

311.3358

ค. 21 ก

ว. 3

การผลิตรายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรม
เรื่อง น้ำเสีย



bib 4943

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
เมษายน 2528

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

176987

15 เม.ย. 2535

การผลิตรายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรม
เรื่อง น้ำเสีย



เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
เมษายน 2528

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อผลิตรายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรม เรื่องน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กับการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางแคปานขำวิทยา เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2527 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน ใช้แบบแผนการทดลอง Experimental Group - Control Group : Randomized Subjects กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้รายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรม กลุ่มควบคุมเรียนโดยการสอนแบบธรรมดาในเนื้อหาเดียวกัน หลังจากเรียนจบบทเรียน ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันที นำคะแนนมาวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ t-test แบบ Independent

ผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE PRODUCTION OF PROGRAMMED INSTRUCTIONAL
TELEVISION PROGRAM ON WATER POLLUTION



Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
April 1985

The Purposes of this study were to produce programmed instructional television program on water pollution for Matayom Suksa III students and to compare learning achievement with conventional teaching.

Sixty Matayom Suksa III students in Bangkaepankumwittaya School, Parsaecharoen District, Bangkok, academic year 1984, were randomly selected as subjects. They were randomly assigned to an experimental group and a control group, 30 each. Experimental group learned through programmed instructional television program while control group learned through conventional teaching. Immediately after the lesson tests were administered. Data collected were analysed by using independent t-test.

It revealed that learning achievement of experimental group was significantly higher than those of the control group at .01 level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณา
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้



คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
..... กรรมการ

..... ประธาน
..... กรรมการ
..... กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ตลอดเวลาของการศึกษาค้นคว้าจนสำเร็จเป็นปัญญานิพนธ์ฉบับนี้
รองศาสตราจารย์ชม ภูมิภาค ประธานควบคุม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพโรจน์
เบาใจ กรรมการ - ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมศักดิ์ เจียมทะวงษ์ และอาจารย์ปัญญา
ศิริโรจน์ ได้กรุณาให้คำแนะนำอันมีคุณค่าต่อการศึกษาค้นคว้าและปรับปรุงแก้ไข
ข้อบกพร่องต่าง ๆ จนเป็นที่เรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้
ณ ที่นี้

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ที่ให้การสนับสนุนและส่งเสริมการศึกษาแก่
ผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยรามคำแหง และเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิทยุโทรทัศน์การศึกษา
มหาวิทยาลัยรามคำแหงที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ และให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ
โดยตลอด

ขอขอบคุณอาจารย์เพ็ง เปี่ยมคุ้ม อาจารย์สุรศักดิ์ สว่างแสง อาจารย์
สุนทรีย์ ถาวรสถิตย์ อาจารย์นิศยา ลอจธรรม อาจารย์สันติ เย็นสบาย และ
อาจารย์ประเสริฐ พิชัยกุล ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือในการจัดเก็บข้อมูลจน
สำเร็จเรียบร้อย

ขอขอบคุณ คุณวรพงศ์-คุณสมหมาย ศติยวรรณท์ คุณกรรณทิพย์ ชันสามพราน
คุณวารุณี เกลี้ยงสะอาด คุณพัชรี อุปละ คุณอุมาพร ผาทอง และ คุณอุสุมา
ทองนุสนธ์ ที่ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งในขั้นตอนต่าง ๆ ของการศึกษาค้นคว้า

ขอขอบคุณ คุณวิไล จิระรัตนกุล ที่รับเป็นธุระในการจัดพิมพ์ปัญญานิพนธ์
ฉบับนี้นับแต่แรกเริ่มโดยไม่เห็นแก่ความเหนื่อยยาก ทั้งให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ
ทุกขั้นตอน และเป็นผู้ให้กำลังใจ ทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการศึกษาค้นคว้าจน
สำเร็จลงได้ด้วยดี

ศักดิ์ณรงค์ แสงพิทักษ์

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม	6
	หลักจิตวิทยาพื้นฐานของบทเรียนโปรแกรม	6
	หลักการสำคัญของการสอนแบบโปรแกรม	8
	คุณลักษณะของบทเรียนโปรแกรม	8
	ประเภทของบทเรียนโปรแกรม	9
	การสร้างบทเรียนโปรแกรม	10
	การชี้แนะ (Cuing) และการนำทาง (Prompting)	13
	เนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างบทเรียนโปรแกรม	13
	การจัดลำดับการสอนในบทเรียนโปรแกรม	14
	การทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม	15
	แบบต่าง ๆ ของการทดสอบ	16
	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบบทเรียน	21
	การวิเคราะห์ผลการทดสอบ	22
	เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 คืออะไร	22

การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม	25
การวิจัยในต่างประเทศ	25
การวิจัยในประเทศ	27
การเปรียบเทียบวิธีการนำเสนอบทเรียนโปรแกรม	
แบบต่าง ๆ	28
คุณค่าของโทรทัศน์ต่อการศึกษา	29
เอกสารเกี่ยวกับการรับรู้และการผลิตรายการโทรทัศน์	30
การวิจัยเกี่ยวกับโทรทัศน์การศึกษาในต่างประเทศ	32
การวิจัยเกี่ยวกับโทรทัศน์การศึกษาในประเทศไทย	35
สมมุติฐานของการวิจัย	38
3 วิธีดำเนินการทดลอง	39
การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	39
การสร้างเครื่องมือ	39
การผลิตรายการโทรทัศน์เรื่องน้ำเสีย	39
การสร้างคู่มือประกอบการเรียนด้วยรายการโทรทัศน์	
เรื่องน้ำเสียสำหรับนักเรียน	41
การสร้างคู่มือการใช้รายการโทรทัศน์สำหรับครู	41
การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	41
การดำเนินการทดลอง	42
ขั้นตอนในการทดลอง	43
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	43
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	44

5	บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	45
	จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	45
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	45
	สมมุติฐานของการวิจัย	45
	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	46
	การวิเคราะห์ข้อมูล	46
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	46
๕	อภิปรายผล	47
	ข้อเสนอแนะทั่วไป	48
	ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย	48
	บรรณานุกรม	50
	ภาคผนวก	59

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 คุณภาพของแบบทดสอบ	42
2 ค่าสถิติพื้นฐานและผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ กลุ่มตัวอย่าง	44



ภูมิหลัง

กระทรวงศึกษาธิการมีจุดประสงค์ที่จะส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในทุกระดับการศึกษา เพื่อให้ทันต่อความก้าวหน้าทางวิชาการของโลกปัจจุบัน จึงได้จัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นในปี พ.ศ. 2513 สถาบันได้เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่เดือนเมษายน 2514 โดยเริ่มการปรับปรุงหลักสูตรแบบเรียนของวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นอันดับแรก (สนั่น สุมิตร : 2517)

กระทรวงศึกษาธิการมีแผนที่จะใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ใหม่ทั่วประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 (อภิย์ จันทวิมล 2517) ปัจจุบันนี้กล่าวได้ว่า ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้ใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ใหม่โดยตลอดแล้ว

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นใหม่มีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชา

วิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้ง

การรายงานผล และ

5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลทางวิทยาศาสตร์ และสภาพแวดล้อม

จากจุดมุ่งหมายทั้ง 5 ข้อที่กล่าวมานี้เป็นเหตุให้รูปแบบการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของหลักสูตรใหม่แตกต่างไปจากเดิมเป็นอันมาก เพราะได้มีการทดลองกันในที่ประชุมว่าจะใช้ Experimental Approach มาเป็นแนวในการปรับปรุงหลักสูตร นักเรียนจะได้เรียนรู้หลักการทางวิทยาศาสตร์และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้จากผลการทดลองที่นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเอง เว้นแต่การทดลองบางเรื่องที่ไม่เหมาะสมที่จะให้นักเรียนทดลอง เช่น เป็นการทดลองที่ต้องใช้ความละเอียดรอบคอบอย่างสูง หรือต้อง

อาศัยความชำนาญมาก หรือเป็นการทดลองที่เกิดอันตรายง่าย หรือต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ นักเรียนจะศึกษาได้จากการสาธิตของผู้สอน

ในขณะที่เทคโนโลยีหลายด้านได้เข้ามามีบทบาทอยู่ในวงการศึกษากว้างขวาง ดังเช่นเวลานี้ ถ้าจะเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาเป็นสื่อช่วยส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น หรือเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายทางการศึกษาลง โดยนักเรียนยังสามารถบรรลุจุดหมายของหลักสูตรได้อย่างไม่ย่อหย่อนไปกว่าเดิม ทั้งเป็นการช่วยลดเวลาที่ครูจะต้องสอนอยู่หน้าชั้นลงได้ อันจะเป็นประโยชน์ทั้งกับครูและนักเรียน โดยตรง

สื่อแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน สื่อต่าง ๆ จะให้ผลสูงสุดก็ต่อเมื่อเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การใช้สื่อต้องดูระดับการศึกษาของคนที่จะได้รับ ดูทางด้านความพร้อม จะต้องแบ่งคนออกเป็นระดับต่าง ๆ ตามความรู้ ทักษะคิด รวมทั้งสื่อที่จะนำมาใช้ต้องไม่ยุ่งยากสลับซับซ้อน (ก่อ สวัสดิพิพานิช 2517 : 83-84) การรู้รายละเอียดเกี่ยวกับผู้เรียนมากเท่าไรจะยิ่งเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้สื่อมากขึ้น

ในการพิจารณาเพื่อเลือกสื่อสำหรับประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น เทปโทรทัศน์ (Video Tape) เป็นสื่อที่มีลักษณะเหมาะสมมากที่สุดหนึ่ง เพราะผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ทั้งจากภาพ เสียง สี และอาจมีอักษรประกอบได้ด้วย เป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็ว (วิจิตร ภักดีรัตน์ 2523 : 284) เทปโทรทัศน์สามารถใช้ในการสาธิตอย่างได้ผล ให้นักเรียนเห็นในสิ่งที่ควรเห็น และยังกำจัดความผิดพลาดในการสาธิตได้โดยการถ่ายเทปโทรทัศน์ไว้ล่วงหน้า (เป็รื่อง อนุท 2515 : 3-4) เทปโทรทัศน์ช่วยเพิ่มคุณค่าของบทเรียนและช่วยประหยัด คือ เพิ่มทักษะอย่างสูงสำหรับผู้เรียน แต่ลดเครื่องมือสำหรับการสาธิตลงไป ช่วยให้ผู้เรียนเห็นรายละเอียดที่ชัดเจน ด้วยวิธีง่ายที่ที่เหมาะสม (Romesfowski A.J. 1969 : 89) เทปโทรทัศน์สามารถใช้ได้กับทุกระดับ ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนจะใช้ให้เป็นประโยชน์ (ชัยณรงค์ มณฑะวิเชียรฉาย 2526)

อนาคตของการใช้สื่อเทปโทรทัศน์เป็นที่น่าสนใจว่าวงการศึกษาคouldเริ่มให้ความสนใจสื่อประเภทนี้ โรงเรียนมัธยมหลายแห่งตื่นตัวในการใช้เทปโทรทัศน์เพื่อการเรียนการสอนมากขึ้น บางโรงเรียนมีถึง 7-8 ชุด แต่ปัญหาก็มี มีแล้วไม่รู้จักทำอะไร

โรงเรียนต้องการแนวคิดแนวทางในการผลิตรายการโทรทัศน์ขึ้นมา (บรรจง หุตฤทธชาติ 2526)

ผู้วิจัยเห็นว่า เทปโทรทัศน์เป็นสื่อที่มีประโยชน์ต่อการศึกษา และขณะนี้ นายชวน หลีกภัย (ชวน หลีกภัย 2527) รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการได้ สนับสนุนให้โรงเรียนมัธยมจัดหาเทปโทรทัศน์ไว้ใช้ประกอบการสอนแล้ว ประกอบกับ เครื่องเทปโทรทัศน์รุ่นใหม่ ๆ ในปัจจุบันราคาถูกลงมาก ใช้งาน สะดวก ไม่ยุ่งยาก สามารถนำมาใช้กับการศึกษาได้ทั้งปัจจุบันและอนาคต (ชอุ่ม ประเสริฐฤๅ 2524 : 39) แต่สิ่งที่ยังขาดแคลนก็คือ รายการโทรทัศน์ที่มีคุณภาพ ผู้วิจัยจึงต้องการผลิตรายการ โทรทัศน์เพื่อการศึกษาขึ้นสำหรับใช้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เนื้อหา บทที่ 18 เรื่องน้ำเสียคืออะไร และวิจัยหาคุณภาพของรายการโทรทัศน์ที่ผลิตขึ้นให้ได้ มาตรฐานที่จะนำไปใช้สอนได้ทันที และเป็นแนวทางสำหรับผลิตรายการโทรทัศน์เพื่อ การศึกษาต่อไป

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อผลิตรายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรมที่มีคุณภาพ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้จากการเรียนด้วยรายการโทรทัศน์ ประกอบการสอนแบบโปรแกรม กับการเรียนด้วยวิธีสอนแบบธรรมดา

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าจะอำนวยประโยชน์ดังนี้

1. เกี่ยวกับผู้สอน
 - 1.1 ผู้สอนสามารถนำรายการโทรทัศน์นี้ไปประกอบการสอนตามเนื้อหา วิชาที่สร้างขึ้นได้ทันที
 - 1.2 เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตรายการโทรทัศน์เพื่อประกอบการสอน

2. เกี่ยวกับผู้เรียน

รายการโทรทัศน์จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องน้ำเสียได้เป็นอย่างดี

3. ในด้านผู้เกี่ยวข้อง

จะเป็นแนวทางให้ผู้เกี่ยวข้องที่สนใจสามารถผลิตรายการโทรทัศน์เพื่อการศึกษาได้

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

การทดลองครั้งนี้ ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางแค-ปานขำวิทยา เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2527 จำนวน 60 คน

2. ตัวแปรที่จะศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

2.1.1 วิธีสอนโดยรายการโทรทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.1.2 วิธีสอนแบบธรรมดา

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. เนื้อหาวิชาในการทดลอง

วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2521 เรื่องน้ำเสีย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รายการโทรทัศน์ หมายถึง รายการโทรทัศน์เรื่องน้ำเสีย ซึ่งเขียนบทและผลิตขึ้นในลักษณะของบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง โดยผ่านการตรวจแก้ไขเพื่อปรับปรุงคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนมาสาธิตตามบทโทรทัศน์แล้วบันทึกไว้ในม้วนเทปโทรทัศน์แบบ VHS

2. วิธีสอนโดยรายการโทรทัศน์ หมายถึง เปิดรายการโทรทัศน์ให้นักเรียนดูตั้งแต่ต้นจนจบ

3. วิธีสอนแบบธรรมชาติ คือ การสอนโดยมีครูบรรยายและสาธิตประกอบ การสอน โดยครูที่จะสอนในการทดลองนี้จะคัดเลือกครูที่มีประสบการณ์ในการสอนเรื่องนี้มาแล้วอย่างน้อย 1 ปี และเป็นครูที่ได้รับการอบรมจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาแล้ว

4. ประสิทธิภาพของรายการโทรทัศน์ หมายถึง ผลที่ได้จากการเรียนด้วยรายการโทรทัศน์ ที่วัดได้จากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard) (เป็รื่อง ฎมท.2519)

เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (90/90 Standard) หมายถึง เกณฑ์ที่กำหนดไว้เพื่อวัดประสิทธิภาพของรายการโทรทัศน์

"90 หน้า" หมายถึง ค่าร้อยละเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่ม ถ้าบทเรียนโปรแกรมมีคุณภาพถึงเกณฑ์มาตรฐาน ค่าร้อยละเฉลี่ยของกลุ่มต้องไม่ต่ำกว่า 90

"90 หลัง" หมายถึง ร้อยละ 90 ของนักเรียนทั้งหมดสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามความมุ่งหมายแต่ละข้อ โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนโปรแกรมต้องไม่ต่ำกว่าจากการสอนแบบธรรมชาติ

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องน้ำเสีย ซึ่งวัดได้จากคะแนนในการทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรม หมายถึง ลำดับประสบการณ์ที่จัดวางไว้สำหรับนำผู้เรียนไปสู่ขีดความสามารถ โดยอาศัยหลักความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าและการตอบสนอง ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพ (เปรื่อง ฤๅม 2519 : 2)

กู๊ด (Good. 1973 : 306) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรม คือ บทเรียนที่นำเอามาใช้ในรูปของสมุดแบบฝึกหัด ตำราเรียน เครื่องกลหรือเครื่อง-ประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุระดับของการกระทำที่ระบุไว้ด้วย :-

1. เนื้อหาของบทเรียนถูกจัดแบ่งออกเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ
2. ในแต่ละลำดับขั้นของบทเรียนจะมีคำถามอยู่หนึ่งคำถามหรือมากกว่า และจัดกระทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในทันทีทันใด แม้ว่าจะตอบคำถามถูกหรือผิดก็ตาม
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ก้าวหน้าไปตามความสามารถของตนเอง ไม่ว่า จะเรียนแบบเอกัตบุคคลหรือเรียนเป็นกลุ่ม

หลักจิตวิทยาพื้นฐานของบทเรียนโปรแกรม

หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในบทเรียนโปรแกรม มีดังต่อไปนี้ คือ (ชม ภูมิภาค 2521 : 72)

1. ความเกิดขึ้นพร้อมกันหรือใกล้เคียงกันของสิ่งเร้ากับการตอบสนอง หรือที่เรียกว่า Contiguity ซึ่งเป็นหลักทฤษฎีการเรียนรู้ของ Guthrie โดยเสนอสิ่งเร้าเป็นกรอบเล็ก ๆ แล้วนักเรียนทำการตอบสนองทันที

2. การเสริมแรง (Reinforcement) ทั้งนี้เพราะว่า เมื่อกระทำ แล้วผู้ผลทันทีว่าถูกหรือผิดอย่างไร ซึ่งเป็นไปตามหลัก Reinforcement Theory ของ Hull

3. การตอบสนองมาก ผู้เรียนต้องทำการตอบสนองมากเป็นไปตามหลักทฤษฎีการเรียนรู้ของ Skinner คือ Operant Conditioning นักเรียนมีชุดการตอบสนองมากเท่ากับจำนวนกรอบ และการเรียนในเรื่องหนึ่ง ๆ นั้น ในบทเรียนหนึ่ง ๆ มีหลายสิบหรือเป็นร้อยกรอบ

4. การดำเนินการสร้างกรอบสำหรับเรียนนั้น กรอบแรก ๆ เขามักจะมีเครื่องชี้ให้เห็นผิดใ้คนน้อย ส่วนมากจะทำถูก ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในตนเอง เป็นการสร้างแรงจูงใจอย่างหนึ่ง แล้วเขาจะค่อย ๆ ลดเครื่องชี้ทางไปเรื่อย ๆ จนไม่มี

5. เป็นการประเมินผลการเรียนของตนเองไปด้วย ทำให้รู้ความก้าวหน้าของการเรียนของตนเอง เป็นการสร้างการจูงใจได้อย่างหนึ่ง

6. เป็นการยอมรับให้ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล เป็นการนำเอาความแตกต่างระหว่างบุคคลมาใช้ในการเรียนการสอน

7. เป็นการเรียนด้วยการกระทำ (Active Learning) ทำให้เข้าใจได้ดี และมีความคงทนในการจำ

8. เป็นการส่งเสริมให้คนรู้จักเรียนด้วยตนเอง อันเป็นกิจกรรมปกติในชีวิต การเรียนของมนุษย์นอกสถานศึกษา

9. การเรียนจะกระทำเมื่อคนต้องการจะเรียน เมื่อเรียนไปถึงกรอบใดจะหยุดก็ได้ พร้อมและสะดวกมาเรียนต่อเมื่อใดก็ได้

10. เป็นเสมือนรุ่นพี่ผู้สอนประจำตัว (Tutor) คือว่าการเรียนเป็นกลุ่มใหญ่จาโคบ และสโตลูโรว์ (Jacob and Stolurow) กล่าวว่า บทเรียนโปรแกรมวางอยู่บนรากฐานทางจิตวิทยาการศึกษาที่สำคัญดังนี้

1. จัดวางเนื้อหาตามจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้
2. เรียนเนื้อหาเป็นขั้น ๆ ตามลำดับอย่างมีประสิทธิภาพ
3. เสนอเนื้อหาอย่างมีระเบียบเป็นเรื่อง ๆ ไป
4. นักเรียนได้มีส่วนร่วมอย่างคืบคลานด้วยตนเอง
5. ใ้รับผลของการกระทำทันที

6. นักเรียนมีโอกาสก้าวไปตามความสามารถและความถนัดของตนเอง
7. นักเรียนได้เรียนรู้จากจุดที่ตนยังบกพร่องหรือเข้าใจผิดได้ (คณะนิสิตปริญญาโท เทคโนโลยีทางการศึกษา 2519 : 136-137)

หลักการสำคัญของการสอนแบบโปรแกรม

การสอนแบบโปรแกรม ยึดหลักการสอนที่ 4 ประการ ดังต่อไปนี้

1. Active Participation เด็กจะได้มีส่วนร่วมในอันที่เกิดจากการได้รับการเสริมแรงจากการทราบคำตอบ
2. Immediate Feedback การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ภายหลังจากที่ผู้เรียนทำกิจกรรมหรือตอบสนองต่อสิ่งเรานั้น ๆ
3. Successful Experiences การสัมฤทธิ์ผล วัสดุของการตอบคำถามได้ทันที ซึ่งคำถามคำตอบนั้นมีลำดับขั้นหรือการประมาณการทีละน้อย
4. Gradual Approximation จัดแบบเรียนให้มีความยากง่ายตามลำดับขั้น เพื่อเด็กจะได้ศึกษาอย่างมีระเบียบและมีระบบ (คณะนิสิตปริญญาโท เทคโนโลยีทางการศึกษา 2519 : 144-145)

คุณลักษณะของบทเรียนโปรแกรม

จาโคบ (Jacob. 1966: 1) ได้อธิบายถึงคุณลักษณะ 5 ประการของบทเรียนโปรแกรม คือ

1. เป็นความรู้อย่อย ที่เรียงลำดับไว้สำหรับเป็นสิ่งที่เร้าความสนใจของผู้เรียน
2. ผู้เรียนตอบสนองความรู้แต่ละข้อตามที่กำหนดไว้
3. การตอบสนองของนักเรียนจะได้รับการเสริมแรง โดยการให้ทราบผลทันที
4. ผู้เรียนค่อย ๆ เรียนเพิ่มขึ้นทีละขั้น เป็นการก้าวจากสิ่งที่รู้แล้วไปสู่ความรู้ใหม่ที่แบบเรียนสำเร็จรูปเตรียมไว้ให้

5. ให้นักเรียนมีโอกาสเรียนได้ด้วยตนเอง เวลาที่ใช้ในแบบเรียนจะมากหรือน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคล

นิพนธ์ ชุขปรีดี (นิพนธ์ ชุขปรีดี 2519 : 52) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า

1. ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเองได้โดยไม่ต้องมีครูสอน
2. มีเครื่องกระตุ้นให้เกิดกำลังใจในการเรียน เมื่อผู้เรียนได้ทราบคำตอบที่นำไปก็จะเป็นแรงกระตุ้นให้อยากเรียนต่อไป
3. ผู้เรียนไม่ต้องคอยฟังครูสอน
4. ช่วยลดภาระครูในการสอน
5. ผู้เรียนอาจใช้เวลาว่างศึกษาเพิ่มเติมได้จากที่อื่น
6. บทเรียนโปรแกรมสามารถเก็บไว้เป็นตำราอ้างอิงได้
7. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนในที่ที่ขาดครูสอนได้
8. ทำให้เนื้อหาวิชาเป็นมาตรฐานทั่วประเทศ
9. ช่วยประหยัดรายจ่ายในกรณีที่มีผู้เรียนจำนวนมาก
10. วิชาการทุกแขนงสามารถนำมาเป็นบทเรียนได้
11. เป็นการเพิ่มความเสมอภาคทางการศึกษา ผู้เรียนไม่ว่าจะอยู่ที่ใดทั่วประเทศก็สามารถที่จะเรียนจากบทเรียนโปรแกรมได้
12. ผู้เรียนจะเรียนที่ใดก็ได้ไม่จำกัดว่าจะเป็นห้องเรียน
13. ผู้เรียนจะเรียนเมื่อใดก็ได้ตามความพอใจไม่ต้องรอคอยผู้อื่น

ประเภทของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมที่ใช้อยู่โดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ (เดือนใจ ทองสำริต 2515 : 7-9)

1. บทเรียนโปรแกรมที่นำมาใช้กับเครื่องสอน (Teaching Machine Programs)
2. บทเรียนโปรแกรมชนิดที่นำมาให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง โดยไม่ต้อง

มีเครื่องช่วย และมีลักษณะเป็นแบบเรียนหรือหนังสือ (Programmed Textbook)

บทเรียนโปรแกรมทั้ง 2 ชนิด แบ่งตามเทคนิคการเขียนโปรแกรมได้ 2 แบบ คือ (วิจิตร ศรีสะอาด 2516 : 104-105)

1. บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง (Linear Programming) คือ บทเรียนโปรแกรมที่จัดเรียงลำดับขั้นและหน่วยย่อยของบทเรียนตั้งแต่ง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะต้องเริ่มจากหน่วยแรกและก้าวไปตามลำดับ จนกระทั่งถึงหน่วยย่อยสุดท้ายของบทเรียน จะข้ามหน่วยใดหน่วยหนึ่งไม่ได้ สิ่งทีเรียนจากหน่วยย่อยแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานสำหรับหน่วยถัดไป การแบ่งบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ก็เพื่อหลีกเลี่ยงการผิดพลาดในการเรียน การตอบสนองของผู้เรียนมักจะใช้วิธีให้คำตอบประเภทถูกผิดหรือเติมคำลงในช่องว่าง โดยให้ผู้เรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบในหน่วยถัดไป

2. บทเรียนโปรแกรมแบบสับลำดับ (Branching Programmed) การสร้างบทเรียนโปรแกรมด้วยวิธีนี้ จัดให้มีการเรียงลำดับข้อความย่อย โดยอาศัยคำตอบของผู้เรียนเป็นเกณฑ์ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของข้อความย่อย ๆ ที่เป็นหลักของบทเรียนได้ถูกต้อง ผู้เรียนก็อาจจะถูกสั่งให้ข้ามหน่วยย่อยใดจำนวนหนึ่ง แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูก ก็อาจถูกสั่งให้เรียนข้อความย่อย ๆ ต่าง ๆ เพิ่มเติมก่อนที่จะก้าวหน้าต่อไป บทเรียนโปรแกรมประเภทนี้มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Scrambled Book ทั้งนี้เพราะผู้เรียนจะต้องพยายามทำตามคำสั่งที่ปรากฏในแต่ละกรอบ การเรียนจะไม่ดำเนินไปตามลำดับขั้นตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้ายอย่างบทเรียนประเภทแรก ผู้เรียนอาจจะต้องย้อนไปย้อนมาในหน้าต่าง ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการตอบคำถามที่ถูกต้องของผู้เรียน

การสร้างบทเรียนโปรแกรม

เป็รื่อง ภูมิ (เป็รื่อง ภูมิ 2519 : 12-38) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

เป้าประสงค์ (2519) สรุปก่อนในทศวรรษ

1. ศึกษาหลักสูตร เพื่อให้ทราบว่าต้องสอนอะไรบ้าง เนื้อหาที่จะสอนเป็นอย่างไร ระบุไหน ประมวลการสอนก็อาจช่วยให้ทราบถึงระดับการสอน เวลาที่ใช้สอนก็อาจกำหนดความลึกและขอบข่ายของเนื้อหาได้ นอกจากนี้ผู้สร้างบทเรียนยังต้องศึกษาเพิ่มเติมจากคู่มือครู หรือบันทึกการสอนของครู แบบฝึกหัดต่าง ๆ สำหรับนักเรียน หรืออาจสัมภาษณ์ผู้ช่วย ซึ่งจะช่วยให้เกิดแนวความคิดในการสร้างบทเรียนโปรแกรม

2. ตั้งจุดมุ่งหมาย การสร้างบทเรียนโปรแกรมต้องสร้างให้ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน การตั้งจุดมุ่งหมายในการสร้างบทเรียนจึงต้องตั้งให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน ผู้สร้างบทเรียนโปรแกรมจะต้องพยายามแจกแจงจุดมุ่งหมายให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้

3. การวางขอบเขตของงาน หรือการวางเค้าโครงเรื่อง มีประโยชน์ในการสร้างบทเรียนมาก เพราะจะช่วยในการลำดับเรื่องราวก่อนหลัง และป้องกันการหลงลืมเรื่องราวบางตอนไป

4. เขียนบทเรียนโปรแกรม กรอบของบทเรียนควรมีลักษณะดังนี้

4.1 เขียนเนื้อหาเป็นหน่วยย่อยเล็ก ๆ แต่ละหน่วยย่อยทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหน่วยถัดไป

4.2 มีเนื้อหาและคำอธิบายที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน

4.3 ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกมากที่สุดเท่าที่จะมากได้

4.4 การเขียนเนื้อหาแต่ละกรอบ ควรให้พาดพิงไปถึงกรอบที่ผู้เรียนได้ศึกษามาก่อนแล้วด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่เรียนไปแล้วในตัว

4.5 ให้ทราบคำตอบที่ถูกต้อง เป็นการเสริมแรง เนื้อหาของบทเรียนแต่ละกรอบต้องเขียนด้วยภาษาที่ชัดเจน ถูกต้องตามหลักภาษา และการใช้ภาษา หากจะใช้คำศัพท์ควรเป็นคำที่เหมาะสมกับพื้นฐานและอายุของผู้เรียน เนื้อหาก็กถูกต้องตามหลักวิชา และมีความต่อเนื่องกันในแต่ละกรอบ กรอบบางกรอบอาจไม่ต้องการคำตอบก็ได้ เช่น กรอบแนะนำบทเรียน วิธีทำบทเรียน เป็นต้น

นิพนธ์ ศุขปริศิ (นิพนธ์ ศุขปริศิ 2519: 69) ได้รวบรวมหลักของการสร้างบทเรียนโปรแกรมไว้เป็นชั้น ๆ ดังนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมายของการเรียน (Objective) เราจะต้องถามว่าสร้างไปทำไม เพื่ออะไร ผู้เรียนจะได้อะไรภายหลังจากการเรียนไปแล้ว
2. วิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis) เพื่อให้เห็นจุดมุ่งหมายของบทเรียนว่าเขาจะเริ่มค้นจากที่ใด จะไปทางใด จึงจะบรรลุจุดมุ่งหมายปลายทางได้
3. จัดทำข้อสอบ (Prepare Test) เรามีความจำเป็นที่จะต้องรู้จักพฤติกรรมเบื้องต้นของผู้เรียนแต่ละคน โดยการทดสอบก่อนการเรียน
4. จัดลำดับการเรียนรู้ (Design the Sequence) หลักการวิเคราะห์ภารกิจจึงจำเป็นต้องมีการกำหนด Subtask และเนื้อหาที่จะนำผู้เรียนไปยังจุดมุ่งหมายขั้นสุดท้ายของการเรียน
5. การเลือกสื่อ (Select Media) ขึ้นอยู่กับหลัก 5 ประการ คือ
 - 5.1 เหมาะกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ที่สุด
 - 5.2 ผู้เรียนจะตอบสนองได้ดีที่สุด
 - 5.3 เหมาะสมกับความสามารถและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
 - 5.4 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม
 - 5.5 เป็นสื่อที่มีอยู่หรือพอหาได้ไม่ยากนัก
6. ทำกรอบการเรียนรู้ (Prepare Frame-Learning Situation)
7. ทดลองกับบุคคล (Individual Tryout) เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข
8. แก้ไขอุปกรณ์และบทเรียนนั้น ๆ เพื่อศึกษาปัญหาในด้านต่าง ๆ คือ
 - 8.1 การตอบสนองที่ผู้เรียนแสดงออกมา
 - 8.2 ความยากง่ายของบทเรียนที่ทำให้เกิดแรงงูใจ
 - 8.3 ปัญหาเกี่ยวกับการบริหารและเครื่องมือที่ใช้
 - 8.4 ราคาของเครื่องมือ
9. ขั้นสุดท้ายของการสร้างบทเรียนโปรแกรม คือ การแจกจ่ายหรือจัดจำหน่ายสิ่งที่ได้ผลิตขึ้น เพื่อผล Feedback จากครูและนักเรียน เพื่อนำผลไปปรับปรุงบทเรียนต่อไป

การชี้แนะ (Cuing) และการนำทาง (Prompting)

เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถตอบสนองต่อปัญหาในบทเรียนโปรแกรมได้ถูกต้องมากที่สุด โปรแกรมจึงต้องมีคุณสมบัติพิเศษอีกประการหนึ่ง นอกเหนือจากคุณสมบัติของหนังสือเรียนธรรมดา นั่นคือ การชี้แนะและการนำทาง

ฮิลการ์ด (Hilgard, 1962 : 323) ได้เสนอแนะเทคนิคในการให้การนำทางในบทเรียนโปรแกรม ดังนี้

1. เขียนคำโดยละบางอักษรไว้ให้เติม
2. ให้แนวคิดท่านเองเดียวกันเพื่อกระตุ้นให้ตอบสนองในรูปที่คล้ายกัน
3. ใช้รูปไวยากรณ์อย่างเดียวกัน
4. ใช้หลักโครงสร้างทางภาษาจำกัดขอบเขตของคำตอบให้แคบที่สุด
5. ใช้คำที่มีรากศัพท์เกี่ยวข้องกับกรอบปัญหาก่อน
6. การเปลี่ยนแปลงใดใดจะต้องทำให้ผู้เรียนเห็นอย่างเด่นชัด

คุก และ เคนต์เลอร์ พบว่า การชี้แนะและการนำทางนั้น จำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในระยะแรกเกี่ยวกับสัญลักษณ์ต่าง ๆ การนำทางมีคุณค่ากว่าการให้คำอธิบาย และภาวให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกแทนการให้คำตอบแบบเดิมค่านั้น ถือว่าเป็นขบวนการนำทางที่ดี (Stolurow, 1961 : 82).

เนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมจะใช้สอนเนื้อหาอะไรได้บ้างนั้น ได้มีการอภิปรายและทำการวิจัยกันอย่างกว้างขวาง ทศณะและผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับเรื่องนี้มีมากมาย เช่นเดียวกับงานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมในด้านอื่น ๆ เป็นต้นว่า ดร. สกินเนอร์ กล่าวว่า ไม่ว่าเรื่องอะไรที่เราพูดถึงกันได้ เรื่องนั้นก็สมารถนำเอามาทำเป็นบทเรียนโปรแกรมเพื่อใช้สอนได้ เช่นเดียวกับ ดร. ชูลีวาน ซึ่งได้กล่าวว่า "เครื่องสอนใช้สอนได้ทุกอย่าง ข้าพเจ้ามองไม่เห็นเหตุผลใดใดเลยที่จะทำให้เครื่องสอนไม่อาจสอนได้ในทุก ๆ วิชาที่เรียนกันอยู่" นอกจากนั้น ฮิลการ์ด ยังชี้ให้เห็นว่า บทเรียน

โปรแกรมยังใช้สอนวิชาความสามซึ่งในวรรณคดีร้อยกรองได้อีกด้วย ทั้งยังใช้ในการฝึกด้านความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา ฉะนั้น ฮิลการ์ด จึงสรุปว่า วิธีการสอนแบบโปรแกรมนั้นสามารถนำไปใช้ได้กับทุก ๆ วิชา โดยไม่มีข้อยกเว้น หรือขีดจำกัดอย่างใดเลย (Hilgard. 1948 : 541-584)

เปรื่อง ภูมิ (เปรื่อง ภูมิ 2519 : 12) ได้ให้ข้อควรพิจารณาในการนำเนื้อหาวิชามาสร้างเป็นบทเรียนโปรแกรม 2 ประการ คือ

1. เนื้อหาวิชานั้นเปลี่ยนแปลงบ่อยหรือไม่ เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงในการทำ ทำให้ไม่เหมาะสมที่จะทำบทเรียนโปรแกรม สำหรับวิชาที่อาจเปลี่ยนแปลงในไม่ช้า
2. เนื้อหาส่วนนั้น จะคงอยู่เป็นหลักในการสอนตลอดไป หรือว่าเอามาเติม เพราะเห็นว่ามันรู้ การทำบทเรียนโปรแกรมเปลืองทุนและเวลาเกินกว่าจะนำมาใช้ กับสิ่งที่เพียงแต่ว่ามันจะรู้ หรือว่า "รู้ไว้ใช้ว่า" เท่านั้น

การจัดลำดับกรอบสอนในบทเรียนโปรแกรม

แชรรม (Schram. 1964 : 1-2) กล่าวว่า ตามหลักจิตวิทยานั้น การเรียนการสอนต้องเริ่มจากง่ายไปหายาก เรียนจากสิ่งที่รู้แล้วไปหาสิ่งที่ยังไม่รู้ ในการเรียนการสอนแบบโปรแกรมที่ใช้หลักการอันเดียวกันนี้ ในฐานะที่บทเรียนโปรแกรมทำหน้าที่เป็นครูประจำตัวนักเรียนแต่ละคน บทเรียนโปรแกรมจะต้องจัดลำดับกรอบสอน โดยให้ผู้เรียนเริ่มจากปัญหาที่ง่าย ๆ แล้วค่อย ๆ เพิ่มความยากขึ้นเป็นลำดับ

เดวิส (Davies. 1972 : 703) กล่าวว่า ผู้เขียนบทเรียนโปรแกรมจะต้องเข้าใจถึงกลวิธีต่าง ๆ เพื่อใช้ชักสโนใจในการจัดรูปพฤติกรรมของผู้เรียนให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของบทเรียนที่ตั้งเอาไว้ ความคิดรวบยอดของเทคโนโลยีของการศึกษาได้ชี้แนะให้เห็นว่า กรอบสอนเป็นหน่วยหนึ่งของพฤติกรรมมากกว่าหน่วยย่อย ๆ ง่าย ๆ ที่ทำหน้าที่เสนอเนื้อหาบทเรียนเท่านั้น จากความสำคัญอันนี้เอง กรอบสอนจึงต้องทำหน้าที่ที่แน่นอนเพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุพฤติกรรมตามที่ต้องการ เมื่อมองในแง่แต่ละกรอบในบทเรียนโปรแกรม จึงต้องเกี่ยวพันกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเบื้องต้นแรก และพฤติกรรมที่คาดหวังของผู้เรียน ที่เรียนจากการสอนที่ถูกจัดลำดับไว้เป็นอย่างดี

และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนี้จะต้องมีความหมายและสัมพันธ์กับการกำหนดความซับซ้อนของพฤติกรรมก้าวร้าวเรียนรู้ให้ตรงกับจุดมุ่งหมาย กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ กรอบสอนยังทำหน้าที่ค้นหาออกเหนือไปอีกในอันที่จะช่วยจัดรูปพฤติกรรมของผู้เรียนด้วย

ฮิลการ์ด (Hilgard, 1962 : 327) ได้ให้ข้อคิดไว้ว่า ตัวบทเรียนโปรแกรมจะต้องได้รับการจัดอย่างสมบูรณ์ที่สุด เพราะบทเรียนโปรแกรมเปรียบเสมือนครูและหนังสือเรียนรวมกัน จะต้องเป็นเครื่องมือแสดงรายละเอียดของเนื้อหาและปัญหา จนสามารถทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม โดยการตอบปัญหาแต่ละปัญหาในบทเรียนโปรแกรมได้ ฉะนั้น ผู้สร้างบทเรียนโปรแกรมจะต้องเข้าใจในการจัดระเบียบความรู้ทั้งตามหลักตรรกศาสตร์ว่า อะไรเป็นพื้นฐานที่ควรจะเรียนรู้ก่อนที่จะเรียนสิ่งใหม่ต่อไป และทั้งตามหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ เป็นต้นว่า จะนำความสนใจของนักเรียนได้อย่างไร และควรมีการเสริมแรงอย่างไร

การทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม

การทดสอบบทเรียนที่ผู้เขียนเขียนขึ้นนับเป็นงานส่วนหนึ่งของการเขียนบทเรียน และเป็นงานที่สำคัญที่สุดชิ้นหนึ่งที่เกี่ยว บทเรียนนั้นเราเขียนขึ้นเพื่อนักเรียน ถ้ามันใช้กับเขาไม่ได้ มันก็เป็นบทเรียนที่ไม่ทำอะไรอย่างที่เราต้องการให้มันทำเท่านั้นเอง ถึงจะเขียนให้เลิศเลออย่างไร ใช้ภาพประกอบแจ่มแหววเพียงใด หรือใช้กลวิธีพิถีพิถันอย่างมีลวดลายแพรวพราวเพียงใด ถ้ามันไม่สอนหรือถ้าเด็กเรียนไม่ได้เรียนรู้อะไรจากมัน มันก็ใช้ไม่ได้ด้วยดี

ผู้เขียนบทเรียนจะยึดถือหลักความจริงที่ว่า ถ้าปราศจากการเรียนรู้ ก็เท่ากับไม่มีการสอน และถ้าปราศจากการเรียน ก็ไม่ใช่บทเรียนโปรแกรม เครื่องมือหรืออะไรก็ตามจะล้มเหลว เมื่อมันไม่สามารถทำหน้าที่พาผู้เรียนไปถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายที่พึงไว้ นักเรียนจะต้องเรียนรู้ ถ้าเขาไม่ได้เรียนรู้ ย่อมถือว่าเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนบทเรียนที่จะต้องปรับปรุงบทเรียนนั้นให้สามารถนำนักเรียนไปสู่การเรียนรู้ อันเป็นจุดหมายปลายทางได้

แบบต่าง ๆ ของการทดสอบ

ในที่นี้จะกล่าวถึงแบบต่าง ๆ ของการทดสอบบทเรียนสำเร็จรูป 3 แบบด้วยกัน คือ แบบ "หนึ่งต่อหนึ่ง" (One-to-one Testing) แบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) และแบบภาคสนาม (Field Testing) แต่ละแบบมีไว้สำหรับความมุ่งหมายคนละอย่าง ปัญหาไม่ได้อยู่ที่ว่าบทเรียน ๆ หนึ่งจะทดสอบด้วยแบบใด การทดสอบทั้ง 3 แบบนั้นเราต้องการทั้งนั้น ทั้งนี้เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนของเราได้ทั้งหมด

1. การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่งนี้ ได้แก่แบบที่การทดสอบประกอบด้วยผู้เขียนบทเรียนคนหนึ่งกับตัวแทนของกลุ่มผู้เรียนที่จะให้เรียนจากบทเรียนนั้น (ตัวแทนของประชากร) อีกคนหนึ่งจากความช่วยเหลือที่ได้รับจากนักเรียนเพียงคนเดียวนี้ ผู้เขียนบทเรียนพยายามที่จะหาข้อบกพร่องของบทเรียน และพยายามหาทางกำจัดข้อบกพร่องเหล่านั้นออกไปให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

สำหรับการทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่งนี้ ถ้าจะให้ได้ผลดีขึ้น ควรจับนักเรียนที่อ่อนกว่าปานกลางเล็กน้อย เพราะเขาจะคิดตะกุกตะกักบ่อย ๆ ไปตลอดบทเรียนมากกว่าเด็กส่วนมาก ค่อนข้างพิจารณาว่าส่วนที่ทำให้เขาคิดนั้น สมควรจะแก้ไขอย่างไร หรือว่าส่วนใหญ่ของกลุ่มไม่ลำบากเพราะมันแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามข้อสำคัญอยู่ที่ว่าจะต้องชี้ให้เห็นถึงส่วนที่คิดตะกุกตะกักนั้นชัดเจน เพื่อว่าจะได้พิจารณาตัดสินใจได้ถูกว่าจะทำอย่างไรต่อไป

ก่อนที่จะเริ่มทดสอบตามแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ความสำคัญอยู่ที่เราต้องทำให้ใจของนักเรียนตั้งไว้ในทางที่เหมาะสมเสียก่อน เราจะต้องทำให้เขารู้สึกว่าเขากำลังช่วยเราในด้านการแก้ไขบทเรียน เราจะต้องอธิบายให้เขารับรู้ว่า นักเรียนคนอื่นจะได้มีโอกาสเรียนบทเรียนที่ดี ๆ ด้วยความช่วยเหลือของเขา เขาควรจะรู้ว่าสิ่งที่ผู้เขียนบทเรียนต้องการจากเขาก็คือ ให้เขามองหาและชี้ให้เห็นส่วนที่ค่อนข้างจะทำให้ยุ่ง ส่วนตอนที่ทำให้เขาไม่แน่ใจในการสนองตอบ ส่วนตอนที่ข้อความอย่างหนึ่งไม่สอดคล้องกับความคิดรวบยอดที่เขาได้มาจากตอนต้น ๆ ของบทเรียน ตลอดจนส่วนตอน

ซึ่งบทเรียนดูเหมือนจะพูดไม่สวຍกับเขา กล่าวอย่างสั้นก็คือ นักเรียนคนนั้นจะต้องเข้าใจว่าเขาและผู้เขียนบทเรียนช่วยกันขัดเกลามบทเรียนกำจัดข้อบกพร่องของมัน และให้มันใช้การได้ และการทำเช่นนั้นอาจจะไม่ทำเพียงครั้งแรกครั้งเดียวก็ได้

วิธีทดสอบแบบนี้ ผู้เขียนบทเรียนควรทำบทเรียนที่จะใช้เพื่อทดสอบเป็นแบบหน้าละกรอบ โดยมีคำตอบอยู่หน้าหลัง หรือไม่ก็ตอนบนของหน้าถัดไป การทดสอบเริ่มด้วยการส่งหน้าแรกให้แก่นักเรียนแล้วบอกให้เขาอ่านข้อความในหน้านั้นในใจ แล้วบอกคำตอบของเขาออกมาดัง ๆ เมื่อถึงตอนให้เติมคำหรือให้ตอบคำถาม พอ นักเรียนคนนั้นตอบแล้ว ผู้เขียนบทเรียนก็เฉลยคำตอบแก่เขา และส่งหน้าต่อไปให้เขาอ่าน ขณะที่นักเรียนคนนั้นอ่านข้อความในหน้าที่สองอยู่ ผู้เขียนบทเรียนก็บันทึกคำตอบที่เขาตอบเมื่อสักครู่นี้เอาไว้

ถ้านักเรียนตอบไม่ได้ หรือตอบผิด ผู้เขียนบทเรียนจะอธิบายเรื่องราวในหน้านั้นกับเขาในตอนนั้นเลย และพยายามค้นหาว่าอะไรเป็นเหตุให้นักเรียนเป็นอย่างนั้น หลายครั้งที่เหตุที่ผู้เขียนบทเรียนจะพบว่า สิ่งทีเล็กน้ยที่สุดก็สามารถจะพาให้นักเรียนเขวออกนอกกลุ่มนอกทางไปได้ นักเรียนอาจคิดไม่ตรงตามทีผู้เขียนคิดว่าเขาจะคิดเสมอไป และความมุ่งหมายอย่างหนึ่งของการทดสอบนี้ก็คือ เพื่อจะดูว่าผู้เขียนบทเรียนคาดคะเนและวางงานได้ใกล้เคียงและเหมาะสมกับกิจกรรมทางความคิดของนักเรียนเพียงใด

นอกจากนี้ ในระหว่างการทดสอบ ผู้เขียนบทเรียนยังมีโอกาสประเมินความแน่นอน (Validity) ของกลวิธีการปรับบทเรียนว่ามีเพียงใด คือหาว่ากลวิธีการปรับบทเรียนต่าง ๆ นั้นมีสมรรถภาพในการจัดข้อบกพร่องของนักเรียนได้ และปรับบทเรียนให้เหมาะทีจะแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นได้หรือไม่

สิ่งสำคัญ คือ ผู้เขียนบทเรียนจะต้องจดบันทึกอยู่ตลอดเวลาทีทำการทดสอบตามแบบนี้ เมื่อนักเรียนตอบผิด เขาก็จดคำตอบนั้นไว้ หลังจากถามนักเรียนว่าเขาคิดอย่างไร หรืออะไรเป็นเหตุให้เขาตอบเช่นนั้นจนได้เรื่องแล้ว เขาก็จดเอาไว้หมด

ขณะที่นักเรียนเรียนไปทีละกรอบ ๆ อยู่ นั้น ผู้เขียนบทเรียนจะพบว่า มีหลายกรอบทีนักเรียนไม่สามารถสนองตอบได้เสียเฉย ๆ และหลายกรอบทีทำให้เขางงเป็น

ไก่ตาแตก หรือมีค้อนไปเลย ตลอดจนหลายกรอบที่ต้องอธิบายกันเป็นจุดเป็นแนวกว่าจะนำเขากลับคืนมาเข้าแนวเดิมได้ เหล่านี้คือตอนที่คิดตะกุกตะกัก ซึ่งจะต้องขจัดให้หมดสิ้นไปด้วยการเขียนเสียใหม่

หลังจากที่นักเรียนผ่านบทเรียนในการทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่งไปแล้ว จำเป็นที่เราจะต้องทดสอบเขา เพราะการอภิปรายตลอดจนความช่วยเหลือในกรอบยาก ๆ ไม่ได้เป็นเครื่องแสดงว่าผลการเรียนที่นักเรียนคนนั้นได้รับจะแน่นอน การทดสอบตามแบบหนึ่งต่อหนึ่งนั้นเป็นเพียงการทำให้แน่ใจว่า นักเรียนคนหนึ่งจะสามารถเข้าใจสิ่งที่เขาอ่าน และทำสิ่งซึ่งต้องการให้เขาทำตามบทเรียนนั้นหรือไม่ ถึงตอนนี้ ผู้เขียนบทเรียนยังไม่ทราบอยู่เลยว่าบทเรียนนั้นจะได้ผลหรือไม่ได้ผล

2. การทดสอบเป็นกลุ่มเล็ก

ภายหลังที่ทดสอบบทเรียนโดยอาศัยแบบหนึ่งต่อหนึ่งหลาย ๆ ครั้ง และแก้ไขใหม่ทุกครั้งเพื่อขจัดข้อบกพร่องที่นักเรียนชี้ให้เห็นแล้ว ก็ถึงเวลาที่จะนำเอาบทเรียนนั้นไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อจะดูว่านักเรียนเรียนรู้เรื่องราวจากบทเรียนไปได้มากน้อยเพียงใด

กระบวนการทดสอบบทเรียนกับนักเรียนเป็นกลุ่มนี้ ต่างจากแบบหนึ่งต่อหนึ่งตรงที่ว่า ขณะที่นักเรียนกำลังเรียนบทเรียนอยู่นั้น ไม่มีการติดต่อเป็นส่วนตัวระหว่างผู้เขียนบทเรียนกับนักเรียน นักเรียนที่เลือกเอามาทดลองเรียนจากบทเรียนนี้เป็นนักเรียนปานกลาง มีจำนวน 5 ถึง 8 คน นี่ก็อีกนั่นแหละ เราจะต้องทำให้นักเรียนรู้สึกว่าบทเรียนที่เขาเรียนนี้ยังเป็นฉบับร่างอยู่ ยังอยู่ในขั้นที่กำลังสร้าง และเรากำลังทดสอบบทเรียน หากได้ทดสอบนักเรียนแต่อย่างใดไม่ นักเรียนควรเข้าใจว่า เขากำลังเป็นที่ปรึกษาของผู้เขียนบทเรียน มีหน้าที่บอกผู้เขียนว่ามีอะไรผิดเกี่ยวกับบทเรียนบ้าง และยังเป็นเหมือนเครื่องวัดว่าบทเรียนนั้นสามารถทำหน้าที่ของมันได้ดีเพียงใด อย่างไรก็ตามควรส่งเสริมให้นักเรียนเหล่านั้นทดสอบบทเรียนด้วยความยุติธรรม และพยายามเรียนเนื้อเรื่องจากบทเรียนด้วย

ในการทดสอบเป็นกลุ่มย่อยนี้ เริ่มด้วยการที่ผู้เขียนบทเรียนกล่าวนำก่อน แล้วจึงทำการทดสอบครั้งแรก (Pre Test) เพื่อพิจารณาพัฒนาความรู้ของนักเรียนในวิชานั้น

ก่อนเริ่มบทเรียน ข้อทดสอบครั้งแรกจะคล้าย ๆ (ถ้าไม่ใช่อันเดียวกัน) กับข้อสอบที่จะให้นักเรียนสอบหลังจากจบบทเรียนแล้ว (Post Test) ที่ต้องทำเช่นนี้ เพราะต้องการทราบว่าหลังจากเรียนบทเรียนนั้นแล้ว เขาได้ความรู้เพิ่มขึ้นมาเท่าใด ถ้าหากผู้เขียนบทเรียนไม่รู้จักเริ่มต้นหรือคะแนนต้น เขาก็จะบอกไม่ได้ว่าจะคะแนนสองครั้งหลังเท่านี้ นักเรียนเรียนรู้เพิ่มขึ้นเท่าใด

ในการตอบข้อทดสอบครั้งแรก ควรสนับสนุนให้นักเรียนเดาคำตอบได้ เพราะบ่อยครั้งที่เดียวที่คำตอบเขามีโอกาสถูกได้ คำตอบอย่างนี้เป็นคำตอบที่นักเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา แต่พอเขาจริงเข้า เกิดไม่แน่ใจขึ้นมาเสียแล้ว นักเรียนที่จะใช้เป็นผู้ทดสอบบทเรียนได้ดีที่สุด คือ คนที่เกือบไม่ได้คะแนนในการทดสอบครั้งแรกเลย นักเรียนเหล่านี้จะได้รับการเร้าใจอย่างสูงจากบทเรียน เพราะว่าเขาคือผู้ที่จะได้ประโยชน์มากที่สุดจากมัน

หลังจากทดสอบครั้งแรกแล้ว นักเรียนจะได้รับการแนะนำวิธีเรียนจากบทเรียนโปรแกรม ควรบอกนักเรียนจะต้องทำเครื่องหมายอย่างไรอย่างหนึ่งให้รู้ว่าตอนไหนมีความยากลำบาก หรือข้อขัดข้องอะไร ขณะที่กำลังเรียนอยู่ ต่อภายหลังผู้เขียนบทเรียนจึงอภิปรายข้อลำบากหรือขัดข้องในตอนเหล่านั้นกับนักเรียน

ต่อมาผู้เขียนก็นำร่างแบบเรียนโปรแกรมนั้นมาให้แก่นักเรียน และขอให้เขาอ่านเนื้อเรื่องในนั้นไป ผู้เขียนจดเวลาเริ่มเรียนไว้ด้วย เพื่อจะรู้ว่าโดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนใช้เวลาเรียนจากบทเรียนโปรแกรมนั้นนานเท่าใด เมื่อลงมือแล้ว ไม่ต้องมีการช่วยหรือทำความเข้าใจเนื้อเรื่องอะไรกันอีกเลย

เมื่อนักเรียนแต่ละคนเรียนเสร็จ ผู้เขียนก็จดเวลาไว้ และให้เขาทำข้อสอบครั้งหลัง ผลการสอบครั้งหลังนี้จะบ่งชี้ว่าเขาเรียนรู้จริง ๆ ในสิ่งที่บทเรียนที่เขียนขึ้นต้องการสอนเขาได้หรือไม่

หลังจากให้คะแนนการสอบครั้งหลังแก่นักเรียนแต่ละคนแล้ว ผู้เขียนบทเรียนโปรแกรมจะอภิปรายบทเรียนกับนักเรียนคนนั้น โดยดูบทเรียนของนักเรียนไปที่ละหน้า ในตอนใดที่นักเรียนทำหมายเหตุไว้ว่าเรียนลำบาก ก็อภิปรายกัน พยายามหาความบกพร่องอะไรเป็นเหตุให้นักเรียนได้รับความลำบากในการเรียน

หลังจากนักเรียนทุกคนเรียนจบ สอบครั้งหลัง และได้รับการสัมภาษณ์แล้ว ผู้เขียนบทเรียนจะลงมือวิเคราะห์ผลตามวิธีสถิติ ถ้าผลการวิเคราะห์ถึงขั้นมาตรฐานที่วางไว้สำหรับบทเรียน เขาก็พร้อมที่จะก้าวไปสู่ขั้นการทดสอบขั้นต่อไป ถ้าผลไม่ถึงขั้นมาตรฐานที่วางไว้ เขาก็ต้องปรับปรุงเนื้อเรื่องตามที่ผลการวิเคราะห์บอกให้ทราบ เมื่อแก้ไขบทเรียนใหม่แล้ว ก็นำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเล็กกลุ่มหนึ่ง ตามวิธีที่กล่าวมาแล้วในตอนแรก

3. การทดสอบภาคสนาม

เมื่อการทดสอบบทเรียนกับนักเรียนกลุ่มเล็กเป็นผลสำเร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้เขียนบทเรียนก็พร้อมที่จะนำเอาออกไปทดลองใช้กับนักเรียนที่จะเรียนจริง ๆ ภายใต้สภาวะการที่กำหนดไว้ สำหรับบทเรียนนี้ นั่นคือเอาไปทดลองกับนักเรียนทั้งชั้น หรือในสภาวะของการฝึกจริง ๆ ในโรงงาน ครูหรือผู้ฝึกจะเป็นผู้เสนอบทเรียนแก่นักเรียน ไม่ใช่ผู้เขียนบทเรียนเป็นผู้เสนอ การเสนอบทเรียนนี้ทำเสมือนส่วนหนึ่งของการสอนหรือการฝึกตามปกติ

เนื่องจากผู้เขียนบทเรียนไม่ได้ทดสอบบทเรียนด้วยตัวเอง การทดสอบภาคสนามจะเปิดโอกาสให้เขาได้ทดสอบลักษณะอีกอย่างหนึ่งของบทเรียน ซึ่งนับว่าเป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดได้ นั่นคือ การทดสอบ "การอธิบายวิธีเรียน" (instructions) แก่ผู้ใช้บทเรียน ครูจะทำอะไร นักเรียนจะทำอะไร เหล่านี้จะต้องกล่าวไว้ให้ชัดเจน บทเรียนถึงแม้จะดี แต่ทว่าเวลานำออกใช้ หรือเรียนทำไม่ดีไม่ถูก ก็อาจล้มเหลวได้เท่า ๆ กับบทเรียนที่เขียนขึ้นอย่างเลว ดังนั้นในบทเรียนควรมีคำแนะนำในการใช้ไว้สำหรับครูหรือผู้ฝึก หรืออาจทำแยกต่างหากจากบทเรียนก็ได้ คำแนะนำการใช้นี้ควรช่วยให้การใช้บทเรียนง่ายขึ้น ไม่ใช่ทำให้เกิดปัญหาต่อไปอีก

เวลาจะทำการทดสอบภาคสนาม นักเรียนจะต้องได้รับการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนเหมือนกับที่เคยกล่าวมาแล้ว ในตอนนี้ผู้เขียนบทเรียนไม่สนใจว่านักเรียนจะเรียนบทเรียนอย่างไร แต่จะสนใจเฉพาะในเรื่องที่ว่าบทเรียนนี้ได้รับความสำเร็จตามความมุ่งหมายเพียงใด

ข้อสำคัญอยู่ที่ว่า นักเรียนไม่ควรคิดว่าตนกำลังอยู่ในการทดลอง เพราะการ

คิดเช่นนี้จะทำให้ผลการทดสอบไม่ตรงความจริงได้ ควรให้เป็นการเรียนจริงจัง
เช่นเดียวกับสภาพการเรียนตามปกติ

ความมุ่งหมายของการทดสอบภาคสนามนั้น ก็ ต้องการหาความแน่นอนใน
การทำหน้าที่ (validate) ของบทเรียน นั่นคือเพื่อดูว่ามันทำงานได้หรือไม่ หลังจาก
ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มที่มีขนาดใหญ่พอ ภายใต้สภาพการเรียนปกติ และผลการทดสอบ
ปรากฏว่า บทเรียนใช้ได้ เราก็ถือว่าบทเรียนนั้นใช้ได้ นั่นคือจะใช้ได้เสมอกับนักเรียน
ที่มีลักษณะอย่างเดียวกันกับนักเรียน ซึ่งกำหนดไว้สำหรับบทเรียน หรือนักเรียนซึ่งใช้
เพื่อการทดสอบนั่นเอง

หลังจากบทเรียนได้รับความสำเร็จจากการทดสอบภาคสนามมาแล้ว และ
ปรากฏว่าใช้ได้แน่นอนแล้ว ย่อมไม่จำเป็นที่จะต้องทดสอบต่อไปอีก เราควรจะเชื่อ
ในผลที่จะบังเกิดในการนำเอาบทเรียนนี้ไปใช้ว่าจะเป็นอย่างที่คาดหมายไว้

ในระหว่างการทดสอบภาคสนามนี้ ผู้เขียนบทเรียนย่อมหวังว่า ส่วนตอนที่
ต้องการการแก้ไขจะมีน้อยมาก เพราะงานด้านการแก้ไขได้กระทำมาแล้วเป็นส่วนมาก
จากการทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง และการทดสอบเป็นกลุ่มเล็กนั้นแล้ว อย่างไรก็ตาม
นาน ๆ จะปรากฏว่าบทเรียนไม่อาจผ่านการทดสอบภาคสนาม ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ขึ้นย่อม
‘ไม่มีทางอื่น’ นอกจากจะต้องเขียนบทเรียนใหม่ แล้วดำเนินการทดสอบให้ครบทุกชั้น
อีกครั้งหนึ่ง ถ้าการเขียนใหม่แทบไม่้องทำ เพราะมีอยู่น้อยมากที่ต้องเขียนใหม่
บางทีไม่ต้องไปเริ่มทดสอบในสองชั้นต้นก็ได้ เพียงแต่เมื่อเขียนแล้วก็นำมาสอบ
ภาคสนามได้เลย อย่างไรก็ตาม ถ้าการทดสอบภาคสนาม ปรากฏว่าต้องแก้ไขอย่าง
ชานานใหญ่ และเมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ก็ต้องทดสอบกันตั้งแต่ชั้นแรกเลยทีเดียว

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบบทเรียน

ตลอดเวลาที่มีการทดสอบบทเรียน ไม่ว่าเป็นการทดสอบชั้นใดของวงจร
การทดสอบ ผู้เขียนบทเรียนควรจะคิดอยู่เสมอว่า ความมุ่งหมายของการทดสอบนั้น
คือการทดสอบบทเรียน ไม่ใช่ทดสอบนักเรียน ถ้าผลการทดสอบไม่บรรลุความสำเร็จ
ตามที่ต้องการ ความผิดไม่ใช่เกิดจากนักเรียน แต่เกิดจากบทเรียน ถ้าผลการ

ทดสอบออกมาไม่ดี เราไม่ควรโทษว่า "เพราะฉันมีแต่เด็กโง่ ๆ ทั้งพะเรอเถวียน นั่นเอง" นั่นก็อาจจริง อย่างไรก็ตามอาจจริงอีกในข้อที่ว่า นักเรียนที่ว่ามีจำนวนประมาณร้อยละ 30 ถึง 50 ของนักเรียนที่เป็นประชากรของบทเรียนนั้น บทเรียนควรชดเชยความฉลาดน้อยของนักเรียนให้ได้ ถ้านักเรียนคนหนึ่งตอบว่า สองบวกสอง เท่ากับห้าออกมา แสดงว่าได้เกิดอะไรขึ้นแล้วไม่อย่างใดก็อย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

1. ผู้เขียนบทเรียนสอนเขาว่าสองบวกสองเท่ากับห้า
2. ผู้เขียนบทเรียนสอนเขาไม่สำเร็จว่าสองบวกสองเท่ากับสี่

ไม่ว่าจะเป็นในกรณีใด มันไม่ใช่เป็นความผิดของนักเรียน แต่มันเกิดจากความบกพร่องของบทเรียนเอง

การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

สิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งของการสอนแบบโปรแกรมก็คือ บทเรียนโปรแกรมที่เขาสร้างกันขึ้นนั้น เขาสร้างขึ้นด้วยจุดมุ่งหมายที่เฉพาะเจาะจง ต่อไปเขาก็อยากทราบว่าจุดมุ่งหมายต่าง ๆ เหล่านั้น บทเรียนสามารถทำให้บรรลุไปได้เพียงใดหรือไม่ ก็ต้องมีการทดสอบกัน ในการทดสอบผลของการใช้บทเรียนโปรแกรมนั้น ได้มีผู้นำเอาเทคนิคการวัดผลหลายอย่างมาใช้ และเทคนิคที่ใช้กันมากที่สุดวิธีหนึ่งก็คือ เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard)

เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 คืออะไร

คำว่าเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 มีความหมายต่าง ๆ กันไปตามคนแปล ผู้เขียนบทเรียนโปรแกรมย่อมมีขีดกำหนดของตัวเองเป็นส่วนมาก แต่อย่างไรก็ตาม บุคคลเหล่านี้ถือตรงกันว่า ถ้าใครเห็นว่าบทเรียนของตนถึงขีดนั้น ๆ แล้ว ก็เป็นอันว่าเลิกทดสอบได้แล้ว และเริ่มพิมพ์เสียที

บางคนกำหนดว่า ถ้านักเรียนสามารถตอบได้ถูกต้องร้อยละ 90 ของกรอบทั้งหมดในบทเรียน เป็นอันว่าถึงขีดกำหนดของเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 แล้ว

อย่างไรก็ตาม การคิดเช่นนี้ทำให้น่าสงสัยความสมเหตุสมผลของเกณฑ์ที่แปลความหมายเช่นนี้ เพราะอันที่จริงความสำเร็จผลของนักเรียน หรืออีกนัยหนึ่งของบทเรียนอยู่ที่ความสามารถของเขาที่แสดงออกภายหลังที่เขาเรียนบทเรียนเสร็จแล้ว หากใช้คิดจากความสำเร็จในขณะที่เรียนไปคราวละกรอบความบทเรียนไม่ ถ้านักเรียนสนองตอบถูกร้อยละ 85 ของจำนวนครั้งทั้งหมดที่ตอบ จะว่าบทเรียนไม่ดีได้หรือไม่ ในเมื่อมันสามารถสอนอย่างที่มีนัยต่อการสอนได้ถึงร้อยละ 85 ของจำนวนครั้งทั้งหมดที่ตอบ และเราเชื่อหรือว่าบทเรียนที่นักเรียนสามารถตอบสนองได้ถึงร้อยละ 100 ของจำนวนครั้งที่ให้นักเรียนตอบจะเป็นบทเรียนที่ดี ในเมื่อการสอบภายหลังการเรียน นักเรียนทำข้อสอบไม่ค่อยได้

บางคนกำหนดว่า ถ้านักเรียนร้อยละ 90 สามารถเรียนรู้จากบทเรียนได้มากกว่าเดิม ร้อยละ 90 ถือว่าบทเรียนนั้นถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 เมื่อเทียบจากคะแนนสอบครั้งแรก ปรากฏว่าคะแนนของเขาเพิ่มขึ้นจากการสอบครั้งหลังร้อยละ 90 จะเป็นไปได้หรือว่าที่นักเรียนร้อยละ 90 ของนักเรียนทั้งหมดจะทำได้เช่นนั้น สมมุติว่าสอบครั้งหลังเขาทำได้เต็มคือร้อยละ 100 นั่นก็คือเขาได้เพิ่มขึ้นมาเพียงร้อยละ 70 เท่านั้นเอง และถ้าครั้งหลังเขาสอบได้เพิ่มขึ้นมาร้อยละ 60 จากที่เขาควรได้เพิ่มเติมร้อยละ 70 นั่นก็คือเขาได้เพิ่มขึ้นมา 6 ใน 7 ของที่ควรจะได้ หรือว่าร้อยละ 85.7 เป็นอย่างสูง เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 จะใช้ได้ตามความหมายเหล่านี้หรือไม่

บางคนมองเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ว่าหมายถึงนักเรียนร้อยละ 90 เรียนรู้เรื่องราวได้ร้อยละ 90 ของเรื่องราวทั้งหมดที่ต้องการให้เรียนรู้ ฟังดูก็เข้าที่อยู่ แต่ลองวิเคราะห์ดูก่อนว่า น่าจะใช้ได้หรือไม่ สิ่งแรกที่น่าสังเกตก็แก่นักเรียนอีกร้อยละ 10 เอาไปไหน แม้คะแนนของเขาจะต่ำเราจะไม่สนใจเขาเลยหรือ เราจะสมมุติว่าเราเอาผลของนักเรียนร้อยละ 90 มาใช้ เราก็ต้องหาคะแนนเฉลี่ยของคะแนนของนักเรียนเหล่านี้ และถ้าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนร้อยละ 90 นี้ออกมาเท่ากับร้อยละ 90 ก็น่าจะเป็นไปตามเกณฑ์ได้ แต่ทำจริง ๆ มันจะได้เช่นนั้นหรือไม่ แม้จะทำให้ดีที่สุดเพียงใดก็ตาม

บางคนอาจแปลเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มจะต้องเป็นร้อยละ 90 บทเรียนจะต้องสามารถทำในสิ่งที่มันต้องการได้ร้อยละ 90 ฤ ๆ ก็น่าจะใช้ได้สำหรับเกณฑ์เช่นนี้ อย่างไรก็ตาม สมมุติว่าเราทดสอบนักเรียนด้วยข้อสอบจำนวน 10 ข้อ แต่ละข้อคือความมุ่งหมายหนึ่งที่จบบทเรียนที่เรากำลังทดสอบอยู่ สมมุติต่อไปว่า เราเอาข้อสอบนี้สอบนักเรียน 100 คน สมมุติว่านักเรียนทุกคนทำข้ออื่นได้หมดยกเว้นข้อ 5 ข้อเดียว คะแนนเฉลี่ยของข้อสอบสำหรับบทเรียนโปรแกรมก็ยังเป็นร้อยละ 90 อยู่ แต่ทว่าบทเรียนได้รับความล้มเหลวโดยสิ้นเชิงสำหรับความมุ่งหมายข้อที่ 5 แล้วเรายังจะใช้บทเรียนที่มีจุดอ่อนเช่นนี้อยู่โดยเห็นแก่คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 90 ที่ได้ออกมาเช่นนี้หรือ

ที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นนั้น เป็นการตีความเกณฑ์มาตรฐานของการวิเคราะห์บทเรียนด้วยระบบเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ซึ่งยังเป็นปัญหาถกเถียงกันได้ไม่มีที่สิ้นสุด การตีความที่น่าจะต้องควยเหตุผล ควรจะเป็นดังต่อไปนี้หรือไม่ ขอให้ท่านลองพิจารณาดู

เราขอให้ 90 ตัวแรกเป็นคะแนนเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ซึ่งหมายถึงนักเรียนทุกคนเมื่อสอบครั้งหลังเสร็จ ให้คะแนนเสร็จ นำคะแนนมาหาค่าร้อยละให้หมดทุกคะแนน แล้วหาค่าร้อยละเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ถ้าบทเรียนโปรแกรมถึงเกณฑ์ ค่าร้อยละเฉลี่ยของกลุ่มจะต้องเป็น 90 หรือสูงกว่า

90 ตัวที่สองแทนคุณสมบัติที่ว่า ร้อยละ 90 ของนักเรียนทั้งหมดได้รับผลสัมฤทธิ์ตามความมุ่งหมายแต่ละข้อ และทุกข้อของบทเรียนโปรแกรมนั้น สมมุติว่าบทเรียนทั้งบทวัดทุกจุดมุ่งหมายด้วยข้อสอบจำนวน 10 ข้อ และเราทดสอบนักเรียน 100 คน ด้วยข้อทดสอบนี้ เราจะไมยอมให้นักเรียนทำข้อไหนผิดเลยได้ 90 คน หรือมากกว่าที่ทำผิดบางข้อจะต้องมีจำนวนไม่เกินร้อยละ 10 หรือ 10 คน ถ้าเกิดมีการทำผิดในบางข้อขึ้นเกินกว่าร้อยละ 10 จะต้องมีการแก้ไขข้อนั้น ๆ เสียใหม่ แล้วทำการทดสอบบทเรียนอีก เมื่อเราแน่ใจว่า ตามลักษณะของผู้เรียนที่กำหนด คะแนนเฉลี่ยของทั้งกลุ่มอย่างน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 90 และไม่มีคนทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ เกินกว่าร้อยละ 10 แล้ว เราควรตกลงใจได้แล้วว่าบทเรียนที่เขียนขึ้นได้สำเร็จเรียบร้อยลงแล้วและสามารถนำไปใช้ได้ต่อไป

การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม

การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม จะแยกกล่าวตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. การวิจัยเปรียบเทียบการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ
2. การวิจัยเปรียบเทียบวิธีการนำเสนอบทเรียนโปรแกรมแบบต่าง ๆ

การวิจัยเปรียบเทียบการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ

การวิจัยในลักษณะนี้ ได้มีการกระทำกันอย่างกว้างขวางทั้งในต่างประเทศ และในประเทศไทย จึงผลการวิจัยต่อไปนี้

การวิจัยในต่างประเทศ ผลการวิจัยที่ปรากฏว่า บทเรียนโปรแกรมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงกว่าการสอนตามปกติ มีดังนี้

เคย์ (Day. 1959: 591) ได้ทำการทดลองสอนเรื่องทฤษฎีมูลของ ก๊าซ ณ มหาวิทยาลัยไอไอโอ โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละครึ่งห้อง กลุ่มแรกทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา กลุ่มหลังสอนด้วยการสอนตามปกติ ผลการทดสอบเมื่อสอนถึงกลางเทอม ปรากฏว่า พวกที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนตามปกติถึง 20 เปอร์เซ็นต์

คัทตัน (Dutton. 1963: 2882-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์เกรด 4 เรื่อง แสง เสียง และความร้อน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 111 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง สอนด้วยบทเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีสอนตามปกติ ใช้เวลาทั้งสิ้นห้าสัปดาห์ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แบงฮาร์ท และคนอื่น ๆ (Bankhart and others. 1963 : 199-204) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติในระดับประถมศึกษา โดยใช้ชั้นนักเรียนเกรด 4 จำนวน 195 คน โดยแบ่งเด็กเป็น

กลุ่มทดลอง เรียนโดยบทเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุมสอนด้วยแบบเรียนมาตรฐาน (Standard Textbook)

บราวน์ จูเนียร์ (Brown Jr. 1964 : 26) ได้วิจัยเปรียบเทียบการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียน 7 แห่ง เป็นนักเรียนเกรด 8 และ 9 ผลปรากฏว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม ให้ผลดีกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้การสอนตามปกติ

โมเสส (Moses. 1965 : 5793-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ ระดับอุดมศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนที่เรียนอ่อนไม่สามารถเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมได้

มอริเบอร์ (Moriber. 1969 : 214-216) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทฤษฎีอะตอมและพันธะเคมี โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติเป็นระยะเวลาสามสัปดาห์ ผลปรากฏว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไวท์ (White. 1970 : 3373-A) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนตามปกติในวิชาฟิสิกส์ระดับวิทยาลัย โดยแบ่งนิสิตออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 73 คน สอนด้วยบทเรียนโปรแกรมและกลุ่มควบคุม 58 คน สอนด้วยวิธีสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทั้งด้านการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรม ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างจากการสอนตามปกติ พบสองการวิจัย ดังนี้

ฟรานซิส (Francis. 1967 : 338-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในเนื้อหาวิชาเรื่อง กฎของโอห์ม และกำลังไฟฟ้าของวงจรกระแสตรง ในระดับวิทยาลัย แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองสอน

ด้วยบทเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีบรรยายประกอบการสาธิต พบว่า ทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เกรทซิงเจอร์ (Grestsinger. 1968 : 87-90) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขเศษส่วน โดยการใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า ผลการเรียนจากทั้งสองแบบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมประหยัดกว่ามาก

ในการวิจัยที่เกี่ยวกับอายุและเพศของผู้เรียน กับการเรียนจากบทเรียนโปรแกรม มีการวิจัยของ คอนรอย (Conroy. 1972 : 5102-A) ในวิชาพีชคณิต 1 ของผู้เรียน ซึ่งมีอายุระหว่าง 17-35 ปี ใน Community College พบว่า ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดี และผู้เรียนที่มีอายุมากกว่าจะเรียนรู้ได้ดีกว่าผู้เรียนที่มีอายุน้อย แต่ถาเปรียบเทียบ ระหว่างเพศแล้ว พบว่าเพศหญิงและเพศชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

การวิจัยในประเทศ การวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ โดย ใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติในประเทศไทย มีดังนี้

การวิจัยที่พบว่า การเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมสูงกว่าการสอนตามปกติ มีผลงานของมานพ ชัยศิริ (มานพ ชัยศิริ 2519 : 29-31) จิตติมา เหมกิติวัฒน์ (จิตติมา เหมกิติวัฒน์ 2519 : 38-39) ปรีดา เพชรมีศรี (ปรีดา เพชรมีศรี 2518 : 36) ประสาร ไชยณรงค์ (ประสาร ไชยณรงค์ 2520 : 35-36) สุภา อุ่นสกุล (สุภา อุ่นสกุล 2519 : 25) อุดร ธัญญศรี (อุดร ธัญญศรี 2520 : 33)

และการสอนทั้งสองแบบให้ผลไม่แตกต่างกัน ดังเช่นงานวิจัยของ บรรชา รัตนวัย (บรรชา รัตนวัย 2516 : 38) สมพงษ์ ทวีชัยเจริญ (สมพงษ์ ทวีชัยเจริญ 2518 : 32) วิภา ศิริเสวีวรรณ (วิภา ศิริเสวีวรรณ 2518 : 30-33) ทวีพร เนียมมาลัย (ทวีพร เนียมมาลัย 2518 : 35-36) สมพงษ์ ธรรมพงษ์ (สมพงษ์ ธรรมพงษ์ 2518 : 32-33) ประเสริฐ สุทธิประเสริฐ (ประเสริฐ สุทธิประเสริฐ 2518 : 28-29) ศึกษาสินธ์ มณีพันธ์ (ศึกษาสินธ์ มณีพันธ์ 2519 :

28-30) นนท อินทรเทพ (นนท อินทรเทพ 2519 : 32-35) มานะ เอกจริยวงศ์ (มานะ เอกจริยวงศ์ 2520 : 39-40) ปรีชา เนาว์เย็นผล (ปรีชา เนาว์เย็นผล 2520 : 37-39) อัจฉรีย์ ศรีสุข (อัจฉรีย์ ศรีสุข 2521 : 35) พรเพ็ญ ทูลารัตนพงษ์ (พรเพ็ญ ทูลารัตนพงษ์ 2521 : 51)

การวิจัยเปรียบเทียบวิธีการนำเสนอบทเรียนโปรแกรมแบบต่าง ๆ

วิททรอก (Wittrock) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบวิธีการนำเสนอบทเรียนโปรแกรมสามแบบ คือ วิธีสอนแบบแนะให้ค้นพบด้วยตัวเอง (Guide Discovery) ในลักษณะการบอกกฎเกณฑ์และไม่บอกกฎเกณฑ์ และการบอกคำตอบและไม่บอกคำตอบ โดยจัดตัวแปรออกเป็นสามกลุ่ม คือ กลุ่มที่หนึ่ง บอกกฎเกณฑ์ ไม่บอกคำตอบ (Guide-Discovery) กลุ่มที่สอง บอกกฎเกณฑ์ บอกคำตอบ (Guide-Non Discovery) กลุ่มที่สาม ไม่บอกกฎเกณฑ์ ไม่บอกคำตอบ (Not Guide-Non Discovery) ผลปรากฏว่า กลุ่มที่เรียนจากบอกกฎเกณฑ์ แต่ไม่บอกคำตอบ (Guide Discovery) ทำให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอน (Transfer) ความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ หรือภารกิจใหม่ได้ดีที่สุด (Peel. 1968 : 321)

กันเย และบราวน์ (Gagne' and Brown) ได้ทำการศึกษาวินัยนำเสนอบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง โดยวิธีการสอนสามแบบ คือ แบบการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery) วิธีสอนแบบที่สอง คือ การสอนแบบแนะให้ค้นพบด้วยตนเอง (Guide Discovery) โดยการชี้แนะด้วยคำถามและอื่น ๆ ตามสถานการณ์ วิธีสอนแบบที่สาม คือ การบอกความคิดรวบยอดประกอบการอธิบายและยกตัวอย่าง ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ใช้วิธีสอนแบบแนะให้ค้นพบด้วยตนเอง (Guide Discovery) สามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ดีที่สุด กลุ่มที่ใช้วิธีสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง (Discovery) และกลุ่มที่ใช้วิธีสอนแบบบอกให้หมด สามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ดีตามลำดับ (Peel. 1968 : 324)

จากผลการวิจัยเปรียบเทียบการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ดังกล่าวข้างต้น พอจะสรุปได้ว่า การสอน

โดยใช้บทเรียนโปรแกรมส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนในหลาย ๆ เนื้อหาวิชา และหลายระดับชั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่า หรืออย่างน้อยก็เท่าเทียมกับการสอนตามปกติ ดังนั้น จึงควรมีการส่งเสริมการสร้างและใช้บทเรียนโปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนให้แพร่หลายยิ่งขึ้น

จากผลการวิจัยที่ยืนยันถึงประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม และเห็นสมควรให้นำมาใช้อย่างแพร่หลายดังได้กล่าวมาแล้วนั้น เมื่อพิจารณาถึงชนิดของบทเรียนโปรแกรมตามที่เตือนใจ ทองสำริต (เตือนใจ ทองสำริต 2515 : 7-9) กล่าวว่าไว้ว่ามี 2 ชนิด คือ ชนิดที่นำมาใช้กับเครื่องสอน กับชนิดที่ไม่ต้องใช้เครื่องสอน

พิจารณาที่เทปโทรทัศน์ซึ่งเป็นเครื่องสอนชนิดหนึ่งซึ่งทางการศึกษากำลังให้ความสนใจอย่างยิ่งอยู่ในขณะนี้ ถ้าสามารถบูรณาการระหว่างบทเรียนโปรแกรมกับเทปโทรทัศน์ไว้ด้วยกันได้ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษามากยิ่งขึ้น เพราะโทรทัศน์เป็นเครื่องช่วยสอนที่คุณค่าสูงต่อการศึกษามากทีเดียว

คุณค่าของโทรทัศน์ต่อการศึกษา

ในบรรดาสื่อและเครื่องมือชนิดใหม่ ๆ ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนนั้น โทรทัศน์เป็นสื่อชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมมาก เพราะโทรทัศน์เป็นสื่อที่ใช้ประโยชน์ได้กว้างขวาง สามารถรวมสื่ออื่น ๆ เช่น หนังสือ สไลด์ บทเรียนโปรแกรม ฯลฯ เข้าไว้ได้เกือบทุกชนิด

โทรทัศน์แสดงให้เห็นทั้งภาพ และได้ยินเสียงได้พร้อมกัน จึงให้ความรู้ได้ทุกรูปแบบ ตั้งแต่ความรู้ที่ง่าย ๆ ไปจนถึงขบวนการที่ซับซ้อน คุณค่าของโทรทัศน์ที่มีต่อการศึกษานั้น จำแนกได้ดังนี้

1. เป็นเครื่องมือที่เข้าถึงคนหมู่มากได้พร้อม ๆ กัน โดยสะดวกและประหยัด
2. เป็นการผสมผสานที่ดีที่สุดในระหว่างวิทยุกับโทรทัศน์
3. เป็นเครื่องมือที่เอาชนะอุปสรรคของการเรียนรู้หลายประการ เพราะโทรทัศน์สามารถเสนอความคิด สร้างทัศนคติ ให้ข่าวสาร โดยที่ผู้รับไม่จำเป็นต้องมีความสามารถทางภาษาอย่างสูง หรือต้องอยู่ในเหตุการณ์นั้นด้วย

4. เป็นการขยายความสามารถส่วนตัวของครูที่เก่ง ๆ หรือผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะให้ถึงผู้รับได้มาก ๆ

5. มีความเป็นปัจจุบันทันด่วน ทำให้ผู้รับสนใจมาก ย่อมก่อให้เกิดการเรียนรู้สูง

6. สามารถนำอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ของจริง รูปภาพ ภาพยนตร์ ฯลฯ มาใช้ร่วมกับโทรทัศน์ได้สะดวก และการใช้อุปกรณ์หลายอย่างร่วมกันนี้ ผู้เรียนย่อมเกิดการเรียนรู้ได้ดี

7. การวิจัยพบว่าโทรทัศน์ใช้สอนหลักการ ความคิดรวบยอดและกฎเกณฑ์ใดดีที่สุด (พินิต วันโน 2520 : 11 และ ชม ภูมิภาค 2515 : 50-51)

บทเรียนโทรทัศน์ย่อมได้เปรียบในข้อที่มีการเตรียมทำรายการบทเรียนอย่างดี ครูที่สอนทางโทรทัศน์ต้องได้รับการคัดเลือกแล้วว่าเป็นครูที่มีความสามารถยอดเยี่ยม เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนกับครูดี ๆ เสมอหน้ากัน โทรทัศน์สามารถใช้ในการสาธิตอย่างได้ผล เพราะทำให้นักเรียนได้เห็นในสิ่งที่ควรเห็น และยังกำจัดความผิดพลาดในการสาธิตได้โดยใช้เทปบันทึกภาพไว้ล่วงหน้า (เป็รื่อง ภูมิ 2515 : 3-4) เทปโทรทัศน์สามารถบันทึกและปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดของการสาธิตให้ดีขึ้นได้ แสดงมุมมองต่าง ๆ ที่ไม่อาจเห็นด้วยวิธีธรรมดา และยังสามารถนำใช้ได้อีกในครั้งต่อ ๆ ไป (Dale. 1969 : 355)

เอกสารเกี่ยวกับการรับรู้และการผลิตรายการโทรทัศน์

การนำเทคนิคเกี่ยวกับรายการโทรทัศน์เพื่อการบันทึกมาประยุกต์ใช้เพื่อการเรียนการสอนนั้น ผู้ผลิตรายการจะต้องพิถีพิถันอย่างมากในการเสนอรายการต่อผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ (Millerson. 1974 : 296)

การรับรู้เป็นขบวนการของการนำความรู้เข้าสู่สมอง โดยใช้ประสาทสัมผัสและระบบประสาทเป็นสื่อ นำประสบการณ์ไปสู่สมอง สมองจะเก็บรวบรวมและจัดจำสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นไว้ เพื่อเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้เกิดความคิดรวบยอดและ

ทัศนคติ (จำเนียร ช่วงโชติ 2519 : 20) ส่วนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะต้อง
เริ่มด้วยการรับรู้ที่ถูกต้อง การรับรู้ที่ถูกต้องจึงเป็นรากฐานที่สำคัญยิ่ง การรับรู้เป็น
ขบวนการที่ซับซ้อน ขึ้นอยู่กับปัจจัยสองประการ คือ สิ่งเร้าและตัวผู้รับรู้เอง
(ชม ภูมิภาค 2523 : 58-65)

ขบวนการสำคัญในการสื่อความหมายของโทรทัศน์เกิดจากการใช้เทคนิคใน
การเสนอภาพให้บรรลุจุดหมาย โดยการรับรู้ของผู้เรียน การเห็นภาพเป็นการรับรู้
วัตถุและเหตุการณ์ในขอบข่ายของเนื้อที่และเวลา (Space and Time) การรับรู้ใน
เชิงเนื้อที่ (Space) เป็นการรับรู้จากสามมิติ คือ ส่วนกว้าง ส่วนยาวและส่วนลึก
ซึ่งจะปรากฏขึ้นในการมองภาพนิ่ง ส่วนภาพที่เคลื่อนไหวนั้นเป็นการรับรู้ในเรื่องเวลา
(Time) ดังนั้น การรับรู้ในสิ่งที่เคลื่อนไหวจึงเป็นการรับรู้ทั้งเนื้อที่และเวลา (Space
and Time) (จำเนียร ช่วงโชติ 2519 : 101)

* การผลิตบทเรียนโทรทัศน์ตามหลักสูตรนั้นจะต้องร่วมมือกันอย่างใกล้ชิดระหว่าง
ฝ่ายผลิตรายการกับฝ่ายหลักสูตร โดยฝ่ายหลักสูตรจะต้องวิเคราะห์และกำหนดสิ่ง
ต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียนให้ชัดเจน
2. กำหนดเนื้อหาให้ครอบคลุมและตอบสนองจุดมุ่งหมาย
3. วิเคราะห์ผู้เรียนเกี่ยวกับวัย ความสามารถ ความรู้พิเศษ ความสนใจ
พื้นฐานทางวัฒนธรรม และอื่น ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการผลิตบทเรียนที่เหมาะสม
4. การเลือกครู ต้องเลือกอย่างพิถีพิถัน โดยปกติจะเลือกครูที่สอนเก่ง
แต่ต้องระวัง เพราะครูที่สอนเก่งนั้น บางครั้งอาจสอนได้ไม่ดีเท่าการสอนหน้าห้อง
เพราะเป็นความรู้สึก ไม่เหมือนกับการสอนที่มีนักเรียนอยู่เฉพาะหน้าจริง ๆ นอกจากนั้น
บุคลิกลักษณะของครูต้องเหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาที่สอนด้วย การคัดเลือกครูที่
จะสอนบทเรียนทางโทรทัศน์จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง

เมื่อกำหนดจุดมุ่งหมาย เนื้อหา ผู้เรียนและคัดเลือกผู้สอนแล้ว จะต้อง
ดำเนินการต่อไปนี้

1. กำหนดขั้นตอนของการสอน
2. จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับบทเรียนให้ครบถ้วน
3. เตรียมเอกสารประกอบบทเรียน

ตลอดเวลาของการเตรียมการนี้จะต้องประสานงานกับฝ่ายผลิตรายการโดยใกล้ชิด เพื่อให้เกิดความเข้าใจในขั้นตอนต่าง ๆ ตรงกัน ทั้งนี้เพื่อความแน่นอนในการเขียนบทโทรทัศน์ และเมื่อเขียนบทโทรทัศน์แล้วอาจมีการทดสอบความเข้าใจตรงกันอีกครั้งหนึ่ง เพื่อความสะดวกในการผลิตรายการจริงและความถูกต้องในเชิงวิชาการ เมื่อตกลงกันได้แล้วจึงลงมือถ่ายทำได้ และเพื่อให้ได้รายการโทรทัศน์ที่มีคุณภาพดีควรจะมีการซ้อมสอนเสียก่อน เมื่อมั่นใจแล้วจึงค่อยบันทึกรายการ และหลังจากบันทึกรายการแล้วควรจะมีประเมินผลร่วมกันทั้งฝ่ายผลิตรายการกับฝ่ายหลักสูตรอีกครั้งหนึ่ง เพื่อแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง จากนั้นจึงนำไปทดสอบประสิทธิภาพในสถานการณ์เรียนของผู้เรียนจริง ๆ เป็นการทดสอบภาคสนามเพื่อประเมินว่าบทเรียนที่ผลิตขึ้นนั้นมีคุณภาพเพียงใด จากนั้นจึงเก็บบทเรียนไว้เป็นต้นฉบับสำหรับการบันทึกซ้ำ (Duplicate) เป็นเทปโทรทัศน์ (videotape) สำหรับถ่ายทอดรายการต่อไป แต่อย่างไรก็ตาม บทเรียนนี้เมื่อนานไปอาจล้าสมัยเช่นเดียวกับตำรา จึงควรมีการแก้ไขหรือปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ (พินิต วันโน 2520 : 9-10)

การวิจัยเกี่ยวกับโทรทัศน์การศึกษาในต่างประเทศ

การวิจัยเกี่ยวกับโทรทัศน์การศึกษา ส่วนมากเป็นการเปรียบเทียบการใช้โทรทัศน์กับการสอนโดยครู ผลส่วนใหญ่พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากโทรทัศน์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยครู มีอยู่เพียงไม่กี่การวิจัยที่ผลของโทรทัศน์ดีกว่า และมีบางการวิจัยที่พบว่าผลการสอนแบบเดิมดีกว่า (เปรี๊ยะ กุมท 2519 : 31 อ้างอิงจาก อัลเลน 1959, 1960)

เคลลี (Kelly. 1960 : 21) ศึกษาเกี่ยวกับการสอนทางโทรทัศน์ในอเมริกาในปี 1959-1960 เพื่อต้องการทราบว่า การสอนทางโทรทัศน์จะให้ผลดีกว่า

นักเรียนหรือไม่ โดยทดลองกับนักเรียนเจ็ดห้องเรียน ห้องเรียนละประมาณ 90-135 คน ในเนื้อหาวิชาประวัติศาสตร์สหรัฐอเมริกา วิทยาศาสตร์เบื้องต้น คณิตศาสตร์ การอ่าน และภาษาต่างประเทศ โดยการใช้โทรทัศน์การศึกษา แล้วทดสอบด้วยแบบทดสอบมาตรฐานของสตอดดาร์ด (Stoddard) ปรากฏว่าทุกวิชาที่สอนทางโทรทัศน์ได้ผลดี เช่นเดียวกับการเรียนในห้องเรียนขนาดใหญ่กับการเรียนธรรมชาติทั่ว ๆ ไป แต่เมื่อผู้สอนห้องเรียนที่การทดสอบครั้งที่สองได้คะแนนต่ำกว่าการทดสอบครั้งแรก

ฮูเบเนอร์ (Huebener. 1960: 97-98) ได้กล่าวถึงข้อดีในการใช้โทรทัศน์เพื่อการศึกษาว่า โทรทัศน์ดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ดี นักเรียนจะเรียนด้วยความพอใจและมีทัศนคติที่ดีต่อโทรทัศน์ และกล่าวว่าบทเรียนที่ใช้สอนทางโทรทัศน์ไม่ขัดกับบทเรียนที่เรียนตามปกติ

เลมเลอร์ (Lemler. 1961: 10-11) ได้รวบรวมผลวิจัยการสอนโดยโทรทัศน์ของไฮเดยา คูมาตะ (Hideya Kumata) สรุปว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนจากโทรทัศน์ เรียนได้ดีพอ ๆ กับนักเรียนที่เรียนในชั้นตามปกติ
2. บางกรณีกลุ่มที่เรียนจากโทรทัศน์ได้ผลดีกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติ
3. เกี่ยวกับความจำ ปรากฏว่ากลุ่มที่เรียนจากโทรทัศน์จำได้ดีพอ ๆ กับกลุ่มที่เรียนตามปกติ
4. การสอนโดยโทรทัศน์ได้ผลดีกว่าการสอนตามปกติ ถ้าลักษณะของเนื้อหาวิชาจัดเป็นหน่วยย่อย ๆ
5. การสอนโดยโทรทัศน์ได้ผลดีพอ ๆ กับการสอนแบบปาลูกตา หรือแบบตัวต่อตัว
6. การเรียนจากภาพยนตร์ที่ถ่ายจากรายการโทรทัศน์โดยตรงได้ผลดีพอ ๆ กับการเรียนจากรายการโทรทัศน์
7. การสอนทางโทรทัศน์มีประโยชน์ต่อการเรียนเกี่ยวกับทักษะมากกว่าวิธีอื่น ๆ
8. การฝึกครูโทรทัศน์ที่ดีสามารถทำได้ในระยะเวลาอันสั้น

กอร์ดอน (Gordon. 1965 : 60-62) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของโทรทัศน์ที่ใช้ในการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. สามารถขยายสิ่งต่าง ๆ ให้เข้าใจง่าย เช่น ขยายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ถ่ายทอดการสาธิตในห้องเรียนเดียวหรือระหว่างห้องเรียน
2. ไม่ต้องควบคุมหรือตรวจสอบทางราชการมากเหมือนโทรทัศน์การค้า
3. มีความยืดหยุ่นสูง ใช้ได้กว้างขวางทั้งภายในโรงเรียน หรือในกลุ่มโรงเรียน
4. สามารถใช้สนองความต้องการพิเศษอื่น ๆ ที่ไม่ใช่การสอนได้ทั้งในโรงเรียนและกลุ่มโรงเรียน

โฮล์มส์ (Holmes. 1960 : 54) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนทางโทรทัศน์กับการเรียนกับครูในชั้นเรียนที่มหาวิทยาลัยมิชิแกน เพื่อศึกษาว่าการสอนทางโทรทัศน์จะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครูได้เพียงใด ผลการศึกษาพบว่า ร้อยละเก้าสิบของนักเรียนที่เรียนทางโทรทัศน์ กับนักเรียนที่เรียนในชั้นธรรมดา มีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน เด็กที่มีระดับสติปัญญาปานกลางและต่ำชอบการเรียนทางโทรทัศน์ จึงสรุปได้ว่าใช้โทรทัศน์แก้ปัญหาการขาดแคลนครูที่มีความสามารถได้

ชแรมม์ (Schramm. 1962) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับโทรทัศน์และสรุปว่านักเรียนเรียนได้ดีโดยผ่านการสอนทางโทรทัศน์ ซึ่งความจริงในเรื่องนี้ได้พบกันแล้วในทุก ๆ ภาคของสหรัฐอเมริกา และอีกหลายประเทศในโลก การสอนโดยโทรทัศน์นั้นอย่างน้อยก็ได้ผลเหมือนกับการสอนในชั้นเรียนทั่วไป เมื่อตรวจสอบโดยใช้ข้อสอบมาตรฐานพบว่า 65% แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 21% มีความแตกต่างกันมาก 14% เรียนรู้ได้น้อยจากรายการโทรทัศน์

นอกจากนั้นยังพบว่า โทรทัศน์การศึกษายังให้ผลในเรื่องต่อไปนี้

1. ได้ผลดีมากในระดับเกรดสองถึงเกรดเก้า
2. ได้ผลดีที่สุดในการศึกษาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา แต่ได้ผลน้อยในวิชาประวัติศาสตร์ มนุษย์ศาสตร์ และวรรณคดี

3. นักเรียนในระดับชั้นประถมมีความคิดว่าสามารถเรียนจากโทรทัศน์ได้มากกว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมและนิสิตในมหาวิทยาลัย

4. การสอนทางโทรทัศน์เกี่ยวกับการสาธิตมีคุณค่ามากกว่าการเรียนการสอนตามปกติและการอภิปราย

5. ครูที่สอนทางโทรทัศน์ส่วนใหญ่ หรือครูที่เคยใช้โทรทัศน์การศึกษาจะชอบการสอนทางโทรทัศน์ ส่วนผู้ไม่เคยใช้จะต่อต้าน

6. การต่อต้านการใช้โทรทัศน์ในระดับวิทยาลัยมีมากกว่าระดับประถมและมัธยม

ไบเลย์ (Bailey. 1967: 28-29) วิจัยเพื่อศึกษาผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่สอนทางโทรทัศน์ และศึกษาทัศนคติของนิสิตที่มีต่อโทรทัศน์การศึกษา โดยใช้ นิสิตจำนวน 40 คนที่กำลังเรียนวิชาฟิสิกส์เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยแยกเป็นสองกลุ่ม ให้เรียนจากโทรทัศน์การศึกษา กับให้เรียนโดยการสอนแบบปกติ

ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่เรียนจากโทรทัศน์ การศึกษา กับที่เรียนโดยการสอนแบบปกติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เกี่ยวกับทัศนคติแล้ว นิสิตไม่ชอบการสอนทางโทรทัศน์ และไม่เห็นด้วยว่าโทรทัศน์จะทำให้สมาธิดีขึ้น แต่ยอมรับว่าโทรทัศน์ช่วยให้การสาธิตได้ใกล้ชิดยิ่งขึ้น

การวิจัยเกี่ยวกับโทรทัศน์การศึกษาในประเทศไทย

พบว่าส่วนมากเป็นการสำรวจความต้องการและสถานภาพของการใช้โทรทัศน์ศึกษา มีการวิจัยเปรียบเทียบกับสื่ออื่น และหาคุณค่าของโทรทัศน์ศึกษาบ้าง

ประณีต โรหิตोปลการ (ประณีต โรหิตोปลการ 2509 : 108) พบว่าโทรทัศน์ศึกษาใช้ได้ดีในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

สุชาติ โพธิ์วิทย์ (สุชาติ โพธิ์วิทย์ 2515 : 53-57) ทดลองเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยวิธีใช้โทรทัศน์วงจรปิดกับวิธีบรรยาย ทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา จำนวน 172 คน ผลการวิจัยปรากฏว่าผลการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

โอภาส ศรีสะอาด (โอภาส ศรีสะอาด 2516 : 101) ทดลองสอน วิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา โดยใช้โทรทัศน์วงจรปิดกับการสอนแบบปกติ ผลปรากฏว่าทั้งสองกลุ่มมีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่สำหรับเนื้อหาเกี่ยวกับการคำนวณแล้ว การสอนแบบปกติได้ผลดีกว่าการสอนโดยเทปโทรทัศน์

พิลาศ เกอมี (พิลาศ เกอมี 2519 : 45) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางช่าง โดยการสอนด้วยวิธีธรรมชาติกับการสาธิตด้วยเทปโทรทัศน์ ทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูพระนคร ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาชั้นสูง วิชาเอกอุตสาหกรรมศิลป์ ผลการวิจัยปรากฏว่า การฝึกทักษะทางช่าง โดยการสอนด้วยการสาธิตจากเทปโทรทัศน์ ทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางช่างได้มากกว่าการสอนโดยครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปราโมทย์ เทพพัลลภ (ปราโมทย์ เทพพัลลภ 2521 : 30-32) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยวิธีเรียนด้วยตนเองจากเทปโทรทัศน์ สไลด์ เทปและการเรียนในชั้นตามปกติ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมแบบประสม 3 โรงเรียนในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยปรากฏว่า การเรียนรู้ทั้งสามวิธีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บุญชู ใจซื่อกุล (บุญชู ใจซื่อกุล 2526 : 101) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสาธิตด้วยเทปโทรทัศน์โดยวิธีทบทวนแบบต่าง ๆ คือ แบบปกติ แบบซ้ำ และแบบหยุดภาพในวิชาปัจจุบันพยาบาลของนักเรียนนายสิบ เหล่าแพทย์ทหารบก ใช้นักเรียนนายสิบ เหล่าแพทย์ทหารบก จำนวน 216 คนเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วแบ่งเป็นกลุ่มทดลองสามกลุ่มโดยการสุ่มอย่างง่าย

ให้กลุ่มทดลองที่หนึ่ง เรียนจากการสาธิตด้วยเทปโทรทัศน์ โดยวิธีทบทวนภาพแบบปกติ กลุ่มที่สองใช้วิธีทบทวนแบบซ้ำ และกลุ่มที่สามใช้วิธีทบทวนแบบหยุดภาพ หลังจากเรียนด้วยเทปโทรทัศน์แล้วทำการทดสอบทันที

ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนจากการสาธิตด้วยเทปโทรทัศน์โดยวิธีทบทวนแบบปกติ แบบซ้ำ และแบบหยุดภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

ชัชวาลย์ วิริยบุล (ชัชวาลย์ วิริยบุล 2527) ศึกษาความแตกต่าง ผลทักษะการเล่นฟุตบอลของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 วิชาเอกพลศึกษา วิทยาลัยครูนครปฐม จากการสาธิตด้วยเทปโทรทัศน์ที่เสนอภาพช้าด้วยความเร็วปกติ 25 ภาพต่อวินาที ความเร็วช้ากว่าปกติ 12 ภาพต่อวินาที และ 5 ภาพต่อวินาที,

ผลการทดลองปรากฏว่า

1. กลุ่มทดลองที่เรียนจากการสาธิตด้วยเทปโทรทัศน์ที่เสนอภาพช้าด้วยความเร็วปกติ 25 ภาพต่อวินาที กับความเร็วช้ากว่าปกติ 12 ภาพต่อวินาที และ 5 ภาพต่อวินาที มีผลทักษะการเล่นฟุตบอลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ
2. กลุ่มทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางกีฬาส่ง ที่เรียนจากการสาธิตด้วยเทปโทรทัศน์ที่เสนอภาพช้าด้วยความเร็วปกติ 25 ภาพต่อวินาที กับความเร็วช้ากว่าปกติ 12 ภาพต่อวินาที และ 5 ภาพต่อวินาที มีผลทักษะการเล่นฟุตบอลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ
3. กลุ่มทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางกีฬาต่ำ ที่เรียนจากการสาธิตด้วยเทปโทรทัศน์ที่เสนอภาพช้าด้วยความเร็วปกติ 25 ภาพต่อวินาที กับความเร็วช้ากว่าปกติ 12 ภาพต่อวินาที มีผลทักษะการเล่นฟุตบอลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนการเสนอภาพช้าด้วยความเร็วช้ากว่าปกติ 12 ภาพต่อวินาที กับ 5 ภาพต่อวินาที แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. ผลทักษะการเล่นฟุตบอลของกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางกีฬาส่ง ที่เรียนจากการสาธิตโดยเทปโทรทัศน์ที่เสนอภาพช้าด้วยความเร็วต่าง ๆ สูงกว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางกีฬาต่ำในทุกกรณี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเอกสารอ้างอิง และผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่า

1. โทรทัศน์ศึกษามีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าการสอนแบบปกติ
2. โทรทัศน์ศึกษามีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับเป็นสื่อในการเรียนการสอนได้
3. โทรทัศน์ศึกษาสามารถใช้แก้ปัญหาการขาดแคลนครู หรือการที่ห้องเรียนมีจำนวนนักเรียนมาก ๆ ได้

จากเอกสารและการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นข้อมูลเพื่อกำหนด
ตัวแปรและเกณฑ์ในการยอมรับประสิทธิภาพของรายการโทรทัศน์ที่ผลิตขึ้น

สมมุติฐานของการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเสีย ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยรายการโทรทัศน์ไม่ต่ำกว่าวิธีสอนแบบธรรมดา



บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

วิธีดำเนินการทดลองมีขั้นตอนดังนี้

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือ
3. การดำเนินการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ในการทดลองครั้งนี้จะใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางแคปานขำ-วิทยา เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2527 จำนวน 60 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย จากนั้นจึงจับสลากแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน

การสร้างเครื่องมือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

1. รายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรมเรื่องน้ำเสีย
2. คู่มือประกอบการเรียนด้วยรายการโทรทัศน์เรื่องน้ำเสียสำหรับนักเรียน
3. คู่มือการใช้รายการโทรทัศน์เรื่องน้ำเสียสำหรับครู
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การผลิตรายการโทรทัศน์เรื่องน้ำเสีย มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายและเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2521 เรื่องน้ำเสีย แล้วเขียนบทโทรทัศน์ในลักษณะของ

บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง นำบทโทรทัศน์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านโทรทัศน์
ตรวจสอบ

2. นำบทโทรทัศน์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ
ของผู้เชี่ยวชาญ แล้วผลิตเป็นรายการโทรทัศน์

3. นำรายการโทรทัศน์ที่ผลิตขึ้นไปทดลองใช้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นตอนทดลองหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-one Testing) สุ่มตัวอย่าง
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางแคปานขำวิทยา เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ-
มหานคร ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำจำนวน 1 คน ให้ดูรายการ
โทรทัศน์ที่ผลิตขึ้น เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องก่อนทดลองขั้นต่อไป

3.2 ขั้นตอนทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) สุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางแคปานขำวิทยาที่มีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนปานกลาง จำนวน 5 คน ทำการสอบก่อนเรียน (Pre Test) เพื่อ
พิจารณาความรู้พื้นฐานของนักเรียน แล้วให้ดูรายการโทรทัศน์เรื่องน้ำเสียที่ผู้วิจัย
ผลิตขึ้น เมื่อจบรายการจึงทดสอบหลังเรียน (Post Test) ด้วยแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อปรับปรุง
รายการโทรทัศน์อีกครั้งหนึ่ง

3.3 ขั้นตอนทดลองภาคสนาม (Field Testing) สุ่มตัวอย่าง
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางแคปานขำวิทยา เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ-
มหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre Test) แล้วให้ดู
รายการโทรทัศน์เรื่องน้ำเสียที่ผู้วิจัยผลิตขึ้น โดยให้ครูที่สอนประจำวิชาเป็นผู้เสนอ
แก่นักเรียน เมื่อจบรายการแล้วจึงทดสอบหลังเรียน (Post Test) ทันทีด้วย
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วปรับปรุงคุณภาพของ
รายการโทรทัศน์จนถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90

การสร้างคู่มือประกอบการเรียนด้วยรายการโทรทัศน์เรื่องน้ำเสียสำหรับนักเรียน

เขียนคู่มือประกอบการเรียนด้วยรายการโทรทัศน์เรื่องน้ำเสียสำหรับนักเรียน โดยสอดคล้องกับรายการโทรทัศน์ เพื่อให้ นักเรียน ได้มีส่วนร่วมและได้รับการเสริมแรงจากการตอบคำถาม (Active Participation)

การสร้างคู่มือการใช้รายการโทรทัศน์เรื่องน้ำเสียสำหรับครู

เขียนคำอธิบายและคำแนะนำต่าง ๆ สำหรับผู้ที่จ่นำรายการโทรทัศน์ไปใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ศึกษาเทคนิคการสร้างแบบทดสอบ การเขียนและวิเคราะห์ข้อสอบจากหนังสือการวัดผลและประเมินผลการศึกษา ทฤษฎีและประยุกต์ (บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ 2521 : 162-323)
2. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายและเนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 306) เรื่องน้ำเสีย แล้วเขียนแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก
3. นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้ผู้ทรงคุณวุฒิและมีประสบการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไข
4. นำข้อสอบจากข้อ 3 ไปทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ ความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 1-32)
5. คัดเลือกข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง .20-.80 และมีค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป (ชวาล แพรัตกุล 2518 : 286-309) โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

6. การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน
ที่ 21 (Kuder Richardson, Formular KR-21, อนันต์ ศรีโสภา
2521: 53) ได้คุณภาพของแบบทดสอบดังตาราง 1

ตาราง 1 คุณภาพของแบบทดสอบ

เนื้อหา	K	$\bar{x}$	s^2	r_{tt}	p	r	Δ
น้ำเสีย	25	13.56	25.31	0.79	.34-.88	.23-.79	8.2-14.7

การดำเนินการทดลอง

1. การทดลองนี้เป็นแบบกลุ่มทดลอง-กลุ่มควบคุม : เลือกกลุ่มตัวอย่าง
โดยการสุ่ม (Experimental Group - Control Group : Randomized Subjects)
(ชาณวิทย์ เทียนบุญประเสริฐ 2525 : 159-160) ซึ่งมีแบบแผนของการทดลองดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง	การทดลอง	การทดสอบหลังเรียน
กลุ่มทดลอง	X	Y
กลุ่มควบคุม	X_1	Y

X หมายถึง การสอนโดยใช้รายการโทรทัศน์

X_1 หมายถึง การสอนโดยวิธีสอนแบบธรรมชาติ

Y หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

ขั้นตอนในการทดลอง

กลุ่มทดลองให้ครูทำความเข้าใจกับนักเรียนตามคำแนะนำที่มีอยู่ในคู่มือการใช้รายการโทรทัศน์ เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้วจึงเปิดรายการโทรทัศน์ให้นักเรียนดูตั้งแต่ต้นจนจบ

กลุ่มควบคุมให้ครูสอนตามขบวนการที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำหนด

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มทดลอง ใช้เวลาตามความยาวของรายการโทรทัศน์

กลุ่มควบคุม ใช้เวลาตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำหนด

3. วัตถุประสงค์ทางการเรียน ด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทันทีที่เสร็จสิ้นการทดลองของแต่ละกลุ่ม

4. ตรวจให้คะแนนกระดาษคำตอบ โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 แห่ง ให้ 0 คะแนน

5. นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัตถุประสงค์ทางการเรียน

1.1 หากค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.2 ใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน

1.3 หากค่าความเชื่อมั่นด้วยสูตร KR-21 ของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของรายการโทรทัศน์

วิเคราะห์คุณภาพของรายการโทรทัศน์โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90

3. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ t-test แบบ Independent

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อการทดลองเสร็จสิ้น ได้นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ปรากฏผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	30	20.66	4.51	4.77 ^{**}
กลุ่มควบคุม	30	15.70	28.15	

^{**} มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 2 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 หมายความว่า การเรียนจากรายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรม ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบธรรมดา

บทที่ 5

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อผลิตรายการโทรทัศน์เพื่อการศึกษาที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาแนวทางในการผลิตรายการโทรทัศน์เพื่อการศึกษาต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง ใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางแคปานขำ-วิทยา เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2527 จำนวน 60 คน
2. ตัวแปรที่ศึกษา แบ่งเป็น
 - 2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอน ซึ่งแบ่งเป็น 2 วิธี คือ
 - 2.1.1 วิธีสอนโดยรายการโทรทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
 - 2.1.2 วิธีสอนแบบธรรมดา
 - 2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมมุติฐานของการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องน้ำเสีย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยรายการโทรทัศน์ไม่ต่ำกว่าวิธีสอนแบบธรรมดา

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. รายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรม เรื่องน้ำเสีย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเขียนบทโทรทัศน์ในลักษณะของบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง และผ่านการปรับปรุงคุณภาพจนถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 มีความยาว 35 นาที
2. คู่มือประกอบการเรียนด้วยรายการโทรทัศน์สำหรับนักเรียน เป็นลักษณะของสมุดแบบฝึกหัด เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ประกอบด้วยคำถามแบบเลือกตอบ จำนวน 24 ข้อ และตารางบันทึกผลการทดลอง 2 ตาราง
3. คู่มือการใช้รายการโทรทัศน์สำหรับครู เป็นคำแนะนำสำหรับผู้ที่จะนำรายการโทรทัศน์ไปใช้ โดยบอกลำดับขั้นตอนของการใช้อย่างละเอียด และมีเนื้อหาเพิ่มเติมที่นอกเหนือจากบทเรียน
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ แต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงตัวเดียว โดยครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณหาค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูล แล้ววิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ t-test แบบ Independent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

จากผลการศึกษาค้นคว้า ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยรายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบธรรมดา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

บทเรียนโปรแกรมมีคุณลักษณะที่เด่นเฉพาะตัว เพราะสร้างขึ้นโดยอาศัยหลักจิตวิทยาการเรียนรู้เป็นพื้นฐาน เช่น ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Guthrie ที่ว่าด้วยการเกิดขึ้นใกล้เคียงกันระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ทฤษฎีการเสริมแรง

(Reinforcement Theory) ของ Hull และทฤษฎีการเรียนรู้ของ Skinner

โทรทัศน์เป็นสื่อที่ใช้ประโยชน์ได้กว้างขวาง เอาชนะอุปสรรคการเรียนรู้ได้หลายประการ เพราะสามารถรวมสื่ออื่น ๆ ไว้ได้เกือบทุกชนิด สามารถเสนอความคิด สร้างทัศนคติ ให้ข่าวสาร โดยที่ผู้รับไม่จำเป็นต้องอยู่ในเหตุการณ์ ทั้งยังนำอุปกรณ์อื่น ๆ มาใช้ร่วมกับโทรทัศน์ได้สะดวก การใช้อุปกรณ์หลายอย่างร่วมกันนี้ ผู้เรียนย่อมเกิดการเรียนรู้ได้ดี

จากข้อได้เปรียบของบทเรียนโปรแกรมและโทรทัศน์ดังได้กล่าวมาแล้ว ถ้าสามารถบูรณาการสื่อทั้งสองชนิดนี้เข้าด้วยกัน ในลักษณะของรายการโทรทัศน์ ประกอบการสอนแบบโปรแกรมแล้ว ก็น่าจะได้บทเรียนที่มีคุณภาพสูง

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนจากรายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบธรรมดา สอดคล้องกับสมมติฐาน และปรากฏว่ารายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรมนี้อาศัยเวลาเพียง 35 นาทีเท่านั้น ในขณะที่การสอนแบบธรรมดาต้องใช้เวลาราว 6 คาบ โดยที่การทดลองบางเรื่องต้องเตรียมการล่วงหน้าถึง 10 วัน แสดงว่ารายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรมสามารถลดเวลาเรียนของนักเรียนลงได้ด้วย

นอกจากนั้น ผลการศึกษาค้นคว้านี้ ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ที่พบว่าบทเรียนโปรแกรม และการสอนทางโทรทัศน์ ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่าง หรือสูงกว่าการสอนโดยวิธีปกติ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

ผลของการศึกษาค้นคว้านี้เป็นเครื่องบ่งชี้ว่า รายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรมเป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพสูง จึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ควรส่งเสริมให้ผู้เกี่ยวข้องในการผลิตรายการโทรทัศน์ประกอบการสอนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตรายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรม เพื่อให้สามารถผลิตรายการโทรทัศน์ประกอบการสอนที่มีประสิทธิภาพสูง
2. ควรเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการใช้โทรทัศน์เพื่อการศึกษา ให้กว้างขวางในหมู่ประชาชนทั่วไป
3. ควรมีการจัดตั้งสมาคม ชมรม หรือองค์กรที่เหมาะสม ให้เป็นศูนย์กลางในการผลิตสื่อประเภทนี้ โดยเปิดรับสมาชิกอย่างกว้างขวาง
4. องค์กรในข้อ 3 ควรจัดให้มีการประกวดสื่อประเภทนี้ในโอกาสที่เหมาะสม เพื่อเป็นการเสริมแรงให้เกิดการศึกษาค้นคว้าอย่างแพร่หลายยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

แม้ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะบ่งชี้ว่ารายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรม เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพสูงก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาให้รอบคอบจะพบว่า รายการโทรทัศน์ประกอบการสอนในลักษณะนี้ ยังมีสิ่งที่ต้องศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนารูปแบบและวิธีการให้เกิดความประหยัด และสะดวกในการใช้ โดยมีประสิทธิภาพครอบคลุมสมรรถภาพทุกด้าน จึงมีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยดังต่อไปนี้

1. การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน โดยการใช้คู่มือนักเรียนดังที่ปฏิบัติในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ นับเป็นการสิ้นเปลือง และไม่สะดวกต่อการนำรายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรมนี้ออกไปใช้ เพราะคู่มือนักเรียนแต่ละชุดจะใช้ได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น ทำให้ต้องจัดทำคู่มือนักเรียนขึ้นใหม่อยู่เสมอ จึงควรวิจัยเพื่อหาแนวทางให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนด้วยวิธีอื่น ๆ ที่สะดวกและประหยัดกว่า แต่มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเดิม

2. สำหรับบทเรียนที่มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเกิดทักษะในการปฏิบัตินั้น ควรวิจัยว่ารายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรมจะสามารถทำให้นักเรียนเกิดทักษะได้เหมือนการสอนแบบธรรมดาหรือไม่

3. ควรวิจัยเพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อรายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรมด้วย





บรรณานุกรม

ก่อ สวัสดิพานิช "เทคโนโลยีทางการศึกษา" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรม และเทคโนโลยีทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ 2517, 250 หน้า

คณะนิสิตปริญญาโท เทคโนโลยีทางการศึกษา เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เจริญวิทย์การพิมพ์ 2519, 109 หน้า

จิตติมา เหมกิตติวัฒน์ การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์เรื่องพืช และการขยายพันธุ์พืชในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอน ตามปกติ ปริญญาพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 199 หน้า อักษรสำเนา

จำเนียร ช่วงโชติ และคนอื่น ๆ จิตวิทยาการรับรู้และการเรียนรู้ มหาวิทยาลัย รามคำแหง 2519, 267 หน้า

ชม ภูมิภาค จิตวิทยาการเรียนการสอน พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช 2523, 238 หน้า

_____ "ตำราบทเรียนโปรแกรมกับมหาวิทยาลัยเปิด" การศึกษา 1 : 11-12 มิถุนายน-กรกฎาคม 2521

_____ เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา สำนักพิมพ์ประสานมิตร 2524, 388 หน้า

ชวาล แพรัตกุล เทคนิคการเขียนข้อสอบ โรงพิมพ์สุสภา 2520, 407 หน้า

_____ เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 4 วัฒนาพานิช 2509, 452 หน้า

ชัชวาลย์ วิริยกุล ผลของการสาธิตโดยเทปโทรทัศน์ ที่เสนอภาพช้าด้วยความเร็ว ต่าง ๆ ที่มีต่อทักษะการเล่นฟุตบอลของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 วิชาเอกพลศึกษา วิทยาลัยครูนครปฐม ปริญญาพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2527, 79 หน้า อักษรสำเนา

ชัยณรงค์ มณฑิรวิเชียรฉาย "ปัญหาการใช้เทปโทรทัศน์ในการเรียนการสอน"

การสัมมนาเรื่องเทปโทรทัศน์เพื่อการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2526, 209 หน้า อักสำเนา

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์

สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

186 หน้า อักสำเนา

ฐศรี วงศ์รัตนะ สถิติเพื่อการวิจัย โรงพิมพ์เจริญผล 2525, 252 หน้า

เตือนใจ ทองสำริต แบบเรียนสำเร็จรูป คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2515, 121 หน้า

ทวีพร เนียมมาลัย การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์เรื่องความรู้

เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมี ในระดับชั้น ป.กศ. โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอน

ตามปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2518, 43 หน้า อักสำเนา

นนท์ อินทรเทพ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ระหว่างบทเรียนโปรแกรมกับการสอนตาม

ปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2519, 133 หน้า อักสำเนา

นิพนธ์ สุขปรีดี นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยี

ทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน

2519, 175 หน้า

บรรจง หุสฎลชาติ "นโยบายการใช้สื่อเพื่อการเรียนการสอน" การสัมมนาเรื่อง

เทปโทรทัศน์เพื่อการเรียนการสอน เล่มเดิม

บรรชา รัตนวัย การสร้างและการทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมี ใน

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปรินิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา

ประสานมิตร 2516, 164 หน้า อักสำเนา

บุญ ใจซื่อกุล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปัจจุบันพยาบาลของนักเรียนนายสิบ
เหล่าแพทย์ทหารบก ที่เรียนจากการสาธิตด้วยเทปโทรทัศน์โดยวิธีทบทวนแบบ
ต่าง ๆ ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2526, 99 หน้า อักสำเนา

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ การวัดผลและประเมินผลการศึกษา ทฤษฎีและประยุกต์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 450 หน้า อักสำเนา

ประณีต โรหิตोปปการ การใช้โทรทัศน์ประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้น
ประถมศึกษาของเทศบาลนครกรุงเทพ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2509, 189 หน้า อักสำเนา

ประสาร ไชยณรงค์ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า 1 ระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ
ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2520, 45 หน้า อักสำเนา

ประเสริฐ สุทธิประเสริฐ การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาอินทรีย์เคมี
เรื่องอะโรมาติซิตี (Aromaticity) ในระดับปริญญาตรีทางการศึกษา โดยใช้
บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2518, 36 หน้า อักสำเนา

ปราโมทย์ เพทวัลลภ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์
เบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีเรียนด้วยตนเองจากเทปโทรทัศน์ สไลด์เทป
และการเรียนในชั้นตามปกติ ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2521, 82 หน้า อักสำเนา

ปรีชา เนาว์เย็นผล การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่องระบบจำนวนเชิงซ้อน ของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง
วิชาเอกคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ปรินุณานิพนธ์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 50 หน้า อักสำเนา

ปรีดา เพชรมีศรี การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 ในบางหัวข้อ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรินุณานิพนธ์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2518, 37 หน้า อักสำเนา

เป็รื่อง อนุท การวิจัยสื่อและนอกรรณการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร 2519, 141 หน้า อักสำเนา

_____ เทคนิคการเขียนบทเรียนโปรแกรม ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 134 หน้า

เป็รื่อง อนุท และ ครรชิต อักดากร การใช้โทรทัศน์ในห้องเรียน สหมิตรการพิมพ์
 2515, 55 หน้า

พรเพ็ญ ฑูลารักนพงษ์ การเปรียบเทียบการสอนเรื่องสมมูลเคมีโดยการใช้บทเรียน
โปรแกรมการสอนตามปกติ ปรินญญานินพน์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร 2521, 184 หน้า อักสำเนา

พินิต วัณโณ การผลิตรายการโทรทัศน์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 2520, 70 หน้า อักสำเนา

พิลาศ เกื้อมี การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางช่าง โดยการสอนด้วยวิธีสาธิตรรณคา
และการสาธิตโดยใช้เทปโทรทัศน์ ปรินญญานินพน์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 45 หน้า อักสำเนา

มานพ ชัยศิริเรก การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเซ็ทและ
ความสัมพันธ์กันสิตชันปีที่ 1 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยใช้บทเรียน
โปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรินญญานินพน์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร 2519, 61 หน้า อักสำเนา

มานะ เอกจริยวงศ์ การศึกษาลลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติของนักเรียนฝึกหัดครู
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยวิธีสอนแบบรรณคาถัวิธีสอนที่ใช้บทเรียนโปรแกรม
 ปรินญญานินพน์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520,
 52 หน้า อักสำเนา

ลวน สายยศ และ อังคณา สายยศ สถิติวิทยาทางการศึกษา วัฒนาพานิช
 2522, 286 หน้า

วิจิตร ภัคศิริตัน วิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์กับการศึกษา วัฒนาพานิช
 2523, 77 หน้า

วิจิตร ศรีสะอาด "เทคนิควิทยาทางการศึกษา" การพิจารณานำนวัตกรรมเทคโนโลยีมาปรับปรุงคุณภาพการประถมศึกษา ในโรงเรียนที่มีครูไม่ครบชั้น
หน้า 102-106 ศุภสภา 2516

วิศา ศิริสวัสดิ์วรรณ การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนคณิตศาสตร์เรื่องความ-
น่าจะเป็น ในระดับชั้น ม.ศ. 3 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ
ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2518,
40 หน้า อักสำเนา

ศึกษาธิการ, กระทรวง แบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 โรงพิมพ์ศุภสภา 2521,
165 หน้า

ศึกษาธิการ มณฑลพิษณุโลก การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องแสง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปริญญาโท กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 211 หน้า อักสำเนา
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน รายงานการดำเนินงาน
ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม
ถึง 30 กันยายน 2514, 111 หน้า อักสำเนา

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน รายงานการประชุมระดับสูง
เกี่ยวกับการผลิตนักวิทยาศาสตร์และครูวิทยาศาสตร์ 65 หน้า อักสำเนา

สนั่น สุมิตร แบบเรียนวิทยาศาสตร์วิชาแม่เหล็กไฟฟ้า ประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย
องค์การคำศุภสภา 2514, 463 หน้า

สมพงษ์ ธรรมพงษ์ การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องรูป
ในระดัชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับ
การสอนตามปกติ ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2518, 158 หน้า อักสำเนา

สมวงษ์ ทพยเจริญ การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเซต
ในระดัชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ
ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2518,
63 หน้า อักสำเนา

สุชาติ โพธิ์วิทย์ การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยการสอนแบบบรรยาย แล้วใช้
ภาพยนตร์ข่าวคำประกอบ กับการสอนโดยใช้โทรทัศน์วงจรปิดสำหรับการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปรินิพนธ์ กศ.ม.
 วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2516, 154 หน้า อักสำเนา

สุภา อุ่นสกุล การศึกษาเปรียบเทียบและทัศนคติวิทยาศาสตร์ในการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้บทเรียนโปรแกรม
กับการสอนปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 2519, 32 หน้า อักสำเนา

อนันต์ ศรีโสภา การวัดผลและการประเมินผลการศึกษา ไทยวัฒนาพานิช
 2520, 251 หน้า

_____ สถิติเบื้องต้น ไทยวัฒนาพานิช 2520, 251 หน้า

อัสนีย์ ศรีสุข การศึกษาทัศนคติในการอนุรักษ์ธรรมชาติและผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
เรื่อง สิ่งแวดล้อม ค่ายบทเรียนสำเร็จรูปของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปรินิพนธ์
 กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2521, 38 หน้า อักสำเนา

อุคร ธัญญ์ศรี การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการสอนวิชาประวัติศาสตร์
ระหว่างการให้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ เรื่อง เหตุการณ์สำคัญตั้งแต่
พ.ศ. 2411 ถึง พ.ศ. 2468 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปรินิพนธ์
 กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 151 หน้า
 อักสำเนา

โอภาส ศรีสะอาด การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา
โดยใช้โทรทัศน์วงจรปิด วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 2516, 125 หน้า อักสำเนา

Bankhart, Frank W. and others. "An Experimental Study of
 Programmed Versus Traditional Elementary School Mathematics,"
 in The Arithmetic Teacher. 10 : 199-204, April, 1963.

Brown, Robert O. Jr. A Comparison Test of Test Score of
Students Using Programmed Instruction Materials. The
Research Programmed Instruction, 1964, 62 p.

- Conroy, David E. "The Effect of Age and Sex Upon a Comparison Between Achievement Gains in Programmed Instruction and Conventional Instruction in Remedial Algebra I at Northern Virginia Community College," in Dissertation Abstracts. 32 : 5102-A, 1972.
- Dale, Edgar. Audiovisual Method in Teaching 3rd Ed. New York Dryden Press, 1969. 719 p.
- Davies, Ivor K. "Presentation Strategies," in Strategies for Programmed Instruction : An Educational Technology. p.103, London, Wiltmer Brothers Limited, 1972.
- Day, Jesse H. "Teaching Machine," in Journal Chemistry Education. 36 : 591-596, 1959.
- Dutton, Sherman Sumpter. "An Experimental Study in the Programming of Science Instruction for the Forth Grade," in Dissertation Abstracts. 24 : 2382-A, December, 1963.
- Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey, Educational Testing Service, 1952. 32 p.
- Francis, George Harold. "An Experimental Study of the Effectiveness of Self Instruction Versus the Lecture Demonstration Method of Teaching Select Phase of Electricity," in Dissertation Abstract. 27 : 338-A, April, 1967.
- Good, Carter Victor. Dictionary of Education. New York, Mc. Graw Hill Book Company, Inc., 1973. p.681
- Gordon, George N. Education Television. The Center for Applied Research in Education, Inc., New York, 1965., 113 p.
- Greatsinger, Calvin. "An Experimental Study of Programmed Instruction in Division of Fraction," in A.V. Communication Review. 16 : 87-90, Spring, 1968.
- Hilgard, Ernest R. Introduction of Psychology. 3rd. ed., New York, Harcourt, Brace and World, Inc., 1962. 249 p.
- Holmes, Pressley D., Jr. A.V. Communication Review. 8 : 54, July-August. 1960.
- Huebener, Theodore. Audio-Visual Techniques in Teaching Foreign Languages. A Practical Hand Book, New York, New York University Press, 1960. 163 p.
- Jacob, Pual I., Milton H. Maier and Lawrence M. Stolurrow. A Guide to Evaluating Self Instruction Programs. Holt Rinehart Winston, Inc., 1966. 88 p.

- Kelly, Fred C. "Evaluation Report on First Year Using Educational Television 1957-1960 Does Moines and Pold Country School," in Audio Visual Communication Review. 8 : 314, 1960.
- Lemler, Ford L. and Robert Leestma. Supplementary Course Materials in Audio Visual Education. Slater's Bookstore, 1959. 175 p.
- Millerson, Gerald. The Technique of Television Production. 7th ed., suffolk Richard Clary (The Chaucer Press) Ltd., 1974. 440 p.
- Moriber, George. "The Effect of Programmed Instruction in a College Phycisal Science Course for Non-Science Student," in Journal of Research in Science Teaching. 6 : 214-216, 1969.
- Moses, John Irvin. "A Comparision of the Result Achievement with Programmed Learning and Traditional Classroom Techniques In First Year Algebra at Spring Brach Junior High School," in Dissertation Abstracts. 25 : 5739-A, April, 1965.
- Peel, E.A. "Conceptual Learning and Explains Thinking," in Development in Human Learning. New York, American Elsevin, 1968. 487 p.
- Schram, Wilber. The Research on Programmed Instruction : An Annotated Bibiography. U.S. Department of Health Education and Welfare, Washington, D.C., 1964. 144 p.
- Schram, Wilber and others. Television in the Lives of Our Children. Standford California, Standford University Press, 1961. 324 p.
- Stolurow, Lawrence M. Teaching by Machine. Washington, United States Government Printing Office, 1961. 173 p.





บทโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรม เรื่อง น้ำเสีย

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
1	Tele Cine ภาพยนตร์ที่ถ่ายทำของแหล่งน้ำที่สวยงาม Cut to	แหล่งน้ำเป็นจุดเริ่มต้นของความอุดมสมบูรณ์ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต รวมทั้งเป็นสถานที่พักผ่อนอย่างดียิ่ง
2	Tele Cine ภาพยนตร์แสดงแหล่งน้ำที่กำลังเกิดปัญหาน้ำเสีย Super Impose กล้อง 1 CU. Caption ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร Cut to กล้อง 2 CU. Caption เสนอ Cut to กล้อง 1	แต่ปัจจุบันนี้แหล่งน้ำหลาย ๆ แห่ง มีสภาพเปลี่ยนแปลงไป อย่างที่เห็นอยู่นี้ ทุกคนคงกล่าวเป็นเสียงเดียวกันว่า นี่คือน้ำเสีย

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
3	กล้อง 1 CU. Caption คุณภาพของน้ำพิจารณาได้จากสิ่งต่อไปนี้ 1. ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 2. ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำต้องการ 3. ปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ 4. ปริมาณของสารเคมีบางชนิดที่ละลายอยู่ในน้ำ Cut to	น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่เสื่อมคุณภาพ หรือมีสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จนทำให้เกิดผลเสียต่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ การพิจารณาคุณภาพของน้ำสามารถพิจารณาได้จากสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้ 1. ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ 2. ปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำต้องการ 3. ปริมาณของจุลินทรีย์ในน้ำ 4. ปริมาณของสารเคมีบางชนิดที่ละลายอยู่ในน้ำ ต่อไปนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในการพิจารณาคุณภาพของน้ำ แต่ละวิธีต่อไป

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
4	กล้อง 2 CU. ฟองอากาศที่เกิดจากเครื่องปั๊มอากาศในตู้เลี้ยงปลา Cut to กล้อง 1 CU. Caption คี่ โอ หมายถึงปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ Cut to	วิธีที่หนึ่ง พิจารณาจากปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ เรียกสั้น ๆ ว่า ค่า คี่ โอ หรือกล่าวว่า คี่ โอ หมายถึงปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ
5	กล้อง 2 CU. Caption คี่ โอ น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นน้ำเสีย Cut to	ถ้า น้ำหนึ่งลิตร มีออกซิเจนละลายอยู่น้อยกว่าสามมิลลิกรัม ก็ถือว่าเป็นน้ำเสีย หรือกล่าวว่า น้ำเสียคือน้ำที่มีค่า คี่ โอ น้อยกว่าสามมิลลิกรัมต่อลิตรนั่นเอง
6	กล้อง 1 CU. Caption โปรดตอบคำถามข้อ 1 และ 2 Cut to	โปรดตอบคำถามข้อ 1 และ 2

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
7	กล้อง 2 CU. Caption 1. น้ำที่ดื่มคือ คี โอ น้อยกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นน้ำเสีย ใช่หรือไม่ () ใช่ () ไม่ใช่ Cut to	คำตอบที่ถูกต้องของข้อ 1 ก็คือ ตอบว่า ใช่ โดยเป็นไปตามข้อตกลงที่กำหนดไว้
8	กล้อง 1 CU. Caption 2. ถ้าค่า คี โอ ของน้ำเพิ่มขึ้น คุณภาพของน้ำจะดีขึ้น ใช่หรือไม่ () ใช่ () ไม่ใช่ Cut to	และข้อ 2 ตอบว่า ใช่ เช่นกัน เพราะการที่ค่า คี โอ เพิ่มขึ้นก็หมายความว่า ในน้ำมีออกซิเจนมากขึ้น คุณภาพของน้ำจึงดีขึ้น นักเรียนตอบอย่างนี้หรือเปล่า ตอบใช่ไหม เก่งมาก
9	กล้อง 2 CU. Caption คุณภาพของน้ำ พิจารณาได้จากสิ่งต่อไปนี้	คราวนี้จะกล่าวถึงการพิจารณาคุณภาพของน้ำด้วยวิธีที่ 2 คือพิจารณา

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
	1. ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 2. ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำต้องการ 3. ปริมาณของจุลินทรีย์ในน้ำ 4. ปริมาณของสารเคมีบางชนิดที่ละลายอยู่ในน้ำ (Key เครื่องหมายลูกศร หน้าข้อ 2) Cut to	จากปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำต้องการ
10	กล้อง 1 CU. Caption บี โอ คี หมายถึงปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำต้องการ Cut to	ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำต้องการเราเรียกย่อ ๆ ว่าค่า บี โอ คี
11	กล้อง 2 มนุษย์หรือสัตว์แสดงการหายใจ Cut to	สิ่งมีชีวิตทั้งหลายต่างก็มีการหายใจ เพื่อรับออกซิเจนไปใช้เผาผลาญอาหาร

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
12	กล้อง 1 CU. จุลินทรีย์จากกล้องจุลทรรศน์ Cut to	จุลินทรีย์ในน้ำก็เป็นสิ่งมีชีวิตเหมือนกัน ฉะนั้นมันจึงต้องการออกซิเจนด้วย ถ้าจุลินทรีย์ในน้ำมีความต้องการออกซิเจนมากก็หมายความว่า ค่า บี โอ ดี จะสูงขึ้น
13	กล้อง 2 CU. Caption บี โอ ดี มากกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นน้ำเสีย Cut to	น้ำที่มีค่า บี โอ ดี มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือว่าเป็นน้ำเสีย เป็นที่น่าสังเกตว่า ค่า บี โอ ดี ยิ่งสูงขึ้นเท่าไร คุณภาพของน้ำก็ยิ่งเลวลง ซึ่งตรงกันข้ามกับค่า ดี โอ ที่กล่าวถึงไปแล้ว
14	กล้อง 1 CU. พืชน้ำจืดพวกสาหร่ายหรือตะไคร่ ในตู้เลี้ยงปลา	การทดลองเพื่อทราบค่า บี โอ ดี ของน้ำ ต้องทดลองในที่มืด อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ที่ต้องทดลองในที่มืดก็เพื่อป้องกันไม่ให้พืชสีเขียวบางชนิดที่อาจติดมา

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
	Cut to	มากับน้ำ เกิดการสังเคราะห์แสงได้ เพราะจะทำให้ผลการทดลองผิดพลาด
15	กล้อง 2 CU. Caption โปรดตอบคำถามข้อ 3 ถึง 5 Cut to	โปรดตอบคำถามข้อ 3 ถึง 5
16	กล้อง 1 CU. Caption 3. น้ำที่มีค่า บี โอ คี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นน้ำเสีย ไข่หรือไม่ () ใช่ () ไม่ใช่ Cut to	นักเรียนตอบว่าอย่างไรกันบ้าง คำตอบที่ถูกต้องเป็นดังนี้ ข้อสามต้อง ตอบว่า ใช่ โดยใช้หลักการที่ว่า ถ้า บี โอ คี เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ก็ถือว่าเป็นน้ำเสียแล้ว แต่โจทย์ กำหนดมาถึง 200 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงต้องเป็นน้ำเสียอย่างแน่นอน
17	กล้อง 2 CU. Caption 4. ถ้าค่า บี โอ คี ของน้ำ เพิ่มขึ้น แสดงว่าคุณภาพของ	สำหรับข้อ 4 ต้องตอบว่า ไม่ใช่ ตรงนี้ต้องจำให้คือ เพราะ บี โอ คี

ลำดับที่	กล่อง/ภาพ	คำบรรยาย
	น้ำจะขึ้น ไซหรือไม่ () ไซ () ไม่ไซ Cut to	ตรงข้ามกับ คี โอ คือ คี โอ ยิ่งมาก ยิ่งคี่ แต่ บี โอ คี ยิ่งมากยิ่งเสีย
18	กล่อง 1 CU. Caption 5. การหาค่า บี โอ คี ต้อง ทดลองในที่มืดใช่หรือไม่ () ไซ () ไม่ไซ Cut to	ข้อ 5 ตอบว่า ไซ เพราะการหา ค่า บี โอ คี ต้องทดลองในที่มืด เพื่อ ป้องกันการสั่นไหวของฟิสิกส์เขียว ที่อาจติดมากับน้ำ นักเรียนตอบถูกไซไหม ดีมาก นักเรียนคงจะสงสัยว่า เราจะ พิสูจน์ได้อย่างไรว่า จุลินทรีย์ในน้ำต้องการ ออกซิเจน เพราะจุลินทรีย์และออกซิเจน เรามองไม่เห็นทั้งสองอย่าง แต่เดี๋ยวนี้เรามีวิธีทดลองให้เห็นได้ คงจะแสดงให้ดูต่อไป
19	กล่อง 2 CU. สาธิตการทดลองเรื่อง ความต้องการออกซิเจนของ ยีสต์	ในขั้นตอนต่อไปนี้นักเรียนบันทึก ผลตามไปด้วย โดยใช้ตารางหมายเลข 1 ในคู่มือ เริ่มด้วยการใช้หลอดทดลองขนาด เท่ากัน 3 หลอด หลอดที่ 1 เติมน้ำนม 2 ลูกบาศก์ เซนติเมตร แล้วเติมน้ำกลั่น 6 ลูกบาศก์

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
	Cut to	เซ็นติเมตร หลอดที่ 2 เติมน้ำมัน 4 ลูกบาศก์ เซ็นติเมตรแล้วเติมน้ำกลั่น 4 ลูกบาศก์ เซ็นติเมตร หลอดที่ 3 เติมน้ำมัน 8 ลูกบาศก์ เซ็นติเมตร ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น หยดเมธิลีนบลูลงไปหลอดละ 5 หยด เติมยีสต์อีก 2 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ทุกหลอด
20	กล้อง 1 CU. นาฬิกา บอกเวลา 9.00 น. Cut to	เริ่มจับเวลา ตามนาฬิกาเรือนนี้
21	กล้อง 2 CU. Caption โปรดตอบคำถามข้อ 6 ถึง 9 Cut to	ในระหว่างที่รอผลการทดลอง โปรดตอบคำถามข้อ 6 ถึง 9
22	กล้อง 1 CU. Caption 6. ในการทดลองนี้ เติม	คำตอบที่ถูกต้องมีดังนี้ ข้อ 6 ตอบว่า ใช่ เพราะเราเติมเมธิลีนบลู ลงไปหลอดละ 5 หยด ทุกหลอด

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
๕	เมธิลีนบลู เท่ากันทุกหลอด ใช่หรือไม่ () ใช่ () ไม่ใช่ Cut to	
23	กล้อง 2 CU. Caption 7. อาหารของยีสต์ คือน้ำนม หรือสิ่งใด () น้ำ () น้มนม () เมธิลีนบลู Cut to	ข้อ 7 อาหารของยีสต์คือ น้มนม ไม่ใช่ น้ำ ส่วนเมธิลีนบลูนั้น ทำหน้าที่ เป็นอินดิเคเตอร์ที่จะบอกว่า ออกซิเจน ในน้ำยังมีอยู่หรือไม่ ถ้าสีของเมธิลีนบลู หมดไป ก็แสดงว่า ออกซิเจนในน้ำ หมดไปด้วย
24	กล้อง 1 CU. Caption 8. หลอดใดที่มีความเข้มข้น ของน้มนมมากที่สุด () หลอดที่ 1 () หลอดที่ 2 () หลอดที่ 3 Cut to	ข้อ 8 หลอดที่มีความเข้มข้น ของน้มนมมากที่สุดคือ หลอดที่ 3 เพราะ หลอดนี้มีแต่น้มนมล้วน ๆ เราไม่ได้เติม น้ำกลั่นลงไปเลย

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
25	กล้อง 2 CU. Caption 9. เมริสึนบลู ทำหน้าที่ใด () เป็นอาหารของยีสต์ () เป็นอินดิเคเตอร์ Cut to	ข้อ 9 เมริสึนบลู ทำหน้าที่เป็น อินดิเคเตอร์ ไม่ใช่เป็นอาหารของ ยีสต์ เพราะอาหารของยีสต์คือน้ำนม นักเรียนตอบถูกข้อ เก่งมาก
26	กล้อง 1 CU. นาฬิกา บอกเวลา 9.10 น. Cut to	ขณะนี้เวลาผ่านไป 10 นาที มาดูกันซิว่า ผลการทดลองเป็นอย่างไร
27	กล้อง 2 CU. หลอดทดลองทั้ง 3	ขณะนี้เห็นแล้วว่า สีของ เมริสึนบลูในหลอดที่ 3 จางกว่าหลอด อื่น ๆ ซึ่งหลอดที่ 3 เป็นหลอดที่มี ความเข้มข้นของน้ำนมมากที่สุด แสดงว่าขณะนี้ หลอดที่ 3 มี ออกซิเจนเหลือน้อยกว่าหลอดอื่น ๆ สังเกตให้ก็จะเห็นว่าสีจางลง ตามลำดับ และจางหายไปมากที่สุด อย่าลืมบันทึกผลการทดลอง สังเกตหลอดที่ 2 จะเห็นว่า

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
	Cut to	สีจางลงกว่าหลอดที่ 1 แสดงว่าปริมาณของออกซิเจนกำลังเหลือน้อยลง ในที่สุด สีของเมธิลีนบลูในหลอดที่ 2 ก็จางหายไป แสดงว่าออกซิเจนหมดไปแล้ว ส่วนหลอดที่ 1 ยังมีสีของเมธิลีนบลู แสดงว่าออกซิเจนยังไม่หมด เราจึงบอกได้ทันทีว่า หลอดที่ 1 นี้ ออกซิเจนหมดช้ากว่าเพื่อน แสดงว่า การที่ออกซิเจนในน้ำหมดลงไปนี้มีความสัมพันธ์กับ ความเข้มข้นของน้ำในในแต่ละหลอด โดยหลอดที่มีความเข้มข้นของน้ำน้อยมาก ที่สุด ออกซิเจนจะหมดเร็วที่สุด
28	Tele Cine ภาพยนตร์แสดงแหล่งน้ำที่มีพืช	การทดลองนี้หมายถึงว่าหลอดทดลองแต่ละหลอด เปรียบได้กับแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ซึ่งย่อมจะมีเศษขยะหรือสิ่งต่าง ๆ อยู่บ้าง น้อยบ้าง เหมือนกับปริมาณของน้ำที่เราเติมลงไปนั่นเอง ส่วนยีสต์ก็เปรียบได้กับจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำโดยทั่วไป

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
	Cut to	การทดลองที่ผ่านมาแล้วก็จะเห็นได้ว่า ในน้ำที่มีปริมาณของสารอาหารอยู่มาก ออกซิเจนจะหมดเร็วกว่าในน้ำที่มีสารอาหารอยู่น้อย ที่เป็นดังนี้ก็เพราะ...
29	กล้อง 2 CU. ภาพจุลินทรีย์ขณะขยายพันธุ์ ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ Cut to	... เมื่อจุลินทรีย์มีอาหารอุดมสมบูรณ์ก็จะทวีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อจุลินทรีย์มีจำนวนมาก ก็ต้องการออกซิเจนมาก ในที่สุดออกซิเจนในน้ำก็หมดไป...
30	กล้อง 1 CU. การตายของจุลินทรีย์ ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ Cut to	เมื่อขาดออกซิเจน จุลินทรีย์ก็ตาย
31	กล้อง 2 CU. ปลาใกล้จะตาย Cut to	ถ้ามีสัตว์น้ำอื่น ๆ อาศัยอยู่ด้วย มันก็ตายเหมือนกัน...นี่แหละที่เราเรียกว่า น้ำเสีย

ลำดับที่	กล่อง/ภาพ	คำบรรยาย
32	กล่อง 1 CU. Caption โปรดตอบคำถามข้อ 10 และ 11 Cut to	โปรดตอบคำถามข้อ 10 และ 11
33	กล่อง 2 CU. Caption 10. ในน้ำที่มีจุลินทรีย์มาก จะเกี่ยวข้องกับปริมาณของ ออกซิเจนในน้ำอย่างไร () ออกซิเจนจะน้อยลง () ออกซิเจนจะมากขึ้น Cut to	คำตอบของข้อ 10 ก็คือ ในน้ำ ที่มีจุลินทรีย์มาก จะมีปริมาณของออก- ซิเจนน้อยลง ที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะ จุลินทรีย์ใช้ไปในการหายใจ
34	กล่อง 1 CU. Caption 11. คุณภาพของน้ำพิจารณา จากสิ่งใด () ปริมาณออกซิเจนในน้ำ () ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ Cut to	และข้อ 11 สิ่งที่ใช้ในการ พิจารณาคุณภาพของน้ำก็คือ ปริมาณ ของออกซิเจนในน้ำ แต่อย่าลืมว่า ยังมีสิ่งอื่นที่ใช้ในการพิจารณาคุณภาพ ของน้ำได้อีก ดังจะกล่าวถึงต่อไป

ลำดับที่	กล่อง/ภาพ	คำบรรยาย
35	กล่อง 2 CU.Caption คุณภาพของน้ำพิจารณาได้จากสิ่งต่อไปนี้ 1.ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 2.ปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำต้องการ 3.ปริมาณของจุลินทรีย์ในน้ำ 4.ปริมาณของสารเคมีบางชนิดที่ละลายอยู่ในน้ำ (Key เครื่องหมายลูกศรหน้าข้อ 3) Cut to	สิ่งที่ใช้ในการพิจารณาคุณภาพของน้ำได้อีกวิธีหนึ่งก็คือ ปริมาณของจุลินทรีย์ในน้ำ
36	กล่อง 1 CU. Caption โคลีฟอร์ม Cut to	จุลินทรีย์ที่ใช้ในการพิจารณาคุณภาพของน้ำมีชื่อว่า "โคลีฟอร์ม" เป็นจุลินทรีย์ที่มีอยู่ทั่วไปตามแหล่งน้ำในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์ก็มี ปกติแล้วเรามองจุลินทรีย์พวกนี้ไม่เห็น แต่เราใช้วิธีเพาะเชื้อเพื่อนับจำนวนได้ คงจะแสดงให้เห็นต่อไปนี้

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
37	กล้อง 2 CU. การสาธิตทดลอง เพาะเชื้อ Fade Out	เริ่มด้วยการเตรียมอาหาร สำหรับจุลินทรีย์ เป็นส่วนผสมง่าย ๆ ระหว่างนำต้มเนื้อกับวุ้นและน้ำตาล กลูโคส ต้มให้เดือด แล้วใส่ไว้ในจาน เพาะเชื้อ รอให้เย็นลง จากนั้นเรา ก็เทน้ำที่ต้องการจะรู้จำนวนจุลินทรีย์ ลงให้ทั่วผิวหน้าของอาหารวุ้นนี้ ปิดฝา เก็บไว้ 7 วัน
38	Fade In กล้อง 2 CU. จานเพาะเชื้อ Cut to	จุดที่เห็นอยู่บนจานเพาะเชื้อนี้ คือกลุ่มของจุลินทรีย์ เรียกว่า โคโลนี แต่ละโคโลนีเริ่มคั้นจากจุลินทรีย์เพียง เซลล์เดียว แล้วขยายพันธุ์จนมีจำนวนมาก ทำให้มองเห็นเป็นจุด ฉะนั้นจำนวนโคโลนี ก็คือจำนวน ของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำที่เรานำมา ทดสอบนั่นเอง
39	กล้อง 1 CU. Caption ไปรคตอบคำถามข้อ 12-13 Cut to	ไปรคตอบคำถามข้อ 12 และ 13

ลำดับที่	กล่อง/ภาพ	คำบรรยาย
40	กล่อง 2 CU. Caption 12. ใช้จุลินทรีย์ชนิดใด เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา คุณภาพของน้ำ () โคลิฟอร์ม () ยีสต์ Cut to	คำตอบที่ถูกต้องของข้อ 12 คือ โคลิฟอร์ม เพราะองค์การอนามัยโลก กำหนดให้ใช้จุลินทรีย์ชนิดนี้
41	กล่อง 1 CU. Caption 13. โคโลนี หมายถึงสิ่งใด () สารอินทรีย์ในน้ำ () กลุ่มของจุลินทรีย์ที่มองเห็นเป็นจุด Cut to	ส่วนข้อ 13 คำตอบก็คือ โคโลนี หมายถึง กลุ่มของจุลินทรีย์ ที่มองเห็นเป็นจุด องค์การอนามัยโลกกำหนดว่า ในน้ำดื่มมาตรฐาน อนุญาตให้มี โคลิฟอร์มได้ไม่เกิน 1 เซลล์ต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
42	กล่อง 2 CU. Caption สารเคมีที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ - ฟอมาลิน	เมื่อกล่าวถึงจุลินทรีย์แล้ว ก็ ขอกล่าวถึงวิธีทำลายจุลินทรีย์ด้วย

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
	- แอลกอฮอล์ - ไฮโครเจนเปอร์ออกไซด์ Cut to	เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่า เราใช้ความร้อนในการทำลายจุลินทรีย์ได้ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงการทำลายจุลินทรีย์ด้วยสารเคมีบางชนิด สารเคมีหลายชนิด เช่น ฟอร์มาลิน แอลกอฮอล์ ไฮโครเจนเปอร์ออกไซด์ สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ แต่จะทดลองให้เห็นการทำลายจุลินทรีย์ โดยใช้ฟอร์มาลินเพียงอย่างเดียวเท่านั้น
43	กล้อง 1 CU. การสาธิตทำลายจุลินทรีย์ด้วยฟอร์มาลิน Fade Out	เราเตรียมอาหารสำหรับจุลินทรีย์ เช่น เกี่ยวกับการทดลองที่ผ่านมาแล้ว แต่คราวนี้เราแบ่งไว้ในจานเพาะเชื้อ 2 ใบ ใส่หมายเลขกำกับไว้ เพื่อป้องกันการสับสน เมื่ออาหารที่เตรียมไว้เย็นลงแล้ว เราแตะนิ้วมือลงบนหน้าวุ้นทั้งสองจาน แต่จานที่ 1 หลังจากแตะนิ้วมือแล้ว เราเช็ดด้วยฟอร์มาลินให้ทั่ว แล้วเก็บไว้ในที่เดียวกันเป็นเวลา 5 วัน

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
44	Fade In กล้อง 1 CU. จานเพาะเชื้อเมื่อ เวลาผ่านไป 5 วัน Cut to	จะเห็นได้ว่า แม้เวลาผ่านไป 5 วันแล้วก็ตาม แต่จานที่ 1 ซึ่งเชื้อ ผิวน้ำคัวยฟอร์มาลิน เราไม่เห็นการ เปลี่ยนแปลงใด ๆ ซึ่งต่างจากจานที่ 2 ที่เราเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน แสดงว่าฟอร์มาลินที่เราใช้คัวยหน้าของ อาหารวันในจานที่ 1 ได้ทำลายจุลินทรีย์ ต่าง ๆ จนหมดสิ้น จึงไม่ปรากฏการ เปลี่ยนแปลงใด ๆ ให้เราเห็น
45	กล้อง 2 CU. Caption โปรดตอบคำถามข้อ 14-15 Cut to	โปรดตอบคำถามข้อ 14 และ 15
46	กล้อง 1 CU. Caption 14. ฟอร์มาลินเกี่ยวข้องกับ จุลินทรีย์อย่างไร () ทำลายจุลินทรีย์ () เป็นอาหารจุลินทรีย์ Cut to	คำตอบของข้อ 14 ก็คือตอบว่า ฟอร์มาลิน ใช้ทำลายจุลินทรีย์ กังที่ นักเรียนได้เห็นจากการทดลองแล้ว

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
47	กล้อง 2 CU. Caption 15. น้ำดื่มมาตรฐานอนุญาตให้มีโคลิฟอร์มได้ไม่เกินกี่เซลล์ต่อ 100 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร () 1 เซลล์ () 10 เซลล์ Cut to	ส่วนข้อ 15 ต้องตอบว่า 1 เซลล์ ตามข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลก นักเรียนตอบอย่างนี้หรือเปล่า ก็มาก
48	กล้อง 1 CU. Caption คุณภาพของน้ำพิจารณาได้จากสิ่งต่อไปนี้ 1. ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 2. ปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำต้องการ 3. ปริมาณของจุลินทรีย์ในน้ำ 4. ปริมาณของสารเคมีบางชนิดที่ละลายในน้ำ (Key เครื่องหมายลูกศรหน้าข้อ 4) Cut to	อีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการพิจารณา คุณภาพของน้ำก็คือ พิจารณาจากการที่มีสารเคมีบางชนิดละลายอยู่ในน้ำ

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
49	Tele Cine ภาพยนตร์แสดงน้ำไหลเขาวินฝั่งน้ำทำให้น้ำขุ่น Cut to	สารหลายชนิดที่ทำให้น้ำในแม่น้ำลาคองขุ่นขาวเป็นโคลนตม หรือเกิดเป็นน้ำกระด้าง สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติ
50	Tele Cine ภาพยนตร์แสดงการทิ้งขยะของประชาชนลงในแหล่งน้ำ Cut to	แต่ที่สำคัญก็คือเกิดจากฝีมือมนุษย์ที่ทิ้งสิ่งของต่าง ๆ ลงในน้ำ ดังเช่นขยะและปฏิกูลเหล่านี้ สารต่าง ๆ ที่ถูกทิ้งลงในน้ำ บางอย่างมีพิษ บางอย่างเป็นอาหารอย่างดีของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์เพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็ว ออกซิเจนในน้ำก็จะเหลือน้อยลง ทำให้คุณภาพของน้ำเลวลงด้วย
51	Tele Cine ภาพยนตร์แสดงน้ำทิ้งจากท่อไหลลงสู่แหล่งน้ำ Cut to	สารเคมีบางชนิด เช่น ดี ดี ที โปรท ตะกั่ว แคดเมียม สารเหล่านี้เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แม้จะไม่ทำให้ตายในทันที แต่เมื่อร่างกายสะสมสารพิษเหล่านี้ไว้มาก ๆ ก็ทำให้ถึงตายได้

ลำดับที่	กล่อง/ภาพ	คำบรรยาย
52	Slide ภาพผู้ป่วยด้วยโรค พิษสารปรอท Cut to	สารปรอทที่สะสมอยู่ในร่างกาย เมื่อมีปริมาณมากพอ ก็จะเกิดการ ของโรคภัยที่เห็นอยู่นี้ โรคที่เกิดจาก พิษของสารปรอท เรียกว่า โรคมีนามาตะ ซึ่งเคยเกิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่น
53	Slide ภาพผู้ป่วยด้วยโรค พิษสารตะกั่ว Cut to	ตะกั่วเป็นสารเคมีอีกชนิดหนึ่ง ที่จะทำให้เกิดอาการปวดท้องอย่าง รุนแรงและเป็นอัมพาต โรคนี้เคยเกิด ขึ้นแล้วในประเทศไทย ที่ อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ เมื่อ พ.ศ.2513
54	กล่อง 1 CU. Caption โปรดตอบคำถามข้อ 16-18 Cut to	โปรดตอบคำถามข้อ 16 ถึง 18
55	กล่อง 2 CU. Caption 16. คุณภาพของน้ำ อาจ พิจารณาได้จากปริมาณ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่จุลิน ทรีย์ในน้ำต้องการ	ข้อ 16 ตอบว่า ใช่ เพราะ การพิจารณาคุณภาพของน้ำ ทำได้หลายวิธี จะเลือกใช้ วิธีใดวิธีหนึ่งก็ได้

ลำดับที่	กล่อง/ภาพ	คำบรรยาย
	ปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำ หรือปริมาณของสารเคมี ในน้ำก็ได้ ใช่หรือไม่ () ใช่ () ไม่ใช่ Cut to	
56	กล่อง 1 CU. Caption 17.ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม เป็นสารพิษที่สะสมใน ร่างกายได้ ใช่หรือไม่ () ใช่ () ไม่ใช่ Cut to	ข้อ 17 ตอบว่า ใช่ เพราะสาร ต่าง ๆ ดังได้กล่าวมานั้นล้วนสะสมใน ร่างกายได้ทั้งสิ้น
57	กล่อง 2 CU. Caption 18.โรคมินามาตะ เกิดจาก พิษของสารใด () ปรอท () ตะกั่ว Cut to	และข้อ 18 โรคมินามาตะ เกิดจากพิษของสารปรอท นักเรียนตอบได้ใช่ไหม เก่งมาก

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
58	Tele Cine ภาพยนตร์ แสดงการทิ้ง น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม Cut to	ต่อไปนี้จะกล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิด ปัญหาน้ำเสียและวิธีป้องกัน สาเหตุที่ สำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาน้ำเสียก็คือ น้ำทิ้งจากบ้านเรือนและ โรงงานอุตสาหกรรม น้ำทิ้งดังกล่าว มักจะเป็นน้ำที่ใช้ทำความสะอาดหรือ ชะล้างสิ่งสกปรกต่าง ๆ จึงมักจะมี สารละลายของผงซักฟอกผสมอยู่ด้วย สารละลายของผงซักฟอก เป็น ต้นเหตุที่ทำให้เกิดน้ำเสียได้อย่างไร จะเห็นได้จากการทดลองต่อไปนี้
59	กล้อง 1 MS. กล้องพลาสติก 3 ใบ ติดป้ายไว้ว่า 0.1%, 0.01% และ 0.001% ตามลำดับ Cut to	ที่เห็นอยู่นี้ เป็นการทดลองเพื่อ ดูผลของสารละลายผงซักฟอก ที่มีต่อ การเจริญเติบโตของแพลงก์ตอน
60	กล้อง 2 CU. กล้องที่ 1 ให้เห็นป้าย 0.1 % Pan ไปกล้องที่ 2 ให้เห็นป้าย 0.01% Pan ไปกล้องที่ 3 ให้เห็นป้าย 0.001% Cut to	กล้องที่ 1 ใช้สารละลายผง ซักฟอกเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ กล้องที่ 2 ใช้สารละลายผง ซักฟอกเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ กล้องที่ 3 ใช้สารละลายผง ซักฟอกเข้มข้น 0.001 เปอร์เซ็นต์

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
61	กล้อง 1 CU. ปลอยแหงลงในกล้อง พลาสติก Cut to	เราทดลองโดยการปลอยแหง ลงไปในสารละลายของผงซักฟอกทั้ง 3 กล้องนี้ กล้องละ 10 คัน แล้ว รออุณหภูมิเมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน
62	กล้อง 1 มุมสูง CU. กล้องที่ 1 ให้เห็นผิวหน้า Cut to	เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน จะเห็นได้ว่า กล้องที่ 1 แหะส่วนมาก ตายไป ส่วนที่เหลือก็มีลักษณะไม่แข็งแรง
63	กล้อง 2 มุมสูง CU. กล้องที่ 2 ให้เห็นผิวหน้า Cut to	กล้องที่ 2 แหะบางส่วนตายไป ที่เหลือก็มีลักษณะไม่แข็งแรง
64	กล้อง 1 มุมสูง CU. กล้องที่ 3 ให้เห็นผิวหน้า Cut to	กล้องที่ 3 แหะไม่ตายและมี ลักษณะแข็งแรงก็ ... จากการทดลองนี้ จะเห็นได้ว่า สารละลายของผงซักฟอก มีผลต่อการเจริญเติบโตของแหะ เพียง ความเข้มข้น 0.001 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ก็สามารถทำให้แหะเจริญเติบโตได้แล้ว

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
65	Tele Cine ภาพยนตร์แสดงให้เห็นพืชน้ำที่เจริญงอกงาม และมีบางส่วนที่ตายไป Cut to	พืชน้ำก็คือสารอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ถ้าพืชน้ำตายพร้อมกันคราวละมาก ๆ ก็จะเป็นอาหารอย่างดีของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์เพิ่มจำนวนมากขึ้น ค่า บี โอ ดี ของน้ำก็จะเพิ่มตามขึ้นด้วย คุณภาพของน้ำก็เลวลง ในที่สุดก็กลายเป็นน้ำเสีย
66	กล้อง 1 CU. Caption โปรดตอบคำถามข้อ 19-21 Cut to	โปรดตอบคำถามข้อ 19 ถึง 21
67	กล้อง 2 CU. Caption 19.สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดน้ำเสีย เกิดจากอะไร () ธรรมชาติ () มนุษย์ Cut to	คำตอบที่ถูกต้องมีดังนี้ ข้อ 19 ตอบว่า มนุษย์
68	กล้อง 1 CU. Caption 20.ในผงซักฟอกมีสารใด	ข้อ 20 ตอบว่า ฟอสฟอรัส

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
	ที่ช่วยให้พืชน้ำเจริญเติบโต () ในโตรเจน () ฟอสฟอรัส Cut to	
69	กล้อง 2 CU. Caption 21.การที่พืชน้ำจำนวนมาก ตายพร้อมกัน ทำให้เกิด ปัญหาน้ำเสียได้เพราะ เหตุใด () เป็นการเพิ่มสาร อินทรีย์ในน้ำ () เป็นการเพิ่มสาร พิษในน้ำ	ข้อ 21 ตอบว่า เป็นการเพิ่ม สารอินทรีย์ในน้ำ นักเรียนตอบถูก ใช่ไหม ค่ะ
70	Cut to Tele Cine ภาพยนตร์แสดงคราบน้ำมัน บนผิวน้ำ Cut to	ต่อไปนี้จะกล่าวถึงสาเหตุอีก ประการหนึ่ง ที่ทำให้เกิดปัญหาน้ำเสีย นั่นก็คือ การมีคราบน้ำมันอยู่บนผิวน้ำ คราบน้ำมันทำให้เกิดปัญหาน้ำเสีย ได้อย่างไร จะเห็นได้จากการทดลอง ต่อไปนี้

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
71	กล้อง 1 CU. การทดลองเพื่อแสดงผลของคราบน้ำมัน ที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย - Fade Out	เราจะทดลองเลี้ยงสาหร่ายชนิดเดียวกัน คงในหลอดทดลอง 2 หลอดนี้ แต่ในหลอดที่ 1 เราจะเติมคราบน้ำมันไว้บนผิวน้ำ แล้วคอยสังเกตผลเมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน
72	Fade In กล้อง 1 CU. ผลการทดลอง Cut to	เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน เราจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า สาหร่ายในหลอดที่ 1 ซึ่งมีคราบน้ำมันอยู่บนผิวน้ำ มีอาการผิดปกติ คือใบร่วงและทรุดโทรม แต่ในหลอดที่ 2 สาหร่ายยังปกติก็แสดงว่าคราบน้ำมันมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย ซึ่งนอกจากสาหร่ายแล้ว คราบน้ำมันก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอื่น ๆ ด้วยที่เป็นดังนี้ก็เพราะ คราบน้ำมันเป็นตัวขัดขวางไม่ให้ออกซิเจนจากอากาศละลายลงไปในน้ำ ทำให้พืชน้ำขาดออกซิเจน ในที่สุดก็ตาย

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
73	กล้อง 2 CU. Caption โปรดตอบคำถามข้อ 22 Cut to	โปรดตอบคำถามข้อ 22
74	กล้อง 1 CU. Caption 22. คราบน้ำมันเป็นเหตุให้ เกิดน้ำเสียได้เพราะ เหตุใด () ละลายน้ำแล้ว เป็นสารพิษ () ชักขวางการละลาย ของออกซิเจนลง ในน้ำ Cut to	คำตอบที่ถูกต้องของข้อ 22 ก็คือ คราบน้ำมันเป็นตัวขัดขวางการ ละลายของออกซิเจนลงในน้ำ ทำให้ น้ำขาดออกซิเจน จึงกลายเป็นน้ำเสีย
75	ภาพยนตร์แสดงการกำจัด น้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม	เราได้พูดถึงถึงเรื่องน้ำเสีย และสาเหตุของการเกิดน้ำเสียมาแล้ว ต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นวิธีการกำจัดน้ำเสีย ที่โรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งดำเนินการอยู่ ที่เห็นอยู่นี้เป็นวิธีการกำจัดน้ำเสียของ

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
	Cut to	โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง เริ่มด้วยการ การพ่นน้ำเสียไว้ในบ่อขนาดใหญ่ ต่อ จากนั้นจึงใช้ใบพัดหมุน เพื่อตีให้ฟอง อากาศลงไปใต้น้ำ เป็นการเพิ่มปริมาณ ออกซิเจน ให้เพียงพอที่จุลินทรีย์จะใช้ เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ สารอินทรีย์ ก็จะลดปริมาณลง ค่า บี โอ ดี ก็ ลดลงด้วย ขั้นตอนต่อไปเป็นการทำให้ตกตะกอน แยกตะกอนไว้ส่วนหนึ่ง สำหรับน้ำที่ใส ก็จะปล่อยทิ้งไป น้ำทั้งส่วนนี้จะมีค่า บี โอ ดี ประมาณ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่านั้น จะเห็นได้ว่า ปัญหาเรื่องน้ำเสีย เป็นสิ่งที่ป้องกันได้ การป้องกันน้ำเสีย เป็นหน้าที่ของประชาชนทุกคน
76	กล้อง 1 CU. Caption โปรดตอบคำถามข้อ 23 และ 24 Cut to	โปรดตอบคำถามข้อ 23 และ 24

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
77	กล้อง 2 CU. Caption 23. โรงงานอุตสาหกรรม กำจัดน้ำเสียโดยวิธีใด () เติมออกซิเจน ให้เพียงพอ () เติมน้ำยาฆ่า เชื้อโรคลงในน้ำ Cut to	คำตอบที่ถูกต้องมีดังนี้ ข้อ 23 ตอบว่า วิธีที่โรงงานอุตสาหกรรมใช้ ในการกำจัดน้ำเสียก็คือ การเติม ออกซิเจนให้เพียงพอ
78	กล้อง 1 CU. Caption 24. การป้องกันน้ำเสีย เป็นหน้าที่ของใคร () สำนักงานคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ () ประชาชนทุกคน Cut to	และข้อ 24 การป้องกันน้ำเสีย เป็นหน้าที่ของประชาชนทุกคน
79	กล้อง 2 CU. Caption ใช้ Caption ที่ใช้ใน ลำดับที่ 3	เท่าที่กล่าวมาทั้งหมดสรุปได้ว่า เราพิจารณาคุณภาพของน้ำได้หลายวิธี

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
	Cut to	ไต่แก่วิธีแรกพิจารณาจากปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ หรือเรียกว่าค่า ดี โอ ถ้า ดี โอ น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตรก็ถือว่าเป็นน้ำเสีย วิธีต่อไปก็คือ พิจารณาจากปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำต้องการ หรือเรียกว่าค่า บี โอ ดี ถ้า บี โอ ดี มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตรก็ถือว่าเป็นน้ำเสีย อีกวิธีหนึ่งพิจารณาจากปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ องค์การอนามัยโลกกำหนดให้ใช้จุลินทรีย์ชื่อ โคลiform เป็นเกณฑ์ และวิธีสุกถ่ายที่จะกล่าวถึงในที่นี้ก็คือ พิจารณาจากปริมาณของสารเคมีบางชนิดที่ละลายอยู่ในน้ำ
80	Tele Cine ภาพยนตร์แสดงแหล่งน้ำที่มีขยะมากมาย	สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาน้ำเสียก็คือ การทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ลงในแหล่งน้ำ ทั้งน้ำทิ้งจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนั้น คราบน้ำมันบนผิวน้ำ ยังเป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำ

ลำดับที่	กล้อง/ภาพ	คำบรรยาย
	Cut to	ให้เกิดปัญหาน้ำเสียได้ควย การป้องกันน้ำเสียเป็นหน้าที่ ของประชาชนทุกคน
81	Tele Cine ภาพยนตร์แสดงแหล่งน้ำ สวยงาม Fade Out	แหล่งน้ำ เป็นประโยชน์สู่ร่วมกัน ของประชาชนส่วนรวม แหล่งน้ำที่สะอาด เป็นต้นกำเนิดของความอุดมสมบูรณ์ ถ้าทุกคนร่วมมือกันอย่างดี ในการ ป้องกันปัญหาเรื่องน้ำเสีย น้ำในแม่น้ำ ลำคลอง น้ำทะเล หาดทราย และ แหล่งน้ำต่าง ๆ ก็จะคงความงดงาม เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวมได้อย่างสมบูรณ์ และยังเป็นสถานที่สำหรับพักผ่อนหย่อนใจ ได้เป็นอย่างดียิ่ง ตลอดไป...
82	Fade In กล้อง 1 CU. Caption สัตว์สี Fade Out	Fade Out กนตรี



คู่มือประกอบการเรียนด้วยรายการโทรทัศน์สำหรับนักเรียน

คู่มือประกอบการเรียน

คำชี้แจง

1. คู่มือนี้ใช้กับรายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรมเรื่องน้ำเสีย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ในคู่มือประกอบคำถามจำนวน 24 ข้อ และตารางบันทึกผลการทดลองจำนวน 2 ตาราง
3. การตอบคำถามให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน () ที่อยู่หน้าคำ หรือข้อความที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้อง โดยแต่ละข้อจะให้เวลาประมาณ 10 วินาที
4. เมื่อตอบคำถามแล้ว ครูหนึ่งจะเฉลยคำตอบให้ทราบทางโทรทัศน์
5. การตอบผิดเป็นเรื่องธรรมดาที่อาจเกิดขึ้นได้ เมื่อนักเรียนตอบผิดจึงไม่ต้องเสียใจ โปรดฟังคำอธิบายเพิ่มเติมจากโทรทัศน์ แล้วทำความเข้าใจเสียใหม่ให้ถูกต้อง
6. ถ้ามีสิ่งใดสงสัย ขอให้ซักถามอาจารย์เสียก่อนเถียวนี้ เพราะถ้าเปิดรายการโทรทัศน์แล้วจะไม่มีเวลาให้ถามได้อีก

1. น้ำที่มีค่า คี โอ น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นน้ำเสียหรือไม่
☐ ใช่
☐ ไม่ใช่
2. ถ้าค่า คี โอ ของน้ำเพิ่มขึ้น แสดงว่าคุณสมบัติของน้ำจะดีขึ้นหรือไม่
☐ ใช่
☐ ไม่ใช่
3. น้ำที่มีค่า บี โอ คี 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือว่าเป็นน้ำเสียหรือไม่
☐ ใช่
☐ ไม่ใช่
4. ถ้าค่า บี โอ คี ของน้ำเพิ่มขึ้น แสดงว่าคุณภาพของน้ำจะดีขึ้นหรือไม่
☐ ใช่
☐ ไม่ใช่
5. การหาค่า บี โอ คี ต้องทดลองในที่มืดหรือไม่
☐ ใช่
☐ ไม่ใช่

ตารางหมายเลข 1 สำหรับบันทึกผลการทดลองเรื่องความต้องการออกซิเจนของยีสต์

หลอดที่	ปริมาณของสารที่เติม (cm ³)			เวลาเริ่มต้น	เวลาที่สีของ เมธิลีนบลู จางหายไป	เวลาที่ใช้ (นาท)
	น้ำนม	น้ำกลั่น	ยีสต์			
1						
2						
3						

6. ในการทดลองนี้เราเติมเมธิลีนบลูเท่ากันทุกหลอด ใช่หรือไม่
 () ใช่
 () ไม่ใช่
7. อาหารของยีสต์ คือน้ำนมหรือสิ่งใด
 () น้ำ
 () น้ํานม
 () เมธิลีนบลู
8. หลอดที่มีความเข้มข้นของน้ําหมมากที่สุดคือหลอดที่ 3 หรือหลอดใด
 () หลอดที่ 1
 () หลอดที่ 2
 () หลอดที่ 3
9. เมธิลีนบลู ทำหน้าที่ใด
 () เป็นอาหารของยีสต์
 () เป็นอินดิเคเตอร์
-
10. ในน้ำที่มีจุลินทรีย์มาก จะมีผลต่อปริมาณของออกซิเจนอย่างไร
 () ปริมาณออกซิเจนจะน้อยลง
 () ปริมาณของออกซิเจนจะมากขึ้น
11. ใช้สิ่งใดในการพิจารณาคุณภาพของน้ำ
 () ปริมาณของออกซิเจนในน้ำ
 () ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำ
-
12. จุลินทรีย์ชนิดใดที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาคุณภาพของน้ำ
 () โคลิฟอร์ม
 () ยีสต์

13. โคโลนี หมายถึงสิ่งใด

- () น้ำที่มีจุลินทรีย์
- () กลุ่มของจุลินทรีย์ที่มองเห็นเป็นจุด

14. ฟอรัมาลิน เกี่ยวข้องกับเรื่องจุลินทรีย์อย่างไร

- () ทำลายจุลินทรีย์ได้
- () เป็นอาหารของจุลินทรีย์

15. น้ำดื่มมาตรฐานอนุญาตให้มีโคลิฟอร์มได้กี่เซลล์ต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

- () 1 เซลล์
- () 10 เซลล์

16. คุณภาพของน้ำอาจพิจารณาจากปริมาณของออกซิเจน ปริมาณของจุลินทรีย์ โคลิฟอร์ม หรือสารเคมีในน้ำก็ได้ ใช่หรือไม่

- () ใช่
- () ไม่ใช่

17. พรอท ตะกั่ว แคดเมียม เป็นสารพิษที่ร่างกายสะสมได้ ใช่หรือไม่

- () ใช่
- () ไม่ใช่

18. โรคมินามาตะ เกิดจากพิษของสารใด

- () พรอท
- () ตะกั่ว

ตารางหมายเลข 2 บันทึกการทดลองเรื่องการเจริญเติบโตของเห่น

ความเข้มข้นของ สารละลายผงซักฟอก	จำนวนเห่น เมื่อเริ่มต้น	ลักษณะของเห่นเมื่อเวลา ผ่านไป 20 วัน
0.1%	10 ตัว	
0.01%	10 ตัว	
0.001%	10 ตัว	

19. ใครเป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดน้ำเสีย
- () ธรรมชาติ
- () มนุษย์
20. ในผงซักฟอกมีสารใดที่ช่วยให้ฟิชน้ำเจริญเติบโต
- () ไนโตรเจน
- () ฟอสฟอรัส
21. ถ้าฟิชน้ำตายพร้อมกันจำนวนมาก จะทำให้เกิดน้ำเสียเพราะเหตุใด
- () เป็นการเพิ่มสารอินทรีย์ในน้ำ
- () เป็นการเพิ่มสารพิษในน้ำ
22. คราบน้ำมันบนผิวน้ำ ทำให้เกิดปัญหาน้ำเสียเพราะอะไร
- () ขัดขวางการละลายของออกซิเจนลงในน้ำ
- () ผสมน้ำแล้วเกิดเป็นสารพิษ
23. โรงงานอุตสาหกรรมกำจัดน้ำเสียโดยใช้วิธีใด
- () เติมน้ำยาฆ่าเชื้อโรคลงในน้ำ
- () เติมออกซิเจนให้เพียงพอ

24. การป้องกันน้ำเสียควรเป็นหน้าที่ของใคร

- () สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
- () ประชาชนทุกคน





คู่มือการใช้รายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรม

เรื่อง น้ำเสีย

รายการโทรทัศน์ชุดนี้ผลิตขึ้นในลักษณะของบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง มีเนื้อหาครอบคลุมเรื่องน้ำเสีย ของวิชา ว 306 ประกอบด้วย

1. เทปโทรทัศน์แบบ VHS ซึ่งบันทึกรายการโทรทัศน์ประกอบการสอนแบบโปรแกรมเรื่องน้ำเสียเอาไว้ โดยมีความยาวประมาณ 35 นาที
2. คู่มือประกอบการเรียนด้วยรายการโทรทัศน์สำหรับนักเรียน
3. คู่มือแนะนำการใช้รายการโทรทัศน์สำหรับครู

คำแนะนำสำหรับการใช้รายการโทรทัศน์

ผู้ที่นำรายการโทรทัศน์นี้ไปใช้ ควรดูรายการนี้อย่างน้อย 1 ครั้งก่อนนำไปใช้จริง และเมื่อนำรายการนี้ไปใช้ ควรปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. แจกคู่มือประกอบการเรียนให้นักเรียนคนละ 1 ชุด แล้วทำความเข้าใจกับนักเรียนว่า ในระหว่างที่นักเรียนดูรายการโทรทัศน์ นักเรียนต้องปฏิบัติตามคำแนะนำจากรายการโทรทัศน์โดยเคร่งครัด ซึ่งส่วนมากก็ได้แก่ การให้ตอบคำถามหรือบันทึกผลการทดลอง โดยให้นักเรียนตอบ หรือบันทึกลงในคู่มือได้ทันที

สำหรับการตอบคำถาม ควรแนะนำแก่นักเรียนว่า คำถามแต่ละข้อจะมีเวลาให้ตอบประมาณข้อละ 10 วินาที ฉะนั้นนักเรียนต้องตัดสินใจตอบอย่างรวดเร็ว การตอบผิดไม่ใช่เป็นเรื่องเสียหายอะไร เพราะเมื่อตอบคำถามเสร็จแล้ว ก็จะเฉลยคำตอบให้ทราบในทันที พร้อมทั้งมีคำอธิบายเพิ่มเติมให้ด้วย

นอกจากนั้น ควรจะบอกนักเรียนล่วงหน้าด้วยว่า จะทำการทดสอบเมื่อจบรายการโทรทัศน์

2. ต้องดูแลให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ของรายการโทรทัศน์โดยเคร่งครัด

3. กำชับกับนักเรียนอีกครั้งหนึ่งว่า เมื่อเริ่มเปิดรายการโทรทัศน์แล้ว ห้ามพูดคุย หรือซักถามใดก็ได้ทั้งสิ้น เพราะการกระทำดังกล่าวจะทำให้ผลาญขั้นตอนของรายการโทรทัศน์ไป

4. ครูควรนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการอภิปรายเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ทั้งทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรมและการขนส่ง ทำให้เกิดการพัฒนาและเปลี่ยนแปลง ทั้งทางด้านสังคมและเศรษฐกิจ แต่การพัฒนาดังกล่าวกลับมีผลกระทบต่อภาวะแวดล้อม โดยมุ่งประเด็นที่แหล่งน้ำ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยว่า น้ำเสียคืออะไร จากนั้นจึงเปิดรายการโทรทัศน์ให้นักเรียนดู

5. เมื่อนักเรียนดูรายการโทรทัศน์จบแล้ว แจกแบบทดสอบให้นักเรียนตอบทันที โดยให้เวลาครึ่งชั่วโมง

6. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัย หรือต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องน้ำเสีย หรือเกี่ยวกับพิษของสารเคมี ครูควรให้ความกระจ่างแก่นักเรียน โดยอาจใช้รายละเอียดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในคู่มือนี้

น้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่เสื่อมคุณภาพ หรือมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมจนทำให้เกิดผลเสียต่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ น้ำเสียแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. น้ำเสียที่เกิดจากการมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่ เช่น น้ำเสียจากโรงงานน้ำตาล จากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง หรือจากอาคารบ้านเรือน

2. น้ำเสียที่เกิดจากการมีสารอนินทรีย์ปะปนอยู่ เช่น น้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะ โรงงานย้อมผ้า หรือโรงงานผลิตสารเคมี

นอกจากนั้นแล้ว ยังอาจจำแนกน้ำเสียได้ดังนี้

1. น้ำเสียเพราะมีแบคทีเรีย ไวรัส หรือจุลินทรีย์อื่น ๆ เจือปนอยู่ อันเป็นเหตุให้เกิดโรคติดต่อทางน้ำ

2. น้ำเสียเพราะมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่ เป็นเหตุให้ต้องใช้ออกซิเจนในการย่อยสลาย ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงหรือหมดไป

3. น้ำเสียเพราะมีสารอาหารที่พืชต้องการปะปนอยู่ เช่น พวกไนโตรเจน ฟอสเฟต ทำให้พืชน้ำ โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวเจริญงอกงามรวดเร็วเกินไปจนเป็นเหตุให้เกิดน้ำเสีย

4. น้ำเสียเพราะมีไขมันปะปนอยู่ ไขมันจะเคลือบผิวน้ำ ทำให้ออกซิเจนละลายลงไปในน้ำไม่ได้

5. น้ำเสียเพราะมีสารที่เป็นพิษปะปนอยู่ โดยเฉพาะพวกโลหะหนักที่เป็นพิษ เช่น ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม รวมทั้งยาฆ่าแมลง และยากำจัดวัชพืชต่าง ๆ

6. น้ำที่มีสารกัมมันตรังสีปะปนอยู่

7. น้ำที่มีอุณหภูมิสูงเกิน 40°C การที่อุณหภูมิสูง ทำให้ออกซิเจนละลายไปในน้ำได้น้อย

สาเหตุของการเกิดน้ำเสีย

1. เกิดจากธรรมชาติ ได้แก่ การที่ฝนตกแล้วชะล้างสารเคมีต่าง ๆ ให้ละลายปนไปกับน้ำ เป็นเหตุให้เกิดน้ำเสียได้

2. เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น น้ำเสียจากแหล่งชุมชน น้ำเสียจากการเกษตรกรรม น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ เป็นต้น

ความเสียหายที่เกิดจากน้ำเสีย

น้ำเสียก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนี้

1. การดำรงชีวิตของประชาชน เพราะถ้าแหล่งน้ำที่ประชาชนจะต้องใช้ ประโยชน์เกิดการเน่าเสียแล้ว ย่อมจะเกิดความเดือดร้อนอย่างแน่นอน

2. การสาธารณสุข เนื่องจากน้ำเสียเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน โดยเฉพาะน้ำเสียที่มีแบคทีเรียและสารพิษปะปนอยู่ ถ้าประชาชนใช้อาบหรือดื่ม ก็จะทำให้เกิดโรคติดต่อทางน้ำได้หลายชนิด เช่น บิด อหิวาต์ ไทฟอยด์ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาจมีสารพิษปนอยู่ในน้ำ สารพิษต่าง ๆ จะสะสมอยู่ในสัตว์น้ำ ผู้ที่ใช้น้ำต่าง ๆ เป็นอาหารก็จะได้รับสารพิษด้วย ในที่สุดก็จะเกิดอันตราย เช่น โรคพิษปรอท (Minamata Disease) โรคพิษแคดเมียม (Itai-itai Disease) ที่เกิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่น

3. การเกษตรกรรม น้ำเสียมักมีคุณภาพไม่เหมาะต่อการเกษตรกรรม เช่น เป็นกรด-เบสมากเกินไป

4. การประมง น้ำเสียเป็นเหตุให้สัตว์น้ำต่าง ๆ ลดจำนวนลง

5. การอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ต้องการใช้น้ำที่มีคุณภาพดี จึงจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง

6. การประปา การประปาส่วนใหญ่อาศัยน้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน เช่น แม่น้ำลำคลอง ถ้าเกิดปัญหาน้ำเสีย ย่อมเป็นอุปสรรคต่อการประปาอย่างแน่นอน

7. การปศุสัตว์ สัตว์เลี้ยงต้องอาศัยน้ำเพื่อการดำรงชีวิต ถ้าเกิดปัญหาน้ำเสีย การปศุสัตว์ก็จะได้รับความเดือดร้อน

8. การสันทนาการ แหล่งน้ำเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ ถ้าเกิดปัญหาน้ำเสีย ก็ไม่อาจให้ประโยชน์ในเรื่องนี้ได้

ระบบการกำจัดน้ำเสีย

การกำจัดน้ำเสียมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำให้น้ำเสียมีสภาพกลับเหมือนน้ำตามธรรมชาติให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งมีวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1. ขบวนการทางฟิสิกส์ ได้แก่ การตกตะกอน การกรอง การกวาด เพื่อแยกสิ่งเจือปนที่หยาบออกจากน้ำ

2. ขบวนการทางเคมี น้ำทิ้งจากโรงงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีจะมีสารเคมีเจือปนอยู่ แม้จะมีปริมาณเล็กน้อย แต่ก็จะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ และยังทำให้สี กลิ่น รส ของน้ำเปลี่ยนไปด้วย ซึ่งต้องกำจัดด้วยวิธีทางเคมี เช่น ใช้ขบวนการ Neutralization (ทำให้เป็นกลาง) Precipitation (การตกตะกอน)

3. ขบวนการทางฟิสิกส์เคมี ใช้ Activated Carbon ไปดูดซับสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำ

Activated Carbon เป็นถ่านที่ผลิตขึ้นจากถ่านไม้ธรรมชาติ โดยขบวนการทางเคมี ถ่านกักเก็บจะมีรูพรุนอยู่ทั่วไป จึงดูดซับสารเคมีต่าง ๆ ได้ และยังฟอกสีและกลิ่นได้ด้วย

อันตรายจากตะกั่ว

ตะกั่วเป็นโลหะชนิดหนึ่ง มีสีน้ำเงินปนเทา อ่อน หลอมเหลวหรือดัดแปลงให้มีรูปร่างต่าง ๆ ได้ตามต้องการ และกลายเป็นไอได้ที่อุณหภูมิสูง ๆ ตะกั่วอาจเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง เช่น ทางปาก ทางจมูก และทางผิวหนัง สารประกอบของตะกั่วแบ่งเป็น 2 พวก คือ

1. สารประกอบอินทรีย์ของตะกั่ว
2. สารประกอบอนินทรีย์ของตะกั่ว

อาการแพ้พิษตะกั่ว

การแพ้พิษตะกั่วอนินทรีย์

1. ชนิดเฉียบพลัน ในปากจะรู้สึกมีรสของโลหะ คอแห้ง กระจายน้ำปวกแสบปวดร้อนในท้องอย่างรุนแรง คลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง มีอาการทางประสาท กล้ามเนื้ออ่อนเพลีย อาจถึงตายได้ใน 1 ถึง 2 วัน

2. ชนิคเรื้อรัง เกิดจากการที่ผู้ป่วยได้รับสารตะกั่วที่สะสมแล้วสะสมอยู่ในร่างกาย ทำให้เกิดอาการอ่อนเพลีย เหนื่อย เบื่ออาหาร น้ำหนักลด ท้องผูก กระสับกระส่าย อาเจียน พบเส้นตะกั่วสีดำนที่เหงือก

การแพ้พิษตะกั่วอันตราย

1. ชนิคเฉียบพลัน ส่วนมากจะพบอาการทางประสาท เช่น หงุดหงิด นอนไม่หลับ คลุ้มคลั่ง บ้าคลั่ง เกิดความคิดสับสน และวิตกกังวล เพราะสมองถูกทำลาย ในที่สุดอาจถึงตายด้วย

2. ชนิคเรื้อรัง พบทั้งอาการทางประสาท และอาการทางระบบทางเดินอาหาร เช่น นอนไม่หลับ เบื่ออาหาร น้ำหนักลด คลื่นไส้ในท้องเช้า ปวดศีรษะ คอพรวด อาการที่เด่นชัดเป็นอาการทางจิตใจ ถ้ามีอาการรุนแรงจะรู้สึกหงุดหงิด ผันร้าย เกิดภาพหลอน หรือสัญญาเวปปลาต หลงผิดคิดว่าตัวเป็นผู้ยิ่งใหญ่ มีอำนาจผิดสามัญชน อาจมีอาการคลุ้มคลั่ง ชัก และตาย ผู้ป่วยเรื้อรังนี้ถ้าไม่ชักตาย ก็มักจะฆ่าตัวตายเพราะถูกรบกวนทางสมองมาก

อันตรายจากปรอท

ปรอทเป็นโลหะสีขาวคล้ายเงิน เป็นของเหลวในอุณหภูมิปกติ สามารถทำให้เป็นของแข็งได้แค่เปราะ ระเหยเป็นไอได้ในอุณหภูมิปกติ เป็นสารที่ทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้ง่าย

ปรอทเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง ได้แก่

1. ทางจมูก โดยสูดหรือหายใจเอาผงหรือไอของปรอทเข้าไปในปอด ส่วนใหญ่จะตกค้างที่บริเวณจมูกและทำอันตรายแก่กระดูกอ่อนที่กั้นระหว่างจมูก
2. ทางปาก โดยการรับประทานปรอทที่ปนอยู่กับอาหาร หรือน้ำดื่ม
3. ทางผิวหนัง คนงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับปรอท จะได้รับฝุ่นหรือไอระเหยของปรอท จะเกิดปฏิกิริยาต่อผิวหนัง ทำให้เกิดการระคายเคือง และทำให้เกิดโรคผิวหนังได้

อาการของการแพ้พิษปรอท

1. ชนิดเฉียบพลัน จะเกิดอันตรายถึงชีวิตเพียงได้รับปริมาณ 0.001 กรัม ก็อาจตายได้ . อาการที่เกิดจากกินปรอทเข้าไป 10 นาทีจะอาเจียน เพราะร่างกายต้องการขับปรอทออกจากร่างกาย ทำให้ปากแดง แดง ไหม้ อักเสบ อาจมีเนื้อหลุดออกมาเป็นชิ้น ๆ มีเลือดออก ปวดท้องอย่างรุนแรง เพราะปรอททกัระบบทางเดินอาหาร **อุจจาระเป็นเลือด** เป็นลมสลบเพราะเสียเลือดมาก และตายในที่สุด
2. ชนิดเรื้อรัง อาการคล้ายชนิดเฉียบพลัน แต่ไม่รุนแรงนัก ทำให้ อวัยวะต่าง ๆ เกิดอาการอักเสบ





ค่าสถิติของการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ค่า P_L , P_H , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องน้ำเสีย

ข้อที่	P_L	P_H	p	r	Δ
1	.24	.90	.59	.66	12.1
2	.31	.86	.60	.56	12.0
3	.04	.83	.39	.79	14.1
4	.31	.72	.52	.41	12.8
5	.14	.83	.48	.67	13.2
6	.34	.69	.52	.35	12.8
7	.31	.79	.56	.48	12.4
8	.45	.93	.72	.57	10.7
9	.38	.93	.69	.61	11.1
10	.48	.86	.68	.43	11.1
11	.69	.97	.86	.51	8.8
12	.35	.97	.71	.72	10.7
13	.41	.93	.70	.59	10.9
14	.20	.66	.42	.47	13.8
15	.28	.79	.54	.51	12.6
16	.17	.66	.40	.50	14.0
17	.28	.90	.61	.63	11.8
18	.69	.97	.86	.51	8.8

ข้อที่	P _L	P _H	P	r	△
19	.21	.69	.44	.48	13.6
20	.37	.72	.55	.36	12.5
21	.24	.45	.34	.23	14.6
22	.38	1.00	.76	.77	10.2
23	.83	.93	.88	.21	8.2
24	.17	.52	.34	.39	14.7
25	.41	.86	.65	.49	11.5

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณได้จากสูตรของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน

ที่ 21 (Kuder Richardson, Formular KR-21)

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\bar{X}(K-\bar{X})}{KS_t^2} \right] \\
 &= \frac{25}{24} \left[1 - \frac{13.56(25-13.56)}{25 \times 25.31} \right] \\
 &= 1.042 \left(1 - \frac{155.13}{632.75} \right) \\
 &= 1.042(1 - 0.2452) \\
 &= 1.042 \times 0.7548 \\
 &= 0.7865 \\
 &= 0.79
 \end{aligned}$$

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วตอบลงในกระดาษคำตอบ

1. จากการทดลองเรื่องความต้องการออกซิเจนของยีสต์ อาหารของยีสต์คืออะไร
 - ก. น้ำ
 - ข. นํ้านม
 - ค. เมธิลีนบลู
 - ง. เศษขยะในน้ำ
2. การเปลี่ยนสีของเมธิลีนบลู มีความสัมพันธ์กับสิ่งใดมากที่สุด
 - ก. ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำ
 - ข. ปริมาณของจุลินทรีย์ในน้ำ
 - ค. ปริมาณของนํ้านมที่เติมลงไป
 - ง. ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ
3. เมธิลีนบลู ทำหน้าที่ใด
 - ก. เป็นตัวทำละลาย
 - ข. เป็นอินดิเคเตอร์
 - ค. เป็นอาหารของยีสต์
 - ง. เป็นตัวเร่งให้การทดลองได้ผลเร็ว
4. การที่สีของเมธิลีนบลูจางลงจนหมดไป หมายความว่าอย่างไร
 - ก. ออกซิเจนลดลงและหมดไป
 - ข. จำนวนยีสต์ลดลงและหมดไป
 - ค. สารอาหารลดน้อยลงและหมดไป
 - ง. ความเป็นกรดค่อย ๆ ลดลงและหมดไป
5. อะไรเป็นสาเหตุให้ออกซิเจนในน้ำลดลง
 - ก. ระเหยไป
 - ข. ทำปฏิกิริยากับนํ้านม
 - ค. เมธิลีนบลูลงไปแทนที่
 - ง. ยีสต์ใช้ไปในการหายใจ

6. การตายของจุลินทรีย์ในน้ำ เกี่ยวข้องกับคุณภาพของน้ำอย่างไร
 - ก. คุณภาพของน้ำเริ่มดีขึ้น
 - ข. คุณภาพของน้ำเริ่มเลวลง
 - ค. คุณภาพของน้ำยังคงเดิม
 - ง. ยังไม่มีข้อสรุปในเรื่องนี้
7. การพิจารณาคุณภาพของน้ำ เริ่มพิจารณาจากสิ่งใดก่อน
 - ก. ตะกอนในน้ำ
 - ข. สารอินทรีย์ในน้ำ
 - ค. ปริมาณออกซิเจนในน้ำ
 - ง. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ
8. ค่า บี โอ ของน้ำ หมายถึงสิ่งใด
 - ก. ปริมาณของจุลินทรีย์ในน้ำ
 - ข. ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำ
 - ค. ปริมาณของสารตกตะกอนในน้ำ
 - ง. ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ
9. ถ้าค่า บี โอ ของน้ำเพิ่มขึ้น จะเกี่ยวข้องกับคุณภาพของน้ำอย่างไร
 - ก. คุณภาพของน้ำจะดีขึ้น
 - ข. คุณภาพของน้ำจะเลวลง
 - ค. คุณภาพของน้ำคงเดิม แต่จำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น
 - ง. คุณภาพของน้ำเลวลง และจำนวนจุลินทรีย์ลดลง
10. ถ้าค่า บี โอ คี ของน้ำเพิ่มขึ้นจะเกี่ยวข้องกับคุณภาพของน้ำอย่างไร
 - ก. คุณภาพของน้ำจะดีขึ้น
 - ข. คุณภาพของน้ำจะเลวลง
 - ค. ยังไม่มีข้อสรุปในเรื่องนี้
 - ง. ไม่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของน้ำ

11. การที่ค่า บี โอ คี ของน้ำเพิ่มขึ้นมีสาเหตุมาจากสิ่งใด
 - ก. มีสารอินทรีย์ในน้ำเพิ่มขึ้น
 - ข. มีสารแขวนลอยในน้ำเพิ่มขึ้น
 - ค. จำนวนจุลินทรีย์ในน้ำมีมากขึ้น
 - ง. ปริมาณของออกซิเจนในน้ำมีมากขึ้น
12. การทดลองเพื่อหาค่า บี โอ คี ของน้ำ ต้องทำการทดลองในสภาวะใด
 - ก. ในที่ที่มีแสงแดดเป็นเวลา 5 วัน
 - ข. ในที่มืดสนิทเป็นเวลา 5 วัน
 - ค. ในแสงสว่างของหลอดไฟฟ้าเป็นเวลา 5 วัน
 - ง. ภายใต้อ่างดูดทรายไวโอเล็ตเป็นเวลา 5 วัน
13. เหตุใดการทดลองเพื่อหาค่า บี โอ คี จึงต้องทดลองในที่มืด
 - ก. เพื่อให้ได้ผลเร็ว
 - ข. เพื่อให้รู้ผลที่แน่นอน
 - ค. แสงสว่างเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์
 - ง. ป้องกันการเกิดออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำสีเขียว
14. ปัจจุบันมีแนวโน้มว่าค่า บี โอ คี ของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาจะสูงขึ้น เป็นเพราะเหตุใด
 - ก. มีเรือแล่นมาก
 - ข. น้ำไหลแรงขึ้น
 - ค. มีจุลินทรีย์ในน้ำมากขึ้น
 - ง. มีน้ำเค็มจากทะเลเข้ามาผสม
15. ข้อใดจัดว่าเป็นน้ำเสียตามเกณฑ์ของค่า บี โอ คี
 - ก. บี โอ คี น้อยกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร
 - ข. บี โอ คี เท่ากับ 3 มิลลิกรัม/ลิตร
 - ค. บี โอ คี มากกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร
 - ง. เป็นน้ำเสียทุกข้อ

16. ซัลโคเป็นน้ำเสียตามเกณฑ์ของค่า บี โอ ดี
- ก. บี โอ ดี น้อยกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร
 - ข. บี โอ ดี เท่ากับ 100 มิลลิกรัม/ลิตร
 - ค. บี โอ ดี มากกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร
 - ง. เป็นน้ำเสียทุกข้อ
17. จุลินทรีย์ชนิดใดที่ใช้เป็น เกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพของน้ำได้ก๊วย
- ก. ยีสต์
 - ข. ไวรัส
 - ค. โคลิฟอร์ม
 - ง. เชื้อราบางชนิด
18. "โคลิไดน์" หมายถึงสิ่งใด
- ก. กลุ่มของสารอินทรีย์ในน้ำ
 - ข. กลุ่มของก๊าซในน้ำ
 - ค. สารเคมีที่รวมกันเป็นกลุ่มในน้ำ
 - ง. จุลินทรีย์ที่เพิ่มจำนวนขึ้นจนมองเห็นเป็นจุดอยู่บนจานเพาะเชื้อ
19. สารชนิดใดบ้างที่ร่างกายจะสะสมไว้ได้จนกระทั่งเป็นอันตราย
- ก. ตะกั่ว
 - ข.ปรอท
 - ค. แคดเมียม
 - ง. ถูกทุกข้อ
20. โรคมินามาตะ เกิดจากพิษของสารใด
- ก. ปรอท
 - ข. ตะกั่ว
 - ค. แคดเมียม
 - ง. แมงกานีส

21. ในผงซักฟอกมีสารใดที่ช่วยในการเจริญเติบโตของพืชน้ำ
- ก. ไนโตรเจน
 - ข. ฟอสเฟต
 - ค. โพแทสเซียม
 - ง. แมกนีเซียม
22. พืชน้ำจำพวกสาหร่ายมีประโยชน์ต่อคุณภาพของน้ำในเรื่องใด
- ก. เพิ่มปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำ
 - ข. ทำลายจุลินทรีย์ได้บางชนิด
 - ค. เพิ่มปริมาณของออกซิเจนเมื่อมีการสังเคราะห์แสง
 - ง. เพิ่มความสวยงามให้แหล่งน้ำ
23. พืชน้ำจะเจริญงอกงามได้ดีเมื่อสารละลายของผงซักฟอกมีความเข้มข้นเท่าไร
- ก. 1 เปอร์เซ็นต์
 - ข. 0.1 เปอร์เซ็นต์
 - ค. 0.01 เปอร์เซ็นต์
 - ง. 0.001 เปอร์เซ็นต์
24. โรงงานอุตสาหกรรมใช้วิธีใดในการกำจัดน้ำเสีย
- ก. ต้มน้ำให้เดือดก่อนทิ้ง
 - ข. เติมออกซิเจนจนเพียงพอ
 - ค. ใส่น้ำยาฆ่าเชื้อโรคก่อนทิ้ง
 - ง. ฝังทุกข้อ
25. คราบน้ำมันทำให้เกิดน้ำเสียได้เพราะเหตุใด
- ก. ทำให้น้ำขุ่น
 - ข. แสงสว่างผ่านลงไปในน้ำไม่ได้
 - ค. เป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ในน้ำ
 - ง. ชักขวางการละลายของออกซิเจนลงในน้ำ