร ?
- ก. แสงสว่าง
 - ข. แสงสว่างและกลอโรฟิลล์
 - ค. น้ำ และการบ่มองไคโอดอกไซค์
 - ง. น้ำ การบ่มองไคโอดอกไซค์ แสงสว่าง และกลอโรฟิลล์

20. การสังเคราะห์แสงของพืช เกิดขึ้นเวลาใด ?

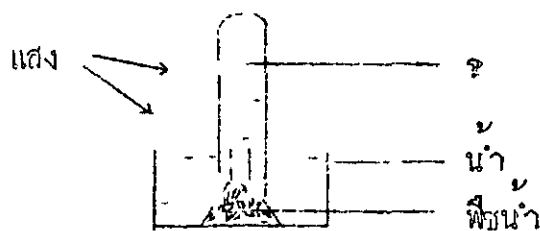
- ก. ตลอดวัน
- ข. ทั้งกลางวันและกลางคืน
- ค. ตลอดเวลาที่มีแสงสว่าง
- ง. เฉพาะกลางวันที่มีแสงแดดจัด

21. รากของพืชที่ปลูกในน้ำ จะต้องมีลักษณะอย่างไร ?

- ก. อยู่ในดินและมีสีเขียว
- ข. อยู่ในดินและมีสีเขียว
- ค. อยู่ในอากาศและมีสีเขียว
- ง. อยู่ในดินหรืออยู่ในอากาศก็ได้แต่ต้องมีสีเขียว

คำชี้แจง

ให้ครูปชางล่างนี้แล้วตอบคำถามข้อ 22 - 23



22. ก๊าซที่เกิดขึ้นในหลอดแก้ว เป็นก๊าซอะไร ?

- ก. ออกซิเจน
- ข. ไฮโดรเจน
- ค. ไนโตรเจน
- ง. คาร์บอนไดออกไซด์

23. เราใช้คุณสมบัติข้อใดทดสอบก๊าซในหลอดแก้วได้ ?

- ก. ขวบไฟฟอสฟอรัส
- ข. เป็นก๊าซที่ติดไฟ
- ค. ทำให้น้ำปูนใสขุ่น
- ง. เป็นก๊าซที่หนักกว่าอากาศ

24. การสังเคราะห์แสงของพืช เกี่ยวข้องกับสารใดมากที่สุด ?

- ก. ไซแซน
- ข. โปรตีน
- ค. การโบไฮเดรต
- ง. การโบไฮเดรต โปรตีน และไซแซน

25. อาหารชนิดแรกที่พืชสร้างขึ้นจากขบวนการสังเคราะห์แสงคืออะไร ?

- ก. แป้ง
- ข. ไซแซน
- ค. โปรตีน
- ง. น้ำตาลกลูโคส

26. ขบวนการใดที่พืชไม่ต้องการแสงสว่าง ?

- ก. พืช เปลี่ยนแป้ง เป็นน้ำตาล
- ข. พืช เปลี่ยนน้ำตาล เป็นแป้ง
- ค. พืช เปลี่ยนน้ำตาล เป็นโปรตีนและไซแซน
- ง. ทั้งข้อ ก. ข. และ ค

27. การที่เราจะทราบว่าพืชมีการสังเคราะห์แสงหรือไม่ ทำไมเราจึงทดสอบแป้งที่ใบ ?

- ก. เพราะ เรามีเครื่องมือทดสอบแป้งที่ใบ
- ข. เพราะที่ส่วนอื่นของพืชทดสอบไม่ได้
- ค. เพราะการทดสอบแป้งที่ใบคงคุ้นเคยกว่า
- ง. เพราะอาหารที่พืชสร้างขึ้นจากการสังเคราะห์แสงจะถูก เปลี่ยน เป็นแป้งทันทีแล้วเก็บไว้ที่ใบ

28. นักเรียนคิดว่าช่วง เวลาใดแบ่งในใบพืชควรจะมีน้อยที่สุด ?

- ก. กลางค่ำ
- ข. เที่ยงคืน
- ค. กลางวัน
- ง. เวลากลางวัน

29. ในการทดสอบแป้ง เราเอาใบไม้ไปต้มในอัลกอฮอล์เพื่อสิ่งใด ?
- ทำลาย เซลล์
 - ทำลายแป้ง
 - สกัดคลอโรฟิลล์
 - สกัดแป้งออกจากใบ
30. ถ้าเราไม่ตรวจหาแป้งในใบพืช เราจะตรวจหาแป้งที่ลำต้นได้หรือไม่ ?
- ได้แก่ตอง เป็นส่วนของลำต้นที่มีสีเขียว
 - ไม่ได้ เพราะพืชปรุงอาหารที่ใบ เท่านั้น
 - ใบได้ เพราะที่ส่วนอื่นของพืชไม่สร้างแป้ง
 - ไม่ได้ เพราะที่ส่วนอื่นของพืชทดสอบแป้งไม่ได้
31. พืชพวกใดต่อไปนี้สะสมแป้งไว้ในลำต้น ?
- เผือก แห้ว
 - เผือก มันเทศ
 - มันฝรั่ง มันเทศ
 - มันฝรั่ง มันสับปะรด
32. การสังเคราะห์แสงของพืช เกิดสิ่งใดขึ้นบ้าง ?
- ออกซิเจน
 - น้ำตาลกลูโคส
 - น้ำตาลกลูโคส น้ำ และออกซิเจน
 - พลังงาน น้ำ และการรับอนโคออกไซด์
33. เห็ด รา ซึ่งเป็นพืชที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ ใ้่อาหารมาจากไหน ?
- ดูดอาหารจากซากพืชและซากสัตว์ที่ตายแล้ว
 - เห็ด รา ใบทองไรอาหารในการเจริญเติบโต
 - สร้างอาหารขึ้นมาเองโดยใบทองไรคลอโรฟิลล์
 - ดูดการรับอนโคออกไซด์และไอน้ำในอากาศเป็นอาหาร

34. พืชทุกชนิดที่สร้างอาหารเองได้ มีประโยชน์ต่อมนุษย์และสัตว์ในทางใด ?

- ก. เป็นอาหาร
- ข. ให้ยารักษาโรค
- ค. ให้เกร็ดองุ่น
- ง. ให้กาชอวกชิเจน

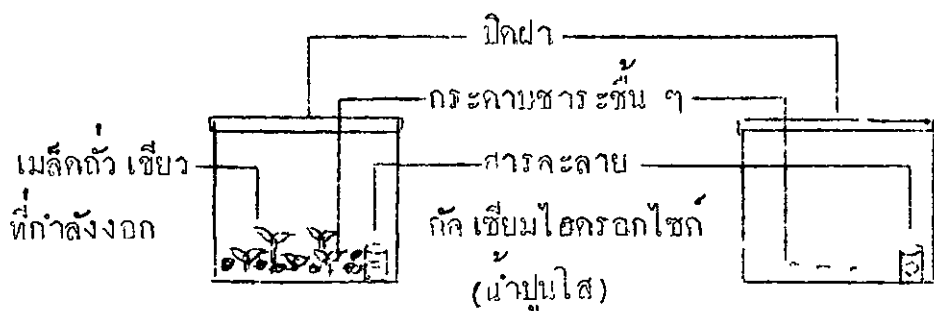
35. การการบ่อนไคออกไซด์จะไปเกิดขึ้นในกรณีใด ?

- ก. ไฟฟ้า เกราะที่แสง
- ข. พืชและสัตว์หายใจ
- ค. ซากพืชและซากสัตว์เน่าเปื่อย
- ง. การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง

36. เพราะเหตุใดจึงปลูกพืชน้ำไว้ในตู้เลี้ยงปลา ?

- ก. เมื่อใหญ่เลี้ยงปลาช่วยเพิ่มธรรมชาติ
- ข. เมื่อพืชสังเคราะห์แสงจะให้ออกซิเจนแก่ปลา
- ค. พืชจะได้น้ำการบ่อนไคออกไซด์ที่ปลาหายใจออกมาไปใช้ในการปรุงอาหาร
- ง. ปลาและพืชน้ำจะไคแลกเปลี่ยนออกซิเจนและการบ่อนไคออกไซด์ซึ่งกันและกัน

37. การทดลองดังในภาพข้างล่างนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับเรื่องใด ?



- ก. น้ำจำเป็นต่อการงอกของเมล็ด
- ข. พืชสังเคราะห์แสงแล้วให้ออกซิเจน
- ค. พืชหายใจเอาการบ่อนไคออกไซด์ออกมา
- ง. แสงสว่างจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืช

38. การเผาผลาญอาหารในร่างกายทำให้เกิดสิ่งใดขึ้น ?

- ก. พลังงาน
- ข. การบวมใส่ออกไซด์
- ค. พลังงานและการบวมใส่ออกไซด์
- ง. พลังงาน น้ำ และการบวมใส่ออกไซด์

39. ขบวนการใดที่ต้องใช้การบวมใส่ออกไซด์ ?

- ก. การสังเคราะห์แสง
- ข. การหายใจของพืชและสัตว์
- ค. การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง
- ง. การเน่าเปื่อยของซากพืชและซากสัตว์

40. ข้อใดคือความหมายของระบบนิเวศ ?

- ก. กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ ณ ที่แห่งใดแห่งหนึ่ง
- ข. การรวมกลุ่มกันของสิ่งมีชีวิตที่เป็นชนิดเดียวกัน
- ค. ระบบแห่งความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ
- ง. ระบบแห่งความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ณ ที่แห่งใดแห่งหนึ่ง

41. กลุ่มสิ่งมีชีวิตหมายถึงอะไร ?

- ก. สิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิด
- ข. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันแต่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม
- ค. สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม
- ง. สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบิโวกเดียวกัน

42. สิ่งมีชีวิตในข้อใดจัดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิต ?

- ก. ผึ้ง ปลานิล ในบ่อ เลี้ยงปลา
- ข. ปลา กุ้ง และสาหร่ายในสระน้ำ
- ค. ปลา กุ้ง ปู สาหร่าย และผักกูดขาว
- ง. ถนนมะม่วง มะพร้าว และขนุนซึ่งอยู่ในสวน

43. สมมุติธรรมชาติหมายถึงข้อใด ?

- ก. การที่สภาพแวดล้อมเหมาะสมกับสิ่งมีชีวิต
- ข. การที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตมีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน
- ค. การที่สิ่งมีชีวิตทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคมีจำนวนพอเหมาะ
- ง. การโคจรประโยชน์และเสียประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตเป็นไปอย่างสมดุล

44. ระบบนิเวศที่อยู่ในภาวะสมดุลเป็นอย่างไร ?

- ก. ผู้ผลิตมีจำนวนพอเหมาะ
- ข. สิ่งแวดล้อมไม่เปลี่ยนแปลง
- ค. ผู้ผลิตและผู้บริโภคพอเหมาะพอถ่วง
- ง. สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมไม่เปลี่ยนแปลง

45. คนชาวโกลซึ่งปลูกไวน์ไว้นานจะตายเมื่อถูกน้ำท่วม ทั้งนี้ เพราะชาวโกลเป็นอย่างไร ?

- ก. ไม่ชอบน้ำ
- ข. ไปไหนก็หาน้ำ
- ค. ไม่สามารถปรับตัวได้เข้ากับสิ่งแวดล้อมในน้ำ
- ง. ไม่มีความอดทน ทำให้ดำรงชีวิตอยู่ในน้ำไม่ได้

46. ข้อใดที่ไปไกลแสดงถึงการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ?

- ก. กบจำศีลในฤดูหนาว
- ข. ลูกมีผิวขาวเหมือนพ่อ
- ค. ปลาปักเป้าสำหรับว่ายน้ำ
- ง. ปลาน้ำลึกมีแสงสว่างในตัวเอง

47. เพราะเหตุใดผักบุ้งจึงมีชีวิตรอดอยู่ได้ทั้งบนบกและในน้ำ ?

- ก. ผักบุ้งชอบสภาพแวดล้อมทั้งบนบกและในน้ำ
- ข. ผักบุ้งมีลำต้นกลวง เป็นปล่องทำให้ลอยน้ำได้
- ค. สิ่งแวดล้อมบนบกและในน้ำคล้ายคลึงกันมาก
- ง. ผักบุ้งปรับตัวได้เข้ากับสิ่งแวดล้อมทั้งบนบกและในน้ำ

48. สัตว์ที่ปรับตัวได้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี ผลสุดท้ายจะเป็นอย่างไร ?

- ก. ปรากฏาเหนือและศัตรูโลก
- ข. มีความสวยงามตามธรรมชาติ
- ค. สามารถอยู่รอดและดำรงชีพต่อไปได้
- ง. สามารถถึงแก่พิพัตร์ตามธรรมชาติ

49. ปลาเป็นสัตว์น้ำ ฉะนั้นปลาบางปลายชนิดทำไมจึงตาย ?

- ก. ปลาไปใช้สัตว์บก
- ข. ปลาไม่ชอบสภาพแวดล้อมบนบก
- ค. ปลาใช้เหงือกหายใจบนบกไม่ได้
- ง. ปลาปรับตัวได้เข้ากับสิ่งแวดล้อมบนบกไม่ได้

50. ออกซิเจนในน้ำจะละลายลงตามีพวกใดมากเกินไป ?

- ก. สหราชอาณาจักร
- ข. แมกซีเรีย
- ค. ฟิลิปปินส์
- ง. ฝรั่งเศส

51. การป้องกันมิให้แมลงกัดกินพืชไร่ เขาทำได้อย่างไร ?

- ก. ปลูกริมรั้ว
- ข. ปลูกริมถนน
- ค. ใช้สารเคมีกำจัดแมลง
- ง. ทั้งขก ข และ ค

52. แมลงศัตรูพืชทุกชนิดมีถิ่นกำเนิดมาจากอะไร ?

- ก. ภูเขา
- ข. ป่า
- ค. น้ำ
- ง. มหาสมุทร

53. ข้อใดเป็นผลร้ายที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ ?

- ก. น้ำเสีย
- ข. น้ำท่วม
- ค. น้ำเป็นพิษ
- ง. ข้อ ก. และ ข. ถูก

54. การทำลายป่าอาจทำให้การเพาะปลูกพืชไร่ไปไกลถึงขั้นนี้ เพราะเหตุใด ?

- ก. เกิดความแห้งแล้ง
- ข. กินจากความอุดมสมบูรณ์
- ค. พืชผลไถ่มีความเสียหายเมื่อน้ำท่วม
- ง. เป็นไปไกลถึงสาบสูญ

55. ป่าไม้ช่วยป้องกันอันตรายจากน้ำท่วม (อุทกภัย) ไถ่อย่างไร ?

- ก. ป่าใบช่วยปะทะฝน
 - ข. ป่าไม้ช่วยปะทะน้ำ
 - ค. ป่าไม้ช่วยเก็บกักน้ำ
 - ง. ป่าไม้ช่วยป้องกันฝนตก
-

แบบสอบถามทัศนคติของท ุเรียนสำร็จรูป

กำรชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้ เป็นแบบสอบถามความความคิดเห็นของนักเรียนที่บ้กตอบ ุเรียนสำร็จรูป เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม นักเรียนมีอิสระเต็มที่ที่จะเลือกแสดงความคิดเห็นว่า เห็นด้วยอย่างยิง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยอย่างยิง โดยทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับข้อ นั้น ๆ

2. ขอให้นักเรียนอ่านและใช้ความคิดตัดสินใจด้วยตัว เอง

ตัวอย่าง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือเพียงช่องใดช่องหนึ่งตามความคิดเห็น ของนักเรียน ถึงตัวอย่างต่อไปนี้

	เห็น ด้วย อย่างยิง	เห็น ด้วย	ไม่แน่ ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิง
1. บทเรียนสำร็จรูปทำให้มีความเข้าใจใน เนื้อหาวิชา มากขึ้น	✓				
2. บทเรียนสำร็จรูปใช้ไ้ก็ักกับนักเรียนที่เรียนช้าเท่านั้น					✓

โปรดเลิกทำต่อไป แล้วลงมือทำตามความความคิดเห็นของนักเรียน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่นักเรียนเลือก

	เห็น ถูก , อย่างไร	เห็น ถูก	ไม่เห็น ใจ	ไม่เห็น ถูก	ไม่เห็น ถูก , อย่างไร
1. บทเรียนสำเร็จรูปเรียนไถ่สวดกรวดเร็วกว่า หนังสือธรรมดา					
2. บทเรียนสำเร็จรูปให้ถึงความรู้และความ เพลิดเพลิน					
3. เรียนควบบทเรียนสำเร็จรูปทำได้ไต่แสดง ความสามารถไต่เต็มที่					
4. บทเรียนสำเร็จรูปยุ่งยากกว่าแบบเรียนธรรมดา					
5. บทเรียนสำเร็จรูปทำให้นักเรียนไต่ลงมือทำจริง ๆ					
6. บทเรียนสำเร็จรูปให้ความรู้มากกว่าตำราเรียน ธรรมดา					
7. บทเรียนสำเร็จรูปน่าเบื่อสำหรับนักเรียนที่เรียนเก่ง					
8. บทเรียนสำเร็จรูปให้ความรู้กว้างขวาง					
9. บทเรียนสำเร็จรูปทำให้เหนื่อย บางครั้งเบื่อหน่าย					
10. การเรียนควบบทเรียนสำเร็จรูปทำให้ขยันขันแข็งขึ้น					
11. บทเรียนสำเร็จรูปทำให้รู้จักช่วยตัวเองมากขึ้น					
12. บทเรียนสำเร็จรูปทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ มากขึ้น					
13. บทเรียนสำเร็จรูปช่วยสอนแทนครูไต่บางบางเวลา					
14. บทเรียนสำเร็จรูปส่งเสริมให้นักเรียนเดาคำตอบ					
15. การเขียนตำราวิทยาศาสตร์เป็นบทเรียนสำเร็จรูป ไต่มากขึ้น					

ภาคผนวก ค.

๘

การวิเคราะห์ภาคกิจ (Task Analysis)

บทเรียนสำเร็จรูปเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis)

1. จุดมุ่งหมายทั่วไป (General Objective)

- 1.1 Cognitive Domain มุ่งให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- 1.2 Psychomotor Domain มุ่งให้มีความทักษะในการใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์
- 1.3 Affective Domain มุ่งให้นักเรียนมีความสนใจ เห็นคุณค่าและความสำคัญของสิ่งแวดล้อม

2. จุดมุ่งหมายเฉพาะ (Specific Objective)

- 2.1 ให้นักเรียนไ้รู้ความจริงต่าง ๆ คือ
 - 2.1.1 สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับสิ่งมีชีวิตด้วยกัน
 - 2.1.2 สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม เพื่อการอยู่รอดและการดำรงพันธุ์
 - 2.1.3 การทำลายสิ่งแวดล้อม ทำให้ระบบนิเวศน์เสียสมดุล ก่อให้เกิดผลเสียแก่มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ
- 2.2 ให้นักเรียนไ้รับความคิดรวบยอดดังนี้
การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมีผลดีต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ
- 2.3 ให้นักเรียนรู้หลักวิทยาศาสตร์ดังนี้
 - 2.3.1 ชีววิทยาพยายามปรับตัวเองให้อยู่ในสภาพสมดุลอยู่เสมอ
 - 2.3.2 การกินกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่อาหารเป็นการถ่ายทอดพลังงาน
- 2.4 ให้นักเรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือ สามารถใช้เครื่องมือง่าย ๆ ศึกษาและทดลองด้านนิเวศน์วิทยาได้
- 2.5 ให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อมีปัญหาก่เกิดขึ้นสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาและแก้ปัญหาโดยใช้วิธีวิทยาศาสตร์

2.6 ให้นักเรียนมีทัศนคติที่ต้องการ เช่น

2.6.1 เห็นคุณค่าและความสำคัญของสิ่งแวดล้อม

2.6.2 เห็นคุณค่าของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2.7 ให้นักเรียนมีความพอใจ

2.7.1 พอใจในการศึกษาสิ่งแวดล้อม

2.7.2 พอใจในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2.7.2.1 รักษาสิ่งแวดล้อมให้คงอยู่ตามธรรมชาติ

2.7.2.2 จัดขวางหรือคัดค้านการทำลายสิ่งแวดล้อม

2.7.2.3 สนับสนุนให้มีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและสมดุลธรรมชาติ

2.7.2.4 ช่วยแก้ไขเมื่อสภาพแวดล้อมและสมดุลธรรมชาติเสียไป

2.8 ให้นักเรียนมีความสนใจ

2.8.1 สนใจติดตามข่าวเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2.8.2 เมื่อเห็นสภาพแวดล้อมผิดปกติไป สนใจที่จะศึกษาหาสาเหตุ

3. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)

3.1 นักเรียนแต่ละคนสามารถบอกข้อแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตได้อย่างน้อยสามข้อ

3.2 นักเรียนทั้งหมดสามารถบอกความหมายของสิ่งแวดล้อมได้

3.3 ถ้าให้นักเรียนสังเกตสิ่งแวดล้อมรอบตัว นักเรียนทั้งหมดสามารถจำแนกได้ว่า สิ่งใดเป็นสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต สิ่งใดเป็นสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต

3.4 นักเรียนแต่ละคนสามารถยกตัวอย่างสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชได้อย่างน้อยสี่อย่าง

3.5 นักเรียนแต่ละคนสามารถยกตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าพืชและสัตว์มีความสัมพันธ์กันอย่างน้อยสองตัวอย่าง

3.6 นักเรียนแต่ละคนสามารถทดลองให้เห็นได้ว่าพืชและสัตว์มีความสัมพันธ์กันอย่างน้อยหนึ่งวิธี

- 3.7 นักเรียน 90 เปอร์เซนต์ สามารถบอกได้ว่า น้ำ การบอนไดออกไซด์ แสง คลอโรฟิลล์ มีความจำเป็นต่อการสร้างอาหารของพืช
- 3.8 นักเรียน 90 เปอร์เซนต์ บอกได้ว่าการสังเคราะห์แสงของพืช น้ำตาลเป็น สารชนิดแรกที่สังเคราะห์ได้โดยอาศัยแสง และพืชเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแป้งโดย ไม่ต้องการแสง
- 3.9 หลังจากนักเรียนได้ฝึกทดลองตรวจสอบแป้งในใบไม้ นักเรียนแต่ละคนสามารถ บอกคุณสมบัติของแป้งได้อย่างน้อยหนึ่งข้อ
- 3.10 หลังจากนักเรียนได้ทดลองแยกสารสีต่าง ๆ ในใบโดยวิธีโครมาโตกราฟีแล้ว นักเรียนสามารถบอกชนิดของสารสีต่าง ๆ ในใบพืชได้อย่างน้อยสองชนิด
- 3.11 นักเรียนสามารถบอกข้อแตกต่างระหว่างผู้ผลิตกับผู้บริโภคได้ถูกต้องอย่างน้อย หนึ่งข้อ
- 3.12 สามารถยกตัวอย่างห่วงโซ่อาหารได้อย่างน้อยสองตัวอย่าง (ในน้ำหนึ่งตัวอย่าง บนบกหนึ่งตัวอย่าง)
- 3.13 ถ้ายกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิดให้ นักเรียน 90 เปอร์เซนต์สามารถ เขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหารได้และสามารถบอกลำดับขั้นของการบริโภค ในห่วงโซ่อาหารได้ถูกต้อง
- 3.14 นักเรียนทุกคนสามารถสรุปได้ว่าอาหารเริ่มต้นในทุก ๆ ห่วงโซ่อาหาร คือ พืช
- 3.15 นักเรียนสามารถทำการทดลองให้เห็นว่าพืชมีพลังงานอย่างน้อยหนึ่งวิธี
- 3.16 นักเรียนสามารถทดลองให้เห็นจริงว่า พืชและสัตว์หายใจให้ก๊าซคาร์บอนได ออกไซด์ ได้อย่างน้อยหนึ่งวิธี
- 3.17 หลังจากนักเรียนได้ทำการทดลองเรื่องพืชให้ก๊าซออกซิเจน นักเรียน 90 เปอร์เซนต์สามารถบอกได้ว่าแหล่งผลิตก๊าซออกซิเจนในธรรมชาติ คือ พืชสีเขียว
- 3.18 นักเรียนทั้งหมดสามารถสังเกตและจัดบันทึกสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบนิเวศน์ได้
- 3.19 หลังจากนักเรียนได้ฝึกสังเกตและจัดบันทึกสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบนิเวศน์แล้ว นักเรียน 90 เปอร์เซนต์ สามารถสรุปได้ว่า ในระบบนิเวศน์หนึ่ง ๆ ประกอบด้วย สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

- 3.20 หลังจากนักเรียนได้เรียนเรื่องการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตแล้ว นักเรียน 90 เปอร์เซ็นต์สามารถสรุปได้ว่าสิ่งมีชีวิตปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อความอยู่รอด และเพื่อมิให้เกิดการสูญพันธุ์
- 3.21 สามารถยกตัวอย่างการปรับตัวของพืชและสัตว์เพื่อให้มีชีวิตอยู่อย่างเหมาะสมในสภาพแวดล้อมได้อย่างน้อยสี่อย่าง (การปรับตัวของพืชสองตัวอย่าง การปรับตัวของสัตว์สองตัวอย่าง)
- 3.22 หลังจากให้นักเรียนได้เรียนเรื่องการกระทำของมนุษย์ที่ทำให้ระบบนิเวศน์ในน้ำเสียสมดุลไปแล้ว นักเรียนสามารถบอกสาเหตุและวิธีป้องกันมิให้น้ำเสียได้อย่างน้อยสามข้อ
- 3.23 นักเรียนทุกคนสามารถบอกถึงผลเสียอันเกิดจากการเสียของน้ำได้อย่างน้อยสองข้อ
- 3.24 นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของป่าไม้ได้อย่างน้อยสี่ข้อ
- 3.25 นักเรียนทุกคนสามารถทดลองให้เห็นได้ว่าพืชช่วยป้องกันมิให้น้ำกัดเซาะและพัดพาหน้าดิน
- 3.26 นักเรียนสามารถบอกถึงผลเสียของการที่ป่าไม้ถูกทำลายได้อย่างน้อยสามข้อ
- 3.27 นักเรียนทุกคนสามารถบอกวิธีอนุรักษ์ป่าไม้ได้อย่างน้อยสามข้อ

4. Concept

การสอนวิทยาศาสตร์เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม มุ่งให้นักเรียนมีลำดับความคิดต่อเนื่องดังนี้

- 4.1 สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกับสิ่งมีชีวิตด้วยกัน
- 4.2 พืชสร้างอาหารได้เองโดยอาศัยแสง เราจึงเรียกพืชว่าผู้ผลิต
- 4.3 สัตว์สร้างอาหารเองไม่ได้ ต้องกินพืชหรือสัตว์อื่นเป็นอาหาร จึงเรียกว่า ผู้บริโภค
- 4.4 พืชและสัตว์จะมีการกินกันเป็นทอด ๆ การกินต่อกันเป็นทอด ๆ นี้เราเรียกว่า ห่วงโซ่อาหาร
- 4.5 ในห่วงโซ่อาหารจะมีพืชเป็นอาหารขั้นต้นเสมอ

- 4.6 อาหารทำให้เกิดพลังงาน สิ่งมีชีวิตใช้พลังงานในการเคลื่อนไหว การเจริญเติบโต และการทำงาน การใช้พลังงานนี้สังเกตได้ง่ายในสัตว์
- 4.7 พืชมีพลังงานและใช้พลังงานเช่นเดียวกับสัตว์
- 4.8 การกินกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่อาหารเป็นการถ่ายทอดพลังงาน
- 4.9 การสังเคราะห์แสงเป็นการสร้างอาหารจากคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยอาศัยพลังงานจากแสงและคลอโรฟิลเป็นตัวช่วย
- 4.10 พืชสีเขียวเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด
- 4.11 สารสีเขียวในพืชประกอบด้วยคลอโรฟิลและสารสีอื่น ๆ ซึ่งสามารถแยกออกมาได้โดยวิธีโครมาโตกราฟี
- 4.12 ในการสร้างอาหารของพืช น้ำตาลเป็นสารแรกที่พืชสังเคราะห์ได้โดยอาศัยแสง พืชเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแป้งอีกชั้นหนึ่งโดยไม่ต้องใช้แสง
- 4.13 พืชและสัตว์หายใจให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซนี้มีการหมุนเวียนสู่บรรยากาศ
- 4.14 สิ่งมีชีวิตมีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน
- 4.15 สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณหนึ่งเรียกว่ากลุ่มสิ่งมีชีวิต กลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตประกอบเป็นระบบนิเวศน์
- 4.16 ในระบบนิเวศน์หนึ่ง ๆ จะมีพืชและสัตว์อยู่ร่วมกันเสมอ แต่จำนวนและชนิดของพืชและสัตว์ในระบบนิเวศน์ที่ต่างกันจะไม่เหมือนกัน
- 4.17 สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อการอยู่รอดและดำรงพันธุ์
- 4.18 มนุษย์สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมตามความต้องการใดดีกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น แต่บางครั้งทำให้ระบบนิเวศน์เสียสมดุล
- 4.19 การทำให้ระบบนิเวศน์เสียสมดุลก่อให้เกิดผลเสียแก่มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

5. คำถามเกณฑ์ (Test Item or Criterion Test)

- 5.1 สิ่งแวดล้อมคืออะไร ?
- 5.2 สิ่งแวดล้อมมีกี่ประเภท ?

- 5.3 น้ำ แสงสว่าง และปริมาณเนื้อที่ ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต มีความสัมพันธ์กับพืชอย่างไร ?
- 5.4 พืชกับพืชมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ?
- 5.5 พืชและสัตว์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร ?
- 5.6 พืชใดที่เชื่อว่าผู้ผลิตเพราะเหตุใด ?
- 5.7 สัตว์ใดที่เชื่อว่าผู้บริโภคเพราะเหตุใด ?
- 5.8 เพราะเหตุใดให้ตราจึงจัดเป็นผู้บริโภค ?
- 5.9 ถ้าโลกเราไม่มีพืช (ผู้ผลิต) อยู่เลย ผลจะเป็นอย่างไร ?
- 5.10 ห่วงโซ่อาหารหมายถึงอะไร ?
- 5.11 สายใยอาหารหมายถึงอะไร ?
- 5.12 สิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสงของพืชมีอะไรบ้าง ?
- 5.13 การสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นที่ส่วนใดของพืช ?
- 5.14 จากการสังเคราะห์แสงของพืชจะได้อะไรบ้าง ?
- 5.15 เราจะทดสอบได้อย่างไรว่าพืชมีการสังเคราะห์แสง ?
- 5.16 สารสีต่าง ๆ ในใบพืชมีอะไรบ้าง ?
- 5.17 สารสีต่าง ๆ ในใบพืชแยกจากกันได้โดยวิธีใด ?
- 5.18 อาหารสะสมของพืชมีสิ่งใดบ้าง ?
- 5.19 อาหารที่พืชเก็บสะสมไว้ส่วนใหญ่เป็นอาหารจำพวกใด ?
- 5.20 พืชเก็บสะสมอาหารชนิดต่าง ๆ ไว้ที่ส่วนใด ?
- 5.21 พลังงานที่สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ในการเคลื่อนไหว การเจริญเติบโต และการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้มาจากไหน ?
- 5.22 สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ดึงดูดพลังงานให้แกกันได้อย่างไร ?
- 5.23 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในบรรยากาศมาจากไหน ?
- 5.24 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีการหมุนเวียนอย่างไร ?
- 5.25 จะทำการทดลองอย่างไรจึงจะทราบว่าพืชและสัตว์หายใจให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ?

- 5.26 ระบบนิเวศน์หมายถึงอะไร ?
- 5.27 ระบบนิเวศน์แบ่งออกเป็นกี่ประเภท ? อะไรบ้าง ?
- 5.28 ในระบบนิเวศน์ที่ต่างกัน มีอะไรแตกต่างกันบ้าง ?
- 5.29 อ่างเลี้ยงปลาจัดเป็นระบบนิเวศน์หรือไม่ ? เพราะเหตุใด ?
- 5.30 สมดุลธรรมชาติ คือ อะไร ?
- 5.31 ระบบนิเวศน์ที่อยู่ในภาวะสมดุลเป็นอย่างไร ?
- 5.32 ธรรมชาติเสียสมดุลเนื่องจากสาเหตุใดบ้าง ?
- 5.33 เรามีวิธีการรักษาสมดุลของระบบนิเวศน์ได้อย่างไร ?
- 5.34 สิ่งมีชีวิตปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร ? จงยกตัวอย่างการปรับตัวของพืชและสัตว์มาอย่างละสองชนิด
- 5.35 ทำ สิ่งมีชีวิตจึงจำเป็นต้องปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ?
- 5.36 ถ้าสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปมากเกินไปสิ่งมีชีวิตจะปรับตัวได้ สิ่งมีชีวิตจะเป็นอย่างไร ?
- 5.37 สัตว์ป่าในเมืองไทย เช่น สมัน ละอง ละมั่ง และโคไพร สูญพันธุ์ไปเพราะเหตุใดบ้าง ?
- 5.38 เราจะอนุรักษ์สัตว์ป่าที่ยังคงเหลืออยู่ได้อย่างไร ?
- 5.39 มนุษย์ทำให้ระบบนิเวศน์เสียสมดุลได้อย่างไร ?
- 5.40 การเสียสมดุลของระบบนิเวศน์ในน้ำ เช่น การเกิดน้ำเน่าในแม่น้ำแม่กลอง มีสาเหตุมาจากอะไรบ้าง ?
- 5.41 การเสียสมดุลของระบบนิเวศน์ในน้ำอันเนื่องมาจากน้ำเน่ามีผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร ?
- 5.42 เราจะป้องกันมิให้แหล่งน้ำต่าง ๆ เน่า เหม็น ได้อย่างไร ?
- 5.43 ป่าไม้มีประโยชน์อย่างไรบ้าง ?
- 5.44 การเสียสมดุลของระบบนิเวศน์ป่ามีสาเหตุมาจากสิ่งใด ? ก่อให้เกิดผลเสียอย่างไรบ้าง ?
- 5.45 เราจะอนุรักษ์ป่าให้อยู่ในสภาพสมดุลได้โดยวิธีใด ?
- 5.46 เราจะใช้วิธีการทดลองอย่างไรจึงจะทราบว่าพืชช่วยรักษาหน้าดิน ?

6. การแจกแจงเนื้อหา

บทที่ 1 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

- 1.1 ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิต
- 1.2 ความหมายของสิ่งแวดล้อม
- 1.3 ประเภทของสิ่งแวดล้อม
 - 1.3.1 สิ่งแวดล้อมที่เป็นสิ่งมีชีวิต
 - 1.3.2 สิ่งแวดล้อมที่เป็นสิ่งไม่มีชีวิต
- 1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต (น้ำ แสงสว่าง และดิน) กับพืช
- 1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับพืช
- 1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับสัตว์

บทที่ 2 ห่วงโซ่อาหาร

- 2.1 ความหมายของห่วงโซ่อาหาร
- 2.2 องค์ประกอบของห่วงโซ่อาหาร
 - 2.2.1 ผู้ผลิต
 - 2.2.2 ผู้บริโภค
- 2.3 ลำดับขั้นของการบริโภคในห่วงโซ่อาหาร
- 2.4 การเขียนแผนผังแสดงห่วงโซ่อาหาร
- 2.5 สายใยอาหาร

บทที่ 3 ความสำคัญของอาหาร

- 3.1 แหล่งที่มาของอาหารในพืชและสัตว์
- 3.2 ประโยชน์ของอาหาร
- 3.3 การถ่ายทอดพลังงานในสิ่งที่มีชีวิต

บทที่ 4 การสังเคราะห์แสงของพืช

- 4.1 ความหมายของการสังเคราะห์แสง
- 4.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงของพืช (แสงสว่าง คลอโรฟิลล์ น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์)
 - 4.2.1 สารสีต่าง ๆ ในใบพืช
 - 4.2.2 การแยกสารสีต่าง ๆ ในใบพืชโดยวิธีโครมาโตกราฟี
- 4.3 ผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืช
 - 4.3.1 การทดสอบแป้ง
 - 4.3.2 การทดลองที่แสดงให้เห็นว่าพืชสร้างน้ำตาลก่อนแล้วเปลี่ยนไปเป็นแป้ง
- 4.4 แหล่งเก็บสะสมอาหารในพืช

บทที่ 5 การหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

- 5.1 แหล่งที่มาของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในบรรยากาศ
- 5.2 การหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- 5.3 การทดลองที่แสดงให้เห็นว่าพืชและสัตว์หายใจจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

บทที่ 6 ระบบนิเวศน์

- 6.1 ความหมายของระบบนิเวศน์
- 6.2 ประเภทของระบบนิเวศน์
 - 6.2.1 ระบบนิเวศน์บนบก
 - 6.2.2 ระบบนิเวศน์ในน้ำ
- 6.3 การสำรวจระบบนิเวศน์

บทที่ 7 การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

- 7.1 การปรับตัวของพืชและสัตว์ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม
- 7.2 จุดมุ่งหมายของการปรับตัว

- 7.3 ผลเสียที่เกิดขึ้นจากการที่พืชและสัตว์ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับ
สิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้
- 7.4 สัตว์ป่าที่สูญพันธุ์ไปเนื่องจากการไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม
- 7.5 การกระทำของมนุษย์ที่ทำให้สัตว์ป่าบางชนิดสูญพันธุ์ไป บางชนิดมีจำนวน
น้อยลงจนใกล้จะสูญพันธุ์
- 7.6 วิธีการอนุรักษ์สัตว์ป่า

บทที่ 8 มนุษย์และสิ่งแวดล้อม

- 8.1 การเสียสมดุลของระบบนิเวศอันเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์
- 8.2 ผลเสียอันเนื่องมาจากการเสียสมดุลของระบบนิเวศ
- 8.3 วิธีป้องกันและรักษามิให้ระบบนิเวศเสียสมดุล

คำชี้แจงสำหรับผู้เรียน

บทเรียนที่นักเรียนจะได้เรียนนี้เรียกว่า "บทเรียนสำเร็จรูป" เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง บทเรียนนี้จะให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมแก่นักเรียน นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำในการเรียนบทเรียนอย่างเคร่งครัดจึงจะได้ผลดี

ในการเรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป มีข้อแนะนำกับนักเรียน ดังนี้

1. อ่านบทเรียนทีละข้อหรือทีละกรอบตามลำดับ ขณะอ่านควรสังเกตและทำความเข้าใจในแต่ละกรอบ แล้วตอบคำถามในช่องว่าง ถ้าไม่มีช่องว่างก็แสดงว่าไม่ต้องการคำตอบในกรอบนั้น เพียงแต่ให้นักเรียนทำความเข้าใจ เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการหาคำตอบในกรอบถัดไป

2. เมื่อนักเรียนทำบทเรียนเสร็จหนึ่งกรอบ ให้ตรวจคำตอบในหน้าถัดไป

3. ถ้านักเรียนทำข้อใดผิดไม่ควรเสียใจ ขอให้นักเรียนกลับไปอ่านข้อความในข้อนั้นอีกครั้งหนึ่ง แล้วแก้คำตอบที่ผิดให้ถูกต้องก่อนที่จะทำข้อใหม่ โดยขีดฆ่าคำตอบเดิม แล้วเขียนคำตอบที่ถูกต้องลงไปแทน

4. อย่าเปิดคำตอบก่อนที่จะเติมคำตอบลงไปในช่องว่างเป็นอันขาด เพราะจะไม่ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ขึ้นมาเลย และเป็นการเรียนที่เสียเปล่า

5. การเรียนบทเรียนนี้ไม่จำเป็นต้องเรียนให้เสร็จพร้อมคนอื่น ให้นักเรียนเรียนไปตามความสามารถ ถ้าเหนื่อยก็หยุดพักและค่อยทำต่อภายหลัง หรือจะทบทวนข้อความรู้ที่เรียนมาก่อนแล้วก็ได้

ขอแนะนำให้นักเรียนอ่านข้อความของแต่ละกรอบด้วยความตั้งใจ ไม่ต้องรีบร้อน
นักเรียนจะตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง และจะเป็นความรู้ที่นักเรียนได้รับ

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ถ้านักเรียนพิจารณาสິงต่าง ๆ ในโลกนี้ จะพบว่าแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ สิ่งมีชีวิต และ สิ่งไม่มีชีวิต

1. สิ่งมีชีวิต จะต้องมืคุณสมบัติที่สำคัญ คือ กินอาหารได้ เคลื่อนที่ได้ หายใจได้ เจริญเติบโตได้ และสืบพันธุ์ได้

พืชและสัตว์ กินอาหารได้ เคลื่อนที่ได้ หายใจได้ เจริญเติบโตได้ และสืบพันธุ์ได้ จัดเป็น

2. สิ่งใดก็ตามที่กินอาหารไม่ได้ เคลื่อนที่ไม่ได้ หายใจไม่ได้ เจริญเติบโตไม่ได้ และสืบพันธุ์ไม่ได้ เรียกว่า สิ่งไม่มีชีวิต

ดิน หิน ซอเล็ก กินอาหารไม่ได้ เคลื่อนที่ไม่ได้ หายใจไม่ได้ เจริญเติบโตไม่ได้ และสืบพันธุ์ไม่ได้ จึงจัดเป็น

3. จากความรู้ดังกล่าว คิดว่านักเรียนคงสามารถบอกได้ใช่ไหมว่า สิ่งใดมีชีวิต และ สิ่งใดไม่มีชีวิต

เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนเข้าใจเรื่องสิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิตดีแล้ว ขอให้นักเรียนพิจารณาสິงต่อไปนี้ให้รอบคอบ แล้วจัดประเภทให้ถูกต้อง

รถยนต์ เครื่องบิน แผลง หนอง น้ำ อากาศ หิน

ก. สิ่งมีชีวิต ใดแก่

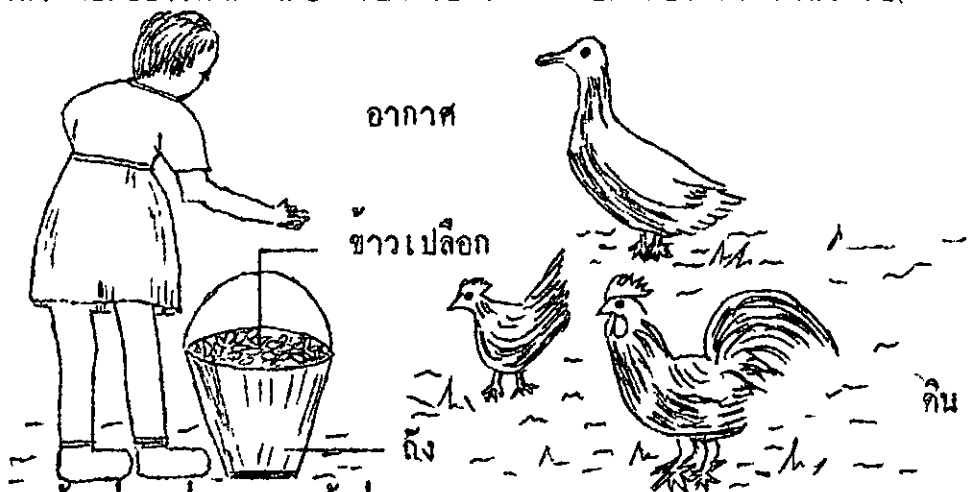
ข. สิ่งไม่มีชีวิต ใดแก่

4. ถ้านักเรียนพิจารณาสิ่งต่าง ๆ รอบตัวนักเรียน จะพบว่ามีทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ครู เพื่อน ๆ โต๊ะ เก้าอี้ หนังสือ ปากกา ไม้บรรทัด เป็นต้น
- ก. ครู เพื่อน ๆ จัดเป็น
- ข. โต๊ะ เก้าอี้ หนังสือ ปากกา ไม้บรรทัด จัดเป็น

5. ใช่แล้ว ครู เพื่อน ๆ จัดเป็นสิ่งมีชีวิต ส่วนโต๊ะ เก้าอี้ หนังสือ ปากกา ไม้บรรทัด จัดเป็นสิ่งไม่มีชีวิต สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเหล่านี้ เราเรียกว่า สิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อม หมายถึง

6. นักเรียนทราบมาแล้วว่าสิ่งแวดล้อมหมายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวนักเรียน อาจเป็นสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิตก็ได้

เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนเข้าใจเรื่องสิ่งแวดล้อมดีแล้ว ขอให้นักเรียนดูรูปข้างล่างนี้ แล้วบอกชีวสิ่งแวดล้อมของเด็กคนนี้มีอะไรบ้าง เป็นสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต



- ก. สิ่งแวดล้อมที่เป็นสิ่งมีชีวิต ใดแก่ (1) (2) (3)
- ข. สิ่งแวดล้อมที่เป็นสิ่งไม่มีชีวิต ใดแก่ (1) (2) (3)

1. สิ่งมีชีวิต

2. สิ่งไม่มีชีวิต

3. ก. แมลง หนอน ข. รถยนต์ เครื่องบิน น้ำ อากาศ หิน

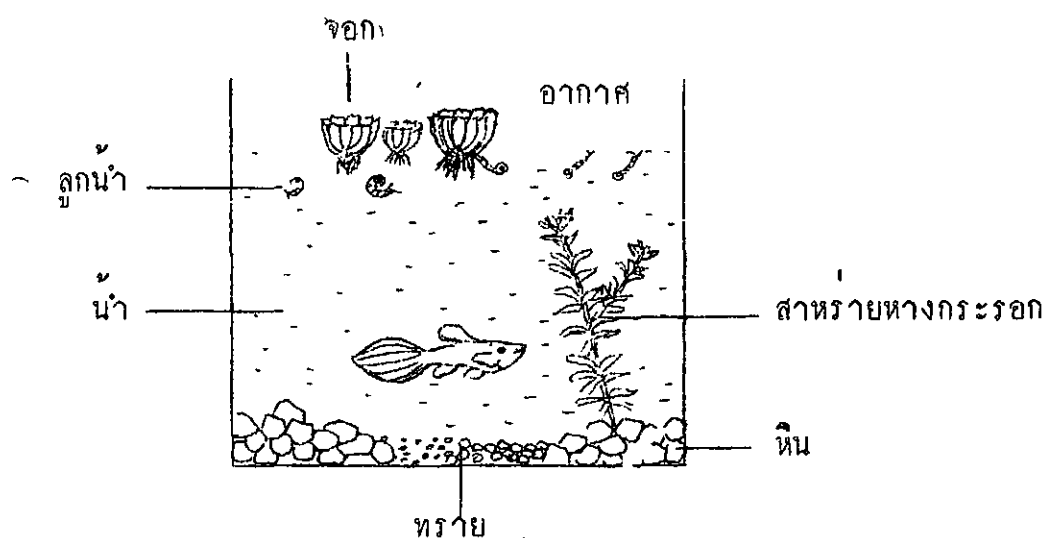
7. นอกจากสิ่งต่าง ๆ ที่กล่าวแล้ว "สิ่งแวดล้อม" ยังรวมถึง ดิน น้ำ อากาศ ความชื้น แสงสว่าง อุณหภูมิ และทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวเรา

ก. ดิน น้ำ อากาศ ความชื้น แสงสว่าง อุณหภูมิ จัดเป็น

ข. ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัว จัดเป็น

8. ปลาเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ

สิ่งแวดล้อมของปลาจากภาพข้างล่างนี้มีอะไรบ้าง



ก. สิ่งแวดล้อมที่เป็นสิ่งมีชีวิต ได้แก่

ข. สิ่งแวดล้อมที่เป็นสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่

4. ก. สิ่งมีชีวิต ข. สิ่งไม่มีชีวิต 5. สิ่งต่าง ๆ รอบตัว

6. ก. (1) เปิด (2) ใก (3) ข้าวเปลือก ข. (1) ถัง (2) ดิน (3) อากาศ

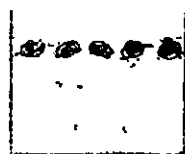
เมื่อนักเรียนเข้าใจคำว่า "สิ่งแวดล้อม" ดีแล้ว ต่อไปเราจะศึกษากันถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยจะศึกษากันว่าสิ่งแวดล้อมมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

9. สิ่งแวดล้อมสิ่งแรกที่จะกล่าวถึงกันคือน้ำ น้ำถือได้ว่าเป็นสิ่งแวดล้อมอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อพืช เมล็ดพืชจะงอกได้ต้องอาศัยน้ำเป็นปัจจัยสำคัญ

สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดคือ

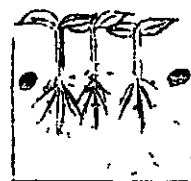
10. ขอให้นักเรียนศึกษาผลการทดลองเพาะเมล็ดถั่วเขียวในกระป๋อง 2 ใบต่อไปนี้

กระป๋องใบที่ 1



มีดิน มีน้ำ

ผลปรากฏว่า



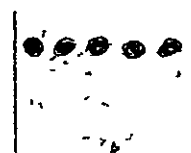
งอกเป็นต้น

กระป๋องใบที่ 2



มีดิน ไม่มีน้ำ

ผลปรากฏว่า



ไม่งอก

ก. เมล็ดถั่วในกระป๋องใบไหนงอกเป็นต้น

ข. เมล็ดถั่วในกระป๋องใบที่ 2 ไม่งอก เพราะว่า

ค. แสดงว่า มีผลต่อการงอกของเมล็ด

7. ก. สิ่งแวดล้อม

ข. สิ่งแวดล้อม

8. ก. จอก ลูกน้ำ สัตว์ร้ายทางกระรอก

ข. อากาศ น้ำ หิน หวาย

11. นักเรียนทราบแล้วว่าน้ำมีผลต่อการงอกของเมล็ด ต่อไปเราจะศึกษากันถึงจำนวนเมล็ดที่งอก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเมล็ดพืชถึงแม้จะเพาะไว้ในภาชนะที่มีสภาพแวดล้อมทุกอย่างเหมือนกัน แต่จำนวนเมล็ดที่งอกมักจะต่างกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กระป๋องใบที่ 1 เพาะเมล็ดถั่วเขียวไว้ 20 เมล็ด ผลปรากฏว่างอกเป็นต้น 10 ต้น

กระป๋องใบที่ 2 เพาะเมล็ดถั่วเขียวไว้ 20 เมล็ด ผลปรากฏว่างอกเป็นต้น 15 ต้น

เมล็ดถั่วเขียวในกระป๋องใบไหนงอกดีกว่า

12. นักเรียนตอบได้ถูกต้องแล้ว เมล็ดถั่วเขียวในกระป๋องใบที่ 2 งอกได้ดีกว่า โดยนักเรียนดูจากจำนวนต้นที่งอกเปรียบเทียบกับได้ทันที เพราะจำนวนเมล็ดที่ใช้เพาะในกระป๋องทั้ง 2 ใบเท่ากัน แต่ถ้าเมล็ดที่ใช้เพาะในกระป๋องทั้ง 2 ใบไม่เท่ากัน เราต้องคำนวณหาร้อยละของการงอกของเมล็ดเสียก่อน แล้วจึงเปรียบเทียบกัน เช่น

กระป๋องใบที่ 1

เพาะเมล็ดถั่วเขียวไว้ 50 เมล็ด งอกเป็นต้น เท่ากับ 28 ต้น

ถ้าเพาะเมล็ดถั่วเขียวไว้ 100 เมล็ด งอกเป็นต้น เท่ากับ $\frac{28 \times 100}{50}$ ต้น

เมล็ดถั่วเขียวในกระป๋องใบที่ 1 มีร้อยละของการงอก เท่ากับ 56

กระป๋องใบที่ 2

เพาะเมล็ดถั่วเขียวไว้ 60 เมล็ด งอกเป็นต้น เท่ากับ 30 ต้น

ถ้าเพาะเมล็ดถั่วเขียวไว้ 100 เมล็ด งอกเป็นต้น เท่ากับ ต้น

เมล็ดถั่วเขียวในกระป๋องใบที่ 2 มีร้อยละของการงอก เท่ากับ

เมล็ดถั่วเขียวในกระป๋องใบไหนงอกได้ดีกว่า

9. น้ำ

10. ก. กระป๋องใบที่ 1

ข. ไม่มีน้ำ

ค. น้ำ

13. จากกรอบที่ 12 เมล็ดถั่วเขียวในกระป๋องใบที่ 1 มีร้อยละของการงอกเท่ากับ 56 หมายความว่า ถ้าเพาะเมล็ดถั่วเขียวจำนวน 100 เมล็ด จะงอกเป็นต้นเท่ากับ 56 ต้น
เมล็ดถั่วเขียวในกระป๋องใบที่ 2 มีร้อยละของการงอกเท่ากับ 50 หมายความว่า ถ้า
เพาะเมล็ดถั่วชนิดนี้จำนวน เมล็ด จะงอกเป็นต้นเท่ากับ ต้น

14. การร้อยละของการงอกของเมล็ด อาจจะเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าเปอร์เซ็นต์
การงอกของเมล็ด

เมล็ดถั่วเขียวมีร้อยละของการงอกเท่ากับ 56 เราเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าเมล็ด
ถั่วเขียวมีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ เปอร์เซ็นต์

15. โดยทั่วไปเมล็ดพืชที่จะใช้เพาะปลูกควรนำมาหาเปอร์เซ็นต์การงอก (ร้อยละ
ของการงอก) เสียก่อน แล้วคัดเลือกเมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูง ๆ ไว้

ผลการหาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดถั่วเหลืองจากสถานที่ 3 แห่ง เป็นดังนี้

เมล็ดจากร้านศูนย์รวมพันธุ์พืชมีเปอร์เซ็นต์การงอก 70 เปอร์เซ็นต์

เมล็ดจากร้านนานาพันธุ์พืชมีเปอร์เซ็นต์การงอก 80 เปอร์เซ็นต์

เมล็ดจากเกษตรอำเภอมีเปอร์เซ็นต์การงอก 90 เปอร์เซ็นต์

เมล็ดถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับใช้เพาะปลูก คือ เมล็ดถั่วเหลืองจาก

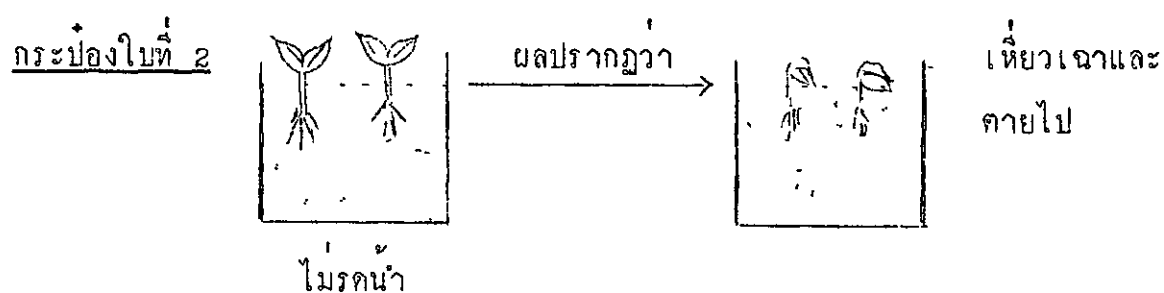
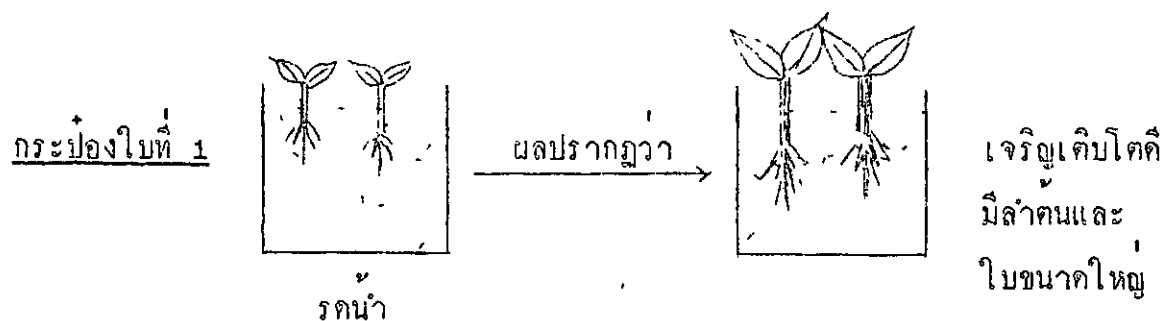
11. กระป๋องใบที่ 2

12. เท่ากับ $\frac{100 \times 30}{60}$

เท่ากับ 50

กระป๋องใบที่ 1

16. น้ำนอกจากจะมีผลต่อการงอกของพืชแล้ว ยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย
 ดังจะเห็นได้จากการทดลองต่อไปนี้



- ก. สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในที่นี้ คือ
- ข. ถ้าพืชขาดน้ำพืชจะ

13. 100 เมล็ด 50 ต้น

14. 56 เปอร์เซ็นต์

15. เกษตรอำเภอบาง

นักเรียนได้ศึกษามาแล้วว่าน้ำมีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืช ต่อไปนี้เราจะศึกษากันว่าแสงมีผลต่อพืชอย่างไร

17. หากนักเรียนสังเกตต้นหญ้าที่ไม่ได้รับแสงสว่างเนื่องจากมีวัตถุวางทับอยู่ จะพบว่าต้นและใบมีสีเหลืองหรือขาว เมื่อเอาวัตถุที่ทับนั้นออกไป และให้ได้รับแสงระยะหนึ่ง ต้นและใบจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว

ก. ต้นและใบของหญ้าที่ไม่ได้รับแสงสว่างจะมีสี

ข. เมื่อให้หญ้าที่มีสีเหลืองหรือสีขาวอันเนื่องมาจากสาเหตุดังกล่าว ได้รับแสงระยะหนึ่ง ต้นและใบจะเปลี่ยนเป็น

ค. แสดงว่าการสร้างสารสีเขียวในส่วนต่าง ๆ ของพืชจำเป็นต้องอาศัย

18. ถูกต้องแล้ว แสงมีผลต่อการสร้างสารสีเขียวในส่วนต่าง ๆ ของพืช สารสีเขียวนี้เราเรียกว่า คลอโรฟิลล์

ก. ส่วนต่าง ๆ ของพืชที่มีคลอโรฟิลล์จะมีสี

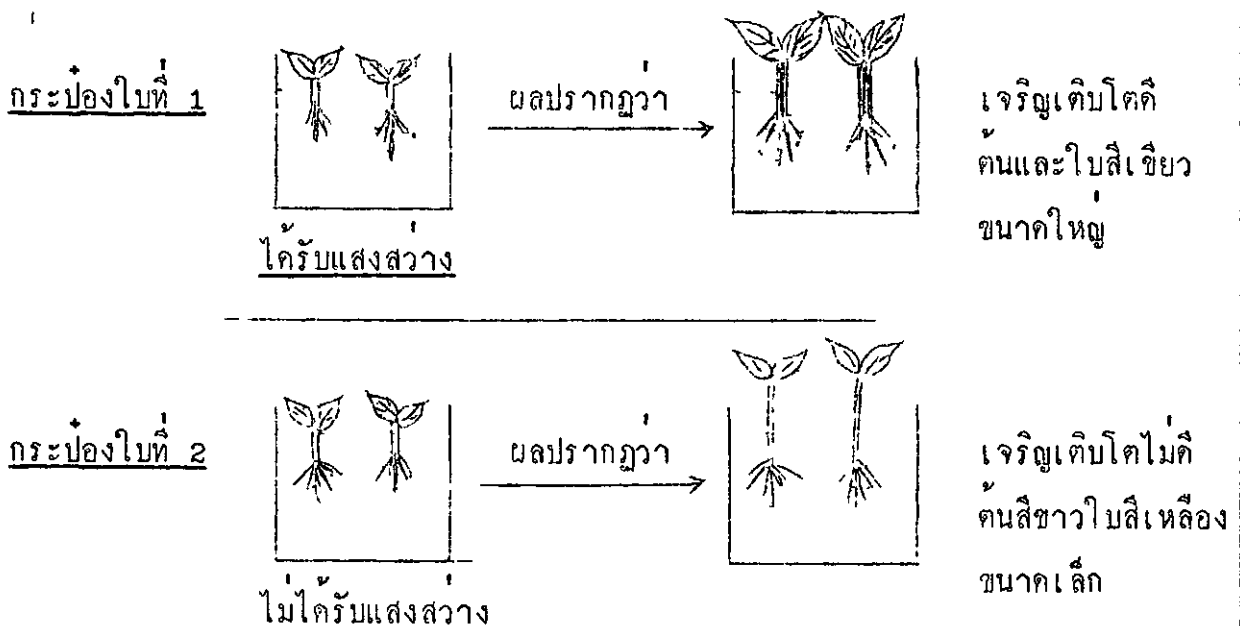
ข. ดังนั้น ตรงส่วนที่เป็นสีขาวของใบพลูด่างจะไม่มีสารที่เรียกว่า

16. ก. น้ำ

ข. เหี่ยวเฉาและตายไป

19. แสงนอกจากจะเป็นสิ่งจำเป็นต่อการสร้างสารสีเขียวในส่วนต่าง ๆ ของพืชแล้วยังจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย

ถ้าเรานำต้นถั่วเขียวในกระป๋อง 2 ใบที่มีสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เหมือนกัน เช่น ขนาดของกระป๋อง ชนิดและปริมาณของดิน จำนวนและขนาดของต้นถั่ว ปริมาณน้ำที่รดให้ต่างกันเฉพาะการรับแสง ผลปรากฏดังภาพ



ก. ต้นถั่วเขียวในกระป๋องใบที่ 1 เจริญเติบโตดีกว่าต้นเขียวในกระป๋องใบที่ 2 เพราะ ต้นถั่วเขียวในกระป๋องใบที่ 1 ส่วนต้นถั่วเขียวในกระป๋องใบที่ 2

ข. แสดงว่า มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

17. ก. เหลือง หรือ ขาว

ข. สีเขียว

ค. แสง

18. ก. เขียว

ข. คลอโรฟิลล์

สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งศึกษากันมาแล้ว คือ น้ำและแสงสว่าง
สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งจะศึกษากันต่อไป คือ ดิน

20. ดินเป็นสิ่งแวดล้อมอีกชนิดหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชอาศัยดินเป็นที่
หยั่งราก ยึดลำต้น และได้ประโยชน์จากแร่ธาตุต่าง ๆ ในดิน ถ้าดินมีแร่ธาตุต่าง ๆ เพียงพอ
กับความต้องการ พืชจะเจริญเติบโตดี ถ้าดินมีแร่ธาตุต่าง ๆ ไม่เพียงพอับความต้องการ
พืชอาจจะขึ้นได้แต่ไม่ค่อยเจริญเติบโต

ก. สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอีกอย่างหนึ่ง คือ

ข. พืชเจริญเติบโตดี ถ้าดินมีแร่ธาตุต่าง ๆ

ค. พืชจะไม่เจริญเติบโต ถ้าดินมีแร่ธาตุต่าง ๆ

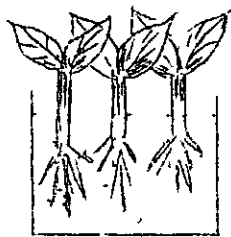
21. นอกจากปริมาณของแร่ธาตุในดินจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้ว ชนิดของดิน
ก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย พืชบางชนิดชอบดินร่วน บางชนิดชอบดินทราย และ
บางชนิดชอบดินเหนียว ดังนั้น ถ้าพืชใดอยู่ในดินชนิดที่พืชต้องการพืชจะ เจริญเติบโตได้ดี
พืชจะเจริญเติบโตได้ดีในดินชนิด

19. ก. ได้รับแสงสว่าง
ไม่ได้รับแสงสว่าง

ข. แสง

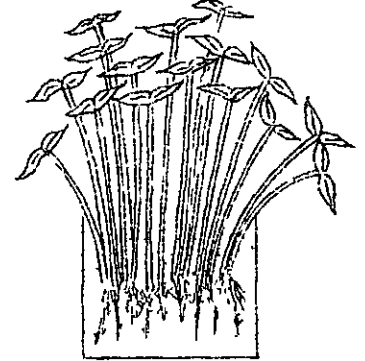
22. สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากเป็นสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต เช่น น้ำ แสงสว่าง และดินแล้ว สิ่งแวดล้อมที่เป็นสิ่งมีชีวิตอันได้แก่พืชที่อยู่รวมกันก็มีผล (อิทธิพล) ต่อการเจริญเติบโตของกันและกันด้วย ดังจะเห็นได้จากการทดลองปลูกถั่วเขียว ในกระป๋อง 2 ใบ ที่มีสภาพแวดล้อมทุกอย่างเหมือนกัน ต่างกันที่จำนวนต้นถั่วเขียว

กระป๋องใบที่ 1
ปลูกไว้ 3 ต้น



เจริญเติบโตดี มีลำต้น
และใบ ขนาดใหญ่

กระป๋องใบที่ 2
ปลูกไว้ 16 ต้น



เจริญเติบโตไม่ดี มีลำต้น
และใบขนาดเล็ก ส่วนใหญ่
ต้นสูงชุลคุ

ต้นถั่วที่ปลูกไว้รวมกันจำนวนมากในเนื้อที่จำกัดจะเจริญเติบโตดีหรือไม่

23. จากกรอบที่ 22 ต้นถั่วเขียวซึ่งปลูกรวมกันไว้จำนวนมาก ๆ ในกระป๋องใบที่ 2 เจริญเติบโตไม่ดี เพราะว่ามี มีการแย่งอาหารซึ่งมีปริมาณจำกัด และแข่งขันกันรับแสงสว่าง อย่างเต็มที่

ต้นถั่วที่ปลูกรวมกันไว้จำนวนมาก ๆ ในกระป๋องใบที่ 2 เจริญเติบโตไม่ดี เพราะว่ามี

.....

แสดงว่า พืชที่อยู่รวมกันมีความสัมพันธ์ต่อกัน (ข้อนี้ไม่ต้องการคำตอบ)

20. ก. ดิน

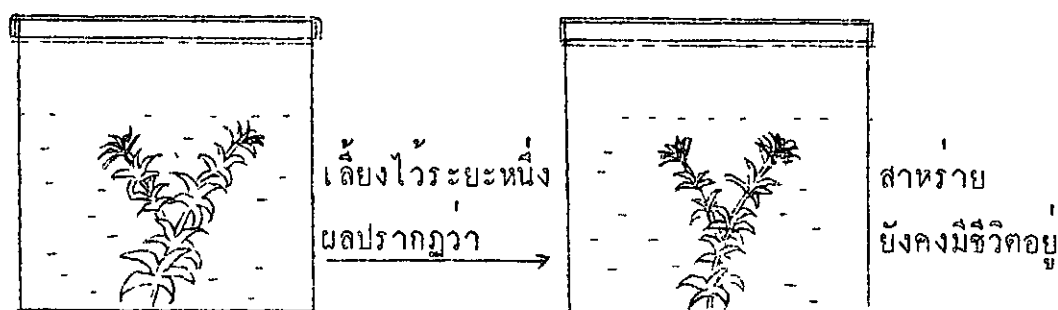
ข. เพียงพอกับความต้องการ

ค. ไม่เพียงพอกับความต้องการ

21. ชนิดที่พืชต้องการ

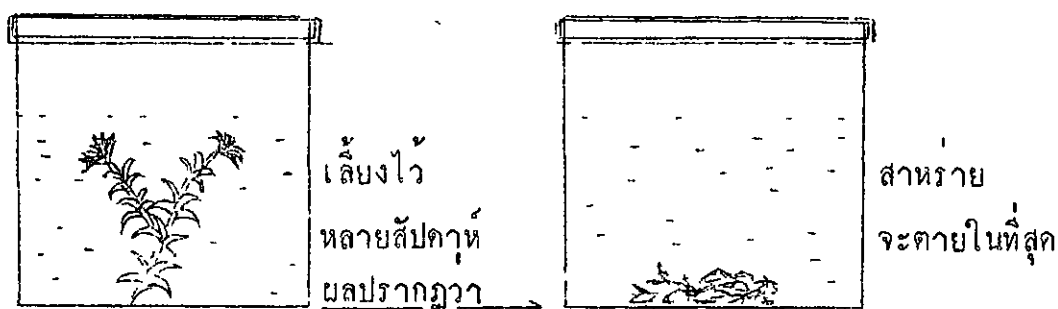
นอกจากความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับพืชแล้ว พืชกับสัตว์ที่อาศัยอยู่ร่วมกันก็มีความสัมพันธ์กันด้วย ซึ่งพืชกับสัตว์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เราจะศึกษากันต่อไป

24. หากเรานำกลองพลาสติกใส่น้ำมาใบหนึ่ง ใส่สาหร่ายหางกระรอกลงไป ปิดกลองให้แน่น โดยใช้เทปเหนียวพันรอบ วางไว้บนโต๊ะระยะหนึ่งให้ได้รับแสงสว่าง แต่ไม่ให้ถูกแดด ผลปรากฏว่า สาหร่ายมีชีวิตรอดอยู่ได้ตามลำพังระยะหนึ่งโดยไม่ต้องพึ่งพาอาศัยสิ่งอื่น ดังภาพ



ถ้าเราเลี้ยงสาหร่ายไว้ตามลำพังระยะหนึ่ง สาหร่ายจะมีชีวิตรอดอยู่ได้หรือไม่

25. ใช่แล้ว สาหร่ายมีชีวิตรอดอยู่ได้ตามลำพังโดยไม่ต้องพึ่งพาอาศัยสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ระยะหนึ่งเท่านั้น ถ้าหากให้สาหร่ายอยู่ในกลองพลาสติกต่อไปตามลำพังเป็นเวลาหลายสัปดาห์ ผลปรากฏดังภาพ

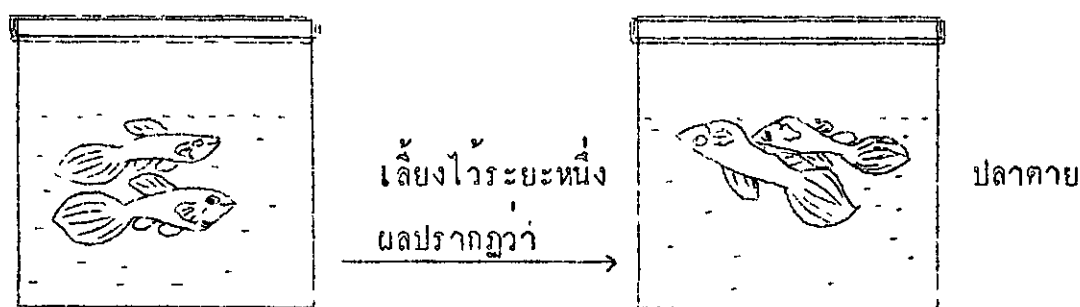


สาหร่ายที่เลี้ยงไว้ตามลำพังในกลองพลาสติกเป็นเวลาหลายสัปดาห์จะ ในที่สุด

22. ไม่ดี

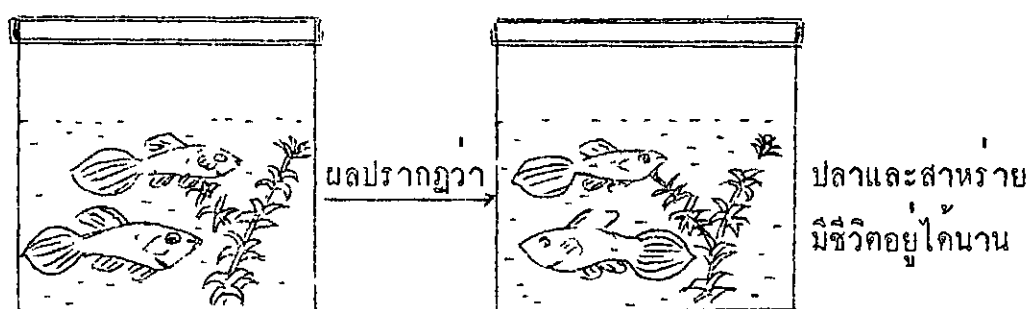
23. มีการแย่งอาหารซึ่งมีปริมาณจำกัด และแข่งขันกันรับแสงสว่างอย่างเต็มที่

26. ถ้าเรานำกล่องพลาสติกใส่น้ำมาอีกใบหนึ่ง ใส่ปลาหางนกยูงลงไป 2 ตัว แล้วปิดฝาให้แน่น วางไว้บนโต๊ะระยะหนึ่งให้ได้รับแสงสว่าง แต่ไม่ให้ถูกแดด ผลปรากฏดังภาพ



หลังจากให้ปลาอาศัยอยู่ในกล่องพลาสติกตามลำพังระยะหนึ่ง ผลปรากฏว่า

27. แต่ถ้าหากเราทำการทดลองโดยการใส่ปลาหางนกยูง 2 ตัว และสาหร่ายหางกระรอกไว้รวมกัน ผลปรากฏว่าทั้งปลาและสาหร่ายมีชีวิตอยู่ได้นานกว่าการเลี้ยง แต่สาหร่ายหรือปลาหางนกยูงแต่เพียงชนิดเดียว แสดงว่า ปลาและสาหร่ายมีความจำเป็นจะต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน



เนื่องจากปลาและสาหร่ายมีความจำเป็นจะต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน จึงมีผลทำให้ปลาและสาหร่ายที่อยู่รวมกัน

24. มีชีวิตอยู่ได้

25. ตาย

28. สรุปได้ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ตามลำพัง แต่จะต้องอาศัยอยู่ร่วมกันเสมอ ทั้งนี้ เพราะว่าพืชและสัตว์ต่างก็ต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันในการดำรงชีวิต (ข้อนี้ไม่ต้องการคำตอบ)

26. ปลาตาย

27. มีชีวิตอยู่ได้นาน

การทดลองที่ 1.1

การทดลองเรื่อง พืชมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่มีผล
(อิทธิพล) ต่อพืช

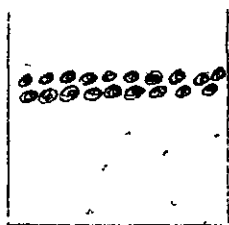
อุปกรณ์

1. เมล็ดถั่วเขียว
2. ดิน
3. กระป๋องนมขนาดเดียวกัน 4 ใบ
4. น้ำ
5. กระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร
6. คุกกี้

วิธีทดลอง

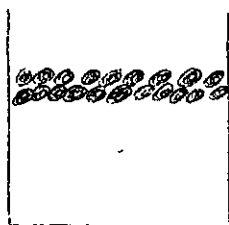
ให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 6 คน จัดเตรียมอุปกรณ์ตามลำดับขั้นดังนี้

1. แยกเมล็ดถั่วเขียวจำนวน 140 เมล็ดลงในน้ำ 1 คืบ
2. นำกระป๋องนมขนาดเดียวกัน 4 ใบ บรรจุดินลงไป $\frac{4}{5}$ ของกระป๋อง รดน้ำกระป๋อง
ละ 10 มิลลิลิตร
3. นำเมล็ดถั่วเขียวที่แช่น้ำไว้ 1 คืบ มาปลูกลงในกระป๋องทั้งสี่ โดยเว้นระยะให้
เท่า ๆ กัน สามกระป๋องแรกปลูกกระป๋องละ 20 เมล็ด ที่เหลืออีก 80 เมล็ด ปลูกใน
กระป๋องที่ 4 คิดหมายเลข 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ เวลาปลูกถั่วให้ใช้ดินกลบเมล็ด
หนาประมาณ 1 เซนติเมตร
4. เก็บกระป๋องที่ 2 ไว้ในคุกกี้ นอกนั้นตั้งไว้ในที่มีแสงแดดส่องถึง
5. กระป๋องที่ 3 ไม่มีการรดน้ำ นอกนั้นรดน้ำกระป๋องละ 10 มิลลิลิตร ทุกวัน
6. สังเกตการเจริญของต้นถั่วทุกวัน เป็นเวลา 12 วัน บันทึกจำนวนต้นที่งอก ขนาด
และสีของใบ ลำต้น ตลอดจนถึงความสูงของต้นถั่วทั้งสี่กระป๋องลงในตารางบันทึกผล



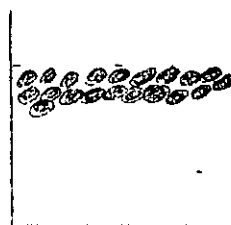
กระป๋องที่ 1

20 เมล็ด
มีน้ำ มีแสง



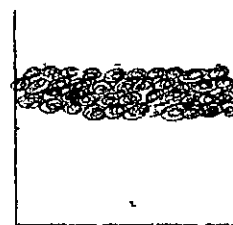
กระป๋องที่ 2

20 เมล็ด
มีน้ำ ไม่มีแสง



กระป๋องที่ 3

20 เมล็ด
ไม่มีน้ำ มีแสง



กระป๋องที่ 4

80 เมล็ด
มีน้ำ มีแสง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

กระป๋องที่	จำนวนเมล็ด	สิ่งแวดล้อม	จำนวนต้นที่งอก	การเจริญเติบโตของต้นถั่ว
1	20	มีน้ำ มีแสง		
2	20	มีน้ำ ไม่มีแสง		
3	20	ไม่มีน้ำ มีแสง		
4	80	มีน้ำ มีแสง		

คำถามประกอบการทดลอง

1. ต้นถั่วในกระป๋องที่เจริญเติบโตดีที่สุด คือ ต้นถั่วในกระป๋องที่มีสิ่งแวดล้อมอะไรบ้าง

.....

2. ต้นถั่วในกระป๋องที่มีน้ำ แต่ไม่มีแสงเจริญเติบโตหรือไม่

3. การที่ต้นถั่วในกระป๋องที่มีน้ำ มีแสง เจริญเติบโตดีกว่าต้นถั่วในกระป๋องที่มีน้ำ แต่ไม่มีแสง บอกลักษณะให้เห็นว่า เป็นสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

4. ต้นถั่วในกระป๋องที่ไม่มีน้ำ มีแต่แสง เจริญเติบโตหรือไม่ แสดงว่า
..... มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

5. ต้นถั่วในกระป๋องที่ 4 ก็ไค่น้ำและแสงสว่าง แต่ไม่เจริญงอกงามเหมือนต้นที่ขึ้นใน
กระป๋องที่ 1 เพราะเหตุว่า
.....

6. สรุปได้ว่าสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชด้านการทดลอง 1.1 มีดังต่อไปนี้ คือ (1) (2) (3)

7. ต้นถั่วที่ไม่ได้รับแสงสว่างมีลักษณะใบสี แสดงว่า
มีความจำเป็นต่อการสร้างสารสีเขียวในใบ

การทดลองที่ 1.2

การทดลองเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างพืชและสัตว์

วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญที่พืชและสัตว์อยู่ร่วมกัน

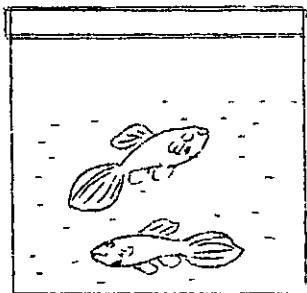
อุปกรณ์

1. กลองพลาสติกเบอร์ 1 จำนวน 3 กลอง พร้อมฝาปิด
2. กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร
3. น้ำฝน 210 มิลลิลิตร
4. ปลาหางนกยูงขนาดเท่า ๆ กัน 4 ตัว
5. สาหร่ายหางกระรอกขนาด 3 เซนติเมตร 2 ต้น
6. กรรไกร 1 อัน
7. เทปเหนียว

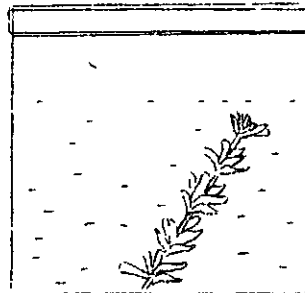
วิธีทดลอง

ให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 6 คน จัดเตรียมอุปกรณ์ตามลำดับขั้นดังนี้

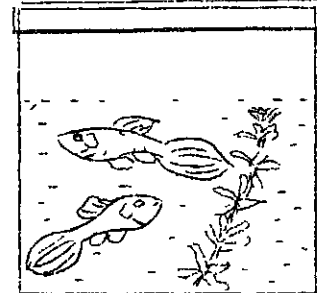
1. ตักน้ำฝนใส่กลองพลาสติกทั้ง 3 กลอง ๆ ละ 70 มิลลิลิตร ติดหมายเลข 1, 2 และ 3 ที่ข้างกลองทั้งสาม
2. ใส่ปลาหางนกยูง 2 ตัวลงในกลองหมายเลข 1
3. ใส่สาหร่ายหางกระรอก 1 ต้นลงในกลองหมายเลข 2
4. ใส่ปลาหางนกยูง 2 ตัว และสาหร่ายหางกระรอก 1 ต้น ลงในกลองหมายเลข 3
5. ปิดฝากลองพลาสติกให้แน่นทุกกลอง ใสเทปเหนียวพันรอบ แล้ววางไว้มุมห้องให้ได้รับแสงพอสมควร แต่ไม่ให้ถูกแดด
6. ทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ แล้วสังเกตดูว่าปลาในกลองที่ 1 สาหร่ายในกลองที่ 2 และปลาซึ่งอยู่ร่วมกับสาหร่ายในกลองที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร บันทึกผลการสังเกตลงในตาราง



1



2



3

ตารางบันทึกผลการทดลอง

กลองที่	สิ่งมีชีวิต	ผลการสังเกต
1	ปลาหางนกยูง	
2	สาหร่ายหางกระรอก	
3	ปลาหางนกยูงและ สาหร่ายหางกระรอก	

คำถามประกอบการทดลอง

1. กลองพลาสติกทั้ง 3 กลองปิดฝาหรือไม่
2. ปลาซึ่งใส่กลองแล้วปิดฝาในกลองที่ 1 ตายเพราะขาดสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิต
สิ่งใดบ้าง (1) (2)
3. สาหร่ายหางกระรอก ซึ่งใส่กลองปิดฝาในกลองที่ 2 ขาดสิ่งจำเป็นต่อการ
ดำรงชีวิต สิ่งใดบ้าง (1) (2)
4. ในขณะที่ปลาในกลองที่ 1 ตาย สาหร่ายหางกระรอกในกลองที่ 2 ยังมีชีวิตอยู่
เพราะเหตุใด

5. เนื่องจากสำร่ายทางกระรอกขาดสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตบางอย่างดังในข้อ 3
 ดังนั้น ถ้าเราทิ้งสำร่ายในกล่องที่ 2 ไว้หลาย ๆ สัปดาห์ นักเรียนคิดว่าสำร่ายจะดำรงชีวิต
 อยู่ได้หรือไม่

6. สำหรับปลากับสำร่ายซึ่งอยู่รวมกันในกล่องที่ 3 ดำรงชีวิตอยู่ได้ตามปกติมากกว่า
 ปลาในกล่องที่ 1 แสดงว่า ปลากับสำร่ายที่อยู่รวมกันมีความจำเป็นจะต้อง

ห่วงโซ่อาหาร

1. นักเรียนทราบแล้วว่าในสถานที่แต่ละแห่ง ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิต 2 พวกใหญ่ ๆ คือ พืชและสัตว์

พืชสีเขียวทั้งหลายเรียกได้ว่าเป็นผู้ผลิต เพราะสามารถสร้างอาหารได้เอง

ก. ข้าว หนุ่ย สาคู กล้วย ไม้ยืนต้น และพืชสีเขียวอื่นๆ สามารถสร้างอาหารได้เอง จึงเรียกว่าเป็น

ข. ข้าว หนุ่ย สาคู กล้วย ไม้ยืนต้น และพืชสีเขียวอื่น ๆ เราเรียกว่าเป็นผู้ผลิต เพราะ

2. สำหรับสัตว์สร้างอาหารเองไม่ได้ ต้องกินพืชหรือสัตว์อื่นเป็นอาหาร จึงเรียกสัตว์ว่าเป็นผู้บริโภค

ช้าง มา วัว ควาย แพะ แกะ เสือ แมว และสัตว์อื่น ๆ ทุกชนิด ต้องกินพืชหรือสัตว์อื่นเป็นอาหาร เราจึงเรียกสัตว์เหล่านี้ว่าเป็น

3. สัตว์บางชนิดกินพืชเป็นอาหารเพียงอย่างเดียว นักวิทยาศาสตร์จึงจัดสัตว์พวกนี้ไว้ในประเภทสัตว์กินพืช

ช้าง กิน หนุ่ย อ้อย กล้วย เป็นอาหาร

ม้า กิน หนุ่ย ข้าวเปลือก เป็นอาหาร

วัว ควาย กิน หนุ่ย พาง เป็นอาหาร

ก. อาหารที่ ช้าง มา วัว และควาย กิน มาจากพืชหรือสัตว์

ข. เนื่องจากว่าสัตว์พวก ช้าง มา วัว และควาย กินพืชเป็นอาหารอย่างเดียวเท่านั้น สัตว์พวกนี้จึงถูกจัดไว้ในประเภท

4. ถูกต้องแล้ว ช้าง ม้า วัว และควาย ถูกจัดไว้ในประเภทสัตว์กินพืช เพราะว่า กินพืชเป็นอาหารเพียงอย่างเดียว

กระต่าย แพะ และแกะ กินพืชเป็นอาหารเพียงอย่างเดียวเช่นเดียวกับ ช้าง ม้า วัว และควาย ดังนั้น กระต่าย แพะ และแกะ จึงถูกจัดไว้ในประเภท

5. มีสัตว์บางชนิดไม่กินพืช แต่จะกินสัตว์เป็นอาหารเพียงอย่างเดียวเท่านั้น นักวิทยาศาสตร์จัดสัตว์พวกนี้ไว้ในประเภทสัตว์กินสัตว์

เสือ สิงโต กิน กวาง กระต่าย สุนัข เป็นอาหาร

เหยี่ยว กิน งู ปลา ไก่ นก เป็นอาหาร

งู กิน กบ เขียด ไก่ หนู เป็นอาหาร

ก. อาหารของเสือ สิงโต เหยี่ยว และ งู มาจากพืชหรือสัตว์

ข. เนื่องจากสัตว์พวกเสือ สิงโต เหยี่ยว และ งู กินสัตว์เป็นอาหารอย่างเดียว เท่านั้น จึงถูกจัดไว้ในประเภท

6. นอกจากสัตว์ที่กินพืชหรือสัตว์เป็นอาหารเพียงอย่างเดียวแล้ว ยังมีสัตว์อีกพวกหนึ่ง ซึ่งกินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร นักวิทยาศาสตร์จัดสัตว์พวกนี้ไว้ในประเภทสัตว์กินทั้งพืชและสัตว์ เช่น

แมว กิน ข้าว ปลา หนู จิ้งจก เป็นอาหาร

สุนัข กิน ข้าว เนื้อ ปลา ไก่ เป็นอาหาร

ไก่ นก กิน ข้าว หนอน แมลง เป็นอาหาร

จะเห็นได้ว่า แมว สุนัข ไก่ และนก กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร ดังนั้น สัตว์พวก แมว สุนัข ไก่ และนก จึงถูกจัดไว้ในประเภท

1. ก. ผู้ผลิต

ข. สามารถสร้างอาหารไก่อเอง

2. ผู้บริโภค

3. ก. พืช

ข. สัตว์กินพืช

7. เนื่องจากสัตว์แต่ละชนิดกินอาหารแตกต่างกัน บางชนิดกินพืชอย่างเดียว บางชนิดกินสัตว์อย่างเดียว บางชนิดกินทั้งพืชและสัตว์ นักวิทยาศาสตร์จึงจำแนกสัตว์ตามชนิดของอาหารที่กินออกเป็น สัตว์กินพืช สัตว์กินสัตว์ และ สัตว์กินทั้งพืชและสัตว์ เป็นอาหาร

สัตว์จำแนกตามชนิดของอาหารที่กินได้เป็น 3 ประเภท คือ

(1)

(2)

(3)

8. โดยทั่วไปสัตว์จะมีการกินกันเป็นทอด ๆ วัวกินหญ้า และคนกินวัวอีกทอดหนึ่ง เป็นต้น การกินกันเป็นทอด ๆ ดังกล่าว เราสามารถเขียนแผนผังแสดงได้ โดยเขียนชื่อผู้ถูกกินไว้ทางซ้ายมือ ชื่อผู้กินไว้ทางขวามือ แล้วใช้ลูกศรแสดงทิศทางของการกิน โดยให้หัวลูกศรอยู่ทางขวามือหรืออยู่ทางผู้กิน ดังตัวอย่าง

หญ้า → วัว → คน
 อ่านว่า หญ้าถูกวัวกิน วัวถูกคนกิน
 หญ้า → ตั๊กแตน → ไก่
 อ่านว่า

4. สัตว์กินพืช

5. ก. สัตว์

6. สัตว์กินทั้งพืชและสัตว์

ข. สัตว์กินสัตว์

9. จากกรอบที่ 8 นักเรียนทราบมาแล้วว่า การเขียนแผนผังแสดงการกินกันเป็นทอด ๆ นั้น เราต้องเขียนชื่อผู้ถูกกินไว้ทางซ้ายมือ ผู้กินไว้ทางขวามือ และใช้ลูกศรแสดงทิศทางของการกิน โดยให้หัวลูกศรอยู่ทางขวามือหรืออยู่ทางผู้กิน

แผนผังแสดงการกินกันเป็นทอด ๆ ข้างล่างนี้จะเป็นอย่างไร

พืช หนอน นก

10. การกินกันเป็นทอด ๆ ดังแผนผัง เช่น

พืช → หนอน → นก

เรียกว่าห่วงโซ่อาหาร

ก. ห่วงโซ่อาหารหมายถึง

ข. การกินกันเป็นทอด ๆ เช่น ต้นข้าว → หนู → งู เรียกว่า

11. ขณะที่กวางตัวหนึ่งกำลังกินหญ้าอยู่ มีเสือตัวหนึ่งไล่จับกวางไปกิน แผนผังของห่วงโซ่อาหารจะเป็นดังนี้

หญ้า → กวาง → เสือ

ขณะที่หนูตัวหนึ่งกำลังกินข้าวเปลือก มีแมวตัวหนึ่งไล่จับหนูไปกิน นักเรียนจะเขียนแผนผังของห่วงโซ่อาหารนี้ได้อย่างไร

..... → →

12. ในสระน้ำแห่งหนึ่งมีสิ่งมีชีวิตหลายชนิดอยู่ร่วมกัน เช่น สาหร่าย ปลา และ งู แผนผังของห่วงโซ่อาหารในสระน้ำแห่งนี้จะเป็นอย่างไร

..... → →

7. (1) สัตว์กินพืช (2) สัตว์กินสัตว์ (3) สัตว์กินทั้งพืชและสัตว์

8. หนูถูกคักแตนกิน คักแตนถูกไก่อกิน

13. ในทุก ๆ ห่วงโซ่อาหาร พืชจะเป็นอาหารขั้นต้นเสมอ เพราะพืชได้ชื่อว่าเป็น
ผู้ผลิตที่สำคัญ ส่วนสัตว์ต้องกินพืชหรือสัตว์อื่น จึงได้ชื่อว่าผู้บริโภค

ให้นักเรียนดูแผนผังของห่วงโซ่อาหารข้างล่างนี้แล้วตอบคำถาม

คนขาว → หนู → งู → เหยี่ยว

อาหารขั้นต้นในห่วงโซ่อาหารนี้ คือ

14. นักเรียนทราบมาแล้วว่า ในห่วงโซ่อาหารต่าง ๆ จะมีพืชเป็นผู้ผลิตและสัตว์เป็น
ผู้บริโภค

ผู้ผลิตและผู้บริโภคในห่วงโซ่อาหารข้างล่างนี้ ได้แก่อะไรบ้าง

หญ้า → วัว → คน

ก. ผู้ผลิต ได้แก่

ข. ผู้บริโภค ได้แก่

15. สำหรับผู้บริโภคนั้นมีหลายชั้นด้วยกัน เช่น สัตว์กินพืช เราเรียกว่าผู้บริโภคชั้นที่ 1
ส่วนสัตว์ที่กินสัตว์กินพืช เรียกว่าผู้บริโภคชั้นที่ 2 และต่อไปเรื่อย ๆ จนถึงผู้บริโภคซึ่งไม่ถูก
สัตว์อื่นกินเป็นอาหาร เรียกว่า ผู้บริโภคชั้นสุดท้าย เช่น

หญ้า → วัว → คน

ก. วัวกินหญ้า (พืช) เป็นอาหาร วัวจึงเป็นผู้บริโภค

ข. คนไม่ถูกสัตว์อื่นกินเป็นอาหาร คนจึงเป็นผู้บริโภค

9. พืช → หนอน → นก

10. ก. การกินกันเป็นทอด ๆ

ข. ห่วงโซ่อาหาร

11. ข้าวเปลือก → หนู → แมว

12. สัตว์ตาย → ปลา → งู

16. จากกรอบที่ 15 เราพบว่า คนเป็นผู้บริโภคชั้นสุดท้าย เพราะว่าคนไม่ถูกสัตว์อื่นกินเป็นอาหาร ถ้าคนถูกสัตว์อื่นกินเป็นอาหาร คนจะเป็นผู้บริโภคชั้นที่ 2 และสัตว์อื่นที่กินคนก็จะเป็นผู้บริโภคชั้นสุดท้าย ดังแผนผัง

หญ้า → วัว → คน → เสือ

ก. วัวเป็นผู้บริโภค

ข. คนเป็นผู้บริโภค

ค. เสือเป็นผู้บริโภค

17. ในธรรมชาติสิ่งมีชีวิตมักจะกินและถูกกินด้วยสิ่งมีชีวิตหลายชนิด ทำให้เกิดห่วงโซ่อาหารหลาย ๆ ห่วงโซ่ มีความสัมพันธ์กันหรือมีการเชื่อมโยงกัน ความสัมพันธ์กันระหว่างห่วงโซ่อาหารหลาย ๆ ห่วงโซ่ เรียกว่า สายใยอาหาร

สายใยอาหาร หมายถึง ความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยงกันระหว่าง
.....

13. คนขาว

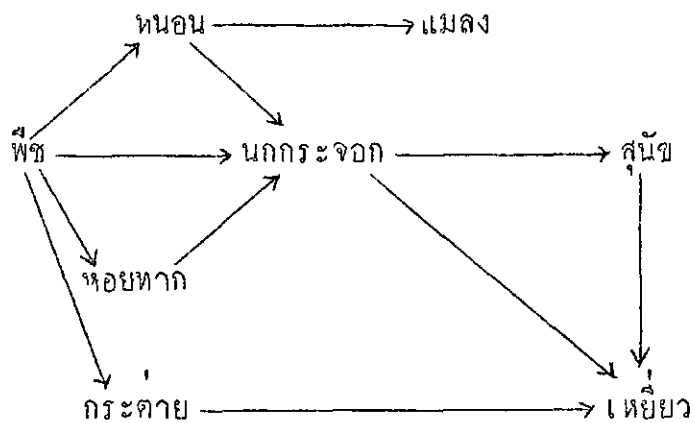
14. ก. หญ้า

ข. วัว คน

15. ก. ชั้นที่ 1

ข. ชั้นสุดท้าย

18. ไขแล้ว สายใยอาหาร หมายถึง ความสัมพันธ์กันหรือการเชื่อมโยงกันระหว่าง
ห่วงโซ่อาหารหลาย ๆ ห่วงโซ่ ดังตัวอย่าง



ห่วงโซ่อาหารหลาย ๆ ห่วงโซ่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน หรือมีการเชื่อมโยงกัน ดังตัวอย่าง
 ในกรอบที่ 18 นี้ เรียกว่า

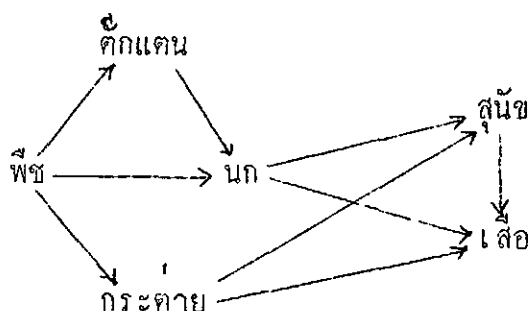
16. ก. ชั้นที่ 1

ข. ชั้นที่ 2

ค. ชั้นสุดท้าย

17. ห่วงโซ่อาหารหลาย ๆ ห่วงโซ่

19. นักเรียนทราบมาแล้วว่า ในห่วงโซ่อาหารมีผู้ผลิตและผู้บริโภคหลายชั้นด้วยกัน เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนเข้าใจเรื่องนี้ดีแล้ว ขอให้นักเรียนดูแผนผังข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม เพื่อเป็นการทบทวนอีกครั้งหนึ่ง



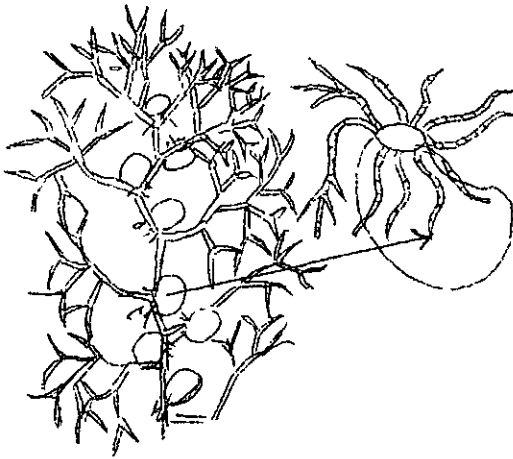
- ก. ผู้ผลิต คือ
- ข. ผู้บริโภคชั้นที่ 1 ได้แก่ (1) (2) (3)
- ค. ผู้บริโภคชั้นที่ 2 ได้แก่ (1) (2)
- ง. ผู้บริโภคชั้นสุดท้าย ได้แก่

20. ถ้านักเรียนพิจารณาห่วงโซ่อาหารต่าง ๆ ที่ได้ศึกษามาแล้ว นักเรียนจะพบว่าอาหารชั้นต้นในทุก ๆ ห่วงโซ่ คือ พืช จึงอาจกล่าวได้ว่า พืชเป็นแหล่งอาหารของสัตว์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

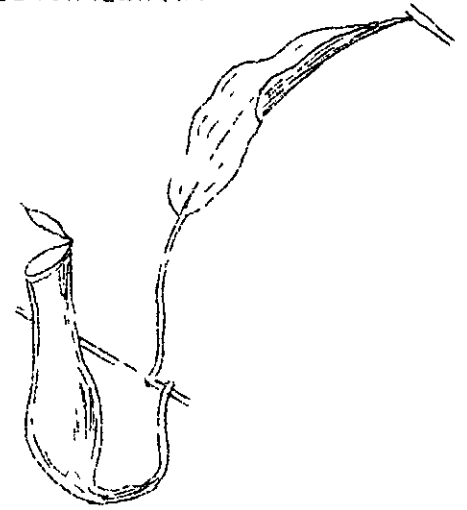
แหล่งอาหารที่สำคัญที่สุดของสัตว์ คือ

18. สายใยอาหาร

21. พืชสีเขียวโดยทั่วไปได้ชื่อว่าผู้ผลิต เพราะสามารถสร้างอาหารเองได้ แต่มีพืชบางชนิด นอกจากจะสร้างอาหารได้เองแล้ว ยังจับสัตว์จำพวกแมลงกินเป็นอาหารได้อีกด้วย จึงเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค เช่น สาหร่ายข้าวเหนียว หมอขาวหมอแกงลิง



สาหร่ายข้าวเหนียว



หมอขาวหมอแกงลิง

หมอขาวหมอแกงลิงและสาหร่ายข้าวเหนียวจัดเป็น

22. สรุปได้ว่า ในสถานที่แต่ละแห่งมีสิ่งมีชีวิตอยู่ 2 พวกใหญ่ ๆ คือ พืช (ผู้ผลิต) และสัตว์ (ผู้บริโภค) ซึ่งทั้งพืชและสัตว์จะมีการกินกันเป็นทอด ๆ การกินกันเป็นทอด ๆ นี้ เรียกว่า ห่วงโซ่อาหาร ในแต่ละห่วงโซ่อาหาร จะมีพืชเป็นอาหารขั้นต้นเสมอ

19. ก. พืช

20. พืช

ข. (1) ตักแตน (2) นก (3) กระจ่าง

ค. (1) นก (2) สุนัข

ง. เสือ

21. ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค

ความสำคัญของอาหาร

1. นักเรียนทราบแล้วว่าทั้งพืชและสัตว์ต้องการอาหารเพื่อนำไปใช้ในการดำรงชีวิต ดังนั้น อาหารถือได้ว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิด สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการ

2. การได้มาของอาหารระหว่างพืชและสัตว์นั้น จะแตกต่างกัน คือ พืชสามารถสร้างอาหารขึ้นมาได้เอง แต่สัตว์ได้อาหารมาโดยการกินสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น

ก. สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้เอง คือ

ข. สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ คือ

ค. สัตว์ได้อาหารมาโดย

3. นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเหตุใดพืชและสัตว์จึงต้องการอาหาร อาหารให้ประโยชน์แก่พืชหรือสัตว์อย่างไร ขอยกตัวอย่างเปรียบเทียบ รดน้ำกับสิ่งมีชีวิต

รดน้ำคือการนำน้ำมาหล่อเลี้ยง เพื่อนำไปใช้เผาไหม้ให้เกิดเป็นพลังงาน

มนุษย์ สัตว์ และพืช ต้องการอาหารเพื่อนำไปใช้เผาผลาญให้เกิดเป็นพลังงาน

ก. พลังงานในรดน้ำได้มาจากการเผาไหม้ของ

ข. พลังงานในสิ่งมีชีวิตได้มาจากการเผาผลาญ

4. พลังงานถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญเพราะช่วยให้สิ่งต่าง ๆ เคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวได้

ก. รดน้ำเคลื่อนที่ได้เพราะว่ามี

ข. พืชและสัตว์สามารถเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ได้เพราะว่ามี

5. นักเรียนคงพอเข้าใจแล้วว่าทำไมพืชและสัตว์จึงต้องการอาหาร, การที่พืชและสัตว์ต้องการอาหารก็เพื่อนำไปใช้เผาผลาญให้เกิดเป็นพลังงาน แล้วนำไปใช้ในการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ นั่นเอง

ก. ขณะที่นักเรียนออกกำลังกายต้องใช้

ข. พลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกายและการกระทำกิจกรรมอื่น ๆ ทุกอย่าง เกิดจากการเผาผลาญ

6. เป็นที่ทราบกันแล้วว่า อาหารทำให้เกิดพลังงาน ฉะนั้น การกินกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่อาหาร จึงเป็นการถ่ายทอดพลังงานเป็นทอด ๆ

พลังงานจะถูกถ่ายทอดจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง โดยการ

7. สำหรับการใช้พลังงานของสัตว์นั้น นักเรียนสามารถเห็นได้ง่ายกว่าพืช ทั้งนี้เพราะว่าสัตว์ส่วนใหญ่เคลื่อนที่ไปมาได้

ก. การเคลื่อนที่ของสัตว์ทุกชนิดต้องใช้

ข. การใช้พลังงานของสัตว์เห็นได้ง่ายกว่า ทั้งนี้เพราะว่าสัตว์ส่วนใหญ่

ก. การใช้พลังงานในพืชส่วนใหญ่ เห็นได้ยากกว่าสัตว์ ทั้งนี้ เพราะพืชโดยทั่วไปเคลื่อนที่ไปมา

1. อาหาร

2. ก. พืช

ข. สัตว์

ค. การกินสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น

3. ก. น้ำมันเชื้อเพลิง

ข. อาหาร

4. ก. พลังงาน

ข. พลังงาน

8. เมื่อพืชโดยทั่วไปเคลื่อนที่ไปมาไม่ได้ จึงทำให้นักเรียนเข้าใจผิดไปว่า พืชไม่มีพลังงาน และไม่มีการใช้พลังงานอย่างที่พบในสัตว์

ความจริงแล้ว พืชก็มีพลังงาน และใช้พลังงานเช่นเดียวกับ

9. ขอยกตัวอย่างปรากฏการณ์ในธรรมชาติให้นักเรียนเห็นจริง เพื่อแสดงว่าพืชก็มีพลังงาน และใช้พลังงานเช่นเดียวกับสัตว์

หากนักเรียนเคยสังเกตก่าแพงหรือพืชน้ำที่ต้นไม้ใหญ่ปลูกไว้ใกล้ ๆ มักจะพบเสมอว่า ก่าแพงหรือพืชน้ำแตกร้าวได้ ทั้งนี้ เพราะว่าต้นไม้ใหญ่มีพลังงานและใช้พลังงานในส่วนของราก ไซซอนเข้าไปตามฐานของก่าแพงและตึก

ก. การที่เราไม่นิยมปลูกต้นไม้ใหญ่ไว้ชิดก่าแพงหรือพืชน้ำ เพราะรากพืชจะทำให้

.....

ข. ต้นไม้ใหญ่ทำให้ก่าแพงหรือพืชน้ำแตกร้าวได้ เพราะว่าต้นไม้ใหญ่

.....

10. สรุปได้ว่าพืชมีพลังงานและใช้พลังงานเช่นเดียวกับสัตว์ ซึ่งพลังงานดังกล่าวได้มาจากการเผาผลาญอาหาร และแหล่งที่เป็นต้นกำเนิดของพลังงานที่สำคัญในพืชก็คือ ดวงอาทิตย์นั่นเอง (ข้อนี้ไม่ต้องการคำตอบ)

5. ก. พลังงาน

ข. อาหาร

6. กินกันเป็นทอด ๆ

7. ก. พลังงาน

ข. พืช เคลื่อนที่ไปมาได้

ค. ไม่ได้

8. สักว่

9. ก. ก่าแพงหรือพั้นตักแดกร้าวไค

ข. มีพลังงานและใช้พลังงานในส่วนองรากโครอนเข้าไปตามฐานองก่าแพง
และตัก

การทดลองที่ 3.1

การทดลองเรื่อง พืชมีพลังงาน

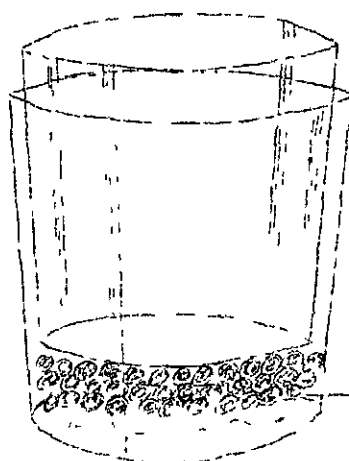
วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อให้นักเรียนทราบว่าพืชมีพลังงานและสามารถทำงานได้
อุปกรณ์

1. เมล็ดถั่วเขียว 140 เมล็ด
2. น้ำ
3. กระดาษชำระ
4. ถ้วยพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร 1 ใบ
5. ถ้วยกระดาษขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร 1 ใบ
6. คินสอเขียนแก้ว 1 แท่ง

วิธีการทดลอง

ให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 6 คน จัดเตรียมอุปกรณ์ตามลำดับขั้นดังนี้

1. นำเมล็ดถั่วเขียวแช่น้ำ 1 คืน
2. นำกระดาษชำระ ปูที่ก้นถ้วยพลาสติกใบใหญ่ เติมน้ำให้เปียกชุ่ม แล้ววางเมล็ดถั่วเขียวที่แช่น้ำแล้วบนกระดาษชำระ
3. คอย ๆ วางถ้วยกระดาษที่มีขนาดใหญ่กว่า ใ้ก้นถ้วยแตะเมล็ดถั่วคั่งรูป
4. ใ้คินสอเขียนแก้วทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งของก้นถ้วยกระดาษที่คานนอกของถ้วยพลาสติก
5. สังเกตตำแหน่งของถ้วยกระดาษทุกวัน เป็นเวลา 4 วัน โดยแต่ละวันเติมน้ำใ้กระดาษเปียกชุ่มอยู่เสมอ พร้อมทั้งวัดความก้นถ้วยกระดาษสูงขึ้นไปเท่าไร แล้วทำเครื่องหมายไว้ที่คานนอกของถ้วยพลาสติก บันทึกผลในตาราง



เมล็ดถั่วเขียว

การวางแผนการทดลอง

วันที่	ส่วนสูง (ซม.)
1	
2	
3	
4	

คำถามประกอบการทดลอง

1. การทดลองนี้ใช้เครื่องมืออะไร.....
2. การปลูกต้นพืชลงในถ้วยพลาสติก มีวิธีปฏิบัติอย่างไร
.....
3. นักเรียนเห็นการเคลื่อนไหวของพืชชัดเจนหรือไม่
4. การที่ตำแหน่งของถ้วยกระความใบที่อยู่ภายในยกสูงขึ้นเป็นเพราะเหตุใด

5. การปลูกต้นไม้ใหญ่ไว้ชดเชยอาคารที่เป็นตึก จะทำให้ตึกแตกร้าวได้เพราะ

.....

6. พลังงานของพืชมาจากไหน

การสังเคราะห์แสง

จากการศึกษาที่ผ่านมา นักเรียนคงทราบแล้วว่า พืชได้ชื่อว่าเป็นผู้ผลิต เพราะว่าพืชสร้างอาหารเองได้โดยวิธีการสังเคราะห์แสง การสังเคราะห์แสงหมายถึงอะไร มีสิ่งจำเป็นอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง และจากการสังเคราะห์แสงของพืชจะเกิดอะไรขึ้น เป็นสิ่งที่เราจะศึกษากันต่อไป

1. การสังเคราะห์แสง หมายถึง ขบวนการสร้างอาหารของพืช โดยอาศัยพลังงานแสง

ก. ขบวนการสร้างอาหารของพืช โดยอาศัยพลังงานแสง เรียกว่า

ข. เนื่องจากการสังเคราะห์แสงของพืชต้องอาศัยพลังงานแสง ดังนั้น การสังเคราะห์แสง ของพืชโดยทั่วไป จึงเกิดขึ้นในเวลา

2. พลังงานแสงที่พืชสามารถนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงนั้น ไม่จำเป็นจะต้องเป็นพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ พลังงานแสงจากแหล่งกำเนิดแสงอื่น ๆ ถ้าพืชได้รับอย่างเพียงพอ พืชก็สามารถสังเคราะห์แสงได้

ในเวลากลางวัน ถ้าเราเปิดไฟให้พืชได้รับแสงสว่างอย่างเพียงพอ พืชก็สามารถ

3. นอกจากแสงแล้ว สิ่งจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืชก็คือ สารสีเขียว สารนี้ส่วนมากจะอยู่ที่ใบ จึงทำให้ใบพืชโดยทั่วไปมีสีเขียว เรียกสารนี้ว่า คลอโรฟิลล์

- ก. ใบของพืชมีสีเขียวเพราะมีสารที่เรียกว่า
- ข. คลอโรฟิลล์เป็นสารที่จำเป็นในกระบวนการ
- ค. เนื่องจากคลอโรฟิลล์เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสงของพืช และส่วนมากจะอยู่ที่ใบ ดังนั้น การสังเคราะห์แสงของพืชส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่

4. คลอโรฟิลล์ นอกจากจะพบในใบของพืชแล้ว ยังพบในส่วนอื่น ๆ ของพืชที่มีสีเขียวอีก เช่น ใบ ราก และลำต้น ของพืชที่มีสีเขียว

- ก. ลำต้นของบอน ผักคะน้า และผักบุ้ง มีสีเขียว แสดงว่ามี
- ข. รากของกล้วยไม้ไม่มีสีเขียว แสดงว่ามี
- ค. คลอโรฟิลล์ นอกจากจะพบในใบแล้ว ยังพบได้อีก

5. ใบไม้ซึ่งเห็นเป็นสีเขียวโดยทั่วไป มิได้มีแต่คลอโรฟิลล์เท่านั้น แต่จะมีสารสีอื่น ๆ รวมอยู่ด้วย เช่น สารสีเหลือง ซึ่งมีชื่อเรียกว่า แคโรทีน

- ก. สารสีเขียวในใบพืช เรียกว่า
- ข. สารสีเหลืองในใบพืช เรียกว่า

6. สารสีเหลืองที่เรียกว่า แคโรทีน ซึ่งมีในใบไม้เป็นชนิดเดียวกับสารสีเหลืองที่มีในผักและผลไม้ที่มีสีเหลือง เช่น มะละกอ ฟักทอง มะเขือเทศ และมันเทศ

มะละกอ ฟักทอง มะเขือเทศ และมันเทศ มีสีเหลือง เพราะมีสารที่เรียกว่า

1. ก. การสังเคราะห์แสง

2. สังเคราะห์แสงได้

ข. กลางวัน

7. นักเรียนจะต้องทราบต่อไปอีกว่า สารสีเขียวหรือคลอโรฟิลล์นั้น มีได้พบในพืชทุกชนิดไป มีพืชบางชนิดไม่มีคลอโรฟิลล์อยู่เลย เช่น เห็ด รา ดังนั้น พืชดังกล่าวนี้จึงสร้างอาหารเองไม่ได้

ก. พืชที่สร้างอาหารเองไม่ได้ ได้แก่

ข. เห็ด รา สร้างอาหารเองไม่ได้ เพราะว่า

8. เนื่องจาก เห็ด รา เป็นพืชที่ไม่มีคลอโรฟิลล์และสร้างอาหารเองไม่ได้ จึงต้องอาศัยอาหารจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น เช่น ซากพืชและซากสัตว์ที่ตายแล้ว หรือคูกอาหารจากพืชและสัตว์ที่มีชีวิตอยู่

เห็ด รา ใคอาหารจาก

.....

นักเรียนทราบมาแล้วว่าคลอโรฟิลล์ เป็นสารจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช พืชชนิดใดไม่มีคลอโรฟิลล์จะสร้างอาหารเองไม่ได้ ต่อไปเราจะศึกษากันว่าคลอโรฟิลล์ จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืชอย่างไร

9. คลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นสารที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืชทำหน้าที่ช่วยดูดพลังงานแสง มาช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสง

สารที่ทำหน้าที่ดูดพลังงานแสงมาช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช คือ

.....

3. ก. คลอโรฟิลล์

ข. สังเคราะห์แสง

ค. ใบ

5. ก. คลอโรฟิลล์

ข. แคลโรติน

4. ก. คลอโรฟิลล์

ข. คลอโรฟิลล์

ค. รากและลำต้น

6. แคลโรติน

10. พลังงานแสงที่คลอโรพิลล์ดูดเข้ามามีประโยชน์น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์รวมกัน
ได้เป็นน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นอาหารชั้นแรกที่พืชสังเคราะห์ขึ้น

ก. อาหารชั้นแรกที่พืชสังเคราะห์ขึ้นจากขบวนการสังเคราะห์แสง คือ

ข. สารที่พืชนำมาใช้สังเคราะห์ขึ้นเป็นน้ำตาลกลูโคส คือ และ ...

.....

11. จะเห็นได้ว่าการสังเคราะห์แสงของพืช นอกจากจะต้องอาศัยพลังงานแสงและคลอโรพิลล์แล้ว พืชยังต้องอาศัยน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์อีกด้วย

ก. สิ่งจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืช ได้แก่

(1)

(2)

(3)

(4)

ข. ถ้าพืชขาดสิ่งจำเป็นอย่างใดอย่างหนึ่งไปใน 4 อย่างที่กล่าวมาแล้ว พืชจะไม่สามารถ
.....

12. เท่าที่ได้ศึกษามา นักเรียนพอจะทราบแล้วใช่ไหมว่าอาหารชั้นแรกที่พืชสังเคราะห์ขึ้นจากขบวนการสังเคราะห์แสง คือ น้ำตาลกลูโคส ต่อไปนักเรียนควรจะทราบว่าน้ำตาลกลูโคสที่พืชสร้างขึ้นนั้น ส่วนใหญ่ถูกเปลี่ยนเป็นแป้งทันที แล้วเก็บสะสมไว้ที่ใบ น้ำตาลอีกส่วนหนึ่งจะถูกนำไปใช้ประโยชน์และลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช

ในเวลากลางวัน น้ำตาลกลูโคสที่พืชสร้างขึ้นส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนไปเป็น
แล้วเก็บสะสมไว้ที่

7. ก. เห็น รา

8. ซากพืชและซากสัตว์ที่ตายแล้วหรือ

9. คลอโรพิลล์

ข. ไม่มีคลอโรพิลล์

ดูดอาหารจากพืชและสัตว์ที่มีชีวิตอยู่

13. ในเวลากลางคืนแสงที่เก็บสะสมไว้ที่ใบจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล เพื่อนำไปใช้ประโยชน์และลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช

ก. เวลากลางคืน พืชเปลี่ยน เป็น

ข. พืชเปลี่ยนแสงเป็นน้ำตาล เพื่อ

.....

14. หากนักเรียนต้องการจะทราบว่าพืชมีการสังเคราะห์แสงหรือไม่ กระทำได้โดยการทดสอบแป้งในใบ เพราะน้ำตาลกลูโคสที่พืชสร้างขึ้นส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนเป็นแป้งทันทีแล้วเก็บสะสมไว้ที่ใบทั้งกลางวันแล้ว

ก. การทดสอบแป้งที่ใบทำให้ทราบว่าพืช

ข. ถ้ามีการสังเคราะห์แสงขึ้น เราจะทดสอบพบ ที่ใบ

ค. ถ้าทดสอบแล้วไม่พบแป้งที่ใบ แสดงว่า พืชไม่ได้อาศัย

10. ก. น้ำตาลกลูโคส

ข. น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์

11. ก. (1) พลังงานแสง

(2) คลอโรฟิลล์

(3) น้ำ

(4) คาร์บอนไดออกไซด์

ข. สังเคราะห์แสง

12. แป้ง

ใบ

15. แป้งที่พืชเก็บสะสมไว้ นอกจากจะเก็บที่ใบแล้ว ยังเก็บไว้ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชอีก เช่น มันเทศ มันสำปะหลัง เก็บสะสมแป้งไว้ในราก แห้ว เผือก มันฝรั่ง เก็บไว้ในลำต้น ถั่วฝักยาว เก็บไว้ในผล และที่เก็บไว้ในเมล็ด ได้แก่ พวกข้าวต่าง ๆ ขนุน ทูเรียน และถั่ว

- ก. แผลงเก็บสะสมแป้งของพืช ได้แก่
- ข. พืชที่เก็บสะสมแป้งไว้ในราก ได้แก่
- ค. พืชที่เก็บสะสมแป้งไว้ในลำต้น ได้แก่
- ง. พืชที่เก็บสะสมแป้งไว้ในผล ได้แก่
- จ. พืชที่เก็บสะสมแป้งไว้ในเมล็ด ได้แก่

16. นอกจากพืชจะสามารถเปลี่ยนน้ำตาลที่สังเคราะห์ขึ้นไปเป็นแป้งแล้ว พืชยังสามารถเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นไขมัน หรืออาจจะใช้น้ำตาลและแร่ธาตุอื่น ๆ สร้างเป็นโปรตีน แล้วเก็บสะสมไขมันและโปรตีนไว้ตามส่วนต่าง ๆ ได้อีกด้วย เช่น ละหุ่ง ถั่ว บัว มะพร้าว เก็บสะสมน้ำมันไว้ในเมล็ด ส่วน ข้าว ข้าวโพด ถั่ว เก็บสะสมโปรตีนไว้ในเมล็ด

- ก. พืชที่เก็บสะสมน้ำมันไว้ในเมล็ด ได้แก่
- ข. พืชที่เก็บสะสมโปรตีนไว้ในเมล็ด ได้แก่

13. ก. แป้ง เป็น น้ำตาล

ข. นำไปใช้ประโยชน์และลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ

14. ก. มีการสังเคราะห์แสงหรือไม่

ข. แป้ง

ค. การสังเคราะห์แสง

17. อาหารที่พืชเก็บสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ นอกจากจะเป็นแป้ง ไขมัน และโปรตีนแล้ว น้ำตาลก็เป็นอาหารสะสมอีกชนิดหนึ่งของพืช เช่น อ้อย เก็บสะสมน้ำตาลไว้ในลำต้น ส่วน เงาะ องุ่น ละมุด และลำไย เก็บสะสมน้ำตาลไว้ในผล

ก. พืชที่เก็บสะสมน้ำตาลไว้ในลำต้น ได้แก่

ข. พืชที่เก็บสะสมน้ำตาลไว้ในผล ได้แก่

18. สรุปได้ว่าการสังเคราะห์แสงของพืชจะได้น้ำตาลกลูโคสก่อนแล้วเปลี่ยนไปเป็นแป้งหรือไขมัน หรืออาจใช้น้ำตาลรวมกับแร่ธาตุอื่น ๆ ที่รากดูดเข้าไปเพื่อสร้างเป็นโปรตีน แล้วเก็บสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ (ข้อนี้ไม่ต้องการคำตอบ)

19. นอกจากการสังเคราะห์แสงของพืชจะได้น้ำตาลกลูโคสแล้ว ยังเกิดกาซออกซิเจน ขึ้นด้วย ซึ่งกาซนั้นนี้มีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมาก

ก. กาซที่เกิดขึ้นจากขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช คือ กาซ

ข. คน สัตว์ และพืชใช้กาซ ในการหายใจ

20. การสังเคราะห์แสงของพืชนอกจากจะได้น้ำตาลกลูโคสและกาซออกซิเจน ยังมีน้ำเกิดขึ้นด้วย

สรุปได้ว่าเมื่อเกิดขบวนการสังเคราะห์แสงขึ้น จะได้สิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

(1)

(2)

(3)

15. ก. ใบ ราก ลำต้น และผล ข. มันเทศ มันสำปะหลัง ค. แห้ว เมือก มันฝรั่ง
ง. กลวย สาเก จ. ข้าว ขนุน ทุเรียน ถั่ว

16. ก. ละหุ่ง ถั่ว บัว มะพร้าว ข. ข้าว ข้าวโพด ถั่ว

21. สำหรับออกซิเจนและน้ำที่เกิดขึ้นจากขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชในเวลา
กลางวัน พืชจะคายออกมาทางปากใบ

เวลาเรานั่งไถ่ต้นไม้ในเวลากลางวัน เราจะมีรู้สึกสดชื่นและเย็นสบายก็ เพราะพืชคาย
..... และ ออกมา

22. เนื่องจากขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชจะได้กาซออกซิเจนออกมานี้เอง
ปลาหางนกยูงที่เลี้ยงรวมกับสาหร่ายในกล่องพลาสติก ซึ่งปิดฝา จึงสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้
ส่วนปลาหางนกยูงที่เลี้ยงไว้ตามลำพังในกล่องพลาสติก ซึ่งปิดฝาคายเพราะขาดออกซิเจน
นั้นเอง (ข้อนี้ไม่ต้องการคำตอบ)

17. ก. ออย

ข. เงามะ อุ่น ละมุน และลำไย

19. ก. ออกซิเจน

ข. ออกซิเจน

20. (1) น้ำตาลกลูโคส

(2) ออกซิเจน

(3) น้ำ

21. ออกซิเจน
น้ำ

การทดลองที่ 4.1

การทดลองเรื่อง สิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสง

วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อแสดงว่าแสงสว่างเป็นสิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสงของพืช

ความรู้เบื้องต้น การสังเคราะห์แสงของพืชจะได้น้ำตาลกลูโคสก่อน ส่วนใหญ่น้ำตาลกลูโคสที่พืชสร้างขึ้นจะถูกเปลี่ยนเป็นแป้งทันที แล้วเก็บสะสมไว้ที่ใบ ดังนั้น ถ้าเราต้องการจะทราบว่าพืชมีการสังเคราะห์แสงหรือไม่ ทำได้โดยการทดสอบแป้งที่ใบ

อุปกรณ์

1. ต้นถั่วซึ่งปลูกไว้ในกระป๋องประมาณ 15 วัน
2. คู่มือ 1 คู่มือ
3. กระดาษดำ ขนาด 4×10 เซนติเมตร 1 แผ่น
4. ที่เย็บกระดาษ 1 อัน
5. น้ำ 100 มิลลิลิตร
6. กระป๋องนม 1 ใบ
7. ตะเกียงอัลกอฮอลพร้อมทั้งที่กั้นลม และตะแกรงลวด 1 ชุด
8. เอธิลอัลกอฮอล 95 เปอร์เซ็นต์ 5 มิลลิลิตร
9. หลอดทดลองขนาดใหญ่ 1 หลอด
10. หลอดทดลองขนาดเล็ก 1 หลอด
11. ปากคีม 1 อัน
12. ถ้วยกระเบื้อง 1 ใบ
13. หลอดหยด 1 อัน
14. สารละลายไอโอดีน 1 เปอร์เซ็นต์ 5 มิลลิลิตร
15. น้ำแป้ง 5 มิลลิลิตร

วิธีทดลอง

1. นำต้นถั่วในกระป๋องไปเก็บไว้ในตู้มืดเป็นเวลา 1 วัน แล้วเคาะใบสำหรับใช้ทดลอง ใบข้อ 3 สองใบ
2. ใช้กระดาษดำหุ้มใบถั่วในกระป๋องไว้ 2 ใบ โดยใช้ที่เย็บกระดาษเย็บให้มิดชิด นำกระป๋องถั่วนี้ไปวางไว้ให้ถูกแสงแดดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง
3. ตมน้ำ 100 มิลลิลิตร ในกระป๋องจนเต็ม นำใบถั่วที่เคาะไว้จากข้อ 1 ใส่ลงไปในน้ำเคือก ต้มต่อไปอีก 1 นาที
4. คีบใบถั่วใส่ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ที่มีอัลกอฮอลล์อยู่ 5 มิลลิลิตร แขนหลอดทดลองในกระป๋องน้ำที่ยังต้มอยู่ ตบต่อไปอีกประมาณ 2 - 3 นาที เพื่อสกัดสารสีเขียวออก จนกระทั่งใบมีสีเขียว เพราะจะช่วยให้สังเกตผลการทดลองได้ง่ายขึ้น คีบใบถั่วขึ้นแล้วจุ่มในน้ำเย็นเพื่อล้างอัลกอฮอลล์ออก
5. นำใบถั่วขึ้นจากน้ำ วางในถ้วยกระเบื้อง หยดสารละลายไอโอดีน 2 - 3 หยดบนใบถั่ว ทิ้งไว้ครู่หนึ่งให้จึงล้างออก สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลในตาราง
6. เคาะใบถั่วที่หุ้มกระดาษดำ และใบที่ถูกแสงมาอีกอย่างละ 2 ใบ ทำการทดลองเช่นเดียวกันกับข้อ 3 - 5 แล้วบันทึกผลในตาราง
7. รินน้ำแป้ง 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก แล้วหยดสารละลายไอโอดีน 2 หยดลงในน้ำแป้ง สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลการทดลองลงในตาราง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่ทดสอบ	ผลการทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน
ใบถั่วที่เก็บไว้ในตู้มืด	
ใบถั่วที่ถูกแสงแดด	
ใบถั่วที่หุ้มด้วยกระดาษดำ	
น้ำแป้ง	

คำถามประกอบการทดลอง

1. การทดลองนี้นักเรียนเก็บต้นถั่วไว้ในตู้มีคนนานเท่าใด
2. การทดสอบใบต้นถั่วด้วยสารละลายไอโอดีน มีขั้นตอนอย่างไรบ้าง
-
-
3. ในการทดสอบแป้งที่ใบถั่วนั้น หลังจากต้มในน้ำเดือดแล้ว เรานำใบถั่วไปใส่ลงในอัลกอฮอล์ เพื่อ
4. ก่อนทดสอบแป้งที่ใบพืชด้วยสารละลายไอโอดีน เราสีกักคลอโรฟิลล์ออกมาทำไม
-
5. การทดลองนี้นักเรียนใช้กระดาษชุบใบถั่วไว้เป็นเวลานานกี่ชั่วโมง
6. น้ำแป้งถูกสารละลายไอโอดีนได้สีอะไร
7. ใบถั่วที่เก็บไว้ในตู้มืดเมื่อนำมาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน เกิดสีน้ำเงินขึ้นที่ใบหรือไม่
8. ใบถั่วที่หุ้มด้วยกระดาษดำเมื่อนำมาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน เกิดสีน้ำเงินขึ้นที่ใบหรือไม่
9. ใบถั่วที่เก็บไว้ในที่มืด และที่หุ้มด้วยกระดาษดำ เมื่อนำมาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน ไม่เกิดสีน้ำเงินขึ้นที่ใบ แสดงว่า ที่ใบไม่มี
10. ใบถั่วที่ถูกแสงเมื่อนำมาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน เกิดสีน้ำเงินขึ้นที่ใบ แสดงว่าที่ใบมี
11. การทดลองนี้สรุปได้ว่า
12. กระบวนการสร้างอาหารของพืชโดยอาศัยแสง เรียกว่า
13. ในเวลากลางคืนที่มีคนสนิท พืชจะสร้างอาหารได้หรือไม่
14. ถ้าเวลากลางคืนเราเปิดไฟทำให้พืชได้รับแสงสว่างเพียงพอก็พืชจะสร้างอาหารได้หรือไม่

การทดลองที่ 4.2

การทดลองเรื่อง สิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสง

วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อแสดงว่า คาร์บอนไดออกไซด์และคลอโรฟิลล์ เป็นสิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสง

ความรู้เบื้องต้น สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีคุณสมบัติดูดกลืนคาร์บอนไดออกไซด์

อุปกรณ์

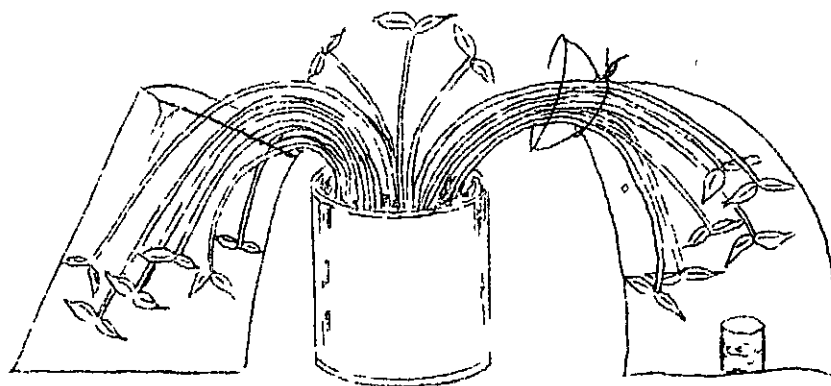
1. ต้นถั่วเขียวซึ่งปลูกไว้ในกระป๋องประมาณ 15 ต้น
2. ใบขมปากาง หรือใบหูกวาง หรือใบเล็บครุฑ 1 ใบ
3. ตูมด 1 ตู
4. ถังพลาสติกขนาด 20 x 28 เซนติเมตร 2 ใบ
5. ถังพลาสติกเบอร์ 1 จำนวน 1 ใบ
6. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ) 50 เปอร์เซ็นต์ 20 มิลลิลิตร
7. เชือกเส้นเล็กยาว 20 เซนติเมตร 1 เส้น
8. น้ำ 100 มิลลิลิตร
9. กระป๋องนม 1 ใบ
10. ตะเกียงอัลกอฮอลพร้อมทั้งที่กั้นลม และตะแกรงลวด 1 ชุด
11. เอซิลอัลกอฮอล 95 เปอร์เซ็นต์ 5 มิลลิลิตร
12. หลอดทดลองขนาดใหญ่ 1 หลอด
13. ปากคีบ 1 อัน
14. หลอดหยด 1 อัน
15. สารละลายไอโอดีน 1 เปอร์เซ็นต์ 5 มิลลิลิตร

ข้อควรระวัง เนื่องจากสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เข้มข้นมีคุณสมบัติกัดผิวหนังและเนื้อ ดังนั้น นักเรียนจะต้องระวังอย่าให้สารละลายหกรดเสื้อผ้าหรือร่างกาย เฉพาะอย่างยิ่ง

นัยน์ตา ถ้าร่างกายโดนสารละลายนี้จะต้องล้างน้ำออกทันที

วิธีทดลองตอนที่ 1

1. นำต้นถั่วในกระป๋องเก็บไว้ในตู้มืด 1 คืน เพื่อให้พืชใช้แป้งที่สะสมไว้ในใบให้หมดไป
2. เทสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 20 มิลลิลิตร ลงในกล่องพลาสติกเบอร์ 1 แล้ววางลงในถุงพลาสติก โนมต้นถั่วครึ่งหนึ่งลงไป ใช้เชือกมัดปากถุงด้วยรูป ระวังอย่าให้ลาต้นหัก
3. โนมต้นถั่วที่เหลือลงในถุงพลาสติกอีกใบหนึ่ง แต่ไม่มัดปากถุงด้วยรูป
4. วางกระป๋องต้นถั่วนี้ไว้ในที่ ๆ มีแสงแดดส่องถึง ตั้งไว้ประมาณ 3 ชั่วโมง
5. เปิดปากถุง เด็กใบที่อยู่ในถุงซึ่งมีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และที่อยู่ในถุง เป็ดมาอย่างละ 2 ใบ ทำเครื่องหมายไว้ว่าเกิดมาจากถุงใด
6. นำใบไปต้มในน้ำเดือด 1 นาที แล้วใช้อัลกอฮอล์สกัดสารสีเขียวตามการทดลอง 4.1 เมื่อล้างอัลกอฮอล์ออกจากใบแล้ว จึงทดสอบแป้งด้วยสารละลายไอโอดีน สังเกตและบันทึกผลลงในตาราง



แสดงการหุ้มต้นถั่วด้วยถุงพลาสติก

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.2 ตอนที่ 1

ใบถั่วที่นำมาทดสอบ	ผลการทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน
ในถุงพลาสติกที่มีสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์	
ในถุงพลาสติกที่ไม่มีสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์	

คำถามประกอบการทดลองที่ 4.2 ตอนที่ 1

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นชนิดเข้มข้นหรือเจือจาง
.....
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ถ้านกร่างกาย จะต้องทำอย่างไร
.....
3. ใส่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในถุงพลาสติกเพื่อประโยชน์อะไร
.....
4. ต้นถั่วที่ขาดคาร์บอนไดออกไซด์ คือ ต้นถั่วในถุงใด
.....
5. ใบถั่วในถุงใดเมื่อทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
.....
6. แสดงว่าการสังเคราะห์แสงของพืชต้องอาศัยก๊าซ
.....

วิธีทดลองตอนที่ 2

1. เติบใบชบาข้างที่ถูกแสงประมาณ 3 ชั่วโมง มา 1 ใบ
2. วาดรูปใบไม้เพื่อแสดงส่วนที่คาง
3. นำใบไม้ไปต้มในน้ำเดือด แล้วใช้อัลกอฮอล์สกัดสีเขียวตามการทดลอง 4.1
เมื่อล้างอัลกอฮอล์ออกจากใบแล้ว นำไปทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน สังเกตการเปลี่ยนแปลง
แล้วบันทึกผลลงในตาราง

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.2 ตอนที่ 2

ลักษณะของใบชบาข้าง	ผลการทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน
ส่วนที่มีสีเขียว	
ส่วนที่มีสีขาว	

คำถามประกอบการทดลองที่ 4.2 ตอนที่ 2

1. ใบใบที่ใช้ในการทดลองนี้ คือ ใบอะไร และเหตุใดจึงใช้ใบพืชชนิดนี้
2. ใบชบาข้างที่ทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน คือ ส่วนใด
3. การที่ใบไม้มีสีเขียว เนื่องมาจากมีสารที่ชื่อว่า
4. คลอโรฟิลล์พบที่ลำต้นหรือที่รากของต้นไม้บ้างหรือไม่
5. บริเวณลำต้นหรือรากของต้นไม้ที่มีสีเขียวปรุงอาหารได้หรือไม่
6. เห็น รากอาหารมาจากไหน
7. การทดลองนี้สรุปได้ว่า

การทดลองที่ 4.3

การทดลองเรื่อง การแยกคลอโรฟิลโดยวิธีโครมาโตกราฟี

วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อแสดงว่า ใบไม้ที่มีสีเขียวนั้น มีสีอื่นปนอยู่ด้วย

ความรู้เบื้องต้น คลอโรฟิล มีคุณสมบัติอย่างหนึ่ง คือ ละลายได้ในอัลกอฮอล์ แต่ไม่ละลายในน้ำ
ดังนั้น การสกัดคลอโรฟิลต้องใช้แอลกอฮอล์

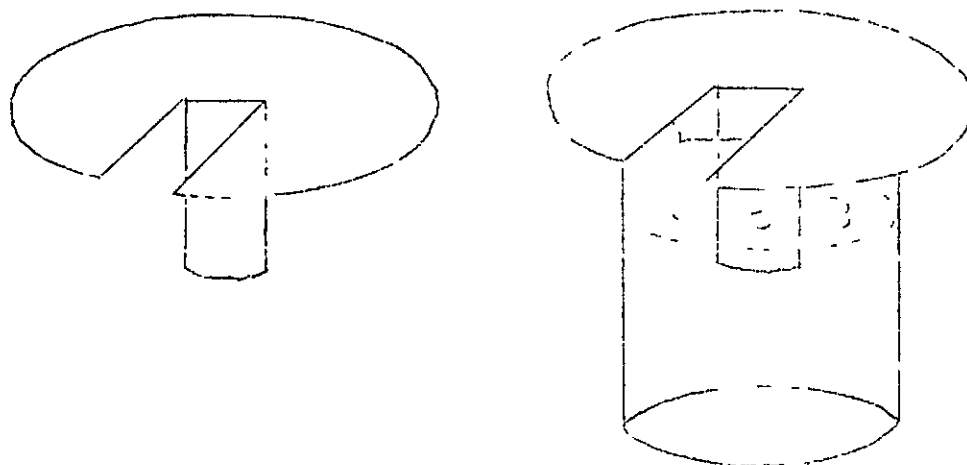
อุปกรณ์

1. ใบผักบุ้ง 4 ใบ
2. น้ำ 150 มิลลิลิตร
3. กระป๋องนม 1 ใบ
4. ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม และตะแกรงลวด 1 ชุด
5. ปากคืบ 1 อัน
6. เอชิลอัลกอฮอล์ 15 มิลลิลิตร
7. หลอดทดลองขนาดใหญ่ 1 หลอด
8. บีกเกอร์ 1 ใบ
9. กระดาษกรอง 1 แผ่น
10. กรรไกร 1 อัน

วิธีทดลอง

1. ต้มน้ำ 10 มิลลิลิตร ในกระป๋องนมจนเดือด แล้วเทใบผักบุ้งทั้ง 4 ใบ ซึ่งตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใบละ 3 - 4 ชิ้นลงไป แช่ไว้ 1 นาที
2. คีบผักบุ้งจากกระป๋องใส่ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ที่มีอัลกอฮอล์อยู่ ประมาณ 15 มิลลิลิตร แช่หลอดทดลองในน้ำเดือด และต้มต่อไปอีก 5 นาที จนกระทั่งใบมีสีซีด
3. เทสารละลายที่สะกักไคลลงในบีกเกอร์ สังเกตสีของสารละลาย
4. ตักกระดาษกรองจากเส้นรอบวงเข้าหาศูนย์กลางเป็นแกนกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 6.2 เซนติเมตร พับส่วนที่ตัดให้งอเป็นมุมฉาก

5. วางกระดาษกรองบนนีกเกอร์ ให้ปลายกระดาษที่พับแตะกับสารละลายในนีกเกอร์
ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นบนกระดาษกรอง แล้วบันทึกผล



รูปแสดงการแยกคลอไรด์โดยวิธีโครมาโตกราฟี

ผลการทดลอง

1. สิ่งที่ปรากฏบนกระดาษกรองมีกี่สี อะไรบ้าง
-
2. สีที่อยู่ก้นกลางสุด หรืออยู่ติดกับสารละลาย คือ สี
3. สีที่อยู่ตอนบนสุดใกล้กับศูนย์กลางของกระดาษกรอง คือ สี

คำถามประกอบการทดลอง

1. ใบไม้ที่ใช้ในการทดลอง คือ ใบอะไร
2. การสกัดคลอโรฟิลล์ออกจากใบไม้ต้องใช้แอลกอฮอล์ เพราะว่า
-
3. เราจะใช้น้ำสกัดคลอโรฟิลล์ออกจากใบไม้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
-

4. เมื่อได้ใบไม้มาแล้ว ต้องเอามาทำอะไรบ้าง

.....

.....

5. ใบไม้ซึ่งใส่ไว้ในหลอกทดลองที่มีอัลกอฮอลล์นำไปต้มอย่างไร

.....

6. สารที่สกัดได้จากใบไม้มีแต่คลอโรฟิลล์หรือไม่

7. สารที่สกัดได้จากใบไม้ นอกจากจะมีคลอโรฟิลล์แล้ว ยังมี

..... กาย

8. การทดลองนี้ทำให้เราทราบคุณสมบัติอย่างหนึ่งของคลอโรฟิลล์ คือ ละลายได้ใน ..

.....

การทดลองที่ 4.4

การทดลองเรื่อง พืชเปลี่ยนแปลงจากสารอะไร

วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อแสดงว่าการสังเคราะห์แสงของพืชนั้นได้น้ำตาลก่อน แล้วพืชเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแป้ง

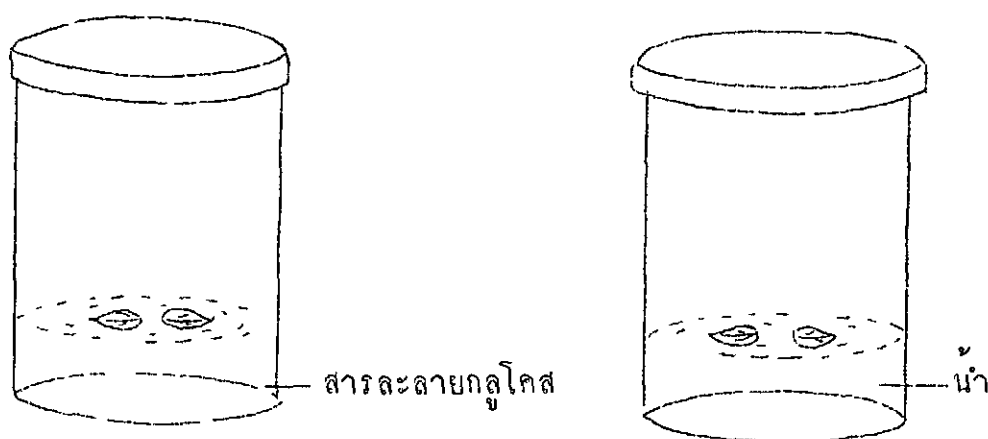
อุปกรณ์

1. ต้นถั่วซึ่งปลูกไว้ในกระป๋อง
2. ตุ่มค 1 ตุ่ม
3. กลองพลาสติกเบอร์ 1 จำนวน 2 ใบ
4. สารละลายกลูโคส 5 เปอร์เซ็นต์ 30 มิลลิลิตร
5. น้ำ 100 มิลลิลิตร
6. กระป๋องนม 1 ใบ
7. ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่กันลม และตะแกรงลวด 1 ชุด
8. เอซัลอัลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ 15 มิลลิลิตร
9. หลอดทดลองขนาดใหญ่ 1 หลอด
10. ปากคีบ 1 อัน
11. ถ้วยกระเบื้อง 1 ใบ
12. หลอดหยด 1 อัน
13. สารละลายไอโอดีน 1 เปอร์เซ็นต์ 5 มิลลิลิตร

วิธีทดลอง

1. นำต้นถั่วในกระป๋องเก็บไว้ในตู้มือ 1 คืน
2. นำกลองพลาสติกเบอร์ 1 สองใบ เทสารละลายกลูโคส 5 เปอร์เซ็นต์ ลงในกลองใบแรก 15 มิลลิลิตร อีกใบหนึ่งใส่น้ำ 15 มิลลิลิตร
3. เคี้ยวใบถั่วมา 4 ใบ ตักโคนใบออก จุ่มลงในกลองพลาสติก กลองละ 2 ใบ ให้คานทองใบซึ่งมีสีอ่อนกว่าหลังใบแต่ละใบกับสารละลาย

4. ปีกฝากล่องทั้งสองให้สนิท ทิ้งไว้ในตู้มือ 3 วัน นำใบถั่วในกล่องทั้งสองมาทดสอบกับสารละลายไอโอดีนตามการทดลองที่ 4.1 ให้ทำเครื่องหมายว่าใบใดมาจากกล่องไหน สังเกตการทดลองแล้วบันทึกผลในตาราง



แสดงใบถั่วที่แช่ในสารละลายกลูโคส 5 เปอร์เซ็นต์ และในน้ำ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ใบถั่วที่นำมาทดสอบ	ผลการทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน
ใบที่แช่ในสารละลายกลูโคส 5 เปอร์เซ็นต์	
ใบที่แช่ในน้ำ	

คำถามประกอบการทดลอง

1. ก่อนทำการทดลองต้องนำถั่วไปทำอะไร
2. การทดลองนี้เราแช่ใบไม้ในสารละลายอะไรบ้าง
-
3. เมื่อแช่ใบไม้ในสารละลายทิ้งแล้ว เอาไปไว้ที่ใด

4. ใบไม้ที่แช่ในน้ำกรบ 3 วัน เมื่อนำไปทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินหรือไม่

5. ใบไม้ที่แช่ในสารละลายกลูโคส 3 วัน เมื่อนำไปทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนพบว่า เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่า ในใบไม้ดังกล่าวมี

6. การที่เราตรวจพบแป้งในใบไม้ ซึ่งแช่ไว้ในสารละลายกลูโคส แสดงว่า ใบไม้เปลี่ยนน้ำตาลกลูโคส เป็น ได้

7. สรุปได้ว่า พืชสร้างแป้งจาก

8. ใบไม้ที่เคี้ยวทำการทดลองนี้ สามารถทำหน้าที่ต่าง ๆ ได้เพราะ

.....

การทดลองที่ 4.5

การทดลองเรื่อง พืชให้ก๊าซออกซิเจน

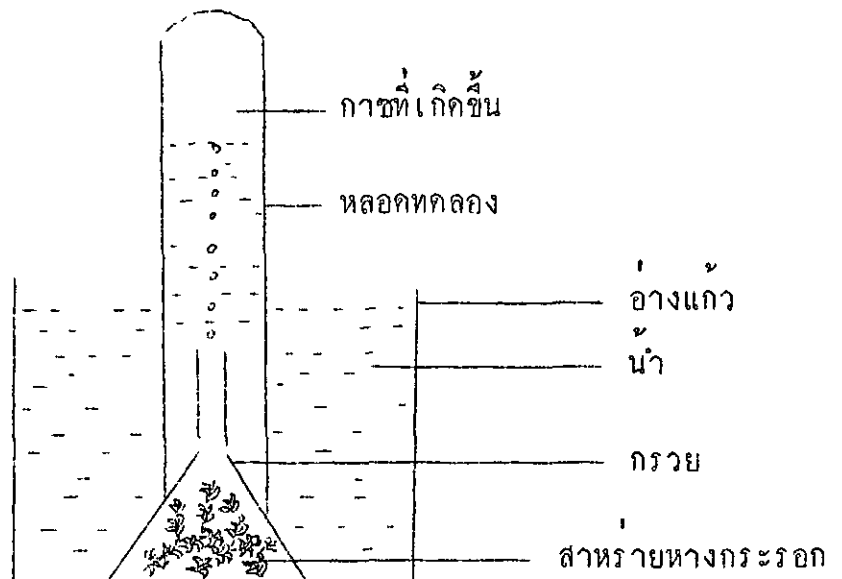
วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อแสดงว่าพืชสังเคราะห์แสงแล้วจะให้ก๊าซออกซิเจน

ความรู้เบื้องต้น ก๊าซออกซิเจนช่วยให้ไฟติด

อุปกรณ์

1. อ่างแก้ว
2. น้ำ
3. สำหร่ายหางกระรอก
4. กรวยแก้ว
5. หลอดทดลอง
6. แผ่นกระจก
7. ไม้ขีด
8. เทียน

วิธีทดลอง จัดเตรียมอุปกรณ์ดังภาพ



ตั้งให้ถูกแสงแดด เพื่อให้พืชสังเคราะห์แสงได้ คอยสังเกตดูจะเห็นว่ามีการชนิกหนึ่งปูดขึ้นไป
แทนที่น้ำในหลอดทดลอง เมื่อได้ก๊าซเต็มหลอด เอาแผ่นกระจกปิดปากหลอดทดลองขณะอยู่ใน
น้ำแล้วยกขึ้น หายหลอด แล้วเลื่อนแผ่นกระจกออก หย่อนเศษไม้ที่เป็นถ่านแดง ๆ ลงไป
สังเกตผลแล้วบันทึกไว้

คำถามประกอบการทดลอง

1. เศษไม้ที่เป็นถ่านแดง ๆ เมื่อหย่อนลงไปหลอดเก็บก๊าซจะเกิดอะไรขึ้น
..... แสดงว่า ก๊าซที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายทางกระจก คือ
ก๊าซ
2. การทดลองนี้สรุปได้ว่าพืชสังเคราะห์แสงแล้วจะให้
3. ในเวลากลางวันบริเวณที่มีต้นไม้อากาศจะสดชื่น เพราะเหตุใด
.....
4. เมื่อตอนต้นนักเรียนซึ่งปลากับสาหร่ายไว้ด้วยกัน ทำไมปลาไม่ตาย
.....
5. คนเราต้องพึ่งพืชในการดำรงชีวิตหรือไม่ ตัวอย่างเช่น
(1)
(2)

การหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

บทเรียนต่อไปนี้ต้องการให้นักเรียนทราบถึงการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
ว่ามีการหมุนเวียนอย่างไร และก๊าซนี้มาจากไหน

1. นักเรียนทราบแล้วใช่ไหมว่าสิ่งมีชีวิตต้องมีการหายใจ ซึ่งก๊าซที่ใช้ในการหายใจ
ก็คือ ก๊าซออกซิเจน

ก. คนและสัตว์ต้องการก๊าซ ในการหายใจ

ข. พืชต้องการก๊าซ ในการหายใจ

2. การหายใจ ถือได้ว่าเป็นการ เผาผลาญอาหาร เพื่อให้ได้พลังงานออกมาใช้ในการ
ดำรงชีวิต

ก. การหายใจทำให้ได้ ออกมา

ข. การดำรงชีวิตของสิ่งที่มีชีวิตต้องอาศัย

3. นอกจากการหายใจจะได้พลังงานออกมาแล้ว ยังมี ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ น้ำ
เกิดขึ้นด้วย

ก. ก๊าซที่เกิดจากการหายใจของคนและสัตว์ คือ

ข. ก๊าซที่เกิดจากการหายใจของพืช คือ

4. การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ก็จะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำออกมาเช่นเดียวกัน
กับการหายใจของคน สัตว์ และ พืช

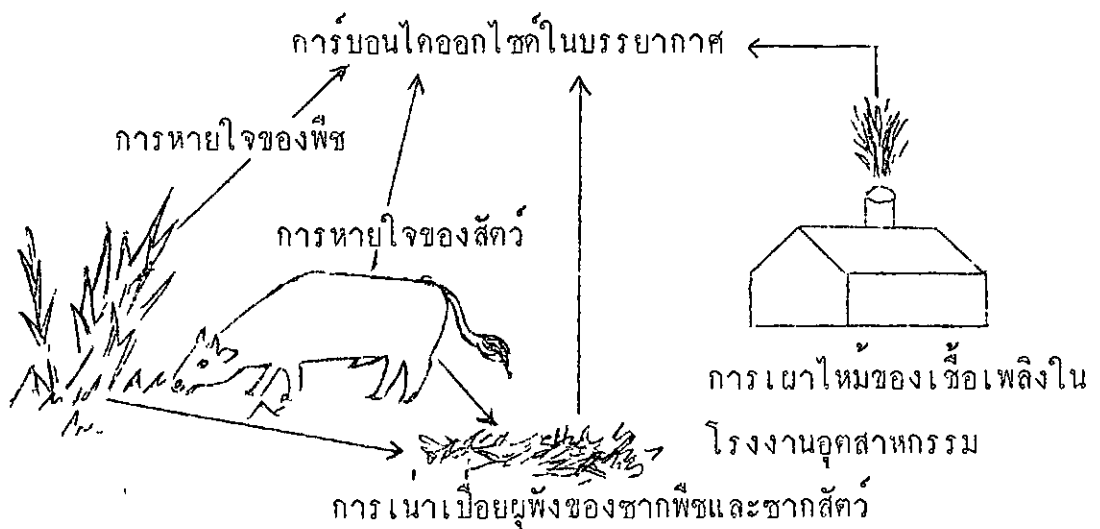
ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง คือ

5. นอกจากนี้เมื่อพืชและสัตว์ตาย สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่อยู่ในดิน เช่น รา แบคทีเรีย จะช่วยทำให้เกิดการเน่าเปื่อยผุพัง ซึ่งขบวนการนี้ก็จะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เช่นเดียวกัน

ก. การเน่าเปื่อยผุพังของซากพืชและซากสัตว์เกิดจากการกระทำของสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในดิน คือ

ข. การเน่าเปื่อยผุพังของซากพืชและซากสัตว์ จะทำให้เกิดก๊าซ

6. จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ ขอสรุปให้นักเรียนเข้าใจอีกครั้งว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มาจากไหน ดังแผนภาพ



สรุปได้ว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจาก

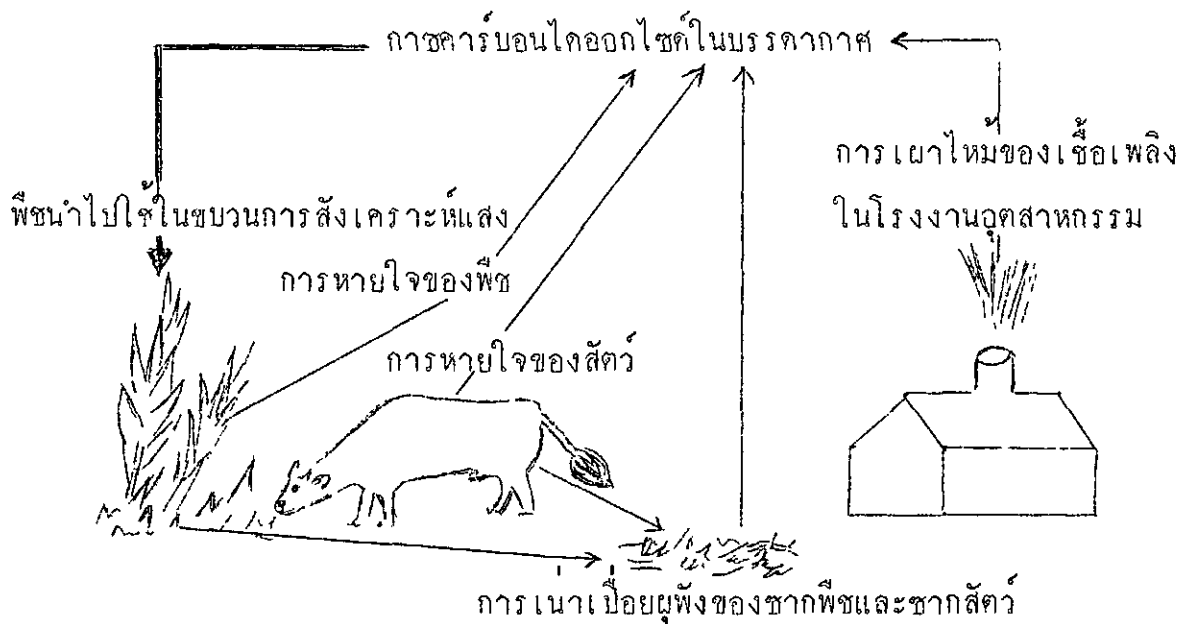
- (1)
- (2)
- (3)
- (4)

- | | | | |
|----------------|---------------|----------------------------|----------------|
| 1. ก. ออกซิเจน | 2. ก. พลังงาน | 3. ก. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | 4. ก๊าซคาร์บอน |
| ข. ออกซิเจน | ข. พลังงาน | ข. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | ไดออกไซด์ |

7. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มาจากแหล่งต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนี้เองที่พืชนำไปใช้
สร้างน้ำตาลในกระบวนการสังเคราะห์แสง และคายก๊าซออกซิเจนออกมา

- ก. ก๊าซที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง คือ ก๊าซ
- ข. ก๊าซที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสง คือ ก๊าซ

8. จงเห็นว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรในบรรยากาศดังภาพ



- ก. ก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศที่สัตว์ ใช้ในการหายใจมาจาก
- ข. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสงมาจาก
- (1) (3)
- (2) (4)

5. ก. รา แบคทีเรีย ข. คาร์บอนไดออกไซด์
6. (1) การหายใจของพืช (2) การหายใจของสัตว์
- (3) การเน่าเปื่อยของซากพืชและซากสัตว์
- (4) การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม

9. แม้ว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีแหล่งเกิดหลายแหล่งก็ตาม แต่ถูกพืชสีเขียวนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสง แล้วคายก๊าซออกซิเจนออกมาในบรรยากาศ ซึ่งมนุษย์ สัตว์ และพืชนำไปใช้ในการหายใจ หมุนเวียนกันไปเป็นวงจร จึงทำให้ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในบรรยากาศไม่เปลี่ยนแปลง

ก. ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศไม่เพิ่มขึ้นเพราะ

.....

ข. พืชและสัตว์ทุกชนิดต้องใช้ออกซิเจนในการหายใจ แต่ที่ปริมาณของก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศไม่ลดลงเพราะ

.....

10. ใช่แล้ว ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในบรรยากาศไม่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ เพราะพืชช่วยกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นของเสียของคน และสัตว์ให้หมดไป และคายออกซิเจนออกมาช่วยให้อากาศบริสุทธิ์

ก. เหตุที่ได้ศึกษามาทำให้นักเรียนรักต้นไม้มากขึ้นหรือไม่

ข. การช่วยกันปลูกต้นไม้มีประโยชน์ต่อมนุษย์และสัตว์อย่างไร

.....

7. ก. คาร์บอนไดออกไซด์

ข. ออกซิเจน

8. ก. การสังเคราะห์แสงของพืช

ข. (1) การหายใจของพืช

(2) การหายใจของสัตว์

(3) การเผาปฏิกิริยาของซากพืชและซากสัตว์

(4) การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง

11. นักเรียนคงจะเห็นแล้วว่า พืชและสัตว์ต้องพึ่งพาอาศัยกันเสมอ พืชต้องพึ่งพาอาศัยสัตว์ เช่น นกช่วยกระจายเมล็ดพืช ซึ่งส่วนหนึ่งมาจากการหายใจของสัตว์ สัตว์ช่วยผสมเกสร สัตว์กินและคนช่วยกระจายพันธุ์ สัตว์บางชนิด เช่น ไส้เดือนช่วยทำให้ดินร่วน

พืชต้องพึ่งพาอาศัยสัตว์ คือ

(1)

(2)

(3)

(4) ..

12. นอกจากนี้สัตว์ก็ต้องพึ่งพาอาศัยพืชเช่นเดียวกัน เช่น สัตว์อาศัยกาชออกซิเจน จากพืช อาศัยพืชเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและให้ร่มเงา เป็นต้น สัตว์พึ่งพาอาศัยพืชหลายอย่างด้วยกัน เช่น

(1)

(2)

(3)

(4)

9. ก. พืชสีเขียวนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสง

ข. พืชคายกาชออกซิเจนออกมาในบรรยากาศ

10. ก. รักคนไม่มากนัก

ข. ช่วยกำจัดกาชคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นของเสียของคนและสัตว์ให้หมดไป และคายกาชออกซิเจนออกมาช่วยให้อากาศบริสุทธิ์

13. จากความรู้ที่เราศึกษามา ทำให้เราทราบว่าทั้งพืชและสัตว์ต่างก็ต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน จึงทำให้พืชและสัตว์เหล่านั้นดำรงชีวิตอยู่ได้ (ข้อนี้ไม่ต้องการคำตอบ)

11. (1) อาศัยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้สร้างอาหาร

(2) อาศัยแมลงจำพวกผึ้งช่วยผสมละอองเกสร

(3) อาศัยนกและคนช่วยกระจายพันธุ์

(4) อาศัยสัตว์บางชนิด เช่น ไล่เดือย ทำให้กินรวน

12. (1) สัตว์อาศัยก๊าซออกซิเจนจากพืช

(2) อาศัยพืชเป็นแหล่งอาหาร

(3) เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย

(4) ไทรมเงา

การทดลองที่ 5.1

การทดลองเรื่อง การหายใจของสัตว์

วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจว่าสัตว์หายใจเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

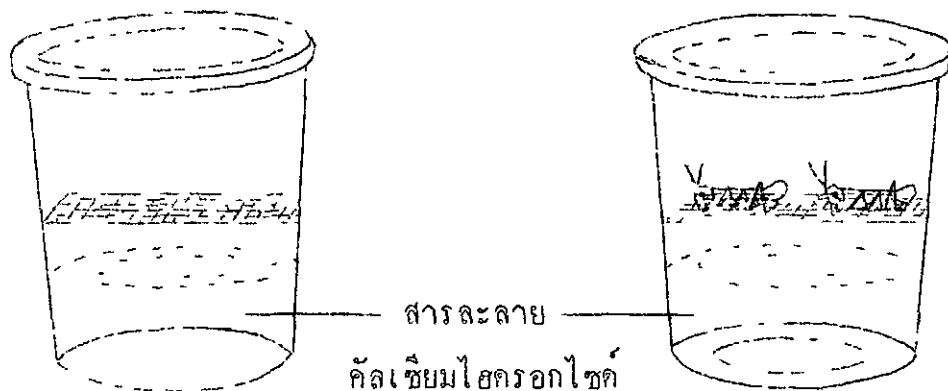
ความรู้เบื้องต้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ (น้ำปูนใส) จะทำให้สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ขุ่น หรือเกิดเป็นฝ้าสีขาวอยู่ที่ผิว เนื่องจากเกิดตะกอนสีขาวของ คัลเซียมคาร์บอเนต ขึ้น

อุปกรณ์

1. ถ้วยพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด 2 ใบ
2. สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ 60 มิลลิลิตร
3. แผ่นมุงลวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร 2 แผ่น
4. ตึกแตน 2 ตัว

วิธีทดลอง

1. เทสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ลงไปในถ้วยพลาสติกทั้ง 2 ใบ ใบละ 60 มิลลิลิตร
2. วางแผ่นมุงลวดทั้งสองให้อยู่เหนือสารละลายประมาณ 3 เซนติเมตร ในถ้วย ใบหนึ่งวางตึกแตนลงบนแผ่นมุงลวด 2 ตัว
3. ปิดฝาถ้วยทั้งสองให้แน่น ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน สังเกตผลการเปลี่ยนแปลงของสารละลาย ในถ้วยทั้งสอง บันทึกผลลงในตาราง



รูปแสดงการทดสอบการหายใจของคัลแคน

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ถ้วยที่ทดลอง	ผลการสังเกตสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์	
	เริ่มทดลอง	ตั้งทิ้งไว้ 1 ก็น
บีกแคน		
ไม่มีคัลแคน		

คำถามประกอบการทดลอง

1. สารละลายที่ใส่ไว้ในถ้วยพลาสติกทั้งสองคืออะไร
 2. ทำไมเราต้องใส่สั้วในถ้วยพลาสติกใบหนึ่ง แต่อีกใบหนึ่งไม่ใส่
 3. การทดลองปิดฝาถ้วยพลาสติกทั้งสองใบหรือไม่
 4. การทดลองนี้ทำไมต้องทิ้งไว้นานถึง 1 ก็น
-

5. นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร

.....

6. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากจะเกิดจากการหายใจของพืชและสัตว์แล้ว ยัง
เกิดขึ้นจาก (1) (2)

7. ในขบวนการสังเคราะห์แสงนั้น พืชใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปสร้างน้ำตาลกลูโคส
แล้วคายก๊าซอะไรออกมา

8. มีคำกล่าวว่ "คนไม่เป็นปอดของเมือง" หมายความว่าอย่างไร

.....

9. การหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดขึ้นได้อย่างไร ..

.....

10. ที่กล่าวกันว่า น้ำพึ่งเรือ เสือพึ่งป่า ป่าพึ่งเสือ เรือพึ่งน้ำ คำว่า เสือพึ่งป่า ป่าพึ่งเสือ
นั้น มีการพึ่งกันอย่างไร

.....

.....

การทดลองที่ 5.2

การทดลองเรื่อง การหายใจของพืช

วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อให้ทราบว่า พืชหายใจเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
อุปกรณ์

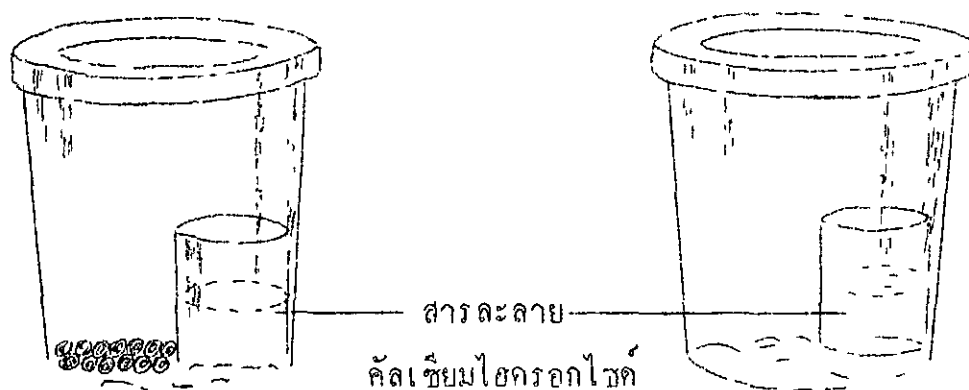
1. ถ้วยพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร 2 ใบ
2. กระดาษขำระขนาด 10×10 เซนติเมตร 2 ชิ้น
3. เมล็ดถั่วเขียว 100 เมล็ด
4. น้ำ 50 มิลลิลิตร
5. กล้องพลาสติกเบอร์ 3 จำนวน 2 กล้อง
6. สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ 30 มิลลิลิตร

วิธีทดลอง

1. นำถ้วยพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร มา 2 ใบ ใบหนึ่งใส่แต่กระดาษขำระชั้น ๆ อีกใบหนึ่งใส่กระดาษขำระชั้น ๆ แล้วเพาะเมล็ดถั่วเขียว ซึ่งแช่น้ำไว้แล้ว 1 คืน ลงไป 100 เมล็ด

2. เทสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ลงในกล้องพลาสติกเบอร์ 3 จำนวน 2 กล้อง กล้องละ 15 มิลลิลิตร แล้ววางกล้องพลาสติกทั้ง 2 ใบลงในถ้วยพลาสติกทั้ง 2 ใบ ตั้งรูป

3. ปิดฝาถ้วยพลาสติกใบใหญ่ทั้ง 2 ใบให้แน่น ทิ้งไว้ 1 วัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ในถ้วยทั้งสองใบ บันทึกผลลงในตาราง



รูปแสดงการทดสอบการหายใจของแมลงที่กักขังไว้ในขวด

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ถ้วยที่ทดลอง	ผลการสังเกตสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์	
	เริ่มทดลอง	ทิ้งไว้ 1 วัน
มีแมลงที่กักขังไว้ในขวด		
ไม่มีแมลงที่กักขังไว้ในขวด		

คำถามประกอบการทดลอง

1. สารละลายอะไรที่ใส่ไว้ในกล่องพลาสติก
2. การทดลองนี้ต้องปิดฝาถ้วยพลาสติกใบที่อยู่ข้างนอกหรือไม่
3. การทดลองนี้ทำไมต้องทิ้งไว้นานถึง 1 วัน

.....

4. สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ในกล่องใบใดที่มีฟอสฟอรัสเกิดขึ้นมากกว่า

.....

5. สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ในถ้วยใบใดที่ชุ่มหรือมีฝ้าหนา ๆ ลักษณะสีขาว
เกิดขึ้นที่ผิว
6. การทดลองนี้สรุปได้อย่างไร
7. สารที่เป็นตะกอนสีขาวหรือเป็นฝ้าสีขาวที่ผิวของสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์
คือ สารอะไร
-

1. ถ้านักเรียนสังเกตสภาพแวดล้อมรอบ ๆ ตัว ไม่ว่าจะเป็นบ้าน โรงเรียน บนถนน หนทาง หรือในแม่น้ำลำคลองก็ตาม นักเรียนจะพบว่ามีสิ่งมีชีวิตรวมอยู่ด้วยเสมอ
สิ่งที่นักเรียนจะพบเสมอในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ คือ

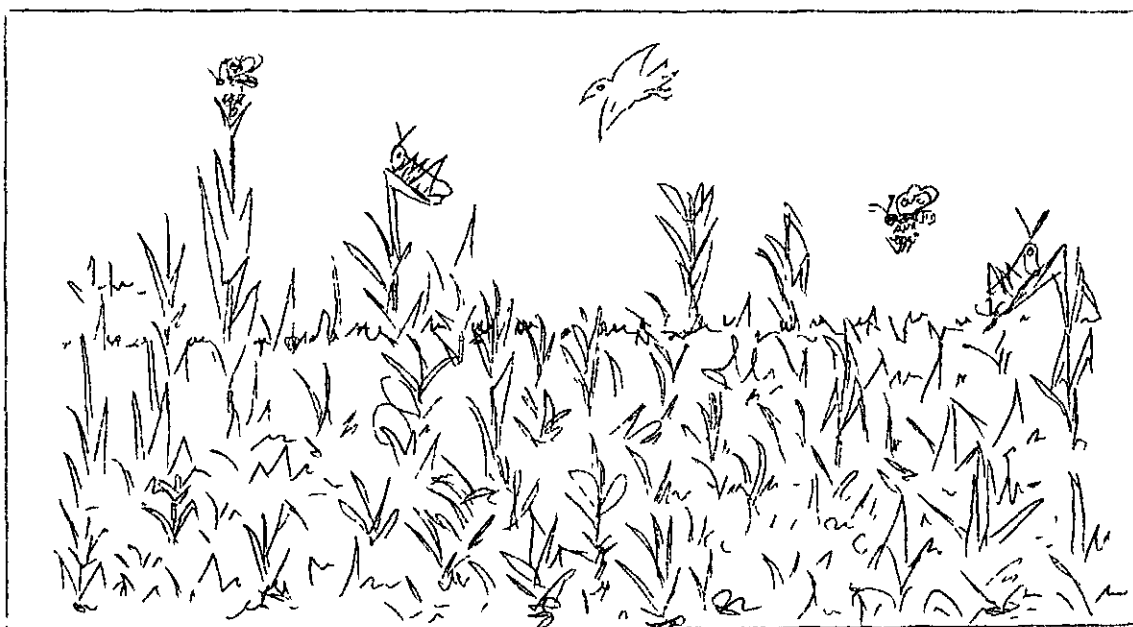
2. สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันในสถานที่แต่ละแห่ง ส่วนใหญ่แล้วจะมีหลายชนิด
ในสถานที่แต่ละแห่งเรามักจะพบสิ่งมีชีวิต อยู่ร่วมกัน

3. ถ้านักเรียนสังเกตสภาพแวดล้อมในบริเวณบ้านของนักเรียนเอง จะพบว่า
ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตหลายชนิด
สิ่งมีชีวิตที่จะพบได้ในบริเวณบ้านของนักเรียน ได้แก่ (1)
(2) (3) (4)

4. หากนักเรียนอยู่ในชนบทหรือเคยผ่านไปชนบท จะเห็นสองข้างทางเต็มไปด้วย
พืชสีเขียว ซึ่งอาจจะเป็นทุ่งนาหรือทุ่งหญ้า
ภายในทุ่งนาหรือทุ่งหญ้า นอกจากจะพบต้นข้าวและต้นหญ้าแล้ว สิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่นักเรียน
จะพบได้อีก ได้แก่ (1) (2)
(3) (4)

5. แน่นอน หากเรามีโอกาสเข้าไปสำรวจใกล้ ๆ เราจะพบว่าในทุ่งนาหรือทุ่งหญ้า มีสิ่งมีชีวิตอีกหลายชนิดอาศัยอยู่ร่วมกัน

ขอให้นักเรียนพิจารณาภาพทุ่งหญ้าข้างล่างนี้ให้ละเอียด



จากภาพทุ่งหญ้าแห่งนี้ นอกจากที่เราจะพบต้นหญ้าแล้ว เรายังพบสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ อีกหลายชนิดปะปนอยู่ เช่น

(1)

(2)

(3)

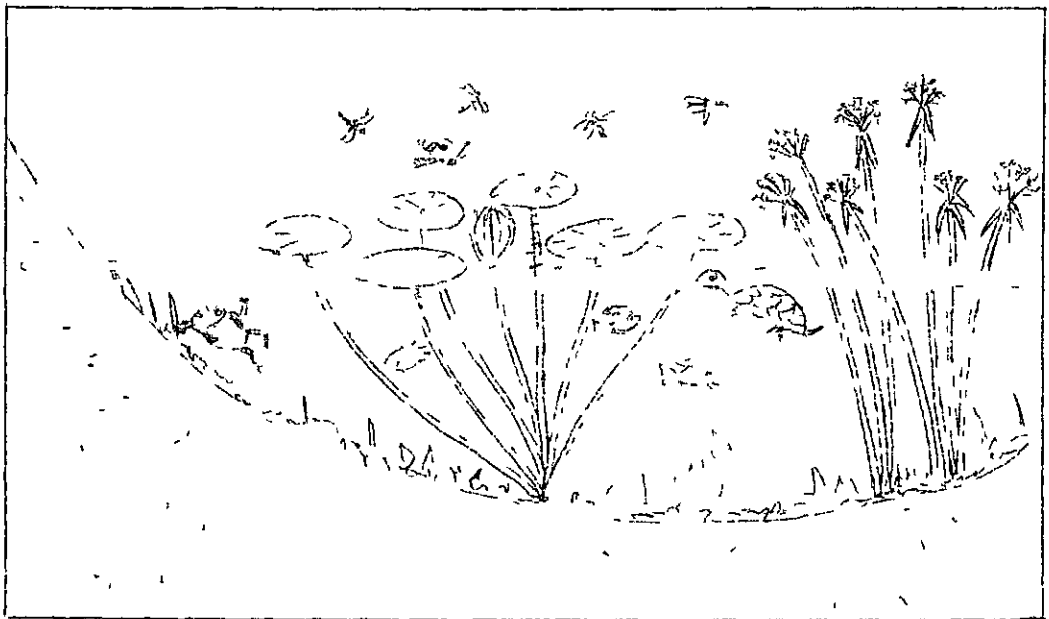
1. สิ่งมีชีวิต

2. หลายชนิด

3. คอบอะไรก็ได้ตามความเป็นจริง

4. คอบอะไรก็ได้ตามความเป็นจริง

6. ไม่เพียงแต่บริเวณบ้านทุ่งนา หรือทุ่งหญ้าเท่านั้น ในสถานที่อื่น ๆ ถ้าหากเรา
 ใ้สำรวจอย่างละเอียด เราจะพบสิ่งมีชีวิตซึ่งมีทั้งพืชและสัตว์หลายชนิดอยู่รวมกัน
 สิ่งมีชีวิตในสระน้ำจากภาพข้างล่างนี้มีอะไรบ้าง



- ก. สิ่งมีชีวิตจำพวกพืช ได้แก่ (1)
 (2)
 ข. สิ่งมีชีวิตจำพวกสัตว์ ได้แก่ (1)
 (2)
 (3)

5. (1) นก
 (2) ผีเสื้อ
 (3) คีตกแตน

7. สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกัน เรียกว่า กลุ่มสิ่งมีชีวิต
กก หญ้า บัว ปลา เต่า กบ ที่อาศัยอยู่ในสระน้ำเดียวกัน เรียกว่า

8. สิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ โดยทั่วไปต้องการที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกัน เช่น อาจเป็น บนบก
ในน้ำ บนต้นไม้ ฯลฯ สถานที่ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตทั้งมวลเราเรียกว่า แหล่งที่อยู่
อาศัย

บ้าน หุ่นา หุ่นหญ้า สระน้ำ เป็นสถานที่ซึ่งมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ เราจึงเรียกว่า

.....

9. ในบริเวณที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต นอกจากจะมี กลุ่มสิ่งมีชีวิต แล้ว ยังมี
สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตอื่น ๆ ด้วย เช่น ดิน น้ำ อากาศ แสงสว่าง ฯลฯ

ในบริเวณที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยหนึ่ง ๆ จะมีทั้ง และ

10. กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งที่อยู่แต่ละแห่ง ย่อมจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน
และยังมีความสัมพันธ์กับ สิ่งแวดล้อม ณ บริเวณแหล่งที่อยู่นั้น ๆ ด้วย

จากข้อความที่กล่าวไวข้างบนนี้หมายความว่า

ก. สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่อยู่รวมกัน จะมี ซึ่งกันและกัน

ข. กลุ่มสิ่งมีชีวิตนอกจากจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันแล้ว ยังมีความสัมพันธ์กับ ...

..... ณ บริเวณแหล่งที่อยู่นั้น ๆ ด้วย

6. ก. (1) กก (2) บัว

ข. (1) ปลา (2) กบ (3) เต่า

11. ความเกี่ยวข้องของสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ณ บริเวณแหล่ง
ที่อยู่นั้น ๆ เรียกว่า ระบบนิเวศน์

ระบบนิเวศน์จึงหมายถึงระบบแห่งความสัมพันธ์กันระหว่าง กับ
..... ณ บริเวณแหล่งที่อยู่นั้น ๆ

12. ใช่แล้ว ระบบนิเวศน์ หมายถึง ระบบแห่งความสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิต
กับสิ่งแวดล้อม ณ บริเวณแหล่งที่อยู่นั้น ๆ

จากความหมายของระบบนิเวศน์ดังกล่าวแล้ว ทำให้เราทราบว่าระบบนิเวศน์หนึ่ง ๆ
มีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ และ

13. ถูกต้อง ระบบนิเวศน์ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ กลุ่มสิ่งมีชีวิต กับ
สิ่งแวดล้อม ซึ่งต่างก็เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

บ้าน หุ่นา ป่า สระน้ำ โรงเรียน อำเภอก จังหวัด และโลกที่เราอาศัยอยู่ ประกอบด้วย
กลุ่มสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งต่างก็เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน จึงจัดเป็น

14. สำหรับกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศน์หนึ่ง ๆ โดยทั่วไปจะมีทั้งพืชและสัตว์
ทั้งนี้เพราะว่าสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 พวกนี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างใกล้ชิด

เนื่องจากพืชและสัตว์มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างใกล้ชิด ดังนั้น กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัย
อยู่ในระบบนิเวศน์หนึ่ง ๆ จึงมีสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 พวก คือ และ
.....

7. กลุ่มสิ่งมีชีวิต

8. แหล่งที่อยู่อาศัย

9. กลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

10. ก. ความสัมพันธ์

ข. สิ่งแวดล้อม

15. หากนักเรียนเป็นคนช่างสังเกตจะพบว่าในระบบนิเวศน์ต่าง ๆ มีชนิดของพืชและสัตว์แตกต่างกันไป เช่น

หอย ปู ปลา จอก แหน ผักตบชวา เราจะพบในระบบนิเวศน์สระน้ำ
 ช่าง กวาง เสือ กระทิง คั่นสัก ประดู่ เต็ง รัง เราจะพบในระบบนิเวศน์ป่า
 ชนิดของพืชและสัตว์ที่พบในระบบนิเวศน์สระน้ำกับระบบนิเวศน์ป่าเหมือนกันหรือ
 แตกต่างกัน

16. นอกจากแต่ละระบบนิเวศน์จะพบชนิดของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันแล้ว หากเรา
 พิจารณาถึงจำนวนของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในระบบนิเวศน์ต่าง ๆ แล้ว จะพบว่าแตกต่างกันด้วย
 ในแม่น้ำหรือบ่อเลี้ยงปลาแต่ละแห่ง นักเรียนคิดว่ามีจำนวนของปลาเท่ากันหรือไม่

17. การที่จำนวนและชนิดของพืชและสัตว์ในแต่ละระบบนิเวศน์แตกต่างกัน เพราะว่า
 สิ่งแวดล้อมในแต่ละระบบนิเวศน์เหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ชนิดต่าง ๆ
 แตกต่างกัน

จากข้อความที่กล่าวไว้ข้างบนนี้หมายความว่า ถ้าสิ่งแวดล้อมในแต่ละระบบนิเวศน์
 ต่างกัน จำนวนและชนิดของพืชและสัตว์ที่พบในแต่ละระบบนิเวศน์ก็จะ

18. เมื่อระบบนิเวศน์ต่าง ๆ มีสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน นักวิทยาศาสตร์จึงจำแนกระบบ
 นิเวศน์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ระบบนิเวศน์บนบกและระบบนิเวศน์ในน้ำ
 ระบบนิเวศน์บนบกและระบบนิเวศน์ในน้ำ มีสิ่งแวดล้อม'

11. กลุ่มสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

12. กลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

13. ระบบนิเวศน์

14. พืชและสัตว์

19. ระบบนิเวศบนบก ได้แก่ ป่า สวน หุบเขา หุบภูเขา สนามหญา ภูเขา
ป่า สวน หุบเขา หุบภูเขา สนามหญา ภูเขา จัดเป็น

20. ระบบนิเวศในน้ำ ได้แก่ สระ หนอง บึง ลำธาร แม่น้ำ ทะเล
สระ หนอง บึง ลำธาร แม่น้ำ ทะเล จัดเป็น

21. นักเรียนทราบมาแล้วว่าในระบบนิเวศต่าง ๆ จะมีสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน ทำให้
จำนวนและชนิดของสิ่งมีชีวิตที่พบในแต่ละระบบนิเวศแตกต่างกันออกไป
การที่จำนวนและชนิดของสิ่งมีชีวิตที่พบในระบบนิเวศบนบกกับระบบนิเวศในน้ำ
แตกต่างกัน เกิดจากอิทธิพลของ

22. ระบบนิเวศ อาจมีขนาดเล็กหรือใหญ่ก็ได้ บางครั้งระบบนิเวศขนาดเล็กอาจอยู่
ภายในระบบนิเวศขนาดใหญ่ เช่น แอ่งน้ำ ลำธาร น้ำตก เป็นระบบนิเวศขนาดเล็กอยู่ในป่า
ซึ่งเป็นระบบนิเวศขนาดใหญ่

ก. ระบบนิเวศขนาดเล็กที่กล่าวถึงในที่นี้ คือ

ข. ระบบนิเวศขนาดใหญ่ที่กล่าวถึงในที่นี้ คือ

23. สรุปได้ว่า ในแต่ละระบบนิเวศมีสิ่งมีชีวิตอันใดก็ได้ พืชและสัตว์หลายชนิดอยู่รวมกัน
และมีความสัมพันธ์ต่อกัน สิ่งมีชีวิตดังกล่าวจะแตกต่างกันทั้งในด้านจำนวนและชนิด ทั้งนี้เพราะ
ว่า ในแต่ละระบบนิเวศมีสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน (ข้อนี้ไม่ต้องการคำตอบ)

15. แตกต่างกัน

16. ไม่เท่ากัน

17. แตกต่างกัน

18. แตกต่างกัน

24. นักเรียนทราบมาแล้วว่าในแต่ละระบบนิเวศนั้นมีสิ่งมีชีวิตอยู่ 2 พวกใหญ่ ๆ คือ พืชและสัตว์

พืชสีเขียวเรียกได้ว่า "ผู้ผลิต" เพราะสามารถสร้างอาหารเองได้

สัตว์เรียกได้ว่า "ผู้บริโภค" เพราะต้องกินพืชและสัตว์เป็นอาหาร

ในแต่ละระบบนิเวศนั้นมีทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคหรือไม่

25. ใช่แล้ว ในแต่ละระบบนิเวศนั้นมีทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค แต่เนื่องจากระบบนิเวศต่าง ๆ มีสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน ดังนั้น ผู้ผลิตและผู้บริโภคจึงแตกต่างกันออกไปด้วย ผู้ผลิตและผู้บริโภคในระบบนิเวศต่าง ๆ แตกต่างกันเพราะว่ามี
แตกต่างกัน

26. เท่าที่ได้ศึกษามา นักเรียนคงได้ข้อสังเกตแล้วว่า พืชสีเขียวทั้งหลายเป็นผู้ผลิต ส่วนสัตว์ต่าง ๆ เป็นผู้บริโภค ซึ่งทั้งพืชและสัตว์จะอยู่ร่วมกันเสมอในแต่ละระบบนิเวศ เราจะพบระบบนิเวศที่มีแค่พืชหรือสัตว์เพียงอย่างเดียวหรือไม่

27. หากนักเรียนสังเกตสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตอย่างละเอียด จะพบว่ากลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในสถานที่แต่ละแห่งแตกต่างกัน เพราะว่า สิ่งแวดล้อมในสถานที่แต่ละแห่งมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดแตกต่างกัน

เนื่องจากสิ่งแวดล้อมในสถานที่แต่ละแห่งมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดแตกต่างกัน จึงมีผลทำให้กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในสถานที่แต่ละแห่ง

19. ระบบนิเวศบนบก

20. ระบบนิเวศในน้ำ

21. สิ่งแวดล้อม

22. ก. แอ่งน้ำ ลำธาร น้ำตก

ข. ป่า

28. ปกติกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศหนึ่ง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การเปลี่ยนแปลงทางจำนวนของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด อาจจะเป็นไปในทางเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ แต่ธรรมชาติจะคอยควบคุมสิ่งมีชีวิตทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคให้มีจำนวนพอเหมาะพอดีกัน

ก. จำนวนของผู้ผลิตและผู้บริโภคอยู่ภายใต้การควบคุมของ

ข. ธรรมชาติควบคุมผู้ผลิตและผู้บริโภคให้มีจำนวน

29. ธรรมชาติทำหน้าที่ควบคุมสิ่งมีชีวิตทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคให้พอเหมาะกัน โดยถ้าผู้ผลิตมีจำนวนเพิ่มขึ้น ผู้บริโภคก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ถ้าผู้ผลิตมีจำนวนลดลง ผู้บริโภคก็จะมีจำนวนลดลงด้วย ดังตัวอย่าง เช่น

๕ ตกแตนกินใบพืชมีจำนวนมากขึ้น เมื่อพืชมีจำนวนมาก

๕ ตกแตนกินใบพืชจะมีจำนวนน้อยลง เมื่อมีพืชที่จะกินน้อยลง

แสดงว่า จำนวนของตกแตน (ผู้บริโภค) จะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ขึ้นอยู่กับจำนวนของ

.

30. ภาวะที่ธรรมชาติควบคุมให้สิ่งมีชีวิตทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคในระบบนิเวศ มีจำนวนพอเหมาะ เรียกว่า สมดุลธรรมชาติ

สมดุลธรรมชาติเกิดขึ้นเมื่อ จำนวนของผู้ผลิตและผู้บริโภคมีจำนวน

24. ใช่

26. ไม่พบ

25. สิ่งแวดล้อม

27. แตกต่างกัน

31. ในขณะที่ระบบนิเวศน์อยู่ในภาวะสมดุล สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

ภาวะที่สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศน์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เรียกว่า

32. แม่น้ำ ลำธาร ป่า อาจเป็นระบบนิเวศน์ที่สมดุลอยู่ได้เป็นเวลานาน หรือชั่วระยะเวลาหนึ่ง ที่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ก. แม่น้ำ ลำธาร ป่า จัดเป็น

ข. แม่น้ำ ลำธาร ป่า จะเป็นระบบนิเวศน์ที่สมดุลอยู่ได้เมื่อ

33. ในขณะที่ระบบนิเวศน์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ระบบนิเวศน์นั้นจะอยู่ในภาวะสมดุล แต่ถ้ามี่สิ่งหนึ่งสิ่งใดมากระทบกระทั่งเือนต่อระบบนิเวศน์ กลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมก็จะพลอยเปลี่ยนแปลงไป

กลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมจะเปลี่ยนแปลงไปถ้ามีสิ่งหนึ่งสิ่งใดมากระทบกระทั่งเือนต่อ

28. ก. ขรรษาคี

29. พืช (ผู้ผลิต)

ข. พอเหมาะพอดีกัน

30. พอเหมาะ

34. การตัดไม้ทำลายป่า ไฟไหม้ป่า น้ำท่วม น้ำเน่า ฯลฯ เป็นตัวอย่างของสิ่งที่ทำให้ระบบนิเวศน์ได้รับความกระทบกระเทือน และมีผลทำให้ระบบนิเวศน์นั้น ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลง สิ่งที่ทำให้ระบบนิเวศน์ได้รับความกระทบกระเทือน และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศน์มีอะไรบ้าง

(1)

(2)

(3)

(4)

35. เมื่อมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดมาทำให้ระบบนิเวศน์ได้รับความกระทบกระเทือนดังกล่าวแล้ว กลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศน์นั้น ๆ ก็จะพลอยเปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดภาวะเสียสมดุลได้

ภาวะเสียสมดุลเกิดขึ้นเมื่อ และ ในระบบนิเวศน์เกิดการเปลี่ยนแปลง

36. ขอยกตัวอย่างให้เข้าใจยิ่งขึ้นเกี่ยวกับการทำลายสิ่งมีชีวิตบางชนิดในระบบนิเวศน์แล้วทำให้ระบบนิเวศน์เสียสมดุล เช่น การทำลายนกซึ่งกินแมลงที่ทำลายพืชไร่ มีผลทำให้แมลงมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลผลิตจากพืชไร่ก็จะมีจำนวนลดน้อยลงด้วย

ก. การยิงนกซึ่งกินแมลงที่ทำลายพืชไร่ ทำให้แมลงมีจำนวน

ข. เมื่อแมลงมีจำนวนมากขึ้น (เพราะไม่มีนกคอยจับกิน) ทำให้ผลผลิตจากพืชไร่มีจำนวน

ค. การเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างไม่เหมาะสมของสิ่งมีชีวิตจะมีผลกระทบกระเทือนต่อระบบนิเวศน์ คือ ทำให้ระบบนิเวศน์

31. ภาวะสมดุล

32. ก. ระบบนิเวศน์

33. ระบบนิเวศน์

ข. ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

37. ดังนั้น เราจึงควรรักษาสมดุลของระบบนิเวศน์ไว้ ไม่ควรทำลายป่า แม่น้ำ ลำธาร หรือทำให้สิ่งแวดลอมเป็นพิษ เพราะจะทำให้ระบบนิเวศน์เสียสมดุล ซึ่งจะมีผล กระทบกระเทือนต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศน์นั้น ๆ (ข้อนี้ไม่ต้องการคำตอบ)

34. (1) การตัดไม้ทำลายป่า

(2) ไฟไหม้ป่า

(3) น้ำท่วม

(4) น้ำเน่า

35. กลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดลอม

36. ก. เพิ่มขึ้น

ข. ลดลง

ค. เสียสมดุล

คำถามประกอบการทดลอง

1. ในการสำรวจนี้นักเรียนใช้พื้นที่ในการสำรวจประมาณเท่าไร
2. สัตว์ที่นักเรียนพบในระบบนิเวศน์ที่สำรวจเคลื่อนย้ายไปอยู่ที่อื่นได้หรือไม่ ให้ยกตัวอย่าง
พร้อมทั้งบอกว่าเคลื่อนย้ายไปได้อย่างไร
3. ณ ที่เดียวกัน ถ้าเราสำรวจในเวลาต่างกัน เช่น เวลากลางวันกับกลางคืน ปริมาณ
ของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร
4. ในระบบนิเวศน์ที่นักเรียนสำรวจ ถ้าชุดดินลึกลงไป จะพบสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นอีกหรือไม่
.....
5. ถ้านักเรียนขยายพื้นที่สำรวจให้กว้างออกไปอีก 20 เทา ปริมาณของพืชและสัตว์
ที่สำรวจพบ จะเพิ่มขึ้นอีก 20 เทาหรือไม่
6. ในระบบนิเวศน์ที่สำรวจมีโอกาสที่จะเกิดห่วงโซ่อาหารอย่างไรบ้าง ให้ยกตัวอย่าง
มา 1 ตัวอย่าง
7. ฤดูกาลเปลี่ยน สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ให้ยกตัวอย่าง
8. ระบบนิเวศน์นอกจากจะเปลี่ยนไปเองตามธรรมชาติแล้ว ยังเปลี่ยนไปเนื่องจาก
การกระทำของมนุษย์ เช่น
(1)
(2)
9. โรงเรียนที่นักเรียนกำลังศึกษาอยู่ จัดเป็นระบบนิเวศน์หรือไม่ เพราะเหตุใด
.....

การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

1. นักเรียนได้ศึกษามาแล้วว่าสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ โดยการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ณ สถานที่อยู่นั้น ๆ

ก. สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับ

ข. สิ่งมีชีวิตจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม โดยการ ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ณ สถานที่อยู่นั้น ๆ

2. ตามธรรมชาติสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ถ้าสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปมาก ๆ จนสิ่งมีชีวิตไม่สามารถปรับตัวได้ สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นจะตายไป หรืออาจจะสูญพันธุ์ไป ถ้าสิ่งมีชีวิตไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปมาก ๆ ได้ สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นก็จะ หรืออาจจะ

3. ขอยกตัวอย่างให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น เช่น บ้างแห่งหนึ่งมีสัตว์อาศัยอยู่มากมาย ถ้ามีไฟไหม้ป่า หรือเราตัดโค่นต้นไม้ในป่าไปใช้จนหมด สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในป่าก็จะอยู่ไม่ได้ หรืออาจจะตายไป เพราะสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปมากจนสิ่งมีชีวิตในป่าไม่สามารถปรับตัวได้

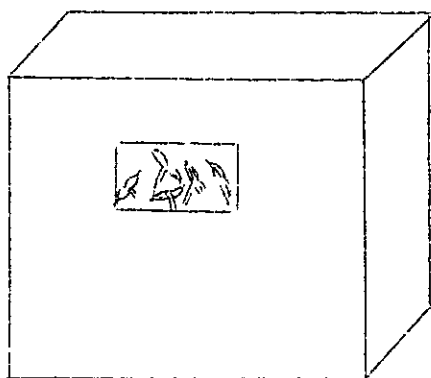
ก. ไฟไหม้ป่าหรือการตัดโค่นต้นไม้ในป่า ทำให้สิ่งแวดล้อม

ข. เมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปม เกจนสิ่งมีชีวิตในป่าไม่สามารถปรับตัวได้ สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในป่าก็จะ

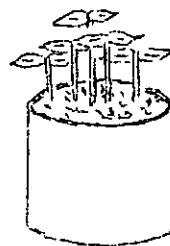
4. ถึงแม้ว่าสิ่งแวดล้อมจะเปลี่ยนแปลงไปจนไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต แต่มีสิ่งมีชีวิตบางชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ทั้งนี้ เพราะสามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้

ถ้าสิ่งมีชีวิตชนิดใดสามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้ สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นจะสามารถ

5. ถ้าหากเรานำต้นถั่วที่ปลูกไว้ในกระป๋อง 2 ใบ ใบละ 5 ต้น นำต้นถั่วในกระป๋องหนึ่งวางไว้ในกล่องกระดาษที่เจาะช่องด้านข้าง ส่วนอีกกระป๋องหนึ่งวางไว้นอกกล่อง ใกล้เคียง ๆ กัน ทั้งทิ้งไว้ 3 วัน ในที่มีแสงส่องถึง ผลปรากฏทั้งภาพ



ลำต้นและใบเบนออกทางช่องที่เจาะ



ลำต้นตั้งตรง

ก. ต้นถั่วพวกที่อยู่ในกล่องกระดาษ ได้รับแสงสว่างไม่เพียงพอ จะปรับตัวโดย

ข. สิ่งแวดล้อมที่มีผลทำให้ลำต้นและใบของต้นถั่วเบนออกทางช่องที่เจาะข้างกล่องกระดาษ คือ

- | | | |
|-------------------|-------------|------------------------|
| 1. ก. สิ่งแวดล้อม | 2. ตาย | 3. ก. เปลี่ยนแปลงไปมาก |
| ข. ปรับตัว | สูญพันธุ์ไป | ข. ตายไป |

6. จากกรอบที่ 5 การที่ลำต้นและใบของต้นถั่วเบนออกทางของที่เจาะข้างกลอง
กระดาก แสดงว่า ต้นถั่วมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม คือ เพื่อให้ได้รับแสงสว่าง
อย่างเพียงพอ ซึ่งเราสามารถสังเกตเห็นได้ เพราะการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในระยะเวลา
สั้น ๆ

การปรับตัวของต้นถั่วซึ่งอยู่ในที่ที่ได้รับแสงสว่างไม่เพียงพอ โดยการเบนเข้าหาแสง
เราสามารถสังเกตเห็นได้ เพราะว่าการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น

7. การเปลี่ยนแปลงของต้นถั่วดังที่กล่าวมาแล้วในกรอบที่ 6 นอกจากจะเกิดขึ้นใน
ระยะเวลาสั้น ๆ แล้ว ยังเกิดขึ้นเพียงชั่วครู่เท่านั้น คือ เมื่อนำต้นถั่วในกลองกระดาก
ซึ่งลำต้นเบนเข้าหาแสงไปไว้ในที่มีแสงสว่าง ลำต้นจะตั้งตรงตามเดิม

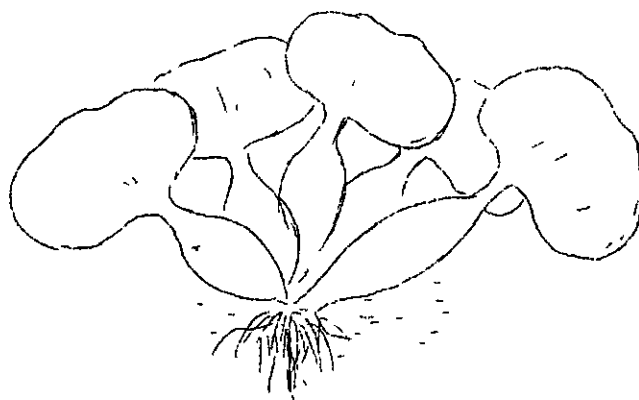
การที่ลำต้นของถั่วกลับตั้งตรงตามเดิม เมื่อนำมาวางไว้ในที่มีแสงสว่าง แสดงว่า
การเปลี่ยนแปลงของต้นถั่วในกลองกระดากโดยการเบนเข้าหาแสง เป็นการเปลี่ยนแปลง
ที่เกิดขึ้นเพียง

4. คำร่างชีวิตอยู่ได้

5. ก. ลำต้นและใบเบนออกทางของที่เจาะ

ข. แสง

8. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น ขอให้นักเรียนพิจารณารูปผักกบชาข้างล่างนี้



ผักกบชาเป็นพืชน้ำ มีการปรับตัวให้เหมาะสมที่จะดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้โดยก้านใบจะพองออกเป็นท่อน เพื่อช่วยให้ลอยน้ำได้

ผักกบชามีการปรับตัวให้เหมาะสมที่จะดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้โดย

.....

9. ผักกระเฉดเป็นพืชน้ำอีกอย่างหนึ่ง มีการปรับตัวให้เหมาะสมที่จะดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้โดยการมีมวลสีเขียวหุ้มลำต้น ช่วยให้ลำต้นลอยน้ำและอาศัยอยู่ในน้ำได้

ลักษณะที่เป็นปรับตัวอย่างหนึ่งของผักกระเฉด เพื่อให้เหมาะสมที่จะดำรงชีวิตอยู่ในน้ำ คือ การมี

10. การปรับตัวของพืชน้ำที่จะกล่าวถึงต่อไป คือ สาหร่ายหางกระรอก สาหร่ายชนิดนี้มีใบเรียวยาวเล็ก ลำต้นเรียวยาว ช่วยลดแรงต้านทานของกระแสน้ำ ทำให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในที่ที่มีกระแสน้ำไหลได้

สาหร่ายหางกระรอกปรับตัวให้เหมาะสมที่จะดำรงชีวิตอยู่ในที่ที่มีกระแสน้ำไหลได้โดย

6. ในระยะเวลาสั้น ๆ

7. ชั่วคราว

11. สำหรับพืชที่ขึ้นในสิ่งแวดล้อมที่แห้งแล้ง เช่น ต้นกระบองเพชร จะมีการปรับตัว
 กังต่อไปนี้ คือ การเปลี่ยนรูปใบไปเป็นหนามเพื่อลดการคายน้ำ การพองออกของลำต้น
เพื่อเก็บสะสมน้ำ การปรับตัวดังกล่าวทำให้ต้นกระบองเพชรสามารถดำรงชีวิตอยู่ใน
 สิ่งแวดล้อมที่แห้งแล้งได้

ต้นกระบองเพชรมีการปรับตัวให้เหมาะสมที่จะดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่แห้งแล้ง
 ได้โดย

(1)

(2)

12. การเปลี่ยนแปลงของต้นกระบองเพชร ผักกระเฉด และผักกบขาว เป็นการ
 เปลี่ยนแปลงอีกแบบหนึ่ง ซึ่งเกิดขึ้นอย่างถาวร ต้องใช้เวลานาน มองไม่เห็น เพราะเป็น
การเปลี่ยนแปลงภายใน ซึ่งเกิดจากลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากบรรพบุรุษไปยัง
 ลูกหลาน ทำให้พืชดังกล่าวสามารถปรับตัวเพื่อการดำรงชีวิตอยู่ต่อไปในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ
 ได้ (ข้อนี้ไม่ต้องการคำตอบ)

13. สำหรับพืชที่ปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมอย่างหนึ่ง ส่วนใหญ่จะดำรงชีวิตอยู่ใน
 สิ่งแวดล้อมอีกอย่างหนึ่ง ซึ่งแตกต่างกันมาก ๆ ไม่ได้ เช่น กะหล่ำปลี ผักกาด ผักคะน้า
 ซึ่งเป็นพืชที่ขึ้นบนบก สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมบนบกได้ดี เมื่อนำไปปลูกในน้ำ
 จะตาย

ก. พืชบกสามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ได้ดี

ข. พืชบกโดยทั่วไปเมื่อนำไปปลูกในน้ำจะเป็นอย่างไร

8. ก้านใบจะพองออกเป็นตุ่ม

9. นวมสีเขียวหุ้มลำต้น

10. มีใบเรียวเล็ก ลำต้นเรียวยาว

14. พืชบกเมื่อนำไปปลูกในน้ำจะตาย เพราะว่าพืชบกโดยทั่วไปปรับตัวให้กับสิ่งแวดล้อมในน้ำไม่ได้

กะหล่ำปลี ผักกาด ผักคะน้า ซึ่งเป็นพืชบก เมื่อนำไปปลูกในน้ำจะตาย เพราะว่าพืชดังกล่าวปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ไม่ได้

15. มีพืชบางชนิดสามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมทั้งบนบกและในน้ำได้ จึงสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งบนบกและในน้ำ เช่น ผักบุ้ง
ผักบุ้งสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งบนบกและในน้ำ เพราะว่าสามารถปรับตัวให้เข้ากับ
.....

16 นอกจากพืชจะมีการปรับตัวดังกล่าวแล้ว สัตว์ก็สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ได้ด้วย เช่น จิ้งจกจะเปลี่ยนสีที่ผิวหนังไปต่าง ๆ กันตามสิ่งแวดล้อม จิ้งจกที่อาศัยอยู่ตามต้นไม้ที่มีเปลือกสีน้ำตาล จะเปลี่ยนสีที่ผิวหนังไปเป็นสีน้ำตาล จิ้งจกที่อาศัยอยู่ตามกำแพงสีขาว จะเปลี่ยนสีที่ผิวหนังไปเป็นสีขาว เป็นต้น

ก. จิ้งจกจะเปลี่ยนสีที่ผิวหนังไปตาม

ข. การเปลี่ยนสีที่ผิวหนังของจิ้งจกไปตามสิ่งแวดล้อม เป็นการปรับตัวอย่างหนึ่งของจิ้งจกให้เข้ากับ ที่มันอาศัยอยู่

11. (1) เปลี่ยนรูปไปเป็นหนามเพื่อลดการคายน้ำ

(2) การพองออกของลำต้นเพื่อเก็บสะสมน้ำ

13. ก. บนบก

ข. จะตาย

17. นักเรียนเคยสังเกตคึกแต่นหรือไม่ว่ คึกแต่นบางชนิดลำตัวยาว ขาวยาว มีสีน้ำตาลเหมือนกิ่งไม้แห้ง บางชนิดมีปีกคล้ายคลึงกับใบไม้ ซึ่งเป็นสิ่งแวดลอมของมัน

ก. สิ่งแวดลอมของคึกแต่นทั้งสองชนิดที่กล่าวถึง คือ และ

ข. การที่คึกแต่นมีลักษณะคล้ายคลึงกับกิ่งไม้หรือใบไม้ แสดงว่า คึกแต่นมีการปรับตัวให้เข้ากับ

18. กบเป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำชนิดหนึ่ง สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดลอมได้ เช่น ในฤดูหนาว กบจะขุดรูอยู่หนึ่ง ๆ เพราะว่ในฤดูหนาวอากาศหนาวเย็นและขาดแคลนอาหาร การที่กบขุดรูและนอนอยู่หนึ่ง ๆ ในหน้าหนาว เรียกว่า กบจำศีล

กบจำศีลในฤดู เพราะว่

19. การปรับตัวของสัตว์โดยทั่วไปเป็นการพรางตาเหยื่อและศัตรู ทำให้เหยื่อและศัตรูมองเห็นมันได้ยาก มันจึงหาเหยื่อได้มากขึ้น และถูกศัตรูจับกินน้อยลง

ก. จิ้งจกและกิ้งก่าที่อาศัยอยู่ตามต้นไม้จะมีสีคล้ายกับต้นไม้ ทำให้เหยื่อและศัตรูมองเห็นมันได้

ข. เมื่อเหยื่อและศัตรูมองเห็นจิ้งจกและกิ้งก่าได้ยาก จึงทำให้จิ้งจกและกิ้งก่าจับเหยื่อได้ และถูกศัตรูจับกิน

14. ในน้ำ

15. สิ่งแวดลอมทั้งบนบกและในน้ำได้

16. ก. สิ่งแวดลอม

ข. สิ่งแวดลอม

20. การที่ผีเสื้อและคึกแตนบางชนิดมีปีกที่มีลักษณะคล้ายใบไม้ หรือการที่คึกแตนบางชนิดมีลำตัวคล้ายกิ่งไม้แห้งที่มันเกาะอยู่ ทำให้กลมกลืนไปกับใบไม้หรือกิ่งไม้ เป็นการปรับตัวเพื่อการพรางตัวหรืออย่างหนึ่ง ทำให้ศัตรูมองเห็นได้ยาก และช่วยให้หลบหนีศัตรูได้ง่ายขึ้น มันจึงถูกศัตรูจับกินน้อยลง

ผีเสื้อและคึกแตนที่มีลักษณะคล้ายคลึงหรือกลมกลืนกับใบไม้และกิ่งไม้ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมที่มันอาศัยอยู่จะถูกศัตรูจับกิน

21. นักเรียนจะต้องเข้าใจว่าการปรับตัวของสัตว์ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อพรางตัวเหยื่อและหลบหนีศัตรูนั้น เป็นการปรับตัวเพื่อการอยู่รอดและมีให้เกิดการสูญพันธุ์ สัตว์ชนิดใดไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมก็จะหายไปหรือสูญพันธุ์ไป

สัตว์ป่าหลายชนิดในประเทศไทยสูญพันธุ์ไปเนื่องจาก

.....

17. ก. กิ่งไม้แห้งและใบไม้

ข. สิ่งแวดล้อม

18. ทนาว

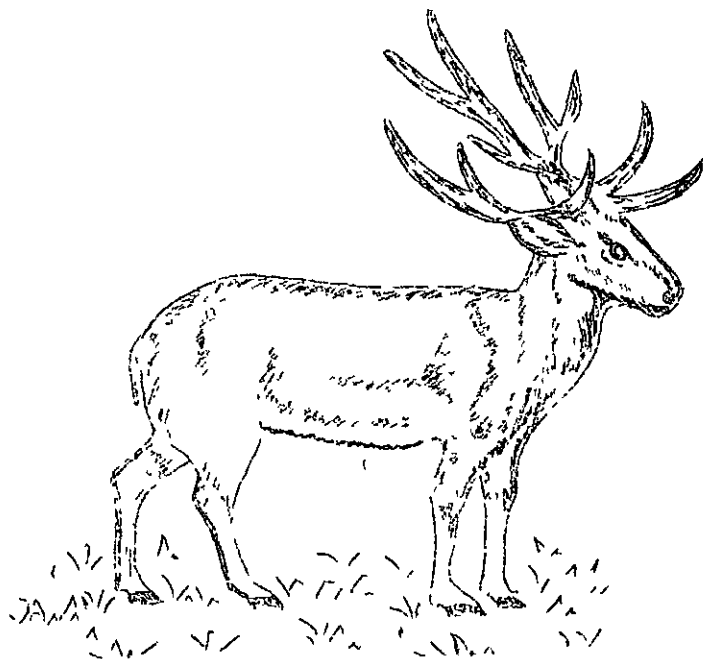
ถูกทนาวอากาศทนาวเย็นและขาดแคลนอาหาร

19. ก. ยาก

ข. มากขึ้น

น้อยลง

22. ถูกต้องแล้ว สัตว์ป่าหลายชนิดในประเทศไทยสูญพันธุ์ไปเนื่องจากไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม สัตว์ป่าในเมืองไทยที่สูญพันธุ์ไปแล้วมีอะไรบ้าง เป็นเรื่องที่เราจะได้ศึกษาต่อไป ขอให้นักเรียนศึกษาภาคต่อไป



สมัน เป็นกวางชนิดหนึ่ง ตัวผู้มีเขาสวยงาม ไม่ชอบอยู่ป่ารกเพราะมีเขาที่ระเกะระกะ ทำให้หลบหลีกศัตรูได้ยาก ตัวเมียไม่มีเขา ชอบหากินอยู่ตามทุ่งหญ้า ทำให้ศัตรูมองเห็นได้ง่าย ถูกล่าจนสูญพันธุ์ไปเมื่อ 40 ถึง 50 ปีมาแล้ว

สิ่งที่เป็อุปสรรคต่อการอยู่รอดของสมัน คือ

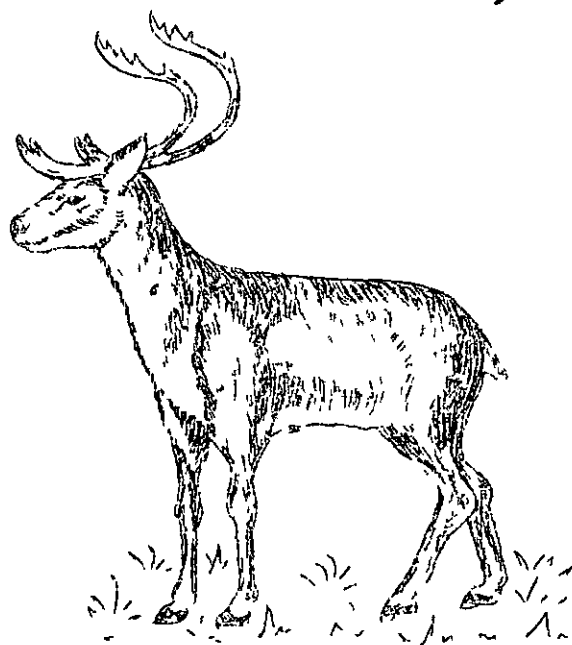
(1)

(2)

20. น้อยลง

21. ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม

23. สัตว์ที่นักเรียนจะได้ศึกษาต่อไป คือ ละองละมั่ง ซึ่งเป็นกวางชนิดหนึ่งดังภาพ



ละอง เป็นชื่อเรียกสัตว์ตัวผู้ และ ละมั่ง เป็นชื่อเรียกสัตว์ตัวเมีย กวางชนิดนี้มีขนสีน้ำตาลแกมทองหรือสีน้ำตาลแก่ ตัวผู้มีเขาเป็นวงโค้งออกไปทั้งสองข้าง ปลายเขาเป็นตะขอ เกี่ยวกับกิ่งไม้ได้ง่าย ทำให้หลบหลีกศัตรูได้ยาก ชอบอาศัยอยู่ตามทุ่งหญ้าหรือป่าโปร่ง ศัตรูมองเห็นได้ง่าย ตัวเมียมีลูกน้อย คือ ครั้งละ 1 ตัว และระยะตั้งท้องกินเวลานานถึง 10 เดือน

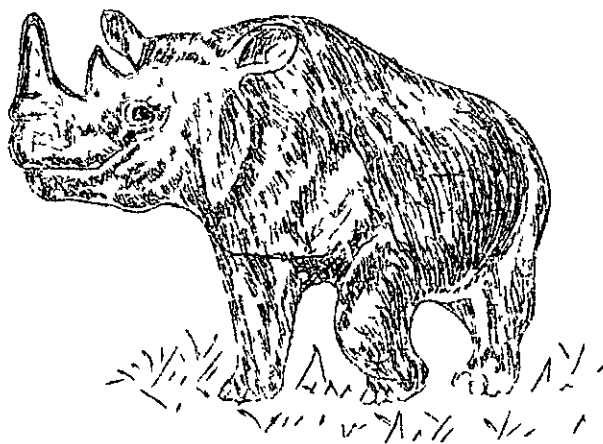
ละองละมั่งสูญพันธุ์ไปได้เร็ว เนื่องจากสาเหตุดังต่อไปนี้ คือ

- (1)
- (2)
- (3)

22. (1) เขาที่ระเกะระกะทำให้หลบหลีกศัตรูได้ยาก

(2) ชอบหากินอยู่ตามทุ่งหญ้าทำให้ศัตรูมองเห็นได้ง่าย

24. สัตว์ที่สูญพันธุ์ไปแล้วชนิดต่อไป คือ กระทู ซึ่งเป็นแรคชนิดหนึ่งกึ่งภาพ



กระทู มี 2 นอ ลำตัวมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ทำให้หลบหลีกศัตรูได้ยาก มีลูกน้อย ตัวเมียออกลูกเพียงครั้งละ 1 ตัว ระยะเวลาตั้งท้องนานถึง 8 เดือน อาศัยอยู่ในป่าดงดิบ ที่มีน้ำ ชอบกินใบไม้ ทำให้เกิดความลำบากต่อการหาอาหาร ชอบแชตัวในปลักโคลน ค่อยๆ คุ้ยศัตรูโดยใช้วิธีกัดมากกว่าใช้นอขวิด ปัจจุบันเข้าใจว่าสูญพันธุ์ไปแล้ว เนื่องจากการล่าจับเพื่อนานอไปขาย

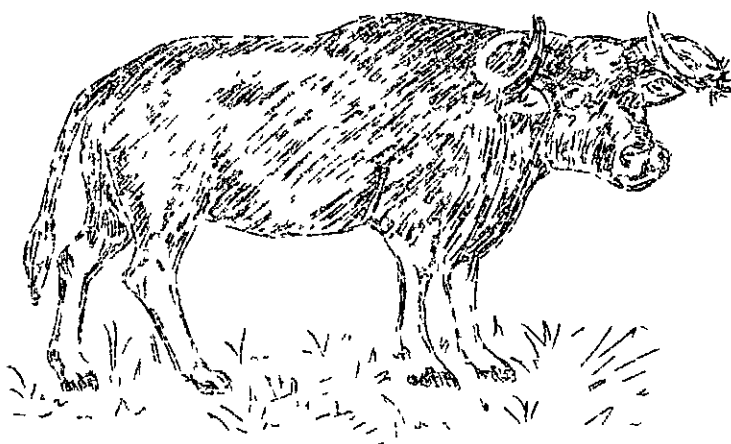
ลักษณะที่เป็นอุปสรรคต่อการอนุรักษ์ของกระทู คือ

.....

.....

23. (1) ปลายเขาเป็นตะขอ เกือบกับกิ่งไม้โค้งงาย ทำให้หลบหลีกศัตรูได้ยาก
 (2) ชอบอาศัยอยู่ตามทุ่งหญ้าหรือป่าโปร่ง ศัตรูมองเห็นได้ง่าย
 (3) ตัวเมียมีลูกน้อย คือ ครั้งละ 1 ตัว และระยะตั้งท้องกินเวลานานถึง 10 เดือน

25. สัตว์ที่สูญพันธุ์ไปแล้วอีกชนิดหนึ่ง คือ โคไพร หรือ กูปรี่ ดังภาพ



โคไพรหรือกูปรี่ เป็นวัวป่าสมัยดึกดำบรรพ์ ชอบอาศัยอยู่ตามทุ่งหญ้า ทำให้ศัตรูมองเห็นได้ง่าย มีน้ำหนักมาก ทำให้หลบหนีศัตรูได้ช้า มีลูกน้อย ตัวเมียออกลูกเพียงครั้งละ 1 ตัว และระยะเวลาตั้งท้องนานถึง 10 เดือน

โคไพรสูญพันธุ์ไปเนื่องจากสาเหตุต่อไปนี้ คือ

- (1)
- (2)
- (3)

24. ลำตัวมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ทำให้หลบหนีศัตรูได้ช้า มีลูกน้อย ระยะเวลาตั้งท้องนานถึง 8 เดือน ชอบกินใบไม้ทำให้เกิดความลำบากต่อการหาอาหาร

26. นอกจากปัญหาเกี่ยวกับการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติแล้ว การกระทำของมนุษย์ เช่น การบุกรุกถางป่า การเผาป่า การล่าสัตว์ ล้วนแต่เป็นการทำลายที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร และทำลายชีวิตสัตว์ มีผลทำให้สัตว์ที่อาศัยอยู่ในป่าสูญพันธุ์ไปอย่างรวดเร็ว

ก. การที่สัตว์หลายชนิดสูญพันธุ์ไป นอกจากจะเกิดจากการที่สัตว์ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเกิดจากการกระทำของ อีกด้วย

ข. การกระทำของมนุษย์ที่ทำให้สัตว์สูญพันธุ์ไปอย่างรวดเร็ว ได้แก่

(1)

(2)

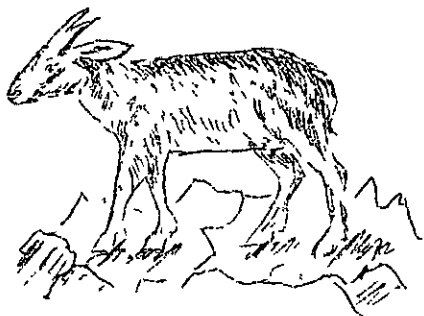
(3)

25. (1) ชอบอาศัยอยู่ตามทุ่งหญ้า ทำให้ศัตรูมองเห็นได้ง่าย

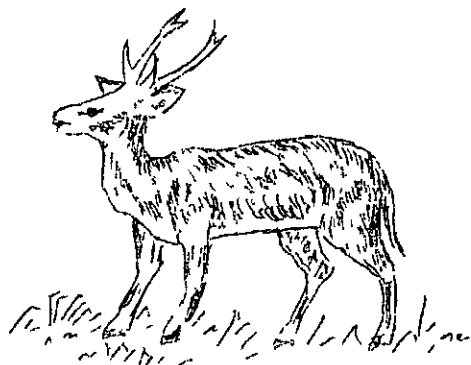
(2) มีน้ำหนักมาก ทำให้หลบหลีกศัตรูได้ยาก

(3) มีลูกน้อย ตัวเมียออกลูกเพียงครั้งละ 1 ตัว และระยะตั้งท้องนานถึง 10 เดือน

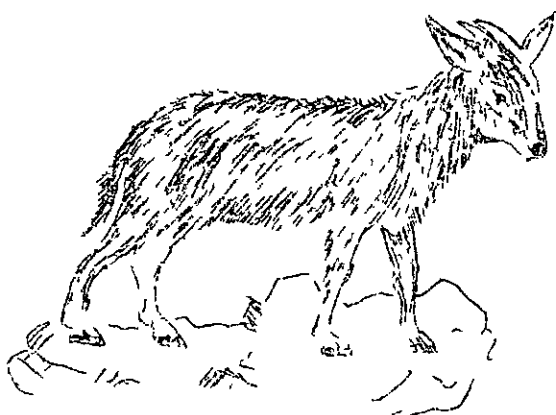
27. ปัจจุบันในประเทศไทยมีสัตว์อีกหลายประเภทที่ลดจำนวนลงอย่างมาก เช่น ช้าง ชนิ เนื้อทราย เลียงผา กวางผา เลือดขาว ควายป่า แรด และกระทิง ทั้งนี้ เป็นผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์



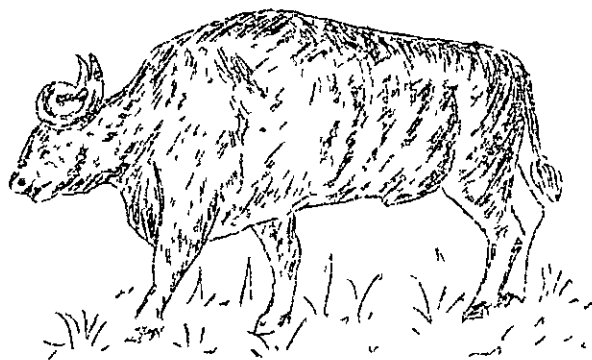
กวางผา



ทรายหรือเนื้อทราย



เลียงผา



กระทิง

การลดจำนวนอย่างรวดเร็วของสัตว์หลายประเภทในประเทศไทย เกิดจากการกระทำของ

26. ก. มนุษย์

- ข. (1) การบุกรุกถางป่า
(2) การเผาป่า
(3) การล่าสัตว์

28. แม้จะมีพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่าประกาศใช้ตั้งแต่ พ.ศ. 2503 แล้วก็ตาม แต่ก็มีผู้ฝ่าฝืนกฎหมายโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ หรือโดยเจตนาเพื่อหวังผลประโยชน์ส่วนตัว ทำให้สัตว์หลายประเภทถึงคราวแล้วคนน้อยลงจนใกล้จะสูญพันธุ์ไปทุกที่

สัตว์หลายประเภทมีจำนวนลดน้อยลงจนใกล้จะสูญพันธุ์ แม้จะมีพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่าก็ตาม ทั้งนี้ เพราะว่ามี

29. เพื่อให้สัตว์ป่าเหล่านี้สูญพันธุ์ไป พวกเราทุกคนควรจะช่วยกันอนุรักษ์สัตว์ป่าไว้ โดยการไม่บุกรุกถางป่า เผาป่า ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของสัตว์ป่า หรือทำการล่าสัตว์ เพื่อให้อนุชนรุ่นหลังได้มีโอกาสศึกษาชีวิตสัตว์เหล่านี้ต่อไป (ข้อนี้ไม่ต้องการคำตอบ)

28. ជួរដំណើរការ

การทดลองที่ 7.1

การทดลองเรื่อง การปรับตัวของต้นถั่วให้เข้ากับสภาพแวดล้อม

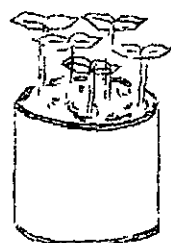
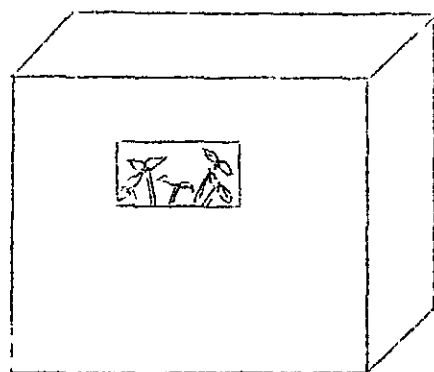
วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อศึกษาการปรับตัวของต้นถั่วในสภาพแวดล้อมที่มีแสง
ไม่เพียงพอ

อุปกรณ์

1. เมล็ดถั่วเขียว 20 เมล็ด
2. กิน
3. กระป๋องนม
4. กล่องกระดาษขนาด $30 \times 30 \times 30$ เซนติเมตร 1 ใบ
5. มีดสำหรับเจาะช่องกระดาษ

วิธีทดลอง

1. เพาะเมล็ดถั่วเขียวตามการทดลองที่ 4.1 ในกระป๋อง 2 ใบ ๆ ละ 10 เมล็ด
วางไว้ในที่มีแสงส่องถึงเป็นเวลา 4 วัน สังเกตแนวของลำต้น
2. เจาะช่องขนาด 2×5 เซนติเมตร ที่ด้านข้างของกล่องกระดาษด้านใดด้านหนึ่ง
ให้ช่องอยู่สูงจากก้นกล่องประมาณ 15 เซนติเมตร
3. เก็บต้นถั่วกระป๋องหนึ่งไว้ในกล่อง ส่วนอีกกระป๋องหนึ่งวางไว้ข้างนอกกล่อง
ใกล้ ๆ กัน ตั้งทิ้งไว้ 3 วัน ในที่มีแสงส่องถึง สังเกตการเปลี่ยนแปลงแล้วบันทึกผลใน
ตาราง



รูปแสดงการเจาะกล่องกระดาษและวางกระป๋องต้นถั่ว

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ต้นกล้าที่ทำการทดลอง	ผลการสังเกต	
	เริ่มทดลอง	ทิ้งทิ้งไว้ 3 วัน
อยู่ในกลองกระดาษ		
อยู่นอกกลองกระดาษ		

คำถามประกอบการทดลอง

1. ต้นกล้าที่มีกลองกระดาษครอบไว้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
2. การที่ลำต้นและใบของถั่วเบนออกจากช่องที่เจาะ เป็นการปรับตัวของต้นกล้าให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมอะไร
3. ต้นกล้าที่ไม่มีอะไรครอบไว้มีลำต้นเบนไปทางหนึ่งทางใดหรือไม่
4. พืชต่อไปนี้มีการปรับตัวเพื่ออะไร
 - ก. เมล็ดค้ายามีปีกไชรอนไปตกไกล ๆ
 - ข. ผักบุ้งมีลำต้นกลวงเป็นปล้อง ๆ
 - ค. ตำลึงมีลักษณะเป็นเถา
 - ง. ต้นกระบองเพชรไม่มีใบ
 - จ. ผลกาฝากมียางเหนียวมาก
5. สัตว์ต่อไปนี้ปรับตัวเพื่ออะไร
 - ก. ไชนกมีลักษณะลายเป็นจุด ๆ
 - ข. กบจำศีลในฤดูหนาว
 - ค. นกกินปลามีปากแหลมคม
 - ง. ปลาน้ำลึกมีแสงสว่างในตัว
 - จ. ผีเสื้อมีสีส้มสวยงาม
6. พืชและสัตว์มีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อจุดหมายปลายทางอะไร

.....

มนุษย์และสิ่งแวดล้อม

มนุษย์มีส่วนช่วยให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปได้ ทั้งที่นักเรียนทราบมาแล้ว ลองมาศึกษากันต่อไปว่ามนุษย์ทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างไร

1. มนุษย์ถือได้ว่าเป็นผู้มีสติปัญญาเฉลียวฉลาดกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น สามารถควบคุมและเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมบางอย่างให้เป็นไปตามความต้องการได้

ผู้มีสติปัญญาเฉลียวฉลาด สามารถควบคุมและเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมบางอย่างให้เป็นไปตามความต้องการได้ดีกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น คือ

2. มนุษย์สามารถปรับปรุงภูมิประเทศที่แห้งแล้งให้สามารถทำการเพาะปลูกได้ หรือทำการหักล้างสภาพเพื่อสร้างเป็นอาคารบ้านเรือนหรือโรงงานอุตสาหกรรมได้

ภูมิประเทศที่แห้งแล้งสามารถปรับปรุงจนใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกได้ โดยการกระทำของ

3. การควบคุมและเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมบางอย่างของมนุษย์นั้น เป็นการกระทำเพื่อผลประโยชน์และความสะดวกสบายของตน

มนุษย์พยายามควบคุมและเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปตามความต้องการของตน เพื่อ

นักเรียนจะต้องเข้าใจว่า การกระทำของมนุษย์เพื่อควบคุมและเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมบางอย่างให้เป็นไปตามความต้องการ เพื่อผลประโยชน์และความสะดวกสบายของตนนั้น บางครั้งก็ก่อให้เกิดความเสียหายตามมาได้ เนื่องจากการเสียสมดุลของระบบนิเวศ ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษากันต่อไปว่านี่อะไรบาง

4. การเสียสมดุลของระบบนิเวศอันเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งเราจะศึกษากันเป็นอันดับแรก คือ ปัญหาน้ำเสีย

น้ำเสียเป็นผลจากการกระทำของ

5. ที่เรียกว่า "น้ำเสีย" นั้น หมายถึง น้ำที่ไม่สะอาด สีดำน มีกลิ่นเหม็น นำมาใช้ประโยชน์ไม่ได้

น้ำที่มีกลิ่นเหม็น มีสีดำ มนุษย์และสัตว์ใช้ประโยชน์ไม่ได้ เรียกว่า

6. แม่น้ำแม่กลอง เป็นตัวอย่างที่สำคัญ เพราะเกิดปัญหาน้ำเสียรุนแรงที่สุด ปัญหาที่กล่าวมีสาเหตุสืบเนื่องมาจากโรงงานอุตสาหกรรมและบ้านเรือนที่อยู่สองฟากแม่น้ำ ทั้งสิ่งปฏิกูล (ของเสียต่าง ๆ) สารพิษ และปล่อยน้ำที่ไ้แล้วลงในแม่น้ำ

ก. แหล่งน้ำที่ประสบปัญหาน้ำเสียรุนแรงมากแห่งหนึ่ง คือ

ข. น้ำที่ไ้แล้ว สิ่งปฏิกูล และสารพิษต่าง ๆ ที่โรงงานอุตสาหกรรมและบ้านเรือนที่อยู่สองฟากแม่น้ำปล่อยทิ้งลงไปแม่น้ำ เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิด

1. มนุษย์

2. มนุษย์

3. ผลประโยชน์และความสะดวกสบาย

7. น้ำที่ใสแล้ว สิ่งปลูก และสารพิษต่าง ๆ ที่โรงงานอุตสาหกรรมและบ้านเรือน ซึ่งอยู่สองฟากแม่น้ำ ปลอยทิ้งลงในแม่น้ำ บางอย่างเป็นพิษโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในนาคาย

สิ่งต่าง ๆ ที่โรงงานอุตสาหกรรมและบ้านเรือนซึ่งอยู่สองฟากแม่น้ำปลอยทิ้งลงในแม่น้ำ อาจทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำได้รับอันตรายถึงตายได้ ถ้ามีสารที่
.....

8. นอกจากสารบางอย่างจะเป็นพิษโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตแล้ว สารบางอย่างก็เป็นอาหารของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตเร็วและเพิ่มจำนวนมากขึ้น ในแหล่งที่น้ำเสีย จุลินทรีย์จะมีจำนวน

9. เมื่อจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำเสียมีจำนวนมากขึ้น จุลินทรีย์จะใช้ออกซิเจนในการหายใจมากขึ้น เป็นเหตุให้ปริมาณของออกซิเจนในแหล่งน้ำเสียลดลง

ก. เมื่อจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำเสียเพิ่มจำนวนมากขึ้น จุลินทรีย์จะใช้ออกซิเจนในการหายใจ

ข. เมื่อจุลินทรีย์มีการใช้ออกซิเจนมากขึ้น ออกซิเจนในแหล่งน้ำเสียจะมีปริมาณ

4. มนุษย์

5. น้ำเสีย

6. ก. แม่น้ำแม่กลอง

ข. ปัญหาน้ำเสีย

10. ถ้าปริมาณของออกซิเจนในน้ำลดน้อยลงมากเกินไป จะมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำตาย เนื่องจาก ออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอสำหรับการหายใจ
พืชและสัตว์ต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในน้ำจะตาย ถ้าปริมาณของออกซิเจนในน้ำ

11. เเท่าที่ได้ศึกษามา นักเรียนคงทราบแล้วว่า สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำเสียชีวิตจะตายเนื่องจากสาเหตุ 2 ประการ คือ การมีสารพิษเจือปนอยู่ในน้ำ และการที่ออกซิเจนในน้ำมีปริมาณลดน้อยลงจนไม่เพียงพอสำหรับการหายใจ
การตายของพืชและสัตว์ต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำเสีย เกิดจากสาเหตุ 2 ประการ คือ
(1)
(2)

12. การมีสารพิษและการที่ออกซิเจนในน้ำมีปริมาณลดน้อยลง เป็นสาเหตุที่ทำให้สภาพแวดล้อมในน้ำเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีผลทำให้จำนวนของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ในน้ำเปลี่ยนแปลงไปด้วย การที่สิ่งแวดล้อมและจำนวนของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ในน้ำเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากสาเหตุดังกล่าว เรียกว่า การเสียสมดุลของระบบนิเวศ
ภาวะที่ระบบนิเวศในน้ำเสียสมดุล สิ่งแวดล้อมและจำนวนของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ในน้ำ

7. เป็นพิษโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิต

8. มากขึ้น

9. ก. มากขึ้น

ข. ลดน้อยลง

13. การเสียดุลของระบบนิเวศน์ จะมีผลกระทบกระเทือนต่อห่วงโซาอาหารด้วย เพราะห่วงโซาอาหารประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตหลายชนิดซึ่งมีการกินกันเป็นทอด ๆ เมื่อสิ่งมีชีวิตมีจำนวนเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพราะการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ในห่วงโซาอาหารก็จะได้รับความกระทบกระเทือนไปด้วย

การเสียดุลของระบบนิเวศน์จะมีผลกระทบกระเทือนต่อ

14. นักเรียนโคทราบถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำเสียไปแล้ว ต่อไปควรจะทราบว่า การที่จะแก้ไขสภาพน้ำเสียนั้น หาใ้ยากกว่าการป้องกัน

การป้องกันมิให้เกิดน้ำเสียทำได้ง่ายกว่าการแก้ไขหลังจากเกิดสภาพน้ำเสียขึ้นแล้ว ใ้หรือไม่ว่าง

15. ดังนั้น ทุก ๆ คนจะต้องช่วยกันป้องกันมิให้เกิดสภาพน้ำเสียขึ้นในแหล่งน้ำต่าง ๆ โดยไม่ทิ้งสิ่งปฏิกูล สารพิษต่าง ๆ หรือปล่อยน้ำที่ใสแล้วลงในแหล่งน้ำ

การป้องกันมิให้เกิดสภาพน้ำเสียขึ้นในแหล่งน้ำต่าง ๆ เป็นหน้าที่ของ
.....

16. หวังว่าก่อนที่จะถึงสิ่งต่าง ๆ ลงในแหล่งน้ำต่าง ๆ นักเรียนคงจะหยุดคิดถึงปัญหาต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นตามมา แล้วถามตัวเองว่าสมควรที่จะกระทำเช่นนั้นหรือไม่ (ข้อนี้ไม่ต้องการคำตอบ)

10. ลดน้อยลงมากเกินไป

11. (1) การมีสารพิษเจือปนอยู่ในน้ำ
(2) การที่ออกซิเจนในน้ำมีปริมาณลดน้อยลง

12. เปลี่ยนแปลงไป

17. นอกจากการเสียสมดุลของระบบนิเวศน์ในน้ำแล้ว การกระทำของมนุษย์ยังทำให้ระบบนิเวศน์อื่น ๆ เสียสมดุลอีก เช่น อากาศเป็นพิษ

อากาศเป็นพิษเกิดจากการกระทำของ

18. อากาศเป็นพิษ หมายถึง อากาศที่มีสารที่เป็นอันตรายปะปนอยู่ เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ไนโตรเจน ก๊าซโอโซน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซพิษอื่น ๆ ฯลฯ

อากาศที่มีสารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตปะปนอยู่ เรียกว่า

19. อากาศเป็นพิษเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม ควันจากท่อไอเสียรถยนต์และเครื่องจักรอื่น ๆ ควันไฟ ควันบุหรี่ ละอองยาฆ่าแมลง ฯลฯ

บริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่น การจราจรติดขัด มักจะมีสภาพอากาศ

20. ผลของอากาศเป็นพิษที่มีต่อร่างกาย คือ อาจทำให้วิงเวียนศีรษะ และเป็นลมได้ ถ้าหากเราหายใจเอาอากาศเป็นพิษเข้าไปมาก ๆ อาจทำให้ตายได้ จึงนับได้ว่าอากาศเป็นพิษเป็นอันตรายต่อสุขภาพของทุกคน

ก. การหายใจเอาอากาศพิษเข้าไปนับว่าเป็นอันตรายต่อ

ข. นักเรียนคิดว่าอากาศเป็นพิษเหมาะสำหรับการหายใจหรือไม่

13. ห่วงโซ่อาหาร

14. โซ่

15. ทุก ๆ คน

21. เมื่อนักเรียนทราบแล้วว่า น้ำ และอากาศ ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ กำลังถูกทำให้อยู่ในสภาพเสียสมดุล และมีผลกระทบกระเทือนต่อสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ดังนั้น เราจึงควรช่วยกันป้องกันและรักษาให้สภาพแวดล้อมดังกล่าวกลับสู่สภาพสมดุลตามเดิม โดยไม่ปล่อยน้ำที่ไหลแล้ว หึ่งสิ่งปฏิกูล และสารพิษต่าง ๆ ลงในแหล่งน้ำ หรือปล่อยสารพิษออกไปในอากาศ (ข้อนี้ไม่ต้องการคำตอบ)

การเสียสมดุลของระบบนิเวศน์ที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งได้ศึกษากันมาแล้ว ได้แก่ น้ำเสีย และอากาศเป็นพิษ การเสียสมดุลของระบบนิเวศน์ที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ซึ่งเราจะศึกษากันต่อไป คือ การเสียสมดุลของระบบนิเวศน์ป่าไม้

22. ป่าไม้เป็นบริเวณที่ต้นไม้ใหญ่ขึ้นอยู่จำนวนมาก มีสัตว์ชนิดต่าง ๆ อาศัยอยู่มากมาย

บริเวณที่มีต้นไม้ใหญ่ขึ้นอยู่จำนวนมาก มีสัตว์ชนิดต่าง ๆ อาศัยอยู่มากมาย เรียกว่า

.....

23. สิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในป่าไม้จะมีความสัมพันธ์ต่อกันและมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายในป่านั้น ๆ คอย เราจึงเรียกป่าไม้ว่าเป็นระบบนิเวศน์

ป่าไม้ถือว่าเป็นระบบนิเวศน์เพราะว่าประกอบด้วย

..... ซึ่งต่างก็มีความสัมพันธ์ต่อกัน

17. มนุษย์

18. อากาศเป็นพิษ

19. เป็นพิษ

20. ก. สุขภาพ

ข. ไม่เหมาะ

24. บริเวณที่มีป่าไม้อากาศจะชุ่มชื้นเพราะพืชคายไอน้ำออกมามาก ไอน้ำเหล่านี้จะรวมตัวกันเป็นก้อนเมฆแล้วตกลงมาเป็นฝน ทำให้ฝนตกตามฤดูกาล ถ้าป่าไม้ถูกทำลาย จะทำให้อากาศแห้งแล้ง ฝนไม่คอยตก

ก. ประโยชน์ที่เราได้รับจากป่าไม้ข้อหนึ่ง คือ

ข. การทำลายป่าทำให้เกิดผลเสียต่อการเพาะปลูก เพราะจะทำให้

.....

25. ประโยชน์ข้อต่อไปของป่าไม้ คือ ช่วยป้องกันน้ำท่วม เพราะป่าไม้ช่วยดูดซับและปะทะน้ำฝนไว้ ทำให้น้ำที่ไหลหลากลงมามีน้อยและไหลช้าลง

ป่าไม้ช่วยป้องกันน้ำท่วมได้เพราะ

.....

26. ถ้าเราตัดต้นไม้ทำลายป่าเสียหมด เมื่อฝนตกลงมา ต้นไม้ที่จะช่วยดูดซับและปะทะน้ำ ก็จะไม่มี ทำให้น้ำที่ไหลหลากลงมามากและรุนแรง ก่อให้เกิดน้ำท่วมอย่างรวดเร็ว มีผลเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินของคนเรา

การทำลายป่าจะทำให้คนเราได้รับภัยอันตรายจาก

27. ประโยชน์ของป่าไม้ที่นักเรียนควรจะทราบไว้อีกก็คือ ช่วยป้องกันหน้าดินมิให้น้ำกัดเซาะ และพัดพาให้พังทลาย ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์อยู่เสมอ

ก. หน้าดินจะถูกน้ำกัดเซาะและพัดพาให้พังทลายจนขาดความอุดมสมบูรณ์ได้ ถ้าเราทำลาย

ข. ดังนั้น การที่เราได้สงวนรักษาป่าไม้ก็เท่ากับว่าเราได้สงวนรักษา

22. ป่าไม้

23. สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

28. ป่าไม้นอกจากจะช่วยป้องกันมิให้น้ำกัดเซาะและพัดพาหน้าดินแล้ว ยังจะช่วยดูดซับน้ำไว้ในดิน พอถึงฤดูแล้งน้ำจากใต้ดินก็จะค่อยซึมไปรวมกันในแม่น้ำ ลำธารต่าง ๆ จึงกล่าวได้ว่า ป่าไม้เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำ ลำธาร ทำให้มีน้ำใช้ตลอดปี
แม่น้ำ ลำธาร มีต้นกำเนิดมาจาก

29. ถ้าเราทำลายป่า จะทำให้แม่น้ำ ลำธารตื้นเขินหรือแห้งไป
สิ่งที่ช่วยรักษาน้ำในแม่น้ำ ลำธารมิให้ตื้นเขินและขาดแคลนน้ำ คือ

30. เมื่อแม่น้ำ ลำธารแห้งลง เนื่องจากการทำลายป่า สัตว์น้ำต่าง ๆ เช่น กุ้ง ปู ปลา ที่อาศัยอยู่ในแม่น้ำ ลำธารนั้น ๆ ก็จะพลอยตายไปด้วย
การทำลายป่าถือได้ว่าเป็นการทำลายแม่น้ำ ลำธาร ดังนั้น การทำลายป่าจึงเป็นการทำลาย ที่อาศัยอยู่ในแม่น้ำ ลำธารนั้น ๆ ด้วย

31. นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ป่าไม้มายังช่วยให้อากาศบริสุทธิ์ โดยจะช่วยเพิ่มก๊าซออกซิเจนซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการหายใจของสิ่งมีชีวิต
ป่าไม้มช่วยเพิ่มก๊าซ ให้แก่สิ่งมีชีวิต

32. ประโยชน์สูงสุดท้ายของป่าไม้มที่จะกล่าวในที่นี้ คือ ป่าไม้มเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร และที่ผสมพันธุ์ของสัตว์ป่า ถ้าไม่มีป่าไม้ม สัตว์ป่าเหล่านี้ก็จะสูญพันธุ์ไป
ก. แหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร และแหล่งผสมพันธุ์ของสัตว์ป่า คือ
ข. การที่เราสงวนป่าไม้มก็เท่ากับเราได้ช่วยกันสงวนพันธุ์

24. ก. ทำให้ฝนตกตามฤดูกาล

ข. อากาศแห้งแล้ง ฝนไม่ค่อยตก

26. น้ำท่วม

25. ป่าไม้มช่วยดูดซับและปะทะน้ำฝนไว้ ทำให้
น้ำที่ไหลหลากลงมามีน้อยและไหลช้าลง

27. ก. ป่าไม้ม

ข. หน้าดิน

33. เนื่องจากป่าไม้มีประโยชน์ต่อคนและสัตว์มากมายดังที่กล่าวมาแล้ว ป่าไม้จึงเป็นสมบัติที่มีค่าของชาติ ดังนั้น การทำลายป่าจึงหมายถึงการทำลายชาติ
ผู้ที่ทำลายป่าถือได้ว่าเป็นผู้ทำลาย

34. การทำลายป่าทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป มีผลทำให้ระบบนิเวศน์ของป่าเสื่อมคุณภาพ เกิดผลเสียต่อประเทศชาติเป็นส่วนรวม และนำความทุกข์ยากเดือดร้อนมาสู่ประชาชน

ก. การทำลายป่าไม้ทำให้ระบบนิเวศน์ของป่าเสื่อมคุณภาพ เพราะทำให้

.....

ข. ผู้ที่ได้รับผลเสียจากการทำลายป่า คือ

35. สำหรับตัวอย่างผลเสียที่เกิดจากการทำลายป่า ซึ่งเรากำลังเผชิญกันอยู่ในปัจจุบันนี้ คือ ปัญหาความแห้งแล้ง น้ำท่วม และหน้าดินถูกทำลายจนขาดความอุดมสมบูรณ์ ปัญหาดังกล่าวนำความเสียหายมาสู่ประชาชนอย่างมาก

ปัญหาความแห้งแล้ง น้ำท่วม และหน้าดินถูกทำลายจนขาดความอุดมสมบูรณ์ เกิดขึ้นจากการ

36. ถึงแม้ว่าการทำลายป่าจะทำให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงก็ตาม แต่เราก็น่าจะยินยอมว่ามีผู้ลักลอบโค่นต้นไม้ในป่ากันอยู่เนื่อง ๆ เนื่องจากเห็นแก่ประโยชน์ส่วนตัวเพียงฝ่ายเดียว และรู้เท่าไม่ถึงการณ์

บุคคลที่บุกรุกตัดโค่นต้นไม้ ทำลายป่า จักเป็นคนที่

..... และ

28. ป่าไม้

29. ป่าไม้

30. สัตว์น้ำ

31. ออกซิเจน

32. ก. ป่าไม้ ข. สัตว์ป่า

37. ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ที่เป็นป่าเหลืออยู่น้อยมาก จึงเป็นหน้าที่ของทุกคนที่จะต้องช่วยกันอนุรักษ์ (สงวนและรักษา) ทรัพยากรธรรมชาติ ส่วนนี้ไว้ เพื่อประโยชน์ของส่วนรวม การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้เป็นหน้าที่ของ

38. วิธีการที่จะอนุรักษ์ป่าไม้นั้นทำได้โดยการปฏิบัติตามพระราชบัญญัติสงวนป่าไม้ คือ ไม่ลักลอบตัดไม้ ทำลายป่า เมื่อจะตัดไม้ต้องขออนุญาต ตัดมาใช้เท่าที่จำเป็นและก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ตัดแล้วต้องปลูกทดแทน

การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ทำได้โดย

- (1)
- (2)
- (3)
- (4)

39. การปลูกป่าทดแทนส่วนที่ถูกทำลายไป เป็นวิธีที่จะช่วยให้ระบบนิเวศน์ของป่าไม้กลับคืนสู่สภาวะสมดุล ปัญหาความแห้งแล้ง น้ำท่วม หนาวเย็น ถูกทำลาย และการสูญพันธุ์ของสัตว์ป่าก็จะไม่เกิดขึ้น หรือถ้าจะเกิดขึ้นก็มีเพียงส่วนน้อย แต่กลับนำมาซึ่งความชุ่มชื้น อุดมสมบูรณ์ และความผาสุก ร่มเย็น

ก. ระบบนิเวศน์ของป่าจะกลับคืนสู่สภาวะสมดุลได้โดยการ

.....

ข. ถ้าระบบนิเวศน์ป่าอยู่ในสภาวะสมดุล ปัญหาความแห้งแล้ง น้ำท่วม หนาวเย็น ถูกทำลาย และการสูญพันธุ์ของสัตว์ป่าบางชนิดก็จะ หรือถ้าจะเกิดขึ้นก็เพียง

33. ชาคติ

34. ก. สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป

ข. ประชาชน

35. ทำลายป่า

36. เห็นแก่ประโยชน์ส่วนตัวและรู้เท่าไม่ถึงการณ์

40. แต่อย่างไรก็ตามการที่จะแก้ไขระบบนิเวศป่าที่เสียสมดุลไปแล้วให้กลับคืนสู่สถานะสมดุลตามเดิมย่อมทำได้ยากกว่าการป้องกันและรักษา เราจึงควรช่วยกันป้องกันและรักษาระบบนิเวศป่าให้อยู่ในสถานะสมดุลอยู่เสมอ

ก. การป้องกันและรักษาระบบนิเวศป่าให้อยู่ในสถานะสมดุล ทำให้
การแก้ไขหลังจากระบบนิเวศป่าเสียสมดุลไปแล้ว

ข. นักเรียนเห็นควยหรือไม่ที่เราทุกคนในชาติจะต้องช่วยกันป้องกันและรักษาระบบนิเวศป่าให้อยู่ในสถานะสมดุล

41. หากเราทุกคนในชาติเข้าใจถึงผลเสียหายและความทุกข์ยากที่เกิดขึ้นจากการที่ระบบนิเวศถูกทำลาย แล้วช่วยกันป้องกันและรักษาระบบนิเวศให้อยู่ในสถานะสมดุลให้นานที่สุดสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ รวมทั้งมนุษย์ก็จะพบแต่ความสดชื่น ร่มเย็น และพ้นจากภัยธรรมชาติต่าง ๆ ทั้งที่กล่าวมาแล้ว (ข้อนี้ไม่ต้องการคำตอบ)

37. ทุกคน

38. (1) ไม่ลักลอบตัดไม้ทำลายป่า
(2) เมื่อจะตัดไม้ต้องขออนุญาต
(3) ตัดมาใช้เท่าที่จำเป็นและก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
(4) ตัดแล้วต้องปลูกทดแทน

39. ก. ปลูกป่าทดแทนส่วนที่ถูกทำลายไป

ข. ไม่เกิดขึ้น
ส่วนน้อย

40. ก. ง่ายกว่า

ข. เห็นด้วย

การทดลองที่ 8.1

การทดลองเรื่อง พืชช่วยป้องกันการกัดเซาะหน้าดิน

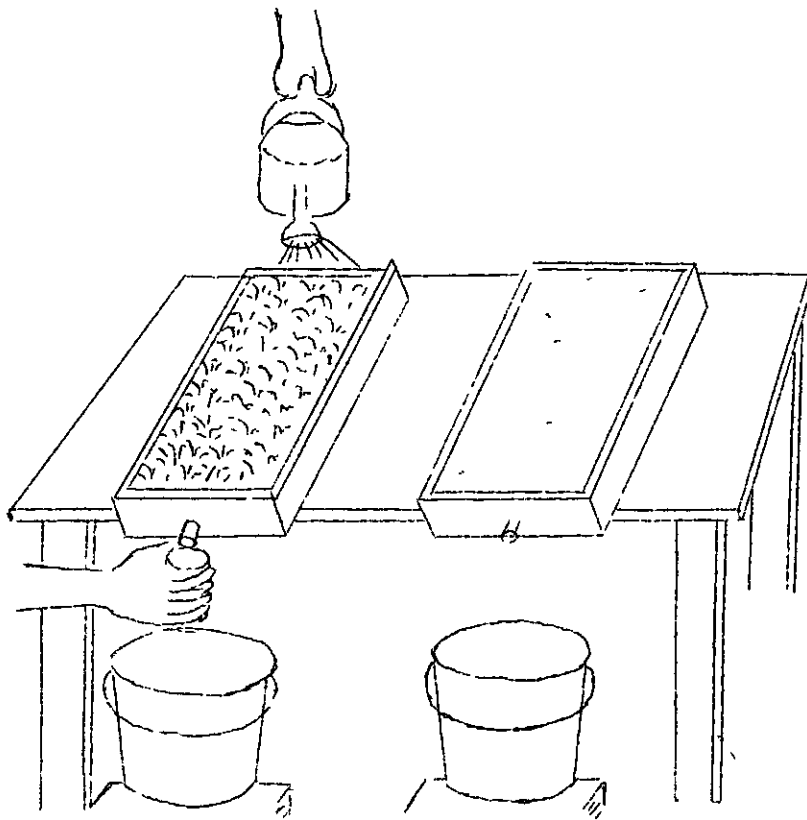
วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อให้เห็นความสำคัญของพืชในการช่วยยึดหน้าดินไม่ให้ถูกน้ำชะล้างออกไป

อุปกรณ์

1. น้ำ 1 ลิตร
2. กระบะไม้ขนาด กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร
- 2 กระบะ เจาะช่องกว้างขนาด 3 เซนติเมตร ดังรูป
3. ดิน 2 ใบ
4. ถ้วยพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร 2 ใบ
5. ฝักบัวรดน้ำ 1 กระบอก
6. นาฬิกา 1 เรือน

วิธีการทดลอง

1. นำกระบะไม้ทั้ง 2 กระบะมา ใส่ดินชนิดเดียวกันลงไปประมาณครึ่งหนึ่งของกระบะทั้งสอง ใช้มือกดดินให้แน่น
2. ปลูกหญ้าให้เต็มกระบะใบที่หนึ่ง ทิ้งไว้ 3 สัปดาห์ รดน้ำในกระบะทั้งสองทุกวัน วันละ 400 มิลลิลิตร
3. นำกระบะทั้งสองมาวางไว้บนโต๊ะ หนุนให้ถันกระบะข้างหนึ่งสูงจากพื้นประมาณ 7 เซนติเมตร ทั้งสองกระบะ ให้ด้านที่มีท่อสำหรับให้น้ำไหลอยู่ทางด้านตัดขอบโต๊ะ ซึ่งมีถึงน้ำวางอยู่ข้างล่าง
4. นำถ้วยพลาสติก ขนาด 250 มิลลิลิตร มารองรับน้ำที่ท่อ ดังรูป
5. ใช้ที่รดน้ำฝักบัว ซึ่งมีน้ำอยู่ 1,000 มิลลิลิตร รดน้ำจากปลายด้านที่สูงสุดของกระบะใบที่ 1 ให้ฝักบัวอยู่สูงจากกระบะประมาณ 10 เซนติเมตร จับเวลาดังแต่เริ่มรดน้ำจนกระทั่งน้ำเต็มถ้วยพลาสติก สังเกตลักษณะของน้ำแล้วบันทึกผล
6. ทำการทดลองเหมือนข้อ 5 กับกระบะที่สอง และบันทึกผลลงในตาราง



รูปแสดงกระเบื้องหยาบ และกระเบื้องคั้น

ตารางบันทึกผลการทดลอง

กระเบื้อง	เวลาที่น้ำไหลเต็มถ้วยพลาสติก (วินาที)	ลักษณะของน้ำที่ไหลออกมาจากกระเบื้อง
มีหยาบ		
ไม่มีหยาบ		

คำถามประกอบการทดลอง

1. กระบะไหนที่น้ำซึมผ่านเร็วกว่า
2. ดินบริเวณที่มีต้นไม้ปกคลุมกับบริเวณที่ไม่มีต้นไม้ อย่างไหนจะถูกน้ำชะล้างไปได้เร็วกว่า
3. การทดลองนี้สรุปได้อย่างไร
-
4. การตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดผลเสียแก่ระบบนิเวศอย่างไรบ้าง
-
-
5. ต้นหญ้าที่ปลูกไว้สองข้างถนนที่สร้างใหม่มีประโยชน์อย่างไร
-

ภาคผนวก ง.

การวิเคราะห์กรอบ

(Frame Analysis)

ของบทเรียนสำเร็จรูปเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

จำนวนนักเรียนที่ตอบผิดคิดเป็นร้อยละของแต่ละกรอบในบทเรียนสำเร็จรูป

$$\text{ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบผิดในแต่ละกรอบ (\% error)} = \frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ตอบผิด} \times 100}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}}$$

บทที่ 1 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

กรอบที่ % Error	1	2	3ก	3ข	4ก	4ข	5	6ก	6ข	7ก	7ข	8ก
	1.67	0	8.33	6.67	0	1.67	6.67	5.00	25.00	16.67	3.33	1.67
กรอบที่ % Error	8ข	9	10ก	10ข	10ค	11	12	13	14	15	16ก	16ข
	0	3.33	0	1.67	6.67	5.00	5.00	1.67	1.67	0	5.00	3.33
กรอบที่ % Error	17ก	17ข	17ค	18ก	18ข	19ก	19ข	20ก	20ข	20ค	21	22
	3.33	1.67	0	0	0	6.67	1.67	1.67	3.33	3.33	3.33	0
กรอบที่ % Error	23	24	25	26	27	28						
	10.00	3.33	0	1.67	1.67	—						

บทที่ 2 ห่วงโซ่อาหาร

กรอบที่ % Error	1ก	1ข	2	3ก	3ข	4	5ก	5ข	6	7	8	9
	0	0	0	1.67	8.33	5.00	3.33	5.00	3.33	0	3.33	10.00
กรอบที่ % Error	10ก	10ข	11	12	13	14ก	14ข	15ก	15ข	16ก	16ข	16ค
	0	5.00	0	0	1.67	3.33	1.67	1.67	3.33	0	0	1.67
กรอบที่ % Error	17	18	19ก	19ข	19ค	19ง	20	21	22			
	0	1.67	0	0	1.67	0	0	0	—			

บทที่ 3 ความสำคัญของอาหาร

กรอบที่ 1	1	2ก	2ข	2ค	3ก	3ข	4ก	4ข	5ก	5ข	6
% Error	0	1.67	1.67	0	0	11.67	0	0	0	1.67	3.33
กรอบที่ 2	7ก	7ข	7ค	8	9ก	9ข	10				
% Error	0	11.67	1.67	0	0	1.67	-				

บทที่ 4 การสังเคราะห์แสง

กรอบที่ 1	1ก	1ข	2	3ก	3ข	3ค	4ก	4ข	4ค	5ก	5ข
% Error	0	0	0	0	3.33	1.67	1.67	3.33	5.00	1.67	1.67
กรอบที่ 2	6	7ก	7ข	8	9	10ก	10ข	11ก	11ข	12	13ก
% Error	0	0	0	0	0	0	1.67	1.67	0	0	0
กรอบที่ 3	13ข	14ก	14ข	14ค	15ก	15ข	15ค	15ง	15จ	16ก	16ข
% Error	0	1.67	0	0	0	8.33	8.33	8.33	5.00	3.33	1.67
กรอบที่ 4	17ก	17ข	18	19ก	19ข	20	21	22			
% Error	0	0	0	0	0	0	6.67	-			

บทที่ 5 การหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

กรอบที่ 1	1ก	1ข	2ก	2ข	3ก	3ข	4	5ก	5ข	6	7ก
% Error	0	5.00	0	8.33	0	1.67	0	0	1.67	0	1.67
กรอบที่ 2	7ข	8ก	8ข	9ก	9ข	10ก	10ข	11	12	13	
% Error	1.67	1.67	0	1.67	1.67	3.33	0	0	0	-	

บทที่ 6 ระบบนิเวศน์

กรอบที่ % Error	1	2	3	4	5	6ก	6ข	7	8	9	10ก
	0	8.33	0	0	0	0	0	3.33	0	15.00	0
กรอบที่ % Error	10ข	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	0	3.33	1.67	3.33	0	5.00	0	0	3.33	1.67	0
กรอบที่ % Error	21	22ก	22ข	23	24	25	26	27	28ก	28ข	29
	5.00	0	1.67	—	0	3.33	3.33	0	0	0	1.67
กรอบที่ % Error	30	31	32ก	32ข	33	34	35	36ก	36ข	36ค	37
	0	1.67	0	1.67	0	0	0	0	3.33	1.67	—

บทที่ 7 การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

กรอบที่ % Error	1ก	1ข	2	3ก	3ข	4	5ก	5ข	6	7	8
	0	3.33	1.67	6.67	16.67	0	0	1.67	1.67	0	0
กรอบที่ % Error	9	10	11	12	13ก	13ข	14	15	16ก	16ข	17ก
	0	0	1.67	—	3.33	0	0	0	0	3.33	3.33
กรอบที่ % Error	17ข	18	19ก	19ข	20	21	22	23	24	25	26ก
	1.67	0	0	0	0	0	—	0	0	1.67	1.67
กรอบที่ % Error	26ข	27	28	29							
	5.00	0	0	—							

บทที่ 8 มนุษย์และสิ่งแวดล้อม

กรอบที่ % Error	1	2	3	4	5	6ก	6ข	7	8	9ก	9ข
	1.67	0	0	0	0	1.67	3.33	3.33	0	0	0
กรอบที่ % Error	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20ก
	0	3.33	3.33	0	0	0	-	0	3.33	1.67	0
กรอบที่ % Error	20ข	21	22	23	24ก	24ข	25	26	27ก	27ข	28
	3.33	-	0	6.67	0	0	1.67	1.67	0	1.67	3.33
กรอบที่ % Error	29	30	31	32ก	32ข	33	34ก	34ข	35	36	37
	8.33	5.00	1.67	3.33	5.00	0	3.33	1.67	3.33	0	0
กรอบที่ % Error	38	39ก	39ข	40ก	40ข	41					-
	0	0	0	0	0	-					

ค่าความผิดพลาด คิดเป็นร้อยละของกรอบที่นักเรียนคนหนึ่งตอบผิด และความผิดพลาดเฉลี่ยของบทเรียน

นักเรียน เลขที่	จำนวนกรอบ ที่ตอบผิด	คิดเป็น ร้อยละ	นักเรียน เลขที่	จำนวนกรอบ ที่ตอบผิด	คิดเป็น ร้อยละ
1	4	1.24	31	4	1.24
2	7	2.17	32	2	0.62
3	13	4.03	33	2	0.62
4	10	3.10	34	4	1.24
5	6	1.86	35	2	0.62
6	10	3.10	36	3	0.93
7	3	0.93	37	1	0.31
8	3	0.93	38	2	0.62
9	7	2.17	39	1	0.31
10	5	1.55	40	5	1.55
11	6	1.86	41	1	0.31
12	1	0.31	42	5	1.55
13	6	1.86	43	4	1.24
14	12	3.72	44	3	0.93
15	8	2.48	45	5	1.55
16	3	0.93	46	3	0.93
17	14	4.33	47	7	2.17
18	18	5.57	48	3	0.93
19	3	0.93	49	4	1.24
20	5	1.55	50	4	1.24
21	7	2.17	51	1	0.31
22	3	0.93	52	9	2.79
23	4	1.24	53	16	4.95
24	8	2.48	54	5	1.55
25	3	0.93	55	4	1.24
26	3	0.93	56	16	4.95
27	8	2.48	57	3	0.93
28	1	0.31	58	4	1.24
29	7	2.17	59	3	0.93
30	1	0.31	60	8	2.48
Σ			323		
			100.09		

อัตราความผิดพลาดเฉลี่ยของบทเรียน (คิดเป็นร้อยละ)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N} = \frac{100.09}{60} = 1.67$$

Range 0.31 - 5.57 %