

5.3

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

ปริญญานิพนธ์

ของ

เชาวนี อยะวงค์

11 ก.ค. 2526
สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921575, 3915058

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประธานนิคม

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กุมภาพันธ์ 2526

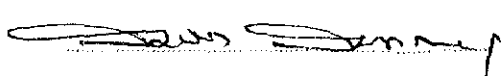
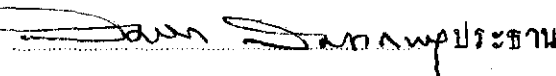
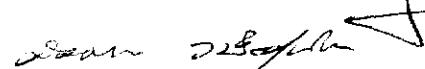
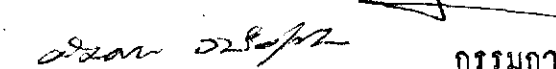
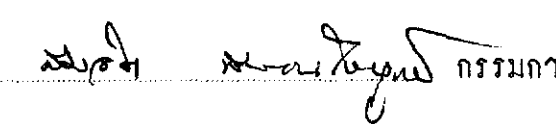
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

152063

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบใต้พิจารณาปัญหานี้นับ
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

	ประธาน		ประธาน
	กรรมการ		กรรมการ
			กรรมการ

ปริญญาพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประธานมิตร ผู้วิจัยซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับชอคิดเห็น คำแนะนำ และความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง
จาก รองศาสตราจารย์สมจิต คุ้มคณพันธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมสร วงษ์น้อย
และอาจารย์สมจิต สวชนไพบูลย์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ปรีชา ชูวงศ์ศิริ อาจารย์เตือนใจ ทองสำริด
ดร.สุติมา ศรีสมุทร อาจารย์สมจิต สวชนไพบูลย์ ที่ได้ตรวจพิจารณาแก้ไขแบบเรียน
สำเร็จรูป และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมณฑา พรหมบุญ อาจารย์พงษ์เทพ
บุญศรีโรจน์ อาจารย์มาลี นิมเสมอ ที่ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ขอขอบคุณ อาจารย์ปัทมา สมพงษ์ อาจารย์เบญจา ชันไพบูลย์
อาจารย์อัฐวดี โสมที อาจารย์นิรมล แจ่มจำรัส และอาจารย์รัช พรหมปัทมะ
ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีโดยตลอด

ขอขอบใจศิษย์เก่า ศิษย์ปัจจุบันทุกคนที่มีส่วนช่วยให้การเก็บและวิเคราะห์
ข้อมูลเป็นไปอย่างสมบูรณ์ดียิ่ง

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ
ของ บิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่านของผู้วิจัย

เชาวนี อะยะวงศ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายการศึกษาคนควา	5
ความสำคัญของการคนควา	5
ขอบเขตของการศึกษา	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้อง	8
เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	8
งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	18
เอกสารเกี่ยวกับแบบเรียนสำเร็จรูป	26
งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป	34
สมมติฐานในการศึกษาคนควา	40
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นควา	41
กลุ่มตัวอย่าง	41
แบบแผนของการทดลอง	41
วิธีดำเนินการทดลอง	42
เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	43
ทักษะที่ใช้ในการทดลอง	44
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	44
วิธีการและสถิติที่ใช้ในการทดลอง	47

4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	50
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	57
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	57
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	57
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	57
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	59
	อภิปรายผล	60
	ข้อเสนอแนะ	62
	บรรณานุกรม	64
	ภาคผนวก	73

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนของการทดลอง	41
2	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	51
3	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะการบันทึก และทักษะการจัด กระทำข้อมูล	52
4	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ...	53
5	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน	54
6	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะการออกแบบการทดลอง ...	55
7	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะ การแปลความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	56
8	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์...	249
9	แสดงค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	250

ภูมิหลัง

วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งในด้านพัฒนาการทางปัญญาและสภาวะความเป็นอยู่ ปัจจุบันมนุษย์ต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากที่สุดไม่ว่าจะเป็นการปฏิบัติภารกิจใด ๆ ในชีวิตประจำวัน วิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งเป็นผลผลิตจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดประโยชน์แก่มนุษย์มากมายทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต อย่างไม่มีที่สิ้นสุด นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังเป็นวิชาที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งนี้เพราะวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่จะปรับปรุงคุณภาพทางการกินคืออยู่ดีเท่านั้น แต่วิทยาศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้มีระเบียบ มีเหตุผล ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

เนื่องจากวิชาวิทยาศาสตร์มีความสำคัญเป็นอย่างมากนี้เอง ดังนั้นวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงมุ่งเน้นด้านการพัฒนาตัวผู้เรียน มากกว่าการถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียน ดังที่ ยูเนสโก (UNESCO) ได้ระบุวัตถุประสงค์การสอนวิทยาศาสตร์ไว้ในหนังสือองค์ประกอบพื้นฐานการศึกษาศาสตร์ (Science in Basic Functional Education) ดังนี้คือ ควรมุ่งพัฒนาความสามารถ ความสนใจ ความรู้สึกมั่นใจตนเองให้แก่ผู้เรียน และเตรียมผู้เรียนให้รู้จักเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างไม่มีวันจบสิ้น เพื่อจะได้นำความรู้ไปใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ (สุนันท์ สังข์ทอง 2523 : 337)

สมัยก่อนนั้นเข้าใจกันว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ในเนื้อหาแต่เพียงอย่างเดียว การจัดการเรียนการสอนจึงมุ่งให้นักเรียนเรียนรู้เฉพาะเนื้อหาวิชาตามที่หลักสูตรกำหนดไว้เท่านั้น ไม่มีการฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะ และความสามารถในการทำงานโดย

อาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (จ๋านงค์ พรายแถมแซ 2516 : 5) แต่ความหมายของวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงมิได้มุ่งเฉพาะตัวเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าแล้วเรียบเรียงไว้อย่างมีระเบียบเท่านั้น แต่ยังมีความหมายครอบคลุมไปถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย ทั้งนี้การสอนวิทยาศาสตร์ที่พึงควรให้ผู้เรียนได้รับทั้งผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ (เนื้อหาความรู้) และควรปลูกฝังกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนไปด้วยในเวลาเดียวกัน (นিকা สะเพียรชัย และคณะ 2521 :

7 - 8)

การปลูกฝังกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะต้องฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่จะทำให้บุคคลนั้นแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้อยู่เสมอ (พจน์ สะเพียรชัย 2517 : 49) ซึ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนนี้ นอกจากจะเป็นประโยชน์ในการใช้แก้ปัญหา และแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องอื่น ๆ ได้อีก

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในปัจจุบัน ใช้วิธีการสอนแผนใหม่ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับวิชาชีววิทยา ในแบบเรียนชีววิทยาเล่มที่หนึ่ง บทที่หนึ่ง ได้สอดแทรกการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ในชื่อเรื่องว่า "เราเรียนชีววิทยากันอย่างไร" โดยเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ขั้นตอนของความคิดด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process) อันเริ่มตั้งแต่ การสังเกต การตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน และการออกแบบการทดลอง แต่เรื่องนี้เมื่อทางสมาคมวิทยาศาสตร์ได้จัดสัมมนาครูผู้สอนชีววิทยาทั่วประเทศขึ้นปรากฏว่าครูผู้สอนส่วนใหญ่ยังมีปัญหาอีกหลายประการ ดังนี้

1. ครูไม่เข้าใจความหมายของ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี การตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน
2. ในการทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองนอกเหนือจากสมมติฐาน

ที่ได้ทิ้งไว้ เพื่อหาข้อสรุป

3. แบบฟอร์มการตั้งปัญหา และสมมติฐาน กับภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ไม่ตรงกัน

4. สอนอย่างไรนักเรียนจึงจะมีทักษะในการตั้งปัญหา และสมมติฐาน
(สมาคมครูวิทยาศาสตร์ สาขาคูวิทยาศาสตร์ 2524 : 17)

สภาพปัญหาการเรียนการสอนอีกประการหนึ่งก็คือ ในปัจจุบันครูหนึ่งคนต้องสอนนักเรียนในชั้นประมาณ 30 กว่าคนขึ้นไป การที่ครูคนเดียวจะสอนนักเรียนแต่ละคนให้ได้ผลก็ตามต้องการนั้นเป็นสิ่งที่ยากมาก ทุกคนก็มีความสามารถ ความคิดอ่านไม่เหมือนกัน ไม่สามารถเข้าใจบทเรียนหนึ่ง ๆ ได้ในเวลาเท่ากัน เด็กบางคนเข้าใจบทเรียนทันทีที่ครูอธิบายครั้งแรก แต่บางคนอาจไม่เข้าใจบทเรียนนั้นเลย แม้ว่าครูจะอธิบายซ้ำหลายหน ทำให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องนำเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ และปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (นิยม ทองอุดม 2520 : คำนำ)

เทคโนโลยีทางการศึกษาที่ถูกนำมาใช้กันมากเพื่อตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ความพร้อม และการใช้เวลาเพื่อการศึกษา ก็คือ กระบวนการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ (Individualized Instruction) เป็นกระบวนการที่สามารถจะช่วยให้เด็กที่เรียนช้า บรรลุถึงวัตถุประสงค์ หรือประสบความสำเร็จในการเรียนได้เช่นเดียวกับเด็กที่เรียนเร็ว และเด็กที่เรียนช้าจะมีกำลังใจเรียน ในขณะที่เดียวกันเด็กที่เรียนเร็วจะไม่รู้สึกเบื่อหน่าย เพราะเด็กเรียนช้าจะไม่มีโอกาสแสดงความเจริญของเขา (ลัทธิวัลย์ กันหลูวรรณ 2518 : 34) ส่วนความแตกต่างของการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคลและการสอนโดยใช้ครูผู้สอนแบบธรรมดาในชั้นเรียนทั่วไป มีดังนี้

1. แตกต่างกันในเรื่องจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน แบบใช้ครูผู้สอนแบบธรรมดา เน้นความรู้ ความจำ ความเข้าใจ
 2. การสอนเอกัตบุคคล เน้นพัฒนาการส่วนบุคคล
 3. การสอนเอกัตบุคคล เน้นในเรื่องวิธีหรือกระบวนการเรียนเป็นพิเศษ
- (ไชยยศ เรืองสุวรรณ 2522 : 138)

ชุดการเรียนด้วยตนเอง คือ ชุดการเรียนสำหรับผู้เรียนได้เรียนตามเอกัตภาพ

(Individualized Learning Package or Self Instruction Package)

เป็นชุดการเรียนที่จัดไว้สำหรับผู้เรียนโดยเฉพาะ ผู้เรียนจะดำเนินการเรียนจากคำแนะนำที่จะปรากฏอยู่ในชุดการเรียนนั้น โดยศึกษาไปตามลำดับขั้นตอนด้วยตนเอง เมื่อศึกษาจบแล้วก็จะทำแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบ เมื่อผ่านแบบทดสอบชุดแรกแล้วก็เรียนในชุดต่อไปตามลำดับ และถ้ามีปัญหาระหว่างที่กำลังศึกษาอยู่ ผู้เรียนจะปรึกษากันได้ หรือปรึกษาครูผู้สอนที่ประจำอยู่ซึ่งจะให้ความช่วยเหลือทันที (สุนันท์ ปัทมาคม 2519 : 18)

เอน นาวาซ และ เอส เอ แทนเวียร์ (Nawaz and Tanveer.

1977 : 22) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนด้วยตนเองไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนสามารถเรียน ช้า หรือ เร็ว ได้ตามสมรรถภาพของตน
2. ผู้เรียนได้เรียนตามแบบ (style) การเรียนของตนเอง
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาความรู้เพิ่มเติม
4. เป็นการเรียนที่ยืดหยุ่น เปลี่ยนแปลงให้เข้ากับสภาพสังคมได้ดี
5. ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันตลอดเวลา
6. ผู้เรียนแต่ละคนมีโอกาสดำเนินการเรียนของตนจนเป็นที่พอใจ

ทั้งกล่าวมาแล้วว่าปัญหาการเรียนการสอนด้วยครูผู้สอนในปัจจุบันยังมีอยู่มากมาย อาทิเช่น ในเรื่องจำนวนครูที่ไม่ได้สัดส่วนพอเหมาะกับจำนวนนักเรียนทำให้ครูดูแลการเรียนการสอนไม่ทั่วถึง ผู้เรียนไม่ได้รับผลการเรียนสมบูรณ์เท่าที่ควร หรือในเรื่องที่ครูผู้สอนเน้นเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากเกินไป และละเลยการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการเสาะแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทั้งนี้เพราะครูผู้สอนขาดความเข้าใจในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบกับมีปัญหาในเรื่องวิธีการสอนด้วยว่า จะสอนอย่างไรจึงจะเกิดทักษะการตั้งปัญหา ทักษะการตั้งสมมติ และทักษะการออกแบบการทดลอง เป็นต้น ปัญหาทั้งหมดนี้ ผู้วิจัยคิดว่า ด้วยคุณลักษณะของชุดการเรียนด้วยตนเอง หรือแบบเรียนด้วยตนเองดังกล่าวมาข้างต้นน่าจะช่วยลดปัญหาดัง

ไ้มากหรือเกือบทั้งหมด ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำแบบเรียนด้วยตนเองมาเป็นสื่อในการทดลอง
ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาทั้งกล่าว
ในการสอนวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางก้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง
กลุ่มที่เรียนจากแบบเรียนด้วยตนเอง และกลุ่มที่เรียนจากครูผู้สอน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอน มองเห็นความสำคัญและแนวทางในการสอน
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเป็นการชี้แนะแนวทางการใช้แบบเรียนด้วยตนเอง ในกระบวนการ
เรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
3. เพื่อเป็นการพัฒนา และเสริมความสามารถในด้านความคิดในการแก้ปัญหา
ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันด้วยตนเองของผู้เรียน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การฝึกทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนด้วยตนเองกับการฝึกด้วยครูผู้สอน ในวิชาชีววิทยาระดับมัธยม
ศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพฯ
มหานคร โดยใช้นักเรียนที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยาทั้ง 2 ห้องเรียน แล้วสุ่มเป็นห้องตัวอย่าง
1 ห้องเรียน และห้องควบคุม 1 ห้องเรียน

2. เวลาที่ใช้ในการฝึก ใช้เวลาของบทเรียนเรื่อง "เราเรียนชีววิทยากันอย่างไร" กับบทเรียนเรื่อง "ระบบนิเวศน์" ในคู่มือการสอนชีววิทยาเล่มที่ 1

จำนวนทั้งหมด 12 คาบ

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่วิธีสอน 2 แบบ คือ

แบบใช้แบบเรียนด้วยตนเอง และแบบใช้ครูฝึก

ตัวแปรตาม คือ

ผลสัมฤทธิ์ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

แบบเรียนด้วยตนเอง หมายถึง แบบเรียนที่ประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย สถานการณ์ต่าง ๆ บัตรกำหนดงาน แบบฝึกหัดท้ายบทที่ได้บูรณาการแล้ว แบบเรียนนี้จะมีลักษณะเป็นบทเรียนสำเร็จรูปแบบโปรแกรมซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยคัดเลือกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6 ทักษะ แล้วใช้นิเนื้อหาของเรื่องระบบนิเวศน์ทางชีววิทยามาสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ ในแบบเรียนเพื่อฝึกทักษะทั้ง 6 นั้น

การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนด้วยตนเอง หมายถึง การเรียนจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในแบบเรียนด้วยตนเอง

การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยครูฝึก หมายถึง การเรียนจากแผนการสอน ที่เหมือนกับแผนการฝึกด้วยสถานการณ์ในแบบเรียนด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยเป็นครูฝึก

ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนรู้อันได้แก่คะแนนที่ได้จากการหาแบบทดสอบหลังการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้ และการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาใด ๆ จนเกิดความรู้ และเกิด ความแคลงคล่อง ทักษะทั้ง 6 ที่คัดเลือกมาจาก 9 ทักษะ ของสถาบันการส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ปัจจุบันนั้น ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการบันทึก ข้อมูลและสื่อความหมาย ทักษะการจัดกระทำข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการ ออกแบบการทดลอง และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุป

เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ต่างกันอย่างสั้นคือ

พจน์ สะเพียรชัย (พจน์ สะเพียรชัย 2517 : 49 - 51) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหลายเป็นทางผ่านของความรู้ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ

2. ทักษะในการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือเพื่อหาความรู้ หรือข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง และเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสภาพการทดลอง ตลอดจนรู้จักรักษาเครื่องมือที่ใช้แล้วให้อยู่ในสภาพที่ดี รวมทั้งเมื่อใช้เครื่องมือใดก็ควรจะรู้วิธีการรักษาความปลอดภัยทั้งตนเอง และความปลอดภัยของเครื่องมือด้วย

3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย เมื่อนักเรียนสังเกตและใช้เครื่องมือวัดแล้ว นักเรียนต้องรู้จักจดบันทึก มีความคล่องแคล่วว่องไวในการจดบันทึกข้อมูล ตลอดจนสามารถถ่ายทอดข้อมูลให้มีความหมายและจัดระบบหรือวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการแปลความหมายให้ชัดเจนแจ่มแจ้งปราศจากอคติ

4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ทักษะในการนำข้อมูลที่จดบันทึกได้มาจัดระบบเสียใหม่ เพื่อให้มีความหมายและง่ายแก่การเข้าใจ อาจจะเป็นการย่อข้อมูลดิบ จัดหมวดหมู่ ถ่ายทอดเป็นกราฟต่าง ๆ หรือแผนภูมิ หรือสรุปข้อมูลในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้

5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการตีความ ขยายความ และสรุปผลจากข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วให้เป็นภาษาที่รัดกุมถูกต้องไม่คลุมเครือ

6. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิดเดิม เพื่อเดาคำตอบของปัญหาที่ต้องการจะทดลอง หรือพิสูจน์โดยการค้นคว้าทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบแผนและดำเนินการทดลอง หมายถึง ทักษะในการวางแผนแผนการทดลอง และควบคุมการทดลองได้อย่างเหมาะสม เลือกแบบแผนการทดลองได้ที่เหมาะสมสะดวกในการปฏิบัติ ง่ายแก่การดำเนินการ ตลอดจนประหยัดเวลา กำลัง และเงินทองด้วย ผู้ที่มีทักษะในการเลือกแบบแผนการทดลองนี้ จะใช้การทดลองที่ง่าย ประหยัดและได้ผลมาก

8. ทักษะในการคิดคำนวณ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองในทางวิทยาศาสตร์นั้นมักจะเป็นตัวเลข จึงมีความจำเป็นอีกประการหนึ่งที่นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดคำนวณ เพื่อเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้มา ซึ่งคำตอบ หรือการแก้ปัญหาของการทดลองได้

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ เช่น ทิศทาง ขนาด รูปทรง พื้นที่ เวลา เป็นต้น

นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ (นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ 2517 : 30 - 33) กล่าวว่า สิ่งที่สำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน ทักษะที่สำคัญ คือ

1. ทักษะในการสังเกต
2. ทักษะการอธิบาย
3. ทักษะการทำนาย

4. ทักษะการสร้างสมมติฐาน

5. ทักษะการออกแบบการทดลอง

6. ทักษะการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ประหยัค จันทรขมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต (ประหยัค จันทรขมภู และประสพสันต์ อักษรมัต 2518 : 23 - 24) ได้ให้ความหมายของคำว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" ไว้ว่า หมายถึง ความคล่องแคล่วชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะ 2 ประการ คือ

1. ทักษะในการทำ หรือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้สิ่งต่อไปนี้

1.1 ให้เด็กมีทักษะในการหยิบ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง

ชำนาญ รวดเร็ว และปลอดภัย

1.2 ให้เด็กมีทักษะในการเก็บรักษา และล้างทำความสะอาด

1.3 ให้เด็กรู้จักประดิษฐ์เครื่องมืออย่างง่าย ๆ

1.4 ให้เด็กสามารถสังเกต พิจารณาการบันทึก การชั่ง ตวง วัด และการทดลองต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

1.5 ให้เกิดความเข้าใจความหมายของศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ทักษะในการแก้หรือขบปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญา และการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง มีเหตุผล พฤติกรรมที่ต้องทำให้เด็กแก้เด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์ มี

2.1 การใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2.2 การนำความรู้เดิมประยุกต์เข้ากับความรู้ใหม่ และนำมา

อธิบายได้

2.3 สามารถคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

2.4 รู้จักค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ

2.5 อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามหลักความจริงอย่างมีเหตุผล

2.6 มีความกระตือรือร้นที่จะหาทางทดสอบ หรือหาคำตอบปัญหาต่าง ๆ ด้วยการปฏิบัติทดลอง

2.7 ถ้าทำการทดลองไม่ได้ สามารถตัดสินใจใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสมได้

2.8 สามารถรวมสิ่งต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นมารายงาน หรือเขียนได้

โรเบิร์ต บี. ซันด์ และ เลสลีย์ กิบบิว. ไทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge . 1967 : 93 - 95) ได้กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนดังนี้คือ

1. ทักษะในการหาความรู้ (Acquisitive Skills)

1.1 การฟังอย่างตั้งใจ และถามเมื่อสงสัย

1.2 การสังเกตอย่างถาวร สนใจ และคิดอย่างเป็นระบบ

1.3 การค้นหาแหล่งข้อมูล และใช้แหล่งข้อมูลหลาย ๆ แหล่ง

มารวมพิจารณา

1.4 การสืบเสาะแสวงหาความรู้ โดยการสัมภาษณ์ หรือ การเขียนจดหมายติดต่อบอกถาม

1.5 การตั้งปัญหา

1.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการบันทึกเป็นข้อความ เป็นตารางหรือจำแนกเป็นรายการต่าง ๆ

1.7 การค้นหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดไว้โดยทำการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง แล้วสรุปผล

2. ทักษะในการรวบรวมประสบการณ์ (Organizational Skills)

2.1 การรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ เป็นระเบียบและสมบูรณ์ โดยรายงานเป็นตาราง หรือเป็นแผนผัง

- 2.2 การเปรียบเทียบความเหมือนกันของสิ่งที่สังเกตได้
- 2.3 การเรียบเรียงข้อมูลที่จัดไว้เป็นหมวดหมู่ เพื่อแสดงลำดับ
- 2.4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งที่สังเกตได้
- 2.5 การจัดจำแนกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่
- 2.6 การกำหนดเค้าโครงร่างออกเป็นหัวข้อใหญ่ และหัวข้อย่อย
- 2.7 การแสดงหัวข้อที่สำคัญ และความสัมพันธ์ของข้อมูล
- 2.8 การประเมินผล และหาวิธีปรับปรุงแก้ไข
- 2.9 การวิเคราะห์แนวโน้มผลที่ได้ไปใช้

3. ทักษะในการสร้างสรรค์ (Creative Skills)

- 3.1 การวางแผนล่วงหน้า โดยเล็งเห็นผลที่จะเป็นไปได้ รวมถึง

การตั้งสมมติฐาน

- 3.2 การกำหนดปัญหาใหม่ วิธีการใหม่ เครื่องมือใหม่ หรือระบบใหม่
- 3.3 การคิดค้นหาเทคนิควิธีการต่าง ๆ
- 3.4 การสังเคราะห์โดยการนำสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ ๆ

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ (Manipulative Skills)

- 4.1 การรู้จักส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ
- 4.2 การดูแลรักษาเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่ดี
- 4.3 การสาธิตแสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ และการทำงาน
- 4.4 การนำเครื่องมือมาใช้ในการทดลอง
- 4.5 การซ่อมแซมเครื่องมือ
- 4.6 การสร้างเครื่องมืออย่างง่าย ๆ เพื่อการแสดงและทดลอง
- 4.7 การจัดโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ คาลัง

เครื่องจับเวลา เป็นต้น

5. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communicative Skills)

- 5.1 การตั้งคำถาม รู้จักเลือกใช้คำถามที่ดี
- 5.2 การอภิปราย รู้จักใช้ความคิดของตนเอง และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- 5.3 การอภิปรายที่ชัดเจน
- 5.4 การรายงานด้วยปากเปล่าต่อชั้นเรียน หรือครู โดยเน้นเนื้อหาที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์
- 5.5 การเขียนรายงานการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองได้
- 5.6 การวิจารณ์เชิงสร้างสรรค์ เพื่อประเมินค่าผลที่ได้
- 5.7 การเขียนกราฟแสดงผลการทดลอง และแปลความหมายจากกราฟได้
- 5.8 สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้ แก่เพื่อนร่วมชั้นเรียน

เจมส์ อาร์ โอเค และโรนัลด์ แอล ฟิเอล (Okey and Ronald Fiell. 1973 : 1 - 10) ได้ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสรุปว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ครูวิทยาศาสตร์ควรมี 10 ประการ คือ

1. การกำหนดตัวแปร (Identifying Variables) คือ ความสามารถที่จะบอกได้ว่า อะไรเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และอะไรเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable)
2. การสร้างตารางข้อมูล (Constructing a Table of Data) คือ ความสามารถในการสร้างตารางข้อมูลจากข้อความต่าง ๆ หรือจากการทดลองได้อย่างถูกต้องในการสร้างตารางข้อมูลนั้น ส่วนมากนิยมขึ้นต้นด้วยตัวแปรอิสระ แล้วต่อมาจึงเป็นตัวแปรตามและค่าตัวเลขมักนิยมจัดเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก
3. การเขียนกราฟ (Constructing a Graph) คือ ความสามารถในการเขียนกราฟจากคำอธิบาย หรือจากตารางข้อมูล หรือจากการทดลอง ซึ่งในการเขียนกราฟ

นิยมให้ตัวแปรอิสระอยู่บนแกน และตัวแปรตามอยู่บนแกน

4. การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (Describing Relationship between Variables) คือ ความสามารถในการลากเส้นที่เหมาะสมที่สุด (best - fit line) บนกราฟ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

5. การรวบรวมและจัดกระทำกับข้อมูล (Acquiring and Processing Your Own Data) คือ ความสามารถในการเก็บข้อมูลจากการทดลอง แล้วนำมาเขียนกราฟเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลอง ควรมีทักษะในการวัดมาก่อน เพื่อช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลสะดวกและง่ายขึ้น

6. การวิเคราะห์ขบวนการของการทดลอง (Analizing Investigation) คือ ความสามารถในการกำหนดตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม การควบคุมตัวแปรภายนอกสำหรับการทดลอง และปัจจัยสมมุติฐานที่จะทดสอบ เมื่อได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้น

7. การตั้งสมมุติฐาน (Constructing Hypothesis) คือ ความสามารถที่จะตั้งสมมุติฐานได้เมื่อกำหนดปัญหาให้

8. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ (Defining Variables Operationally) คือ ความสามารถในการกำหนดนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ได้ การให้นิยามปฏิบัติการ ก็คือ การกำหนดลงไปว่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในการทดลองนั้นสามารถวัดได้อย่างไร

9. การออกแบบการทดลอง (Designing Investigations) คือ ความสามารถในการออกแบบการทดลองได้ เมื่อกำหนดสมมุติฐานมาให้ การออกแบบการทดลองประกอบด้วย

9.1 การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม

9.2 การกำหนดและการควบคุมตัวแปรภายนอก

9.3 การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

10. การดำเนินการทดลอง (Experimenting) คือ ความสามารถในการตั้งสมมติฐานของการทดลอง และดำเนินการทดลองตามแบบการทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลนำไปใช้ในการพิสูจน์สมมติฐานของปัญหาที่กำหนดให้

โดนัลด์ ลันด์สตรอม และลอว์เรนซ์ โลเวอร์รี (Lundstrom and Lowery. 1978 : 209 - 210) กล่าวว่า การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกำนังถึงวัยของเด็ก เนื่องจากความพร้อมสำหรับทักษะแต่ละทักษะไม่ได้เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ทักษะแต่ละอย่างจะเริ่มขึ้นที่วัยต่าง ๆ กัน เช่น ถ้าจะฝึกให้เด็กปฏิบัติการทดลองต้องฝึกเมื่อเด็กเรียนถึงเกรด 4 แล้ว เด็กจึงจะทำได้ ถ้าฝึกก่อนเกรด 4 การฝึกนั้นจะไรผล

คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science Education) ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science. 1970 : 33 - 176) ได้ศึกษาและวิเคราะห์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ว่ามีวิธีการค้นคว้าหาคำตอบ และค้นพบสิ่งใหม่ ๆ อย่างไรบ้าง และพบว่า วิธีการหรือทักษะกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้ามี 13 ทักษะ ทักษะทั้งหมดนี้แบ่งเป็น 2 กระบวนการใหญ่ ๆ คือ

ก. ทักษะกระบวนการขั้นมูลฐาน (The Basic Process Skills)
ได้แก่

1. การสังเกต (Observing)
2. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติ (Using Space Time Relationships)
3. การจัดจำพวก (Classifying)
4. การใช้จำนวนเลข (Using Numbers)
5. การวัด (Measuring)
6. การสรุปอ้างอิง (Infering)

- 7. การทำนาย (Predicting)
- 8. การสื่อความหมาย (Communicating)
- ข. ทักษะกระบวนการขั้นสูง (The Integrated Process Skill)
- 9. การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operational Definition)
- 10. การจำแนกและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulating Variables)
- 11. การตั้งสมมติฐาน (Constructing Hypothesis)
- 12. การประมวลผลและการตีความหมายของข้อมูล (Data Processing and Interpreting)
- 13. การออกแบบการทดลอง (Designing Investigation)

ในปี พ.ศ. 2513 ได้มีการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ขึ้นในประเทศไทย โดยกระทรวงศึกษาธิการ ได้จัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้น เพื่อกำหนดการเรียนการสอนในโรงเรียน สถาบันได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่าควรเน้นทั้งด้านเนื้อหาวิชา และกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วย ในหลักสูตรที่สถาบันพัฒนาขึ้นจึงมีการนำเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ด้วย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งทางสถาบันนำมาใช้นั้น ได้อาศัยนิยามปฏิบัติการ (Operation definition) ของทักษะต่าง ๆ ตามแนวของเอเอเอเอส (American Association for the Advancement of Science-AAAS) ซึ่งได้กำหนดทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ มี 13 ทักษะ แต่เนื่องจากบางทักษะสามารถรวมกันเป็นทักษะเดียวกันได้ ทางสาขาวิชาต่าง ๆ จึงประชุมตกลงกันว่า จะมีทักษะใดบ้างที่จำเป็นและต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีสิ่งเหล่านี้ และทักษะใดสามารถรวมกันได้บ้าง จากที่ประชุมตกลงกันว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็น มี 9 ทักษะ

คังนิยามต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2520 :

1 - 12)

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าสังเกตปรากฏการณ์ และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ใ้ได้อย่างละเอียด ถูกต้อง และรวดเร็ว (และต้องสังเกตอย่างตรงไปตรงมา สังเกตอย่างไรก็รายงานไปอย่างนั้น ไม่เอาความรู้เดิมมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องด้วย)
2. ทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือ หมายถึง ความสามารถในการเลือกเครื่องมือใช้อย่างเหมาะสม ใช้เครื่องมือนั้นในการทดลองใ้ได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว รวมทั้งการอ่านหรือประมาณค่าที่ได้จากการวัดนั้นใ้ได้อย่างถูกต้อง หรือใกล้เคียง
3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกต และการทดลอง การบันทึกข้อมูลอย่างมีระเบียบ จะช่วยให้ได้หลักฐานสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป การใ้นิยามรวมทั้งการรายงานด้วยปากเปล่า โดยใช้ภาษาที่กระชับเข้าใจง่าย ถือเป็นทักษะในการสื่อความหมายอีกด้วย
4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ ใ้อยู่ในรูปที่มีความหมาย หรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อใ้ง่ายต่อการแปลความหมาย การจัดกระทำกับข้อมูลในขั้นนี้อาจทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดจำแนก หรือจัดรูปเสียใหม่เป็นตารางแผนภูมิ หรือสมการทางคณิตศาสตร์
5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหรือสรุปความจากข้อมูลต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผลและรวดเร็ว
6. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล และอาจพิสูจน์ได้โดยการทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีทดลอง และทำการทดลอง พิสูจน์สมมติฐานหรือตอบปัญหาข้อข้องใจ

8. ทักษะในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณ หรือแปลความหมายของจำนวนต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่ และเวลา เป็นต้น

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่ใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นพฤติกรรมที่ฝึกให้เกิดกับผู้เรียนได้โดยคำนึงถึงความพร้อมของเด็กด้วย นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั้งชาวไทยและต่างประเทศ ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันออกไป และแบ่งออกเป็นหลาย ๆ ทักษะด้วยกัน หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นทักษะตามแนวของ เอเอเอเอส ซึ่งได้กำหนดทักษะเอาไว้ 13 ทักษะ แต่เนื่องจากทักษะตามที่กำหนดข้างต้นซ้ำซ้อนกัน บางทักษะสามารถรวมเป็นทักษะเดียวกันได้ จึงมีการประชุมตกลงกัน สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ทางสถาบันเห็นว่าจำเป็นและเหมาะสมที่จะให้เกิดมีขึ้นในตัวนักเรียนมี 9 ทักษะ ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สัญญา ทิพย์เสนา (สัญญา ทิพย์เสนา 2517 : 55 - 56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน สอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานกับการสอนแบบเดิม โดยการสอนสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 67 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง

จำนวน 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุมจำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

อุทัย ชีวะชนรักษ์ (อุทัย ชีวะชนรักษ์ 2517 : 40 - 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง กับการสอนแบบเดิม โดยทดลองสอนกับนักศึกษาครูระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา ปีที่ 1 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุม 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงไม่แตกต่างกัน และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้พบว่า ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนทำการสอน

ปัทมา สุมาลี พิตรากุล (สุมาลี พิตรากุล 2518 : 45 - 46) ได้ศึกษาค้นคว้าแบบของกริยาวรรณทางวาทะระหว่างครูและนักเรียนของแฟรนเคอร์ ที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยครูธนบุรี ชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มใช้อัตราส่วนระหว่างอิทธิพลทางอ้อมต่ออิทธิพลทางตรงต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า เพศชาย และเพศหญิงของกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

ในช่วงปี 2515 - 2518 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ทำการทดลองสอนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์แผนใหม่ที่ปรับปรุงจากปี 2503 เพื่อประกาศใช้ทั่วประเทศในปีการศึกษา 2519 และในปลายปีนั้นเองสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2519 : รายงานการวิจัยฉบับที่ 10) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ.2503 กับนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ.2518 ที่สร้างโดยสถาบัน และเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบของ IEA (The Internal Association for the Evaluation of Education Achievement) พบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ.2518 มีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ.2503 และจากการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อทดสอบแล้ว พบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร ปี พ.ศ.2518 มีความสามารถในการคิด การทดลอง การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาได้ดี

น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ (น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ 2521 : 62) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ต่อมา พัทธภรณ์ คำรงกุลรัตน์ (พัธภรณ์ คำรงกุลรัตน์ 2522 : 37 - 41) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนแบบโมดูลกับการสอนปกติ เรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนิสิตปีที่ 3 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา ซึ่งเรียนวิชาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2521 จำนวน 54 คน จัดเป็นกลุ่มทดลอง 27 คน กลุ่มควบคุม 27 คน ให้นิสิตกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนโมดูล กลุ่มควบคุมเรียนในชั้นเรียนปกติ เมื่อเรียนจบแล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมกัน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

*ในปีเดียวกัน บุญญรัตน์ ศิริอาชากุล (บุญญรัตน์ ศิริอาชากุล 2522 : 55) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างชั้น มศ. 1 กับ ม. 1 ในเขตการศึกษา 6 ของโรงเรียนรัฐบาลสังกัดกรมสามัญศึกษา โดยการจับสลากเลือกโรงเรียนตัวอย่างมาเพียง 8 โรงเรียน และสุ่มกลุ่มตัวอย่างนักเรียนจาก มศ. 1 และ ม. 1 ชั้นละ 713 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น 0.83 และ

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น 0.66 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยค่าซี (Z - test) ผลปรากฏดังนี้คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ มศ.1 สูงกว่า ชั้นม.1 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มศ.1 ดีกว่าชั้น ม.1 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ปิยมาภรณ์ พรหมณี (ปิยมาภรณ์ พรหมณี 2523 : 79) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่อง สัตว์และพืชของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดองค์การบริหาร จังหวัดชัยภูมิ ในปีการศึกษา 2522 ซึ่งได้เรียนตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ของกระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 360 คน จัดเป็นกลุ่มอายุต่ำ 158 คน กลุ่มอายุสูง 202 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานคิดเป็นร้อยละ 61.64 และผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผกามาศ วรานุสันติกุล (ผกามาศ วรานุสันติกุล 2524 : 48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามการประเมินของครู ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายกับหญิงก็แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พัชรา เรืองรัมย์ (พัชรา เรืองรัมย์ 2524 : 52) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงไม่มีความสัมพันธ์กับความสนใจทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.036 และ 0.088 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มประชากรรวม ไม่มีความสัมพันธ์กับความสนใจทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.062 ผลการวิเคราะห์ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นว่า หลังปี 2517 เป็นต้นมาประเทศไทยได้มีการนำเอาเรื่อง ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาศึกษาค้นคว้า และสอดแทรกในการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ กัน กับผู้เรียนหลายระดับ นับตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ถึงระดับอุดมศึกษา และในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนนั้น ผู้วิจัยแต่ละคนก็มีข้อคำนึงหลายประการ เช่น

1. วุฒิภาวะของผู้เรียน
2. ความพร้อมของผู้เรียน
3. เพศ
4. ความเกี่ยวข้องของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับ

การพัฒนาทักษะ

5. เสนอลักษณะการสอนหลายรูปแบบ

และพอจะสรุปผลงานการวิจัยทั้งหมดได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง

ในต่างประเทศก็มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาสอดแทรกในการเรียนการสอนหลายรูปแบบหลายระดับของผู้เรียน เช่นกัน ดังเช่น

บัทโซ (Butzow. 1971 : 85) ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยทดลองสอนเด็กเกรด 8 จำนวน 92 คน ทำการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 บทแรก โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการ

วิทยาศาสตร์วัดทักษะของนักเรียนก่อนสอน (pre-test) และภายหลังสอน (post-test) พบว่า คะแนนจากการทดสอบสองครั้งแตกต่างกัน กล่าวคือ ผลปรากฏว่านักเรียนมีความสามารถในการสังเกต การเปรียบเทียบ การจัดจำพวก การวิเคราะห์ การวัด การสรุปอ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาดี จะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นด้วย

ปี ค.ศ. 1972 วิคเคน (Widdan. 1973 : 186 - A) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA : Science A Process Approach) โดยทดลองศึกษากับครู 26 คน กับนักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่าง 2 พวก คือกลุ่มทดลองครูจะสอนตามหลักสูตร SAPA และครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมครูจะสอนตามหลักสูตรเดิม และครูที่สอนไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์คะแนนนักเรียนก่อนทำการสอน และหลังทำการสอนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม พบว่าหลักสูตร SAPA มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคือ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมและทักษะเหล่านี้จะมีผลต่อนักเรียนที่เรียนอ่อนมากกว่านักเรียนที่เรียนดี แต่ไม่มีผลต่อความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่อย่างใด จะพบว่าครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการดีขึ้น

ยูจีนีย แอนน์ โปโปราด แวนเนค (Eugenia Ann Poporad Vanek. 1974 : 1522 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในชนบท ระดับเกรด 3 จำนวน 54 คน และระดับเกรด 4 จำนวน 56 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยให้ทำกิจกรรม กลุ่มควบคุมให้เรียนโดยใช้หนังสือ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

โจเซฟ ฟิลลิป ไรลีย์ (Joseph Phillip Riley. 1975 : 5152 - A) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนฝึกหัดครู 2 วิธี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการจริง ๆ กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น ไม่มีการปฏิบัติการ กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนโดยให้ทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป หลังจากนั้นให้ตอบแบบสอบถาม 4 ฉบับ เพื่อศึกษาตัวแปร 5 ชนิด คือ ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, ความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์, ทักษะการทบทวนวิชาวิทยาศาสตร์, ทักษะการสื่อสารวิชาวิทยาศาสตร์, และทักษะการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ควิน และจอร์จ (Quinn and George. 1975 : 289 - 296) ได้ทำการวิจัยเพื่อที่จะประเมินผลวิธีการสอนการสร้างสมมติฐานของเด็กประถมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นมาตราส่วนวัดคุณภาพของสมมติฐาน (Hypothesis quality scales) ซึ่งสร้างโดยผู้วิจัยและเครื่องมือนี้มีค่าความเที่ยง 0.94 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนเกรด 6 ของนักเรียนคาทอลิก (Catholic School) ในเขตที่มีสถานภาพทางสังคมต่ำ 2 ห้องเรียน และจากโรงเรียนคาทอลิกในเขตที่มีสถานภาพทางสังคมชั้นสูง 2 ห้องเรียน ในแต่ละกลุ่มแยกเป็นกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้สอนการสร้างสมมติฐานและกลุ่มทดลอง ซึ่งสอนการสร้างสมมติฐาน จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนการสร้างสมมติฐาน จะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานที่มีคุณภาพดีกว่าพวกที่ไม่ได้รับการสอน และความสามารถในการตั้งสมมติฐานมีความสัมพันธ์กับสภาพทางสังคม สถิติปัญหา คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ความสามารถในการอ่านและเพศ กล่าวคือ

นักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดี จะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานดีกว่า นักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ นักเรียนที่มีสติปัญญาดี มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูง มีความสามารถในการอ่านสูง จะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานได้ดีกว่านักเรียนที่มีสติปัญญาไม่ดี มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนต่ำ มีความสามารถในการอ่านน้อย และพบว่านักเรียนหญิงที่มีสถานภาพทางสังคมต่ำ จะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานต่ำกว่านักเรียนชาย แต่นักเรียนหญิงที่มีสถานภาพทางสังคมสูงจะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานดีกว่านักเรียนชาย

เกเบิล และรับบ้า (Gable and Rubba. 1977 : 503 - 511) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนและประสบการณ์การฝึกสอน ที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยศึกษากับนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยอินเดียนา (Indiana University) ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ปีการศึกษา 1975 จำนวน 58 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู ซึ่งปรับปรุงโดย AAAS จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม จะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม จากผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าครูสามารถจะฝึกให้มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เหล่านี้ได้ ถ้าได้รับการเน้นหนักทางทักษะในวิชาวิทยาศาสตร์

สตีเวนและเอทวูด (Stevens and Atwood. 1978 : 303 - 308) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนเกรด 7 จำนวน 345 คน เกรด 8 จำนวน 196 คน และเกรด 9 จำนวน 529 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ (The Test of Science Process) และแบบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Interest Inventory) จาก

ผลการทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนการสอนและหลังการสอนของแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนทั้ง 3 ระดับ มีคะแนนจากการทดสอบ 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่านักเรียนที่มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูง จะมีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่า นั่นคืออาจใช้คะแนนความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวทำนายทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้

สรุปผลการวิจัยต่างประเทศในเรื่องของการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาสอดแทรกในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ นั้น มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับของไทยคือทำการศึกษาในหลายระดับ และผลการวิจัยก็สนับสนุนว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างมากกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนของความแตกต่างในการวิจัยก็คงเป็นตรงที่การวิจัยของต่างประเทศมีขอบเขตและตัวแปรการวิจัยที่กว้างขวาง และลึกซึ้งซับซ้อนกว่า อาทิเช่น การศึกษาได้ลึกลงไปถึงฐานะครอบครัว สภาพสติปัญญา ที่มีผลต่อผู้เรียน เป็นต้น

เอกสารการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือชุดการสอนรายบุคคลนั้นรู้จักกันแพร่หลายในชื่อต่าง ๆ กัน เช่น ILP (Individualizing Learning Pack) SAP (Self-Learning Activity Package) LAP (Learning Activity Pack) MIP (Modularized Instructional Packet) และ UNIPAK (Krulih. 1974 : 348) ซึ่ง ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2518 : 4) กล่าวว่า หมายถึงการรวบรวมสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปให้ผู้เรียนสามารถได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ได้ระบุไว้ จัดห้องเรียนเป็นพิเศษ ผู้เรียนจะนำชุดการสอนแบบนี้ไปศึกษาในคูหาซึ่งจัดไว้เฉพาะบุคคล เมื่อจบการเรียนรู้แต่ละหน่วยจะทดสอบเพื่อประเมินผลความก้าวหน้าของตนเองตามเกณฑ์ แล้วทำการศึกษาเนื้อหาหน่วยต่อไปได้ ขณะศึกษาค้นคว้า

ตนเองนั้นจะปรึกษาซึ่งกันและกันหรือขอคำแนะนำจากผู้สอนย่อมทำได้ หน้าที่สำคัญของผู้สอน คือ การประสานงาน เวลาเรียน ไม่กำหนดตายตัว ผู้เรียนอาจนำชุดการสอนนี้ไปศึกษาที่บ้าน ผู้ปกครองหรือบุคคลอื่นช่วยเหลือก็ได้ ชุดการสอนรายบุคคลจะสามารถฝึกและส่งเสริมนิสัยของนักเรียนในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์ในการจัดทำชุดการเรียนด้วยตนเองนั้น สุนันท์ ปัทมาคม (สุนันท์ ปัทมาคม 2520) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. เพื่อใช้สอนเนื้อหา บทเรียนตามหลักสูตรและวัตถุประสงค์ทางการศึกษา
2. เพื่อเป็นเครื่องมือสำเร็จรูปของครูที่สอนนักเรียน โดยที่ครูไม่จำเป็นต้องเตรียมอุปกรณ์หรือวางแผนล่วงหน้ามาก่อนใหม่ ชุดการเรียนพร้อมที่จะให้ผู้เรียนหยิบใช้ได้ทันที ฉะนั้น ชุดการเรียนจึงไม่คำนึงถึงความแตกต่างในความหมายทางการสอนของครู
3. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ชุดการเรียนสำหรับนักเรียนนั้นจะสร้างขึ้นให้นักเรียนใช้ นักเรียนจะทำตามคำแนะนำที่บอกไว้ในชุดการเรียนนั้น ๆ ด้วยตนเอง ศึกษาและเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. สร้างขึ้นสำหรับหลักสูตรการศึกษาต่อเนื่อง (Continuous Progress Curriculum) ชุดการสอนจะถูกสร้างขึ้นเป็นรายวิชา แต่ละวิชาถูกแบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ ในแต่ละหน่วยสร้างชุดการสอนขึ้น 1 ชุด แต่ละชุดเรียงตามลำดับกันตั้งแต่ง่ายไปยากตามลำดับไป ผู้เรียนจะเริ่มเรียนตั้งแต่ชุดแรกแล้วก็เรียนแต่ละชุดต่อไปเรื่อย ๆ จนจบบทเรียน ผู้เรียนมีโอกาสเลือกเรียนในแต่ละสาขาวิชาที่ตนชอบได้ตามความพอใจ จะเรียนอย่างใดก่อนหลัง และจะเรียนให้ก้าวหน้าไปเท่าใดก็ได้ไม่มีขีดจำกัด

แคพเฟอร์ และโอวาร์ด (Kapfer and Ovard. 1971 : 3 - 7) กล่าวว่า การสร้างชุดการเรียนสร้างขึ้นได้หลายลักษณะตามจุดมุ่งหมายของการใช้ อาทิ เช่น แบบความรู้ต่อเนื่องกัน แบบให้นักเรียนเลือกเรียนเพื่อให้เกิดพฤติกรรมที่ต้องการตามจุดประสงค์ แบบให้นักเรียนเลือกเรียนตามความถนัดแบบที่เหมาะสมกับระดับความ

สามารถในแต่ละระดับชั้น แบบที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ตามระดับความยากง่ายของเนื้อหา และแบบแสวงหาประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง

ไม่ว่าจะเป็นชุดการเรียนรู้แบบใดก็ตาม ควน (Duann. 1973 : 169) ได้กล่าวถึงโครงสร้างพื้นฐานที่คล้ายคลึงกันของชุดการเรียนรู้ทุกรูปแบบไว้ 7 ประการคือ

1. วางจุดมุ่งหมาย และเนื้อหาที่ต้องเรียน
2. บรรยายเนื้อหา
3. วางจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
4. เลือกกิจกรรมในการเรียน
5. วางกิจกรรมที่จะส่งเสริมให้เกิดทัศนคติ
6. จัดเครื่องมือวัดผลก่อนที่จะเรียน เครื่องมือวัดผลระหว่างเรียน

และเครื่องมือวัดผลหลังจากการเรียนแล้ว

คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973 : 150) ได้กำหนดโครงสร้างของชุดการเรียนรู้ว่าต้องประกอบด้วย

1. หัวข้อ (Topic)
2. หัวข้อย่อย (Subtopic)
3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rational)
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)
5. การสอบครั้งแรก (Pre-test)
6. กิจกรรมและการประเมินผลตนเอง (Activities and

Self-evaluation)

7. การทดสอบย่อย (Quiz)
8. การทดสอบขั้นสุดท้าย (Post-test)

สัณห์ บัณฑาคม (สัณห์ บัณฑาคม 2519 : เอกสารประกอบคำบรรยาย วิชา Media - Based Individualized Instruction) ได้ใช้วิธีการอย่างมีระบบ

และกำหนดค่ากับขั้นตอนในการวางแผนงานการทำชุดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ขั้นตอนการวางแผน
 - 1.1 เลือกเรื่อง วิชา ชั้น
 - 1.2 ลำดับขั้นการผลิตและวิธีการ
 - 1.3 กำหนดรายละเอียด ช่วงระยะเวลาการจัดทำ
 2. ขั้นตอนการ
 - 2.1 กำหนดรายละเอียดของเนื้อหา
 - 2.2 ตั้งวัตถุประสงค์
 - 2.3 นำรายละเอียดของเนื้อหา มาจัดดำเนินการการผลิตตามวิธีการที่
- กำหนดไว้
- 2.4 จัดทำสื่อต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบเนื้อหา
 - 2.5 การทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test)
 - 2.6 ลงมือผลิตและจัดทำเพื่อใช้ทดสอบขั้นต้น
3. การทดลอง (Try out)

นำชุดการสอนที่ผลิตแล้วไปรับการทดสอบหาความบกพร่อง
 4. แก้ไขจุดบกพร่อง
 5. แก้ไขและลงมือผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบจริง
 6. ลงมือทดลอง
 7. การเก็บรายงานผลข้อมูลในเชิงสถิติ
 8. บรรจุกล่องและคำชี้แจงรายละเอียด พร้อมทั้งรายละเอียดของการ

ดำเนินงาน

9. รายงานผลต่อที่ประชุมใหญ่ของผลการจัดทำ
10. สิ้นงาน

ฮีทเทอร์ส (Heaters. 1977 : 344) ได้ให้ขั้นตอนสำหรับครูผู้สร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร ทักสินใจเลือกสิ่งที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษา แล้วจัดลำดับชั้นเนื้อหาให้ต่อเนื่องกันจากง่ายไปหายาก

2. ประเมินหาความรู้พื้นฐานประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

3. เลือกกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีสอน และสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงความพร้อม ความต้องการของผู้เรียน

4. กำหนดรูปแบบการเรียนรู้

5. กำหนดหน้าที่ของครูผู้ประสานงานหรือจัดอำนวยความสะดวกในการเรียน

การเรียน

6. สร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนว่าบรรลุเป้าประสงค์ในการเรียนหรือไม่

บทบาทของครูในการเรียนรายบุคคลนั้น เฟลด์ฮุสเซน และคณะ (Feldhusen and Other. 1975 : 20 - 21) กล่าวว่า ควรมีบทบาทดังนี้

1. เลือกสรร คัดแปลง หรือปรับปรุงวัสดุประกอบการเรียนและกิจกรรมให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

2. ให้การแนะนำช่วยเหลือนักเรียนเป็นรายบุคคล

3. ประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนเกี่ยวกับพัฒนาการทางสังคม

การปฏิบัติการ

ในการเรียนด้วยตนเองกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญยิ่ง เลวิส (Lewis. 1971 : 107) ได้ให้หลักเกณฑ์ว่า ควรเป็นกิจกรรมที่สามารถดึงความสนใจของผู้เรียนได้สัมพันธ์กับเนื้อหา และควรมีกิจกรรมให้เลือกมากพอ ผู้เรียนจะได้รับความรู้จากการกระทำกิจกรรม ซึ่งอาจจะเป็นการลงมือทดลอง การเขียน การอ่าน หรือโดยการฟังและสังเกต

สมิท (Smith. 1973 : 24 - 25) ได้ให้ความเห็นว่าชุดการเรียน ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนข้ามชั้นได้เมื่อนักเรียนสามารถบรรลุเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนว่า ในชุดการเรียนจะต้องมีสิ่งที่ผู้อ่านวยเพื่อให้การเรียนนั้นบรรลุเป้าหมาย เช่น

1. การผสมสื่อหลาย ๆ อย่าง (Multi-media) เข้าด้วยกันในการเรียนหน่วยหนึ่ง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการเรียนสูงขึ้น
2. หาวีธีการหลายวิธีโดยมีจุดมุ่งหมาย และขอบเขตการหลาย ๆ อย่าง เช่น อาจจัดให้เป็นไปตามขนาดของกลุ่มและหาวิธีการที่เหมาะสมเฉพาะของแต่ละกลุ่ม
3. แบ่งเนื้อหาออกเป็นขั้นตอน ตามลำดับความยากง่าย
4. ควรมีกิจกรรมหลาย ๆ อย่างให้ผู้เรียนได้เลือกและให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียน

นอกจากนี้ สมิท ยังได้กล่าวถึงการออกแบบชุดการเรียนที่ดีจะต้องประกอบด้วย

1. มีพื้นที่ดึงดูดความสนใจ
2. ใช้สีสรรเข้าช่วยเร้าความสนใจ
3. ใช้ภาพประกอบบทเรียน
4. รวบรวมแบบของข่าวสารต่าง ๆ เข้าด้วยกัน
5. ใช้กล่องใส่เล็ก ๆ

นิพนธ์ สุขปรีดี (นิพนธ์ สุขปรีดี 2519 : 67) ได้กล่าวถึงลักษณะของชุดการเรียนที่ดีว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นชุดการเรียนที่เหมาะสมตรงตามจุดหมายที่ตั้งไว้ที่สุด
2. เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
3. สิ่งที่ใช้สามารถเร้าความสนใจของผู้เรียนได้
4. มีคำแนะนำ และวิธีการใช้อย่างละเอียดง่ายต่อการใช้

คุณค่าของชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

กรีนวอลด์ (Grinewald. 1975 : 15 - 39) ได้กล่าวว่า

1. นักเรียนที่ใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จะมีโอกาสศึกษาวัสดุประเภทต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในหัวข้อนั้นกว้างขวางขึ้น
2. นักเรียนเห็นคุณค่าความจำเป็นของวัสดุอุปกรณ์ประกอบการเรียน และพยายามที่จะศึกษาพิจารณาผลการเรียนของตนเองว่า รู้สิ่งใดบ้าง จะต้องศึกษาเพิ่มเติมอะไรอีก
3. สื่อต่าง ๆ และอุปกรณ์ที่แปลก ๆ จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อ
4. ชุดการเรียนรู้จะมีคำแนะนำให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนแหล่งวัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะต้องไปศึกษาเพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด เป็นต้น
5. กิจกรรมใดที่ผู้เรียนทำได้สำเร็จบรรลุถึงวัตถุประสงค์แล้วย่อมก่อให้เกิดความพอใจแก่ผู้เรียน อันเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนอยากศึกษาหรือกระทำกิจกรรมอื่นต่อไป

อาจารย์ ชาติบุษ (อาจารย์ ชาติบุษ 2517 : 6 - 7) ได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของการเรียนเป็นรายบุคคล ว่ามีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถของเด็กแต่ละคนในเรื่อง

1. ความรับผิดชอบในด้านการเรียน ความประพฤติ ความมีวินัยในตนเอง
2. การวัดผลในด้านความรู้อย่างเที่ยงตรง
3. การไต่หาความรู้ซึ่งนำไปสู่ความปรารถนาที่จะศึกษาไม่สิ้นสุด
4. ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดในเชิงวิพากษ์วิจารณ์
5. การรู้จักเลือกสรรสิ่งที่เหมาะสมแก่ตนเอง
6. การรู้จักตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ
7. การรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

การนำเอาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองมาใช้ในการเรียนการสอนนั้น มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือ

1. ระยะเวลาในการใช้ชุดการเรียนรู้ซึ่ง ทังก์ (Tunk. 1973 : 353) ได้ให้ความเห็นว่า ควรใช้ชุดการเรียนรู้เป็นบางเวลา เพราะถ้าใช้เต็มเวลา 100% อาจก่อให้เกิดปัญหาขึ้น เช่นในการเรียนวิชาภาษาต่างประเทศซึ่งจำเป็นต้องมีการอ่าน เขียน และพูด ซึ่งจะต้องใช้การปฏิบัติเป็นรายบุคคลไป หรือการศึกษาเกี่ยวกับวัฒนธรรมของประเทศ จะต้องมีการเรียนเป็นกลุ่ม เช่น การทัศนศึกษา การอภิปรายกลุ่ม ดังนั้นนักเรียนจะต้องเรียนด้วยตนเองเพียง 2, 3 หรือ 4 วัน ต่อสัปดาห์ และมีกิจกรรมร่วมกัน 1 หรือ 2 วันต่อสัปดาห์

2. เกี่ยวกับวัยของผู้เรียน เวบเบอร์ (Webber. 1977 : 329) ได้ให้ความเห็นว่า การเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนต้องเป็นผู้ลงมือกระทำกิจกรรมในการเรียนด้วยตนเองตลอดเวลา ดังนั้นถ้าผู้เรียนยังเป็นเด็กเล็กที่ยังไม่มีวุฒิภาวะและวินัยในตนเอง หรือความรับผิดชอบแล้วย่อมทำให้การเรียนไร้ประสิทธิภาพ ทั้งนี้เด็กอาจไม่เข้าใจวัตถุประสงค์ในการเรียน ไม่เข้าใจงานที่สั่งให้ทำ หรือขาดความมีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน ในการเรียนเพราะมีช่วงความสนใจสั้น เกิดความเบื่อหน่าย เป็นต้น

สรุปได้ว่า ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองมีลักษณะ มีคุณค่า และความเหมาะสมที่เพียงพอ สามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของการวิจัยครั้งนี้

ส่วนแบบเรียนด้วยตนเองที่ใช้เป็นองค์ประกอบสำคัญในชุดการเรียนรู้ครั้งนี้เป็นแบบเรียนสำเร็จรูปแบบโปรแกรม ชนิดเรียงบท (Linear Program) โดยกำหนดขั้นตอนของการเรียนหรือการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ตามลำดับจากง่ายไปยาก ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าแบบเรียนลักษณะเช่นนี้จะเอื้ออำนวยต่อผลสัมฤทธิ์ในการฝึก

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นทักษะทางความคิด (Intellectual Skills) ที่จะต้องเริ่มพัฒนาจากทักษะง่าย ๆ หรือทักษะพื้นฐานจนถึงทักษะขั้นสูงหรือทักษะขั้นบูรณาการแล้ว (Integrated Skills)

งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองในเรื่องการฝึกทักษะยังไม่ปรากฏว่ามีผู้ใดทำ มีแต่ใช้ในการสอนเนื้อหาแบบเรียนในวิชาต่าง ๆ ในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับประถมจนถึงอุดมศึกษา เพื่อเปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติ มีดังต่อไปนี้

✖ ชีระ จิตจันะ (ชีระ จิตจันะ 2519 : 7) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "ไฟฟ้า" ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการเรียนรู้กับการสอนปกติ ผลการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการเรียนรู้กับการสอนปกติไม่แตกต่างกัน และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้

อัศวิน พรหมโสภา (อัศวิน พรหมโสภา 2519 : 47) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำ ในวิชาเทคโนโลยีทางการสอน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอนแบบธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

✖ นิยม ทองอุดม (นิยม ทองอุดม 2520 : 9) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "บรรยากาศ" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่านักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้

สัญญา วันงาม (สัญญา วันงาม 2521 : 37) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในด้านการตอบสนองแบบเปิดเผยกับการตอบสนองแบบปิดบัง ในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ใช้การตอบสนองแบบเปิดเผยสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ใช้การตอบสนองแบบปิดบังในวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สืบศักดิ์ สาทร (สืบศักดิ์ สาทร 2521 : 43 - 44) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่มีความรับผิดชอบต่างกัน โดยการเรียนรู้จากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และจากการสอนปกติ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติสูงกว่าของนักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติสูงกว่าที่เรียนจากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่มีความรับผิดชอบสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่มีความรับผิดชอบต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนโดยการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองไม่แตกต่างกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และนักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนโดยการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองไม่แตกต่างกัน

จรรยา สุชะพันธ์ (จรรยา สุชะพันธ์ 2522 : 35) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่า

กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปมีความสัมพันธ์กับทัศนคติที่มีต่อการเรียนโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภานุมาศ พานารณ (ภานุมาศ พานารณ 2523 : 45) ได้ทดลองใช้ชุดการสอนตามเอกัตถภาพกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเซต กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) จำนวน 120 คน โดยใช้ประชากรตัวอย่างจากโรงเรียนแจรงวอนวิทยา แบ่งเป็นกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กลาง ต่ำ กลุ่มละ 40 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลการเรียนของนักเรียนกลุ่มสูงและกลาง ไม่แตกต่างกัน แต่ผลของกลุ่มต่ำแตกต่างจากกลุ่มสูงและกลางที่มีระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 ความคิดเห็นของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดการเรียน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พิศมัย ถีระแก้ว (พิศมัย ถีระแก้ว 2523 : 48) ได้สร้างชุดการสอนจากหนังสือเรียนภาษาไทยชุดทักษะสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำหรับโรงเรียนสตรีนนทบุรี เรื่องสัตว์ขาวิธาน สำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 90/90 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียน 40 คน ได้มาโดยทางโรงเรียนจัดให้ ผลการวิจัยพบว่า ในการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 85/83 ในการทดลองแบบกลุ่มเล็กชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 95.5/86 และในการทดลองภาคสนามชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 91/90.08

จากการวิจัยในประเทศไทยพอจะสรุปได้ว่า ชุดการสอนรายบุคคล หรือชุดการเรียนด้วยตนเองนั้น ได้แพร่หลายมากในวงการศึกษไทยหลังปี พ.ศ. 2520 ทุกระดับ และจากผลการวิจัยยืนยันไว้ว่า ผู้เรียนได้รับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความคงทนในการเรียนรูสูง

สำหรับการวิจัยในต่างประเทศ ก็มีมากมายหลายรูปแบบหลายระดับ จึงขอเสนอแค่เพียงการวิจัยที่เกี่ยวกับชุดการเรียนที่ใช้กับการฝึกทักษะและการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น ดังนี้

★ มอริเบอร์ (Moriber. 1969 : 214 - 216) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องทฤษฎีอะตอมและพันธเคมี ในระดับวิทยาลัย โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 240 คน แบ่งเป็น สองกลุ่ม ๆ ละ 120 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ใช้เวลาในการทดลองสอนกลุ่มละสามสัปดาห์ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สตรีกแลนด์ (Strickland. 1971 : 2510 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติในวิชาชีววิทยาทั่วไป ที่ Coplan-Lincoln Junior College โดยแบ่งนักศึกษออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มหนึ่งสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งสอนแบบปกติ ผลปรากฏว่า นักศึกษากลุ่ม ที่สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบปกติอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ

พาร์กเกอร์ (Parker. 1974 : 4914 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซล โมเลกุล DNA และพันธุกรรมของ นักศึกษาที่เริ่มเรียนวิชาชีววิทยาในระดับมหาวิทยาลัย ใช้กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา 90 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 45 คน กลุ่มทดลองสอน โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุม สอนแบบปกติ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน

โทมัส ลอง (Long. 1974 : 1963 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลการเรียนวิชาการถาวรของพลังงาน (Conservation of Energy) การไหลของของไหล (Fluid-flow) และสถิตศาสตร์ (Statics) ของ นักศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่หนึ่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 93 คน คัดเลือกจากผู้มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์สูงและต่ำต่างกัน แบ่งเป็นสองกลุ่มกลุ่มทดลอง สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้วิธีบรรยาย เมื่อสอนจบทำการ สอบวัดผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ

โคเคน (Koen. 1974 : 88 - 89) ได้ทำการทดลองใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ในวิชาชีวเคมีที่มหาวิทยาลัยเท็กซัส โดยแบ่งวัสดุประกอบการสอนออกเป็นหน่วย ๆ แต่ละหน่วยประกอบด้วย หัวข้อ เนื้อหา คำถามต่าง ๆ หนังสืออ้างอิง ปัญหาที่ต้องศึกษาและสิ่งอื่น ๆ ที่จำเป็น นักศึกษาจะต้องเรียนจากแต่ละหน่วยด้วยความล่าช้า ตามความสามารถและความต้องการของตนเอง เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยแล้วเจ้าหน้าที่จะให้แบบทดสอบเพื่อดูว่าจะเรียนหน่วยต่อไปได้หรือไม่ ถ้าผลการเรียนยังไม่เป็นที่พอใจ ก็จะต้องกลับไปเรียนหน่วยเดิมอีก แล้วมาตอบแบบทดสอบใหม่จนกว่าจะได้ผลของการเรียนเป็นที่พอใจ คือได้คะแนนตามเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้แล้วจึงเรียนหน่วยต่อไปได้ นักศึกษาที่ผ่านวิชานั้นโดยตลอดแล้วจะได้รับเกรดเอทุกคน

ผลจากการตอบแบบสอบถามของนักศึกษาที่เรียน ปรากฏว่าชุดการเรียนด้วยตนเองได้รับความนิยมอย่างสูง กล่าวคือนักศึกษาจำนวนร้อยละ 72 เห็นว่าการเรียนแบบนี้ดีเท่าเทียมกับการสอนแบบธรรมดา ร้อยละ 88 ของนักศึกษาทั้งหมดเหล่านั้นเห็นว่าการเรียนแบบนี้มีมาตรฐานและกิจกรรมการเรียนดีกว่าการสอนแบบธรรมดา

วอสเซอร์แมน เมลวิน (Malvin. 1974 : 48) นักศึกษาปริญญาเอก ได้วิจัยเรื่องการออกแบบชุดการเรียนการสอนด้วยตนเองอย่างถูกต้องหลักในการฝึกทักษะแยกความแตกต่างของระดับเสียง โดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเมื่อเรียนชุดการเรียนแล้วสามารถจะแยกระดับเสียงของเปียโน คนตรีจากโน้ตเพลงทั้งชุด และเขียนระดับเสียงออกมาเป็นโน้ตเพลงหลังจากฟังจากเปียโน ได้ผลการวิจัยคือ ครูสามารถสร้างชุดการเรียนเพื่อฝึกทักษะในการแยกระดับเสียงคนตรีได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบชุดการเรียนเช่นนี้มีประโยชน์ โดยเฉพาะการศึกษาคนตรีเท่านั้น แต่ใช้ได้กับแขนงวิชาอื่น ๆ ได้อีกด้วย

คอร์คอแรน (Corcoran. 1975 : 4976 - A) ได้ทดลองใช้บทเรียนแบบชุดการเรียนเพื่อปรับปรุงและทดลองความสามารถของครูก่อนที่จะออกไปทำการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา ซึ่งในชุดการเรียน

ประกอบด้วยเนื้อหา 6 หัวข้อ คือวิธีแก้ปัญหา ทักษะในการแก้ปัญหาคาระเปินผล
การอภิปราย บทบาทของผู้นำการอภิปราย การเตรียมการสอน ผลการทดลองปรากฏว่า
ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนตามจุดมุ่งหมาย

คุคินี (Gudney. 1975 : 26) ใช้ชุดการเรียนเพื่อฝึกทักษะการพยาบาล
ที่มหาวิทยาลัยเคลาเวิร์ทคลองกับกลุ่มนักศึกษา จำนวน 25 คน จากนักศึกษาทั้งหมด 100 คน
ใช้เวลาเรียนนอกเวลากับชุดการเรียนด้วยตนเองสัปดาห์ละ 4 วัน เป็นเวลาทั้งหมด
56 ชั่วโมง ปรากฏว่าผลการเรียนมีผลดีเท่ากับกลุ่มที่เรียนตามปกติ 2 ภาคเรียน

บาร์ค (Bard. 1975 : 5947 - A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 100 ของนักศึกษาที่ Southern Colorado State College
โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 70 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม
กลุ่มทดลองมี 22 คน สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุม 48 คน สอนแบบปกติ
ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

ยูน (Yun. 1976 : 4963 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการสอน
โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปเรื่อง การวางแผนครอบครัว (Family Planning)

ในปี 1974 ของกองทหารเกาหลี ใช้กลุ่มตัวอย่าง 183 คน ซึ่งถูกแบ่งออกเป็นสามกลุ่ม

กลุ่มที่หนึ่ง สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

กลุ่มที่สอง สอนโดยใช้หนังสือที่ไม่ใช่บทเรียนสำเร็จรูป

กลุ่มที่สาม สอนโดยใช้คำบรรยายจากเทป (Tape Lecture)

ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่า
กลุ่มที่เรียนจากหนังสือที่ไม่ใช่บทเรียนสำเร็จรูป และกลุ่มที่สอนโดยใช้คำบรรยายจากเทป
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า ทหารส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนสำเร็จรูป

จากเอกสารและงานวิจัยทั้งหมด จะเห็นได้ว่า การสอนโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูป
ให้ผลพอกันหรือมากกว่าการสอนโดยครูผู้สอนตามปกติ จึงแสดงว่าแบบเรียนสำเร็จรูป
สามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยสอนของครูได้อย่างดี การสอนแบบนี้ยังมีผลดีในด้านอื่น ๆ อีก

เช่น ประหยัดเวลา แก้ปัญหาครูผู้สอน ช่วยผ่อนแรงครู ช่วยให้เด็กรักนิยมนับถือ ชื่นชม
รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ช่วยลดช่องว่างระหว่างความสามารถและความแตกต่าง
ระหว่างบุคคลเป็นต้น ผู้วิจัยจึงให้ความสนใจและสนับสนุนการสอนโดยใช้แบบเรียน
สำเร็จรูป เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการนำเอาเทคนิคการสอนแบบนี้มาใช้ในวงการศึกษา
ให้กว้างขวางยิ่งขึ้นในอนาคต

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

ผลสัมฤทธิ์ในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนด้วยตนเอง
จะแตกต่างจากการฝึกด้วยครูผู้สอน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2525 โรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร เฉพาะผู้ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยาทั้งหมด จำนวน 2 ห้องเรียน โดยสุ่มเป็นห้องทดลอง 1 ห้องเรียน และสุ่มเป็นห้องควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนในห้องทดลอง 45 คน และห้องควบคุม 42 คน

แบบแผนของการทดลอง

แบบแผนของการทดลองเป็นแบบ Randomized Control - Group Posttest-only Design มีลักษณะการทดลองดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524 : 229)

ตาราง 1 แบบแผนของการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	-	X	T ₂
CR	-	-	T ₂

วิธีดำเนินการทดลอง

จากนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยาทั้งหมดจำนวน 2 ห้องเรียน ผู้วิจัยใช้วิธีจับสลากสุ่มห้องทดลอง 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 45 คน และห้องควบคุม 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 42 คน แล้วดำเนินการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ห้องทดลองด้วยแบบเรียนด้วยตนเองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และฝึกด้วยครูผู้สอนคือผู้วิจัยเองกับห้องควบคุมตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยให้มีสถานการณ์ ขั้นตอนการฝึก ลำดับ ทักษะของกระบวนการ วัสดุอุปกรณ์ และแม้กระทั่งแบบฝึกหัดท้ายบทของแต่ละขั้นตอนก็เหมือนกับในแบบเรียนด้วยตนเองทุกประการ (ดูรายละเอียดเกี่ยวกับแผนการสอนในภาคผนวกหน้า 74) เวลาที่ใช้สอนทั้งสองห้องเรียนเท่ากัน และเป็นเวลาคล้าย ๆ กัน คือมีทั้งช่วงเช้าและช่วงบ่าย สำหรับการสอนในห้องทดลองดำเนินการดังนี้ (ดูรายละเอียดเกี่ยวกับแบบเรียนด้วยตนเองในภาคผนวกหน้า 87)

1. ครูผู้ฝึกแนะนำที่มา คุณค่า และประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด และทักษะที่ต้องการจะฝึกทั้ง 6 ทักษะ
2. ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจกับคำแนะนำในการใช้บทเรียน วัสดุอุปกรณ์ วัตถุประสงค์ของแต่ละขั้นตอนของการฝึกในทักษะต่าง ๆ
3. สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีให้ โดยอนุญาตให้นักเรียนปรึกษากันเองได้บ้าง หรือถามครูผู้ฝึกได้ในกรณีที่ปัญหาในการใช้วัสดุอุปกรณ์ หรือการใช้แบบเรียน
4. ครูผู้ฝึกจะอนุญาตให้นักเรียนรับแบบเรียนด้วยตนเองแบบฝึกปฏิบัติ และบัตรคำสั่งปฏิบัติการไปที่ละชุด เมื่อผู้ใดทำเสร็จในแต่ละชุดแล้วจึงรับชุดใหม่ไปศึกษาต่อ โดยมีต้องรอบุคคลอื่น

เมื่อเสร็จสิ้นการฝึกจากแบบเรียน และจากครูผู้สอนแล้ว ให้นักเรียนทุกคนศึกษาลักษณะการตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง จากสถานการณ์

การทดลองหลาย ๆ แบบ ในภาพยนตร์ เรื่องการทดลองบทบาทของฮอร์โมนต่อการเปลี่ยนสีผิวหนังและต่อการผสมพันธุ์ของไหม และสไลด์ชุดการสืบสวนสอบสวนเรื่องอาหารไก่ เรื่องการสังเคราะห์แสง จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเสริมความรู้ความเข้าใจผู้เรียนให้กว้างขวางขึ้น ณ ห้องจัดฉายภาพยนตร์ของโรงเรียน

7. ทดสอบหลังเรียนพร้อมกันทั้งห้องทดลอง และห้องควบคุมด้วย แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือเนื้อหาวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตร ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับปรับปรุง 2523 เรื่องเราเรียนชีววิทยากันอย่างไร ดังนี้

1. การสังเกต
2. การตั้งปัญหา
3. การตั้งสมมติฐาน
4. การออกแบบการทดลอง

เนื่องจากลักษณะการเขียนแบบเรียนของผู้วิจัยเป็นแบบ อินคัลทิฟ ซึ่งต้องอาศัยการสร้างสถานการณ์ในแบบฝึกหัด แล้วนำเข้าสู่การสรุปลักษณะกฎเกณฑ์ของเนื้อหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องนำแบบเรียนอีกบทหนึ่งคือ ระบบนิเวศน์ มาสร้างเป็นสถานการณ์ ของแบบฝึกหัดโดยตลอดทุกทักษะ ซึ่งเนื้อหาของเรื่องระบบนิเวศน์นั้นมีดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างที่อยู่อาศัยกับสิ่งมีชีวิต
2. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันในด้านการถ่ายทอดพลังงาน

และอื่น ๆ

3. อิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพ และชีวภาพต่อสิ่งมีชีวิต
4. การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศน์ต่าง ๆ ในโลกของสิ่งมีชีวิต

(Biospheres)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยนำมาฝึกโดยอาศัยเนื้อหาทั้งกล่าวข้างต้นนั้น มี 6 ทักษะ ซึ่งใช้ค่านิยมปฏิบัติการและการจัดประเภทของทักษะเหมือนกับของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้คือ

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการบันทึกข้อมูลและการสื่อความหมาย
3. ทักษะการจัดกระทำข้อมูล
4. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
5. ทักษะการออกแบบการทดลอง
6. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

1. แบบเรียนด้วยตนเอง ซึ่งมีลักษณะเป็นบทเรียนสำเร็จรูปแบบโปรแกรม ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง (ดูรายละเอียดในภาคผนวกหน้า 87) โดยมีลำดับขั้นตอนของการสร้างดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแบบเรียนด้วยตนเอง จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เคยมีผู้เขียนและทำการวิจัยไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหา และกิจกรรมให้เหมาะสม

1.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย ที่เคยมีผู้เขียนและทำการวิจัยไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดลำดับขั้นตอนของทักษะในการฝึกครั้งนี้ให้เหมาะสมกับวัยและภูมิหลังของผู้เรียน (ดูรายละเอียดเกี่ยวกับการลำดับขั้นตอนการฝึกในภาคผนวกหน้า 74)

1.3 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะใช้ในการทดลองครั้งนี้ทั้งหมดจากคู่มือแบบเรียนชีววิทยาเล่มที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.4 สร้างแบบเรียนด้วยตนเองในลักษณะดังกล่าวก่อนด้วยโดยใช้สื่อประสมตามเกณฑ์ของ คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973 : 150) ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1.4.1 หัวข้อเรื่อง

1.4.2 หัวข้อย่อย

1.4.3 จุดมุ่งหมาย หรือ เหตุผล

1.4.4 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1.4.5 การทดสอบครั้งแรก

1.4.6 กิจกรรมและการประเมินผลตนเอง

1.4.7 การทดสอบย่อย

1.4.8 การทดสอบขั้นสุดท้าย

1.5 นำแบบเรียนที่สร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ท่าน

1.6 นำแบบเรียนที่ได้รับการตรวจและแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มย่อยจำนวน 15 คน จากนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาชีววิทยา ของโรงเรียนคำน่ำไร่ อำเภอมะนัง จังหวัดสมุทรปราการ เมื่อเสร็จการทดลองใช้แบบเรียนให้ผู้เรียนทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 36 ข้อ

1.7 นำคะแนนของคำตอบจากแบบฝึกหัดท้ายแบบเรียนด้วยตนเองของผู้ทดลองทั้ง 15 คน มาคิดเป็นค่าร้อยละได้ 82.06

1.8 นำคะแนนของคำตอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ของผู้ทดลองทั้ง 15 คน มาคิดเป็นค่าร้อยละได้ 79.63

1.9 เมื่อได้ค่าประสิทธิภาพของแบบเรียนสอกล้องตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 แล้วจึงนำแบบเรียนไปดำเนินการวิจัยต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 ศึกษาความหมาย ขอบเขต และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของ ทักษะทั้ง 6 ทักษะจากเอกสาร งานวิจัย และหนังสือ Science-A Process Approach, Commentary for Teacher ของ AAA-S (AAA-S. 1970 : 33- 176)

2.2 สร้างตารางจำแนกข้อสอบของทักษะต่าง ๆ เพื่อการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกครั้งนี้ ให้เหมาะสม และสอดคล้องกับระดับภูมิหลังของผู้เรียน และวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้

2.3 นำตารางจำแนกข้อสอบของทักษะให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณาทั้ง 4 ท่าน แล้วปรับปรุงแก้ไข

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 5 ทักษะแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงทางเนื้อหา (Content Validity) และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity)

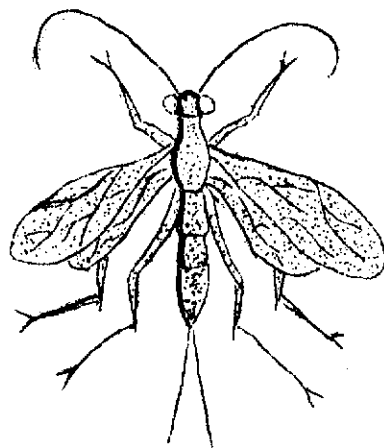
2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ สร้างและตรวจเสร็จแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยา โรงเรียนมัธยมวัดสังเวช กรุงเทพมหานคร จำนวน 130 คน

2.6 นำแบบทดสอบที่นักเรียนทำแล้วมาตรวจให้คะแนนแต่ละข้อ ถ้า นักเรียนตอบถูกจะได้คะแนน 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือเว้นไม่ตอบ จะได้คะแนน 0 คะแนน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้หลักการตัดกลุ่ม 27% เป็นกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ หาค่า P_H และ P_L แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Chung - Teh, Fan. 1952 : 16 - 32) เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ

แล้วเลือกข้อสอบที่ดีที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ คือมีค่า p ระหว่าง $.20 - .80$ และค่า r ตั้งแต่ $.20$ ขึ้นไปไว้เป็นจำนวน 36 ข้อ หลังจากนั้นนำข้อสอบที่คัดเลือกได้มาหาค่าความเชื่อมั่นแบบ KR-20 (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524 : 170 - 171) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางก้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ 0. จงศึกษาภาพแล้วว่าข้อใดจาก ก. ถึง ง. เป็นข้อความของการบันทึกการสังเกตที่ถูกต้อง



- ก. แมลงตัวนี้มีปีกบางนุ่ม มีลายเป็นจุด
- ข. แมลงตัวนี้มีหางยาวใช้ป้องกันศัตรู
- ค. แมลงตัวนี้มีหนวดยาวน่าจะเป็นแมลงที่หากินกลางวัน
- ง. แมลงตัวนี้มีหนวดยาว ลำตัวยาว มีหาง 2 เส้น มีปีก 4 ปีก

วิธีการและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาอำนาจจำแนกและความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางก้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ตาราง จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952)

2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักเษกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีของ คูเคอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ที่ 20 (KR-20) (ล่วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524 : 170 - 171)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ
	S_t^2	แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	p	แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อเท่ากับ $1-p$

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากสูตร (ล่วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524 : 97 - 98)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(N-1) S_1^2 + (N-1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$$

เมื่อ	$\bar{X}_1$	แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1
	$\bar{X}_2$	แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 2
	n_1	แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	n_2	แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

เมื่อ	s_1^2	แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1
	s_2^2	แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 2

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมาย ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ เพื่อให้สามารถเข้าใจได้ตรงกัน ดังต่อไปนี้

- N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
- S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน
- t แทน อัตราส่วนนัยสำคัญทางสถิติ
- p แทน ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้เสนอตามลำดับ ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม

ภายหลังการทดลอง ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกทั้งห้องทดลอง จำนวน 45 คน และห้องควบคุม จำนวน 42 คน แล้วสุ่มกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ผลเพียงห้องละ 30 คน มาเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ปรากฏผล ดังตาราง 1

ตาราง 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	30	25.46	17.31	1.2102
กลุ่มควบคุม	30	24.10	18.92	

$$p > .05$$

$$t_{.05} = 2.045$$

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ย และความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 25.46 และ 17.31 ตามลำดับ ส่วนคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์การฝึกทักษะของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 24.10 และ 18.92 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม และมีความแปรปรวนน้อยกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ไม่พบว่า

ผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นั่นคือ กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป กับกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยครูผู้สอน มีผลสัมฤทธิ์ของการฝึกไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ว่า นักเรียนที่ฝึกด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป กับนักเรียนที่มีครูเป็นผู้ฝึกจะมีผลสัมฤทธิ์ของการฝึกแตกต่างกัน

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

เมื่อผู้วิจัยได้นำเอาผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบกันเป็นรายทักษะ ในระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังตาราง 3 ถึงตาราง 7 ดังนี้

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะการบันทึกและทักษะการจัดกระทำข้อมูล (ข้อสอบ 2 ข้อ)

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	1.63	.25	.9028
กลุ่มควบคุม	30	1.76	.37	

$$p > .05$$

$$t_{.05} = 2.045$$

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ย และความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของทักษะการบันทึก และการจัดกระทำข้อมูลของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 1.63 และ .25 ตามลำดับ ส่วนคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของทักษะการบันทึก และการจัดกระทำข้อมูลของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 1.76 และ .37 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า กลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และมีความแปรปรวนน้อยกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ไม่พบว่าผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะนี้ของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะของการบันทึกและจัดกระทำข้อมูลควยแบบเรียนสำเร็จรูป และควยครูฝึกมีผลสัมฤทธิ์ของการฝึกไม่แตกต่างกัน

ตาราง 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะการสื่อความหมายของข้อมูล
(ทดสอบ 5 ขอ)

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	3.60	1.42	.0118
กลุ่มควบคุม	30	3.57	1.21	

$$p > .05$$

$$t_{.05} = 2.045$$

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 3.60 และ 1.42 ตามลำดับ ส่วนคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของ

การฝึกทักษะการสื่อความหมายข้อมูล ในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 3.57 และ 1.21 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีความแปรปรวนมากกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ไม่พบว่าผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะนี้ในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะการสื่อความหมายข้อมูลด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป และด้วยครูฝึกมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน

ตาราง 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน (ข้อสอบ 14 ข้อ)

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	t
กลุ่มทดลอง	30	6.33	3.39	.3371
กลุ่มควบคุม	30	6.16	4.24	

$$p > .05$$

$$t_{.05} = 2.045$$

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ย และความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 6.33 และ 3.39 ตามลำดับ ส่วนคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของทักษะการตั้งสมมติฐานของกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 6.16 และ 4.24 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า กลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม และมีความแปรปรวนน้อยกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ไม่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะนี้ของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะ

การตั้งสมมติฐานช่วยแบบเรียนสำเร็จรูป และช่วยครูผู้ฝึกมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน

ตาราง 6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะการออกแบบการทดลอง (ข้อสอบ 14 ข้อ)

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	8.66	4.97	.7989
กลุ่มควบคุม	30	8.20	4.97	

$$p > .05$$

$$t_{.05} = 2.045$$

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะการออกแบบการทดลองของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 8.66 และ 4.97 ตามลำดับ ส่วนค่าคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะการออกแบบการทดลองของกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 8.20 และ 4.97 ตามลำดับ จะเห็นว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีความแปรปรวนเท่ากับกลุ่มควบคุม เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ไม่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะนี้ในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกทักษะการออกแบบการทดลองช่วยแบบเรียนสำเร็จรูป และช่วยครูผู้ฝึกมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน

ตาราง 7 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกทักษะการแปลความหมายข้อมูล และ
ลงข้อสรุป (ข้อสอบ 5 ข้อ)

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	30	3.46	1.00	.7593
กลุ่มควบคุม	30	3.26	1.08	

$$p > .05$$

$$t_{.05} = 2.045$$

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนน
ผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะการแปลความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปของกลุ่มทดลอง
มีค่าเท่ากับ 3.46 และ 1.00 ตามลำดับ ส่วนค่าคะแนนเฉลี่ย และความแปรปรวนของ
คะแนนผลสัมฤทธิ์ของทักษะการแปลความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปของกลุ่มควบคุม มีค่า
เท่ากับ 3.26 และ 1.08 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ากลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า
กลุ่มควบคุม และมีความแปรปรวนน้อยกว่ากลุ่มควบคุมด้วย เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 กลุ่ม
มาเปรียบเทียบกัน โดยการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ไม่พบว่า ผลสัมฤทธิ์
ของการฝึกทักษะนี้กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือผลสัมฤทธิ์
ทางการฝึกทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป และด้วย
ครูฝึกมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมและครูเป็นผู้ฝึกโดยมีแผนการฝึกคล้ายขั้นตอนของการฝึกเหมือนกัน ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความมุ่งหมายของการศึกษา

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยาค้นคว้าด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมกับค้นคว้าด้วยครูฝึก

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมและค้นคว้าด้วยครูฝึก จะมีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน

วิธีการดำเนินการศึกษา

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยาปีการศึกษา 2525 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมทั้งสิ้น 87 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยาปีการศึกษา 2525 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน โดยวิธีจับสลากสุ่มเป็นห้องทดลอง และห้องควบคุม แล้วจึงลุ่มกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมจากแต่ละห้องดังกล่าวมาห้องละ 30 คน รวมเป็น 60 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.1 แผนการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละทักษะตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

3.2 แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดที่ใช้สื่อประสมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เนื้อหาของแบบเรียนชีววิทยา เล่มที่ 1 เรื่อง เราเรียนชีววิทยาได้อย่างไร และเรื่อง ระบบนิเวศน์ แบ่งแบบเรียนออกเป็น 4 เล่ม ประกอบด้วย 6 ทักษะ โดยการรวมทักษะบางทักษะฝึกไปพร้อมกัน ดังนี้

เล่มที่ 1 ฝึกทักษะการสังเกต

เล่มที่ 2 ฝึกทักษะการบันทึกข้อมูลและทักษะการจัดกระทำข้อมูล และทักษะการสื่อความหมาย

เล่มที่ 3 ฝึกทักษะตั้งสมมติฐานและทักษะการออกแบบการทดลอง

เล่มที่ 4 ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ

4. การดำเนินการทดลอง การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2525 ดำเนินการดังนี้

4.1 ก่อนการทดลอง ได้แนะนำนักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียนให้รู้ถึงลักษณะและส่วนประกอบของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน และเน้นถึงการพัฒนาทักษะทางความคิดด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ว่ามนุษย์สามารถพัฒนาความคิดในลักษณะเช่นนี้ได้

4.2 การทดลอง ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จะได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแผนการฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเหมือนกัน ใช้เวลาเท่ากัน คือสัปดาห์ละ 3 คาบ ๆ ละ 50 นาที รวม 12 คาบ ระยะเวลาในการทดลอง 1 เดือน ต่างกันตรงที่กลุ่มทดลองฝึกด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสม ส่วนกลุ่มควบคุมฝึกด้วยครูฝึกคือผู้วิจัยเอง

4.3 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ได้ทำการทดสอบนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาวิเคราะห์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 หาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5.2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการใช้ $t - test$ แบบ Independent Groups

5.3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในแต่ละทักษะ รวม 5 ทักษะ (ทักษะการสังเกต มิได้นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย) โดยการใช้ $t - test$ แบบ Independent Groups

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสม กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกจากครูผู้ฝึก มีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นรายทักษะ มีผลสัมฤทธิ์ของการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมกับโดยใช้ครูผู้ฝึก จากการศึกษาครั้งนี้ไม่พบว่า นักเรียนที่ฝึกด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูผู้ฝึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากสาเหตุต่อไปนี้

1. การฝึกทักษะด้วยวิธีการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมกับการใช้ครูผู้ฝึกของการวิจัยครั้งนี้ ฝึกตามแบบแผนการฝึกอันเดียวกันโดยมีความเหมือนกันทั้งวิธีการจัดกิจกรรม ลักษณะของสถานการณ์ วัสดุอุปกรณ์ และแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน คำสั่งปฏิบัติการที่ใช้ฝึกในแต่ละทักษะ ฝึกกันตรงที่กลุ่มทดลองได้จัดสิ่งกีดขวางคันไว้ในแบบเรียนสำเร็จรูป และให้ผู้เรียนฝึกด้วยตนเอง ส่วนกลุ่มควบคุมครูผู้ฝึกเป็นผู้จัดเสนอสิ่งต่าง ๆ กีดขวางคันให้ผู้ฝึก โดยอาศัยแผ่นภาพโปร่งใสเสนอสถานการณ์ของแต่ละทักษะแทนแบบเรียนสำเร็จรูป

2. ความคล้ายคลึงอีกประการหนึ่งของการทดลองครั้งนี้ คือการจัดบรรยากาศที่ดีของการฝึกทั้งกลุ่มทดลอง ซึ่งรับการฝึกด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสม และกลุ่มควบคุมซึ่งรับการฝึกด้วยครู กล่าวคือผู้ฝึกมีโอกาสที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีโอกาสได้ปฏิบัติการด้วยตนเองตามบัตรคำสั่งเดียวกัน ฝึกการตัดสินใจในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหลายรูปแบบด้วยตนเอง ประสิทธิภาพตรงต่าง ๆ ที่จัดให้ผู้ฝึกทั้ง 2 กลุ่มในบรรยากาศการฝึกที่คล้ายคลึงกัน อาจจะมีส่วนทำให้ผู้ฝึกได้มีโอกาสพัฒนาทักษะต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ค่อนข้างจะทัดเทียมกันนั้น น่าจะมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ของการฝึกในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

3. สื่อการสอนที่เสนอให้ผู้เรียนหรือผู้ฝึกเพื่อเสริมความเข้าใจและเสริมทักษะในการฝึกครั้งนี้คือ ภาพยนตร์และสไลด์ชุดสืบสวนสอบสวน ที่ผู้วิจัยได้จัดทำให้ผู้เข้ารับการฝึกทั้ง 2 กลุ่ม ได้มีโอกาสศึกษาเท่ากันและพร้อมกันหลังจากการฝึกเสร็จสิ้นลง แต่ก่อนทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สิ่งนี้ก็น่าจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ของการฝึกที่จะทำให้มีผลไม่แตกต่างกัน

จากเหตุผลทั้ง 3 ประการดังกล่าวข้างต้นนี้ ผู้วิจัยคิดว่าน่าจะเป็นเหตุผลที่เพียงพอที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ของการฝึกเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

เพื่อศึกษาว่าผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะครั้งนี้หรือไม่เพียงใด ผู้วิจัยจึงนำคะแนนที่ได้จากการตอบใบแบบฝึกหัดท้ายบทของแต่ละทักษะมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบค่าร้อยละ นำคะแนนผลสัมฤทธิ์มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบค่าร้อยละ เมื่อนำการร้อยละของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่า กลุ่มทดลองทำได้เกณฑ์ 91.67/84.57 ส่วนกลุ่มควบคุมทำได้เกณฑ์ 89.25/80.42 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 แสดงว่าผู้ฝึกทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้รับผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะครั้งนี้อย่างหักเหียวกัน โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ถึงแม้ว่าการวิจัยครั้งนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ก็สอดคล้องกับ ภาณุมาศ พานารต (ภาณุมาศ พานารต 2523 : 45) ที่ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องเซลล์ ของนักเรียน ม.3 ด้วยชุดการสอนตามเอกัตถภาพกับการสอนปกติ ระหว่างนักเรียนกลุ่มสูงและนักเรียนกลุ่มกลางไม่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับ พาร์คเกอร์ (Parker. 1974 : 4914 - A) ซึ่งพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องเซลล์ โมเลกุล DNA และพันธุกรรม ในระดับมหาวิทยาลัย ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป และด้วยครูผู้สอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเช่นเดียวกับ บาร์ด (Bard. 1975 : 5947-A) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักศึกษาที่ Southern Colorado State Collage โดยใช้

แบบเรียนสำเร็จรูป และกับการสอนปกติ ปรากฏว่าทั้ง 2 กลุ่มให้ผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะทั่วไป

เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า การใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมนี้ ให้ผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกับครูผู้สอน ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้ครูผู้สอนที่มุ่งจะฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ทดลองใช้แบบเรียนลักษณะเช่นนี้เป็นเครื่องมือช่วยครูผู้สอน ซึ่งมีข้อดีหลายประการ ดังนี้

1. ลักษณะของแบบเรียนเช่นนี้สอดคล้องกับลักษณะนิสัยและความต้องการของวัยรุ่นหลายประการทั้งเช่น ส่งเสริมให้เขาได้มีโอกาสได้คิด ได้ทำ และตัดสินใจด้วยตัวเอง เพื่อพัฒนาบุคลิกภาพไปในทางที่เหมาะสม

2. การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องที่ท้ออาศัยการเสนอสถานการณ์การฝึกให้ผู้รับการฝึกได้มีโอกาสได้สัมผัสมากเท่าใดยิ่งดี การฝึกด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมนี้เป็นแบบเรียนที่ผู้สร้างสามารถสอดแทรกสถานการณ์ได้หลายรูปแบบ ทั้งสถานการณ์จริง สถานการณ์จำลองแบบต่าง ๆ ตลอดจนสามารถนำสื่อการสอนหรือเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ได้หลายลักษณะ จึงเป็นการสะดวกต่อผู้สร้างแบบเรียนชนิดนี้เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยสอน

3. จากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่าผู้เรียนประสบผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมนี้ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ดังนั้น แบบเรียนนี้จะเป็นเครื่องมือช่วยสอนที่เสนอแนะการสร้างสถานการณ์แบบฝึกหัด และการจัดกิจกรรมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั้งหลายได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปในผู้เรียนตามระดับความสามารถทางการเรียน ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับสติปัญญาของผู้เรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฐานะเศรษฐกิจครอบครัวกับผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
4. ควรศึกษาความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
5. ควรมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีสอนหลายรูปแบบ เช่น แบบศูนย์การเรียนรู้ แบบกลุ่มสัมพันธ์และอื่น ๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จตุร อุษะพันธ์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ม.1 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนปกติ วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 219 หน้า อัครสำเนา
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. "การปรับปรุงการสอนในระดับมหาวิทยาลัย ด้วยระบบสื่อการสอน," ศรีนครินทรวิโรฒ 11 : 4, กันยายน, 2518
- ชูศรี พรหมเชษฐ์ ความสนใจวิชาชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2519, 110 หน้า อัครสำเนา
- ธีระ จิตต์ชนะ การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "ไฟฟ้า" ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการเรียนกับการสอนปกติ วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 105 หน้า อัครสำเนา
- ธีระ รุญเจริญ "การสอนตามเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคล," ศึกษาศาสตร์ . 2 : 7, พฤษภาคม - สิงหาคม, 2518
- ธีระชัย ปุรณโชติ "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่," วารสารสามัคคีศึกษา. 6 : 32 - 33, มิถุนายน, 2516
- น้อยทิพย์ ศัลยศาสตร์ การศึกษาความล้มเหลวของทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สี่ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2521, 117 หน้า อัครสำเนา
- นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ "การใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์" ประชากรศึกษา. 5. 30 - 33, ธันวาคม, 2517
- นิพนธ์ สุขปรีดี นากรรมเทคโนโลยีทางการศึกษา โรงพิมพ์พิเศษ 2519, 198 หน้า

นิยม ทองอุดม การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง
บรรยากาศ โดยใช้แบบเรียนโมดูลกับการสอนปกติ วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520 87 หน้า อัดสำเนา

นิรมล จิตทักษะ การสร้างชุดการสอนรายบุคคลเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ สำหรับนักศึกษา
ผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จระดับ 4 ของศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนในประเทศไทย วิทยานิพนธ์
ศ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 84 หน้า อัดสำเนา

นิรมล แจ่มจำรัส การศึกษาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สร้างสำหรับระดับชั้น ม.ต้น
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2521, 254 หน้า อัดสำเนา

บุญฤทธิ์ ศิริอาชากุล การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่าง
มค. 1 กับ ม.1 เขตการศึกษา 3 วิทยานิพนธ์ ศ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2522 , 81 หน้า อัดสำเนา

บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ คู่มืออาจารย์ การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน
การพิมพ์พระนคร 2524, 112 หน้า

ประหยัศ จันทร์ขมภู และ ประสพลักษ์ อักษรมัท วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถม
โรงพิมพ์คุรุสภา 2518, 63 หน้า

ปิยาภรณ์ พรหมณี ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิจัยขั้นพื้นฐาน เรื่อง สัตว์และพืช
ของนักเรียน ป.2 สังกัดองค์การบริหาร จ.ว. ชัยภูมิ วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2523, 131 หน้า อัดสำเนา

ณกามาศ วรานุสันติกุล ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนมัธยมปลาย กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามการประเมินของครู
วิทยานิพนธ์ ศ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 97 หน้า อัดสำเนา

พจน์ สะเพียรชัย "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," พัฒนาการวัดผล.
10 : 49 - 51 มกราคม, 2517

พิทยาภรณ์ คำวงกุลรัตน์ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควยบทเรียน
แบบโมดูลกับการสอนปกติ เรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2522, 112 หน้า อัดสำเนา

พิศมัย ถีระแก้ว การสร้างชุดการสอนจากหนังสือบทเรียนภาษาไทยชุดทักษะสัมพันธ์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำหรับโรงเรียนสตรีนันทบุรี เรื่องลัทธิอาณานิคม สำหรับ
ห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 2523, 205 หน้า อักสาเนา

พัชรา เรืองรัมย์ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจ
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์
 ศ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 61 หน้า อักสาเนา

ไพโรจน์ วัฒนพาทย์ ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน มศ. 1 จากชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2521, 98 หน้า อักสาเนา

กานุมาศ พานารอด การทดลองใช้ชุดการสอนตามเอกัตภาพกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนแตกต่างกัน วิทยานิพนธ์ ศ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523,
 62 หน้า อักสาเนา

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เอกสารสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์ 3 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
หน่วยที่ 1 - 5 บริษัทวิคตอรี่เพาเวอร์พอยท์ 2525 : 252 หน้า

มาโนชญ์ บุญญาวัตร, ผู้แปล วิธีจัดทำและเขียนบทเรียนสำเร็จรูป หน่วยศึกษานิเทศก์
 กรมสามัญศึกษา ม.ป.ป., 198 หน้า

ยุพา วีระไวทยะ เอกสารอ่านประกอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2517, 13 หน้า อักสาเนา

ฉ้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา โรงพิมพ์วิจิตรการพิมพ์
 2524, 286 หน้า

ลัทธิวัลย์ กันตสุวรรณ "การเรียนตามความสามารถ," วิทยาศาสตร์. 29 : 34,
 พฤษภาคม, 2518

เลขา ปิยะอัจฉริยะ "การสอนตามเอกัตภาพ," วารสารครูศาสตร์. 3 : 18,
 กุมภาพันธ์-พฤษภาคม, 2517

สาขาวิชาครูและหน่วยการสอนและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายงานการร่างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2518, 67 หน้า อักสำเนา
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
บ.ป.ท. 2519, 24 หน้า อักสำเนา

รายงานการวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์
โดยใช้แบบทดสอบ IEA ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนตามหลักสูตร
สสวท. และนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร พ.ศ. 2503 บ.ป.ท. 2519, 327 หน้า
สืบศักดิ์ สาทร การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้
ในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่มีความรับผิดชอบต่างกัน
โดยการเรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเอง และจากการสอนปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 210 หน้า อักสำเนา

สัญญา หิพย์เสนา การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน-สอยสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้น
ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิม ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2517, 68 หน้า อักสำเนา

สัญญา วันงาม การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ โดยใช้ชุด
การเรียนด้วยตนเอง ในด้านของการตอบสนองแบบเปิดเผยกับการตอบสนองแบบปิดบัง
วิชาวิทยาศาสตร์ ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522,
219 หน้า อักสำเนา

สิปปนนท์ เกตุทัต แนวคิดว่าด้วยการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นโยบายของวิทยาศาสตร์
และการพัฒนาประเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2515, 38 หน้า

สุนันท์ ไทมาคม การผลิตชุดการสอน แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครูศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2520, 22 หน้า

สุนันท์ ปัทมาคม ชุดการสอน ภาควิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2516, 18 หน้า

ลำดับชั้นในการทำและวางแผนงานทำชุดการสอน แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2519, 37 หน้า อักษรย่อ

สุนันท์ สังข์ทอง "ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์," วิทยาศาสตร์ 34 : 337, เมษายน, 2523

สุมาลี พิศาลกุล ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมทางวาจากับการเรียนรู้ทักษะเชิงซ้อนของกระบวนการ

วิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2518, 121 หน้า อักษรย่อ

อนันต์ จันทร์ทวี ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ต่อผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียน ม.ศ. 2 และ ม. 2 ปริญญาโท กศ.ค.

อาภรณ์ ชาคินุญ "การเรียนรู้เป็นรายบุคคล," วารสารครูศาสตร์ 4 : 14 - 16,

มกราคม - กุมภาพันธ์, 2517

อัศวิน พรหมโสภา การศึกษามูลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำ ในวิชา

เทคโนโลยีทางการสอน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ปริญญาโท กศ.ม.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 90 หน้า

อภัย ชีวะธนรักษ์ การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูง
ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2517, 98 หน้า อักษรย่อ

Alexander, William M. and others. Independent Study in Secondary School.
New York, Holt, Rinehart and Winston, 1967. 170 p.

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

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

Barriek, Joseph D. "A Comparison of Two Modes of Instruction Utilizing
Aspects of Individualized Instruction," Dissertation Abstracts
International. 35 : 5948-A, March, 1975.

- Bell, Sandra Lee Smith. "The Development of an Instructional Package Entitled Mental Selection for Mentally Handicapped Adults," Dissertation Abstracts International. 35 : 5162-A, February, 1975.
- Butzow, John W. "The Process Learning Components of Introductory Physical Science : A Pilot Study," Research in Education. 6 : 35, October, 1971.
- Cardarelli, Sally M. Individualized Instruction Programmed and Materials. New Jersey, Englewood Cliffs, 1973. 79 p.
- Corcoran, Kathleen Anne. "Preparation of Pre-Service Teachers to Use the Case Method : The Development and Empirical Test of an Instructional Module," Dissertation Abstracts. 35 : 4976-A, August, 1975.
- Cudney, Shirley A. "Mediated Self-Instruction of Basic Nursing Skills," Audiovisual Instruction. 9 : 26, November, 1975.
- Duan, Jame E. Individualized Instructional Program and Materials. Englewood Cliffs, N.J., Educational Technology Publication. 1973. 169 p.
- Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. n.p. Education Testing Service, 1952. 52 p.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. New York, McGraw-Hill, 1976. 529 p.
- Francis, George Harold. "An Experimental Study of the Effectiveness of Self Instruction Versus the Lecture Demonstration Method of Teaching Phase of Electricity," Dissertation Abstracts International. 27 : 3338-A, April, 1967.
- Gaber, Dorothy L. and Peter A. Rubba. "The Effect of Early Teaching and Training Experience on Physics Achievement, Attitude Towards Science and Science Teaching, and Process Skill Proficiency," Science Education. 61 : 503-511, October-December, 1977.
- Harper, Martha Jane Armstrong. "The Development and Evolution of a Multimedia Self-Instruction Package in Beginning French at Tarrant County Junior College," Dissertation Abstracts International. 32 : 5669-5770 A, April, 1972.
- Houston, W. Robert and others. Developing Instructional Modules, A Modular System for Writing Modules. College of Education, Texas : University of Houston, 1972. 110 p.
- _____. Developing Instructional Modules : A Modular System for Writing Modules. Texas : College of Education fo Houston, 1972. 25 p.
- Kapfer, Philip G. and Glen P. Ovard. Preparing and Using Individualized Learning Packages for Upgrade, Continuous Progress Education. Englewood Cliffs, N.J., Educational Technology Publication, 1971. 318 p.

Kapfer, Philip and Miriam Kapfer. Learning Packages in American Education. New Jersey, Educational Technology Publications, 1972. 375 p.

Leedham, John. Programmed Learning in the School. London, Richard Clay, 1967. 140 p.

Lundstrom, Donald, and Lawrence Lawery. "Process Patterns and Stuctional Themes in Science." In Inquiry Techniques for Teaching Science. Edited by William D. Romey. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice - Hall, 1978.

Moore, Kenneth D. and J.W. Blankenship. "Teaching Basic Science Skills through Realistic Science Experiences in the Elementary School," Science Education. 61 : 337 - 345, March, 1977.

Molitor, Loretta L. and K.D. George. "Development of a Test of Science Process Skills," Journal of Research in Science Teaching. 13 : 405 - 412, May, 1976.

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

Nelson, Miles A. and Eugene C. Abraham. "Inquiry Skill Measure." Journal of Research in Science Teaching. 10 : 291, April, 1973.

Okey, James R. and Ronald L. Fiel. Basic Process Skills Program. Bloomington, Indiana University, 1973. 483 p.

_____. "Simple and Integrated Process Skills in Science Education Center, 1971," in Science Process Skills Program, Laboratory for Educational Development. Bloomington, Indiana University, 1971.

Olsen, Johann Ingebret. "The Effect of Learning Packages on the Continuous Process Education Pilot Program in the Kanawa Country West Virginia School," Dissertation Abstracts. 135 : 4992-A, February, 1975.

Page, Terry, Thomas, J.B., and A.R. Marshall. International Dictionary of Education. New York, Nicholas Publishing, 1977. 398 p.

Petrequin, Gaynor. Individualizing Learning through Modular - Flexible Programming. New York, McGraw-Hill, 1968. 180 p.

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

Quinn, Mary Ellen and Kenneth D. George. "Teaching Hypothesis Formation," Science Education. 59 : 289 - 296, July - September, 1975.

Schweb, Joseph S. Biology Teachers Handbook. New York, John Wiley, 1963. 585 p.

Storons, Truman J. and Ronald A. Atwood. "Interest Scores as Predictors of Science Process Performance for Junior High Students," Science Educations. 62 : 303 - 308, July - September, 1978.

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

Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio, Charles E. Merrill, 1967. 527 p.

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

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

The American Association the Advancement of Science. Science a Process Approach, Commentary for Teacher. Washington, D.C., AAS, 1970. 683 p.

Thiel, Robert P. and Kenneth D. George. "Some Factors Affecting the Use of the Science Process Skill of Prediction by Elementary School Children," Journal of Research in Science Teaching. 13 : 155 - 166, March, 1976.

Todo, Peggy Smith. "The Development and Evaluation of A Module for Individualized Self-Directed Instruction at the College Level," Dissertation Abstracts. 33 : 4078-A, August, 1973.

Tunk, Roger. "Classroom Strategies for Success wity Package," in Individualized Instruction Programs and Materials. New Jersey, Educational Publications, 1973. 112 p.

Vanek, Eugenia Ann Popporad. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (ESS) and a Textbook Approach on Classifying Skills, Science Achievement, and Attitudes." Dissertation Abstracts International 35 : 1522-A, September, 1974.

Widdon, Marvin Frank. "A Product Evaluation of Science - A Process Approach," Dissertation Abstracts. 32 : 3583-A, January, 1972.

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

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ควบแบบเรียนสำเร็จรูปและควบครูฝึก
 ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทคัดย่อ

ของ

เชาวนี อะยะวงค์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
 กุมภาพันธ์ 2526

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป และด้วยครูฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยา โรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน ได้ทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 โดยให้กลุ่มทดลองได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการฝึกด้วยครูฝึก คือผู้วิจัยเอง โดยใช้แผนการฝึกร่วมกัน ใช้เวลาในการฝึกเท่ากันทั้ง 2 กลุ่ม คือ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 12 คาบ เมื่อสิ้นสุดการฝึกแล้วได้สอนวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น ฉบับเดียวกันและพร้อมกันทั้ง 2 กลุ่ม

ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสม กับด้วยครูฝึกให้ผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับประสิทธิภาพของแบบเรียนที่ใช้เมื่อนำเอาข้อมูลมาวิเคราะห์แล้วได้ประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เล็กน้อย คือ 91.67/84.57

A COMPARATIVE STUDY OF THE ACHEIVEMENT OF SCIENCE
PROCESS SKILLS IN MATTAYOM SUKSA FOUR BIOLOGY
GAINED FROM SELF-INSTRUCTIONAL PACKAGE
AND BY INSTRUCTOR

AN ABSTRACT

BY

CHAWANEE AYAWONGSE

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

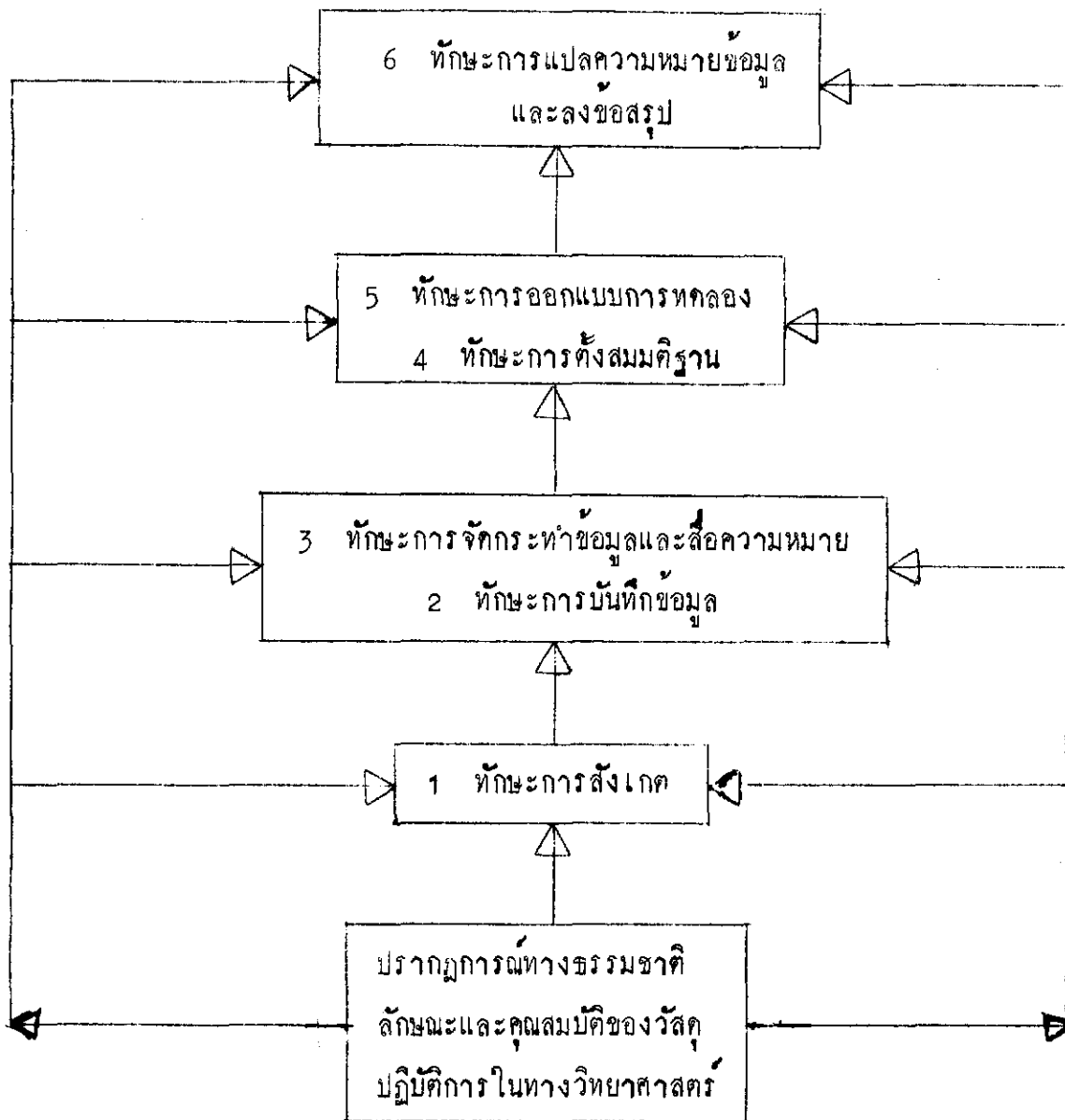
February 1983

The purpose of this experimental research was a comparative study of the achievement of the Science Process Skills in Mattayom Suksa 4 gained from self-instructional package and by instructor.

The sample consisted of 60 Mattayom Suksa 4 Students from The Secondary Demonstration School, Srinakharinwirot University Prasarnmitr, who have taken Biology as thier elective courses. The experimental treatment was Randomized Posttest-only Design. The first 30 students were the experimental group while the other 30 students were the controled group. The experiment was conducted concurrently during the second semester of the 1982 academic year under the topic Science Process skills. The experimental group were treated by using the self-instructional package with multiple media while the controled group was controlled by the researcher herself. Each group was given 12 periods of treatment, 3 periods a week with 50 minites each time. Then, the both groups were measured by the same achievement test of Science Process Skills

The results showed that the achievement in the Science Process Skills between two groups was not significantly different. The efficiency of instructional package showed a higher critirion, that is 89.25/80.42

บทสรุป



แผนภูมิ การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสม
และตัวครูฝึก

แผนการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมและครูฝึก

การฝึกทักษะแบ่งเป็น 4 ตอน และแบ่งแบบเรียนสำเร็จรูปเป็น 4 เล่มด้วยกัน

คือ

- ตอนที่ 1 ทักษะการสังเกต
- ตอนที่ 2 ทักษะการบันทึกข้อมูล
 ทักษะการจักรกระทำข้อมูล และสื่อความหมาย
- ตอนที่ 3 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- ตอนที่ 4 ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

เวลาที่ใช้ในการฝึก 12 คาบ ๆ ละ 50 นาที

วัตถุประสงค์ทั่วไป เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะความคิดทางกระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ทักษะ

ตอนที่ 1 ทักษะการสังเกต ใช้เวลา 3 คาบโดยประมาณ

- หัวข้อย่อย
1. ความหมายและความสำคัญของการสังเกต
 2. การสังเกตต้องคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง
 3. การฝึกการสังเกต

แนวคิด

การสังเกต เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า รวบรวมข้อมูล
 จากวัตถุหรือสถานการณ์ต่าง ๆ การสังเกตเป็นกระบวนการพื้นฐานที่สำคัญของวิทยาศาสตร์
 ความเป็นคนช่างสังเกตนั้น เป็นลักษณะนิสัยทุกคนมีได้ และฝึกได้ นักเรียนที่เรียน
 วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีทักษะการสังเกต

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบแบบเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถจะ

1. ระบุมิติต่าง ๆ ของวัตถุ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้ประสาทสัมผัสที่ต่างกันอย่างน้อย 4 อย่าง
2. เขียนข้อความเกี่ยวกับการสังเกตในเชิงปริมาณได้
3. เขียนข้อความเกี่ยวกับการสังเกต บรรยายสมบัติที่เปลี่ยนแปลงของวัตถุ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสม
4. บอกได้ว่าข้อความใดเป็นการสังเกต ข้อความใดเป็นการลงความเห็น

กิจกรรมการฝึก

1. ใ้ผู้ฝึกศึกษาแนวคิดของทักษะการสังเกตจากภาพการ์ตูน ภาพปรากฏการณ์ธรรมชาติ และภาพการทดลอง
2. ใ้ผู้ฝึกฝึกการสังเกตจากการทำปฏิบัติการจริงตามบัตรคำสั่งปฏิบัติการที่ 1 - 3
3. ใ้ผู้ฝึกตอบคำถามในกิจกรรมที่ 1 และบันทึกผลการสังเกตในกิจกรรมที่ 2 ลงในแบบฝึกปฏิบัติที่แจกไปให้

การประเมินผล

ใ้ผู้ฝึกทำแบบฝึกหัดท้ายบท 4 ข้อ พร้อมด้วยทำบันทึกการสังเกตจากปฏิบัติการจริงอีก 1 ครั้ง ตามบัตรคำสั่งปฏิบัติการที่ 4

บัตรคำสั่งปฏิบัติการ หมายเลขที่ 1

เรื่อง	ฝึกทักษะการสังเกต
วัตถุประสงค์	ให้นักเรียนสังเกตการสังเกตจากลักษณะต่าง ๆ (ภายนอก) ของคนหอม
อุปกรณ์	1. ต้นหอมสด 2. ใบมีด
วิธีปฏิบัติ	1. ศึกษาส่วนรากหอม บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง - ลักษณะทั่วไป - จำนวนราก - ตำแหน่งการติดของราก 2. ศึกษาส่วนของใบ บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง - ลักษณะทั่วไป - จำนวนใบ - ตำแหน่งการติดของใบ 3. ศึกษาลักษณะอื่น ๆ 4. การบันทึกข้อมูล <u>ให้นักเรียนลงในแบบฝึกปฏิบัติทุกข้อ</u>
ข้อเสนอแนะ	การศึกษาคำ 2 และข้อ 3 ให้นักเรียนดมกลิ่น แล้วฉีกหรือผ่าดู
เวลาที่ใช้	ไม่ควรเกิน <u>5 นาที</u>

บัตรคำสั่งปฏิบัติการหมายเลขที่ 2

เรื่อง	ฝึกทักษะการสังเกต
วัตถุประสงค์	ให้นักเรียนสังเกตการสังเกตปฏิกิริยาของน้ำมะนาวสดเมื่อหยดลงไป ไปในสารละลายแป้งกับไอโอดีน
อุปกรณ์	1. น้ำมะนาวสด 2. น้ำแป้งสุก 1% 3. สารละลายไอโอดีน 1% 4. หลอดทดสอบ 5. หลอดหยด
วิธีปฏิบัติ	1. รินน้ำแป้งสุก 1% ลงในหลอดทดสอบ 3 ซี.ซี. 2. หยดสารละลายไอโอดีน 1% ลงในหลอดข้อ 1 จำนวน 3 หยด 3. บันทึกสีน้ำแป้งที่เปลี่ยนไป 4. หยคน้ำมะนาวที่ละหยด ลงในหลอดข้อ 2 พร้อมทั้งเขย่า หลอดสลับกับการหยดทุกครั้ง จนกระทั่งน้ำแป้งในข้อ 2 เปลี่ยนสีเหมือนน้ำแป้งสุกอย่างเค็ม (ในข้อ 1) 5. นับและบันทึกจำนวนหยดของน้ำมะนาวที่ใช้ทั้งหมด พร้อมทั้ง การเปลี่ยนสีของน้ำแป้งผสมไอโอดีน ตั้งแต่แรกจนเสร็จสิ้น การทดลองในข้อ 4 <u>ลงในแบบฝึกปฏิบัติ</u>
ข้อเสนอแนะ	1. ทุกครั้งที่หยดสารละลายและน้ำมะนาวสด จะต้องพยายาม ให้ขนาดหยดเท่า ๆ กัน 2. การเขย่าหลอด ให้จับหลอดส่วนบน แล้วใช้ส่วนล่างเคาะ เบา ๆ กับอุ้งมือ
เวลาที่ใช้	ไม่ควรเกิน 5 นาที

บัตรคำสั่งปฏิบัติการหมายเลขที่ 3

เรื่อง	ฝึกทักษะการสังเกต
วัตถุประสงค์	สังเกตเปรียบเทียบน้ำหนักของหัวผักกาด 2 หัว โดยการประมาณด้วยสายตา ด้วยการยก และโดยการชั่งน้ำหนัก
อุปกรณ์	1. หัวผักกาด 2 หัว 2. ตาชั่ง
วิธีปฏิบัติ	1. ใ้บอกค่าน้ำหนักของหัวผักกาดทั้งสอง โดยประมาณด้วยสายตาเพียงอย่างเดียว <u>ห้ามจับ</u> หรือ <u>ยก</u> หัวผักกาดว่าหัวใดหนักกว่ากัน 2. ใ้บอกค่าน้ำหนักของหัวผักกาด โดยประมาณด้วยการใช้มือ ยกขึ้น - ลง ว่าหัวใดหนักกว่ากัน 3. นำหัวผักกาดทั้งสองขึ้นชั่งบนตาชั่ง 4. บันทึกผลข้อที่ 1 - 3 ลงในแบบฝึกปฏิบัติทุกข้อ 5. ศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลที่ไ้ระหว่างการสังเกตและการวัดค่าจริง
เวลาที่ใช้	ไม่ควรเกิน <u>5 นาที</u>

บัตรคำสั่งปฏิบัติการ หมายเลขที่ 4

เรื่อง	ฝึกทักษะการสังเกต
วัตถุประสงค์	ให้ศึกษาลักษณะและสมบัติของเมล็ดแมงลักก่อนและหลังแช่น้ำ
อุปกรณ์	1. เมล็ดแมงลัก 2. ขามพลาสติก 3. น้ำ 4. จานแก้ว
วิธีปฏิบัติ	1. นำเมล็ดแมงลัก 10 เมล็ด แช่ลงในขามพลาสติก ที่มีน้ำพอควร แช่ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที 2. เทเมล็ดแมงลักราว 20 เมล็ด โปรงลงในจานแก้ว และเขี่ยเมล็ด เพื่อศึกษาการเกาะตัวของเมล็ดแมงลัก 3. ศึกษาลักษณะภายนอกของเมล็ดแมงลักแต่ละเมล็ด โดยใช้เมล็ดศึกษาเพียง 5 เมล็ด บันทึกสิ่งสังเกตพบในข้อ 2 และ 3 ลงในแบบฝึกปฏิบัติ 4. นำจานเมล็ดแมงลักในข้อ 1 มาศึกษาลักษณะที่ เปลี่ยนแปลงไป โดยเปรียบเทียบกับเมล็ดแมงลัก ในข้อ 3 5. บันทึกสรุปสมบัติของเมล็ดแมงลักเมื่อรับการแช่น้ำ ว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะอย่างไร
เวลาที่ใช้	ไม่ควรเกิน <u>10 นาที</u>

ตอนที่ 2 ทักษะการบันทึกข้อมูล และทักษะการจัดกระทำข้อมูลและ
สื่อความหมาย ใช้เวลา 2 คาบ โดยประมาณ

หัวข้อย่อย

1. ความหมายของการบันทึก การจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมายข้อมูล
2. การบันทึกการจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมายด้วยการเขียนบรรยาย
3. การบันทึก การจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมายด้วยการใช้แผนภาพ
4. การบันทึก การจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมายด้วยการใช้ตาราง
5. การบันทึก การจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมายด้วยใช้กราฟ

แนวคิด

1. การบันทึก การจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมายเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน และรวดเร็ว เป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างหนึ่งทางวิทยาศาสตร์ และเป็นทักษะที่ต้องได้รับการฝึกจึงจะสามารถทำได้
2. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความสามารถในการบันทึกการจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมาย

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษาแบบเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถจะ

1. พูดย่อหรือเขียนบรรยาย รูปภาพ วัตถุ ปรัชญาการณ์ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ จนทำให้ผู้ฟังหรือผู้อ่านเข้าใจ และสามารถอ่านหรือระบุรูปภาพ วัตถุ สถานการณ์ต่าง ๆ ที่บรรยายได้ถูกต้อง

2. เขียนแผนภาพให้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสม
3. ออกแบบตารางสำหรับบันทึกข้อมูลจากข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสม
4. เขียนกราฟจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

กิจกรรมการฝึก

1. ใ้ผู้ฝึกศึกษาแนวคิดของทักษะการบันทึกข้อมูล จากภาพการ์ตูน
 2. ใ้ผู้ฝึกศึกษาแนวคิดของทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย จากสถานการณ์ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้
 - 2.1 ภาพสถานการณ์การทดลอง
 - 2.2 ชุดข้อมูลที่เป็นตัวเลขจากการทดลอง การวิจัย
 - 2.3 ชุดข้อมูลที่เป็นภาพ แสดงการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต
 - 2.4 ชุดข้อมูลที่เป็นภาพแสดงองค์ประกอบของเครื่องมือหรือองค์ประกอบของกระบวนการในงานวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ
 - 2.5 แผนภาพแสดงการทำงานของอวัยวะของร่างกาย
 - 2.6 ภาพชุดข้อมูลในรูปของกราฟแท่ง กราฟเส้น
 3. ใ้ผู้ฝึกฝึกทักษะดังกล่าวข้างต้นจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่จัดเสนอให้
- ในกิจกรรมขอ 2

การประเมินผล

ใ้ผู้ฝึกทำแบบฝึกหัดท้ายบท 8 ข้อ

ตอนที่ 3 ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการออกแบบการทดลอง

ใช้เวลา 3 คาบ โดยประมาณ

หัวข้อย่อย

1. ความหมาย และความสำคัญของสมมติฐานและการทดลอง
2. ความสัมพันธ์ระหว่างสมมติฐานกับแบบของการทดลอง
3. การฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง
4. ฝึกกำหนดปัญหาจากผลการทดลอง

แนวคิด

1. การตั้งสมมติฐาน เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อขยายความให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่อยู่ในขอบข่ายเดียวกันให้กว้างขวางขึ้น
2. การตั้งสมมติฐานอาจทำได้โดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกตหรือการลงความเห็นจากข้อมูล
3. สมมติฐานที่ตั้งขึ้นจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
4. ในการออกแบบการทดลองจะเป็นการนำเอาขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการวิทยาศาสตร์มาประกอบกัน
5. ความสามารถในการออกแบบการทดลอง จัดเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบแบบเรียนแล้ว นักเรียนสามารถจะ

1. ตั้งสมมติฐานจากข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกตหรือลงความเห็น
2. ออกแบบการทดลองต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้อย่างถูกต้อง
3. บอกได้ว่า ข้อมูลใดสนับสนุน (สอดคล้อง) กับสมมติฐาน ข้อมูลใดไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดให้
4. ปรับปรุงสมมติฐานให้สอดคล้องกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้อย่างเหมาะสม

กิจกรรมการฝึก

1. ให้ผู้ฝึกศึกษาแนวคิดของการฝึกทักษะนี้พร้อมด้วย รู้จักลักษณะและชนิดของตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลอง ด้วยสภาพสถานการณ์ การทดลองที่เสนอให้
2. ให้ผู้ฝึกศึกษาความสัมพันธ์ของสมมติฐาน กับการออกแบบการทดลอง ด้วยสถานการณ์ดังต่อไปนี้
 - 2.1 สถานการณ์ การทดลองที่สมบูรณ์
 - 2.2 สถานการณ์ การทดลองที่เป็นปัญหา
 - 2.3 ข้อความที่เป็นสมมติฐาน
 - 2.4 ข้อความที่เป็นปัญหา หรือคำถามอันจะนำสู่การทดลอง
3. ให้ผู้ฝึกฝึกการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง และการปรับปรุงสมมติฐานจากสถานการณ์ ในกิจกรรมข้อ 2
4. ให้ผู้ฝึกเข้ารับการเสริมทักษะดังกล่าวข้างต้นนี้ด้วยการชมสไลด์ชุดสืบสวนสอบสวน เรื่อง โรคไก่ จำนวน 20 ภาพ และชมภาพยนตร์ เรื่องการทดลองเรื่อง ฮอโมเนเพศของตัวไหม ซึ่งมีความยาว 15 นาที

การประเมินผล

ผู้ฝึกทำแบบฝึกหัดท้ายบท 5 ข้อ

ตอนที่ 4 ทักษะการแปลความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป ใช้เวลา 3 คาบ
โดยประมาณ

หัวข้อย่อย

1. การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจากตาราง
2. การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจากแผนภาพ
3. การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจากกราฟ

แนวคิด

การแปลความหมายข้อมูล และลงสรุปข้อมูล เป็นการสื่อความหมายของ
ข้อมูลที่จัดไว้ในรูปของสัญลักษณ์ ตาราง รูปภาพ แผนภาพ หรือกราฟ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนแบบเรียนแล้วสามารถจะ

1. บอก หรืออ่านรายละเอียดของข้อมูลที่อยู่ในรูปของตาราง กราฟ
หรือแผนภาพได้ถูกต้อง

2. แปลความ หรือตีความหมายข้อมูลได้จากการทดลองได้อย่าง

เหมาะสม

3. ลงข้อสรุปของข้อมูลที่อยู่ในรูปของตาราง กราฟ หรือแผนภาพ
ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

กิจกรรมการฝึก

1. ใ้ผู้ฝึกศึกษาแนวคิดของทักษะนี้จากข้อมูลชุดต่าง ๆ ที่จัดเสนอไว้หลายรูปแบบ ดังเช่น

- 1.1 แบบกราฟเส้น ทั้งแบบกราฟเส้นเดียว และกราฟหลายเส้น
- 1.2 แผนผัง
- 1.3 แผนภาพ
- 1.4 ตาราง
- 1.5 ภาพการทดลอง
- 1.6 สมการ
- 1.7 ภาพวงจร

2. ใ้ผู้ฝึกการแปลความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปจากสถานการณ์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่จัดไว้ในกิจกรรมข้อ 2

การประเมินผล

ใ้ทำแบบฝึกหัดท้ายบท 10 ข้อ

การประเมินผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เมื่อผ่านการฝึกทุกทักษะแล้ว ใ้ทุกคนตอบคำถามในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ ด้วยแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก (เหตุที่ไม่นำทักษะการสังเกตมาทดสอบเพราะเป็นทักษะที่ไม่เหมาะสมกับแบบทดสอบแบบเขียนตอบ) จำนวน 35 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 60 นาที

บทเรียนดำเรีจรูป

เรื่อง การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ฉบับที่ 1 ทักษะการสังเกต

คำชี้แจงสำหรับผู้เรียน

แบบเรียนที่นักเรียนจะได้เรียนนี้เรียกว่า "บทเรียนสำเร็จรูป" เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง บทเรียนนี้จะเป็นเครื่องมือช่วยในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน โดยที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำในการเรียนบทเรียนอย่างเคร่งครัดจึงจะได้ผลเต็มที่

ในการเรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปมีคำแนะนำแก่นักเรียนดังนี้

1. ขานบทเรียนทีละหน้า ขณะอ่านควรจะต้องสังเกต และทำความเข้าใจในแต่ละข้อนั้นแล้วตอบคำถามทุกคำถาม หรือทุกแบบฝึกหัดลงในเอกสารที่เขียนว่า "แบบฝึกปฏิบัติ" ที่แนบมาพร้อมแบบเรียน

2. ในบทเรียนบางข้อ จะเสนอแนะให้ทำปฏิบัติการ ขอให้ นักเรียนศึกษาจาก "บัตรคำสั่งปฏิบัติการ" ที่อยู่ในซอง

3. เมื่อนักเรียนทำข้อเรียนเสร็จแต่ละข้อ ให้ตรวจคำตอบที่อยู่ในช่องสี่เหลี่ยมซึ่งตั้งอยู่เหนือข้อถัดไป

4. อย่าอ่านคำตอบก่อนที่จะเพิ่มคำตอบลงในกระดาษคำตอบเป็นอันขาด เพราะจะไม่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้นมาเลย

5. ถ้านักเรียนทำข้อใดผิด ไม่ควรเสียใจหรือเป็นกังวล ขอให้ย้อนกลับไปศึกษาข้อนั้นอีกครั้ง แล้วแก้คำตอบที่ผิดให้ถูกต้องเสียก่อนที่จะทำข้อใหม่ โดยขีดคร่อมคำตอบเดิมแล้วเขียนคำตอบที่ถูกลงไปแทน

6. การเรียนบทเรียนนี้ ไม่จำเป็นต้องเรียนได้เสร็จพร้อมคนอื่น จึงขอให้ นักเรียนเรียนไปตามความสามารถ ถ้าเห็นยากก็หยุดพัก และคอยทำท่ายืดเหยียด หรือจะทบทวนทำความเข้าใจบทเรียนที่เรียนมาก่อนแล้วก็ได้

7. ถ้ามีข้อสงสัยในการเรียน นักเรียนสามารถจะถามอาจารย์ได้เสมอ

การเรียนด้วยแบบเรียนด้วยตนเองจะเป็นการฝึกให้

นักเรียนสนใจตนเอง และจะเป็นผู้มี

วินัยในตนเองอย่างดี

ขอย้ำอีกครั้งว่า นักเรียนต้องอ่านข้อความแต่ละหน้าด้วยความ
ตั้งใจ ไม่ควรรีบร้อน ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง
และได้รับการฝึกทักษะอย่างเต็มที่

หัวข้อ แนวคิด และวัตถุประสงค์ของการสังเกต

หัวข้อ

1. ความหมายและความสำคัญของการสังเกต
2. การสังเกตต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง
3. การฝึกการสังเกต

แนวคิด

การสังเกต เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า รวมรวมข้อมูลจากภายนอกหรือสถานการณ์ต่าง ๆ การสังเกตเป็นกระบวนการพื้นฐานที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นคนช่างสังเกตนั้น เป็นลักษณะนิสัยทุกคนมีได้ และฝึกได้ นักเรียนที่เรียนในบทศาสตร์นี้เป็นต้องนิเทศการสังเกต

วัตถุประสงค์

เมื่อนักเรียนเรียนจบแบบเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถจะ

1. ระบุมโนทัศน์ต่าง ๆ ของวัตถุ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยให้ประสาธน์ข้อที่ต่างคั่นอย่างน้อย 4 อย่าง
2. เขียนข้อความเกี่ยวกับการสังเกตให้จึงมีปริมาณได้
3. เขียนข้อความเกี่ยวกับการสังเกต บรรยายตามวิธีเขียนของวัตถุ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสม
4. บอกได้ว่าข้อความใดเป็นการสังเกต ข้อความใดเป็นการลงความเห็น

ทักษะการสังเกต



นักเรียนคิดว่า หมายเลขใดควรเป็นอวัยวะรับสัมผัส บอกมาให้ครบ

1 หมายเลข 1, 2, 2, 4, 7, 8, 9, 10

2. ข้อของหน่วยวิวัฒนาการใดที่กล่าวข้างต้น คือ

ก.

ข.

ค.

ง.

จ.

2. ก. ตา ข. หู ค. จมูก
ง. ลิ้น จ. กาย

3. นวียะสัมผัส ตา หู จมูก ลิ้น ผิวหนัง
สามารถสัมผัสสิ่งที่อยู่รอบตัวได้ โดยอาศัยประสาทสัมผัสภายใน
อวัยวะนั้น
ประสาทสัมผัส จะช่วยให้เรายบอกลักษณะและสมบัติของวัตถุได้

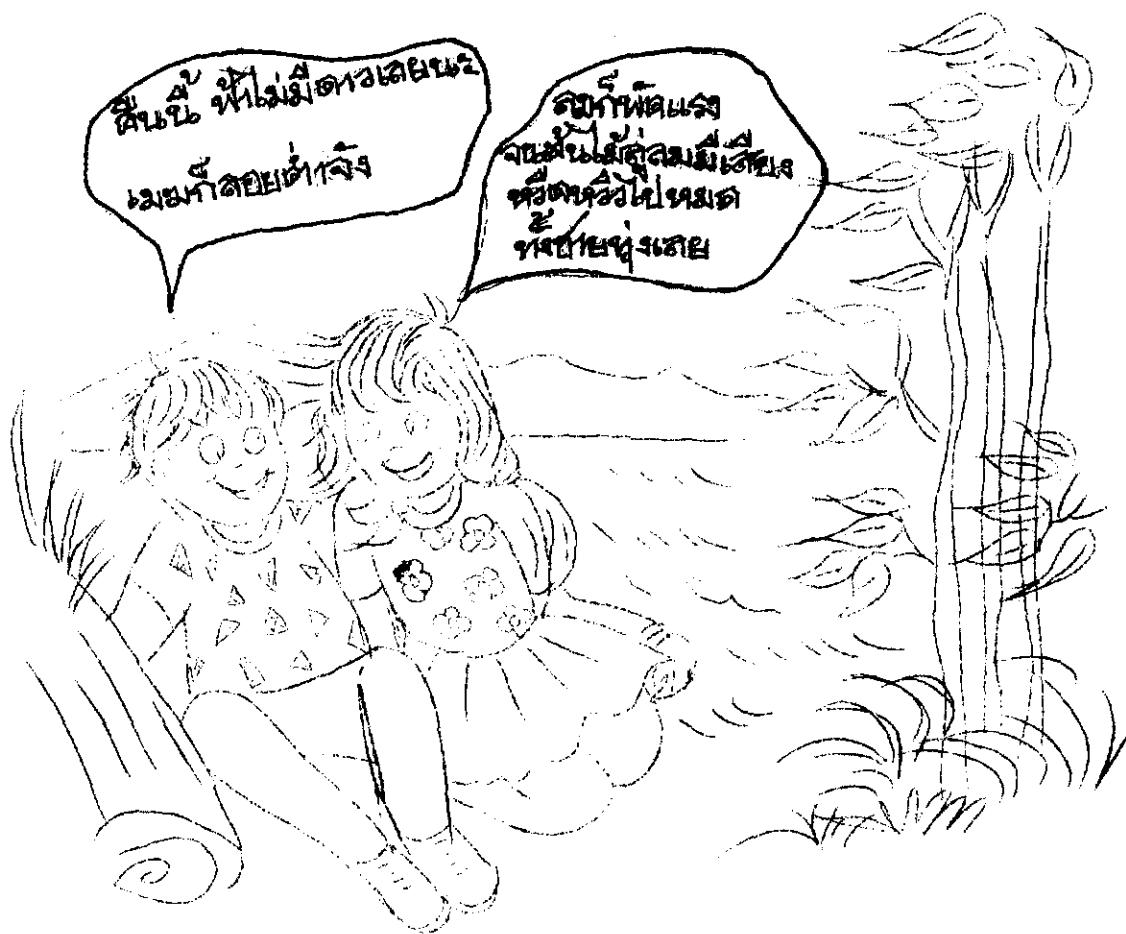
ดอกไม้ที่กลีบสีขาว
มีกลีบไม่เรียบ แต่บางนุ่ม
กลีบเรียงซ้อนกัน มีกลิ่นหอม



ถ้ากล่าวของเค้าหญิงผู้นี้
ใช้ประสาทสัมผัสทางใดบ้าง.....

3. กลีบสีขาว ใ้ประสาทสัมผัสทาง ตา
 กลีบบางนุ่ม ใ้ประสาทสัมผัสทาง กาย
 กลิ่นหอม ใ้ประสาทสัมผัสทาง จมูก

4. ประสาทสัมผัสช่วยให้เราบอกลักษณะของปรากฏการณ์ได้



หนุ่มสาวนี้บรรยายลักษณะปรากฏการณ์ โดยอาศัยประสาทสัมผัส
 ทางใดบ้าง

4. ใช้ประสาทสัมผัส ทาง ตา หู และ กาย

5. ประสาทสัมผัสช่วยให้เราบรรยายการเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ ได้



นักเรียนผู้บรรยายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยใช้ประสาทสัมผัส
ทางใดบ้าง

5. ใช้ประสาทสัมผัสทาง ตา จมูก

6. ประสาทสัมผัส ช่วยให้เราระบายการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ได้



ตอนแรกผมมองเห็น
ปลาไหลปากขึ้นมาเหนือ
ผิวน้ำส่งเสียงจิบ ๆ ทอมน้ำ
ในแหล่งน้ำนั้นกึ่งวตลงกว่าเดิม
จนมีสีดำ บางครั้งส่งกลิ่น
เหม็นคาว แล้ว 2-3 วันต่อมา
แหล่งน้ำนั้นก็เน่าเหม็น

ผู้บรรยายการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์โดยใช้ประสาทสัมผัส
ทางใดบ้าง

6. ใช้ประสาทสัมผัสทาง ตา- หู จมูก

7. การใช้ประสาทสัมผัสทาง ตู หู จมูก ลิ้น และกาย
รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ ลักษณะ สมบัติ การเปลี่ยนแปลงของวัตถุ และ
ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป เรียกว่า
การสังเกต

ดังนั้น การสังเกต จึงเป็นการใช้
บรรยายลักษณะ สมบัติ หรือการเปลี่ยนแปลงของวัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ
โดยไม่เพิ่ม

7. ใช้ประสาทสัมผัส _____ ความคิดเห็นส่วนตัว _____

8. การบรรยายลักษณะของคอกมะลิลาต่อไปนี้ ข้อใด ไม่การเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไปเลย

- ก. กลิบคอก 6 กลีบ สีขาว
- ข. กลิบคอกบางเรียงซ้อนกัน
ติดบนก้านสีเขียว
- ค. กลิบคอกมีกลิ่นหอม
- ง. มีากลิบคอกขรุขระ แก่นุ่มนวลน่าจับ

8. ข้อ ง. (เน้นวลนำจับ)

9. จะเห็นได้ว่า การสังเกต ช่วยให้เรา

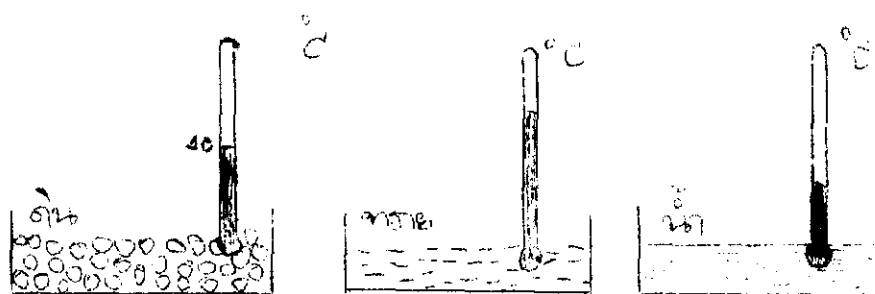
1. บอกลักษณะของวัตถุได้
2. บอกลักษณะของปรากฏการณ์ได้
3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ ได้

ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบนั้น จึงควรได้มาจากการฝึกทักษะใดเป็นเบื้องต้น

- ก. ทักษะการแปลข้อมูล
- ข. ทักษะการคิดหาเหตุผล
- ค. ทักษะการจดบันทึกข้อมูล
- ง. ทักษะการสังเกต

9. ข้อ ง. (การสังเกต)

10. เนื่องจากทักษะการสังเกตเป็นทักษะที่ฝึกได้ โดยการฝึกการสังเกต ภาพสัญลักษณ์ วัตถุ เหตุการณ์ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ อยู่บ่อย ๆ
นักเรียนจึงสังเกตภาพการทดลองต่อไปนี้



นำการทดลองนี้ตากแดดในที่เดียวกัน ใช้เวลาเท่ากัน แล้วปรากฏผล

ดังภาพ

ค่าอุณหภูมิโดยประมาณของทราย กับน้ำ เมื่อเทียบกับระดับปรอท

ในกระบอก จะเป็นส่วนใด

ก. ทราย	75°C	น้ำ	38°C
ข. ทราย	60°C	น้ำ	30°C
ค. ทราย	45°C	น้ำ	30°C
ง. ทราย	42°C	น้ำ	28°C

10. ข้อ ๒. (ทราย 60 ๑ น้ำ 30 ๑)

11. คำตอบข้อ 10 นักเรียนได้มาจากการทำการ

สังเกตจากอะไร

ด้วยวิธีใด

11. จากภาพ โดยวิธีกะประมาณ

12. ให้นักเรียนทำปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 ตามบัตรคำสั่งปฏิบัติการที่อยู่ในของ
"บัตรคำสั่งปฏิบัติการ"

ปฏิบัติการทั้งหมดนั้น จะช่วยให้นักเรียนได้รับการฝึกการสังเกตโดยตรง

โปรแกรมที่ก่อกำเนิดขึ้นให้นักเรียนสังเกตได้ลงในช่องว่างของแบบฝึกปฏิบัติ
ที่จัดเสนอแนบมาพร้อมแบบเรียน ทุกปฏิบัติการ

13. ทบทวนการฝึกในแบบเรียนข้อ 11 รวมถึงผลการสังเกตจาก
ปฏิบัติการทั้ง 3 แล้วอ่านคำถามต่อไปนี้

คำถามต่อไปนี้จะเป็นแนวทางให้ตรวจสอบดูว่า การสังเกตของ
นักเรียนละเอียดละเอียดครอบคลุมเพียงใด

1. นักเรียนใช้ประสาทใดบ้าง ในการสังเกตครั้งนี้
2. นักเรียนได้บันทึกการสังเกตเชิงปริมาณ เช่น ประมาณค่า
ตัวเลขพร้อมหน่วยของขนาด หรือน้ำหนักของวัตถุบ้างหรือไม่
3. นักเรียนได้บันทึก การสังเกตเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของ
วัตถุบ้างหรือไม่

ประการสำคัญนักเรียนได้สอกระแสดความคิดเห็นส่วนตัวเองไปกัวยหรือไม่ เช่น

"น้ำมะนาวเป็นตัวกักสี ของน้ำแป้งสีม่วงให้เจือจางลง"

"ใบหอมเมื่อฉีกออกจะมีกลิ่นเหม็นไม่ชวนคน"

คำที่ขีดเส้นใต้ ไม่ใช่การสังเกต แต่เป็นการ

.....

13. สังเกต เห็น

14. ต่อไปนี้เป็นกิจกรรมสังเกต นักเรียนได้ใช้การสังเกตข้อใดบ้าง
ในปฏิบัติการที่ผ่านมา

1. จับ
2. ดู
3. กด
4. เหยย
5. จิม
6. เคะะ
7. กม
8. มง

14. ใช้ทุกวิธี

15. จากการฝึกที่ผ่านมา นักเรียนบอกได้ไหมว่า การสังเกตที่โหล่นแสนดอน
ถูกต้องตามเป็นจริงนั้น ต้องอาศัยข้อใดเป็นสำคัญ

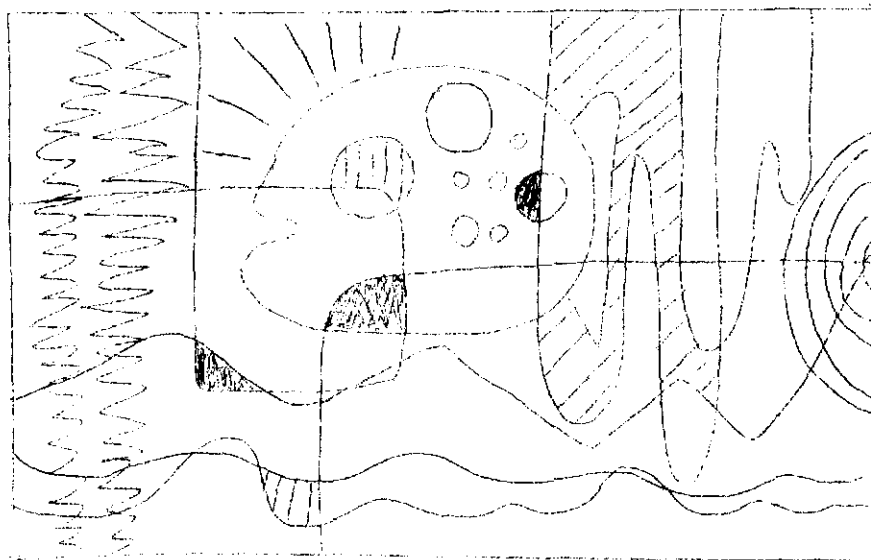
- ก. เป็นผู้ที่มีความคิดรอบคอบ
- ข. นิสัยอยาก رؤอยากเห็น
- ค. ประสาทสัมผัสหลาย ๆ ทาง
- ง. ทดลองหลายแบบวิธี

15. ข้อ ค. (ประสาธน์มีเฉลย ๆ ทาง)

16. การสังเกตของคนคนเดียวกันในสิ่ง ๆ เดียวกัน แต่ทางเวลา
อาจจะตรงกัน หรือไม่ตรงกันก็ได้

ให้นักเรียนตอบว่าพบอะไรจากภาพข้างล่างนี้ โดยใช้เวลาสังเกต
3 ครั้ง แต่ละครั้งให้เพิ่มเวลาขึ้นกว่าเดิม 1 นาที บันทึกคำตอบทุกครั้ง (โดยไม่
สนใจกับคำตอบเดิม อาจใช้กระดาษปิดไว้ก่อนก็ได้)

เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที



นักเรียนจะได้คำตอบซ้ำเดิมทุกครั้ง หรือไม่.....

16. ถ้าตอบจะไม่เข้าเรียนทุกประการ

17. ให้นักเรียนนำภาพในข้อ 16 นี้
ถามเพื่อนหญิง 3 คน
เพื่อนชาย 3 คน
นักเรียนได้คำตอบที่ตรงกันทุกคน
หรือไม่

17. คำทอ^๑บจะ^๑ไม่^๑ตรง^๑กัน

18. ^๕ดังนั้น การที่^๑ตน^๑เรา^๑มี

วิ^๑ย^๑ต่าง^๑กัน

เพ^๑ศ^๑ต่าง^๑กัน

ควา^๑ม^๑รู้^๑ต่าง^๑ระ^๑ดับ^๑กัน

ควา^๑ม^๑สนใจ^๑ต่าง^๑กัน

อา^๑ชีพ^๑ต่าง^๑กัน

จะ^๑ให้^๑ผล^๑ใน^๑การ^๑ตั้ง^๑เก^๑ต^๑อย่าง^๑ไร

18. ะไ้ยลลวรสังเกทแตกต่างกัน

นั่นคือ ประสบการณ์ ที่มีอยู่ จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการสังเกตของแต่ละคน

นักเรียนจะเห็นทวยหรือไม่ ไม่จำเป็นต้องมีคำตอบในตอนนี้ แต่เมื่อนักเรียนได้ฝึกทักษะขั้นสูงในชั้นต่อไป ก็คงจะมีคำตอบที่แน่นอนขึ้นเอง

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. ให้นักเรียนศึกษาและเชื่อมโยงทั้งลักษณะภายนอก และภายในจากอุปกรณ์ และวิธีการตามบัตรคำที่หมายเลข **5** แล้วบอกผลของการสังเกตตามหัวข้อต่อไปนี้

ส่วนเปลือก

ลักษณะสี

ลักษณะเนื้อเปลือก

ลักษณะผิวเปลือก

ส่วนเนื้อ

ลักษณะสี

ลักษณะของส่วนเนื้อ

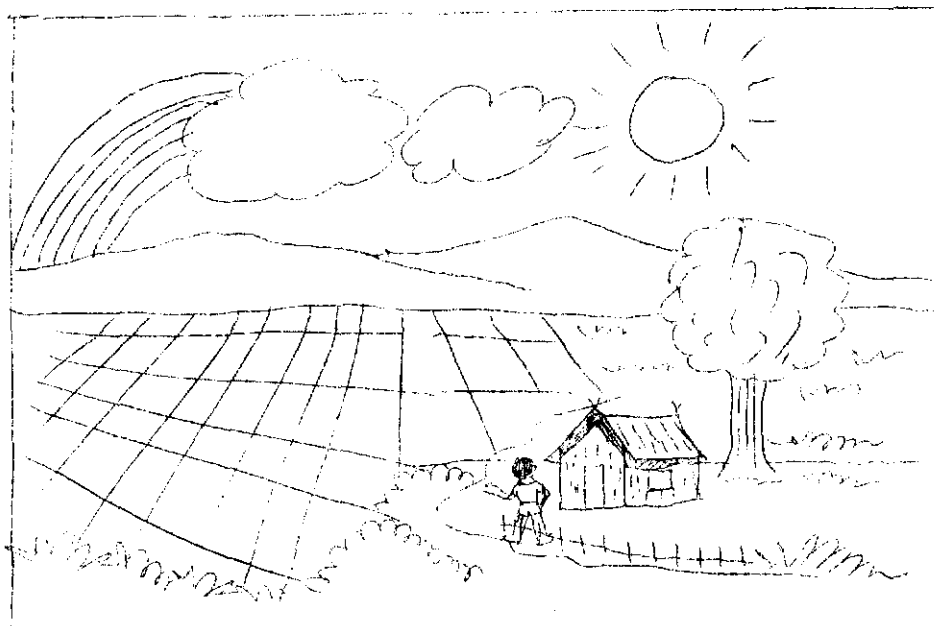
ส่วนประกอบของส่วนเนื้อ

ลักษณะอื่น ๆ

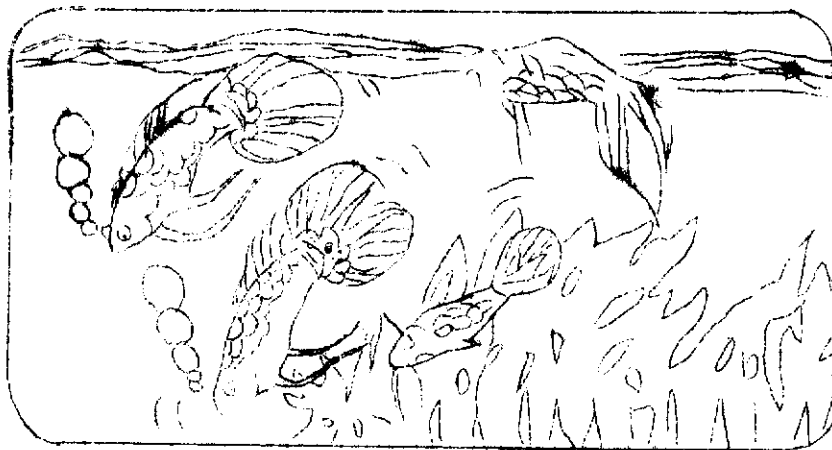
รสชาติ

กลิ่น

2. ศึกษารายละเอียดแล้วบรรยายปรากฏการณ์ที่นักเรียนพบจากภาพ มาโดยละเอียด



3. พิจารณาภาพนี้ แล้วบรรยายสิ่งที่นักเรียนสังเกตเห็นภาพมาให้มากที่สุด



4. ให้สำรวจความแตกต่างของใบไม้ต่อไปนี้ว่าแตกต่างกันในข้อใดชัดเจนที่สุด



- ก. ปลายใบ
- ข. ก้านใบ
- ค. แผ่นใบ
- ง. เส้นใบ

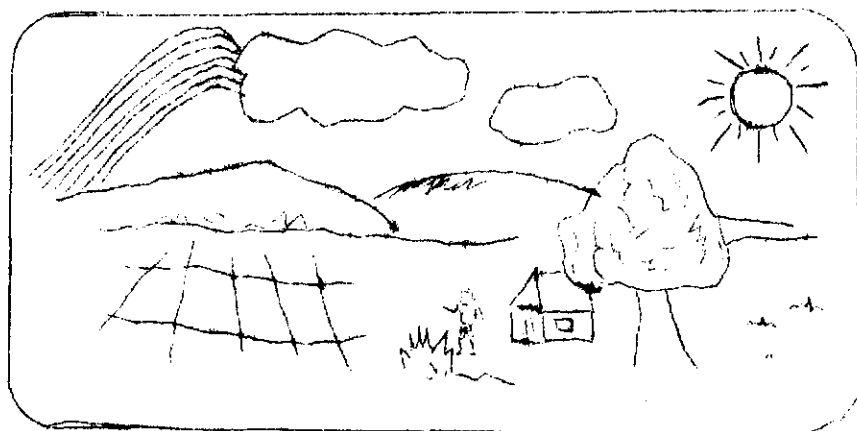
5. ให้นักเรียนบรรยายลักษณะ และสมบัติของเมล็ดแมงลัก ก่อนและหลังแช่น้ำ จากปฏิบัติการที่สาธิตไว้ให้แล้ว

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. ผลการสังเกตลักษณะของดอมะเขือเทศ

ดอมะเขือเทศ	ลักษณะดี	แดง
	ลักษณะเนื้อเปลือก	บางติดเนื้อ
	ลักษณะผิวเปลือก	เรียบ มัน
ดอมะเขือเทศ	ลักษณะดี	ชมพูแก่ ถึง แดง
	ลักษณะส่วนเนื้อ	เนื้อละเอียด บางติดกับเปลือก
	ส่วนประกอบของส่วนเนื้อ	มีเมล็ดเกาะอยู่รอบ
	แกนกลาง	เมล็ดมีเยื่อคล้ายวุ้นหุ้ม
ลักษณะอื่น	รสชาติ	เปรี้ยว
	กลิ่น	คล้ายหอมมะเขือเทศ

2. เป็นภาพวิถีชีวิต เด็กชายคนหนึ่งสังเกตพบปรากฏการณ์คล้ายรุ้งกินน้ำบนท้องฟ้า ในเวลากลางวัน ของวันที่มีเมฆดำ ๗ บริเวณชายทุ่งนาเชิงเขา



3. เป็นภาพของปลา 4 ตัว ลอยอยู่ในน้ำ ลักษณะแตกต่างกัน กล่าวคือ
 ปลา 3 ตัว ลอยกว่าอยู่ในระดับของน้ำ
 ปลา 1 ตัว ลอยต่ำกว่าอยู่ในระดับผิวน้ำ

4. ข้อ ง.

5. เมล็ดแมงลักมีลักษณะและสมบัติดังนี้คือ

ก่อนแช่ เมล็ดกลมขนาดเล็กพอ ๆ กับไขปลาช่อน
 เมล็ดแห้ง ผิวมัน ลื่นกระจายไม่เกาะกัน
 มีน้ำหนักพอควร

หลังแช่ เมล็ดแช่น้ำแล้วจะมีลักษณะคล้ายวุ้นหุ้มเมล็ดสีน้ำตาล
 ซึ่งมีขนาดเล็กลงจากเดิม (ก่อนแช่) น้ำหนักเบา
 ขนาดทั้งเมล็ดซึ่งมีวุ้นหุ้มจะโตกว่าเดิมราว 1 เท่าตัว

บทเรียนสำเร็จรูป

เรื่อง การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ฉบับที่ 2 ทักษะการบันทึกข้อมูล
ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย

หัวเรื่อง แนวคิดและวัตถุประสงค์ การฝึกทักษะการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย
ทักษะและจัดกระทำข้อมูล

หัวเรื่อง

1. ความหมายของการบันทึก การจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมายข้อมูล
2. การบันทึกการจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมายด้วยการเขียนบรรยาย
3. การบันทึก การจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมายด้วยการใช้แผนภาพ
4. การบันทึก การจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมายด้วยการใช้ตาราง
5. การบันทึก การจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมายด้วยใช้กราฟ

แนวคิด

1. การบันทึก การจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมายเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน และรวดเร็ว เป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างหนึ่งทางวิทยาศาสตร์ และเป็นทักษะที่ต้องได้รับการฝึกจึงจะสามารถทำได้
2. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องฝึกทักษะการบันทึกการจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมาย

วัตถุประสงค์

เมื่อนักเรียนศึกษาแบบเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถจะ

1. พุทหรือเขียนบรรยาย รูปภาพ วัตถุ ปรัชการณ หรือสถานการณ ต่าง ๆ จนทำให้ผู้ฟังหรือผู้อ่านเข้าใจ และสามารถอ่านหรือระบุรูปภาพ วัตถุ สถานการณ ต่าง ๆ ที่บรรยายได้ถูกต้อง

2. เขียนแผนภาพให้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสม

3. ออกแบบตารางสำหรับบันทึกข้อมูลจากข้อมูลหรือสถานการณที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสม

4. เขียนกราฟจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

ทักษะการบันทึก ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย



นักเรียนคิดว่าออกชาย เขาเก็บหรือบันทึกรายละเอียดของสีเสื้อ ลายเสื้อ
แบบเสื้อ ฯลฯ ของนิลาที่เขาเห็นเมื่อวานขึ้นไว้ที่ใด.....

19. ในสมอง _ (ความจำ)

20. นักเรียนคิดว่า นายยอชชาย จะใช้วิธีบันทึกการสังเกตต่อเหตุการณ์
ในชีวิตประจำวัน เนื้อหารายวิชาที่เขาเรียน หรือปรากฏการณ์ในสังคมของเขา
ด้วยวิธีการเหมือนดังเช่นที่เขาบันทึกการแต่งกายของนักร้องได้เสมอไปหรือไม่.....
..... เพราะเหตุใด.....

20. ไม่ได้ เพราะซับซ้อนเกินกว่าที่จะจำไว้ได้

21. การเขียนหมายเหตุประจำวัน การเขียนสรุปบทภาพ การจดคำบรรยาย
จุดเนื้อเพลงที่เราชอบ ถ่ายภาพคนที่เราสนใจ หรือแม้แต่อัดสำเนาแผ่นภูมิ
แผนภาพเพื่อประกอบการทำรายงาน ฯลฯ

นักเรียนทราบไหมว่า เราเรียกพฤติกรรมนี้ว่าอย่างไร.....

21. การบันทึกข้อมูล

22. การบันทึกข้อมูลจะช่วยให้เรามีโอกาสดังนี้

1. ทบทวนความถูกต้องของรายละเอียดของการสังเกต
2. ศึกษาข้อมูลของการสังเกตได้กว้างขวางและลึกซึ้งขึ้น
3. เป็นหลักฐานของการสังเกตเพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์วิจัยวัตถุ

เมื่อการบันทึกข้อมูลมีประโยชน์มากมายเช่นนี้ การบันทึกข้อมูลน่าจะสามารถ
ทำได้หลายรูปแบบ

23. การบันทึกสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากการทำปฏิบัติการที่ 1 – 3 ที่ผ่านมา
นักเรียนคิดว่าเป็นการบันทึกข้อมูลในรูปแบบใด

ก. บรรยาย

ข. ตาราง

ค. แผนภูมิ

ง. ภาพ

23. ข้อ ก. (แบบบรรยาย)

24. ในปฏิบัติการหมายเลข 2 ที่ผ่านมา ถ้าใดข้อมูลของการเปลี่ยนสีของน้ำ แป้ง ผสมสารละลายไอโอดีน โดยการหยดน้ำมะนาวดังนี้

" 5 หยดแรกน้ำแป้ง (สีน้ำเงินม่วง) เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
10 หยด ต่อมาน้ำแป้งเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นฟ้าจืด 15 หยดต่อมา เปลี่ยนจากสีฟ้าจืดเป็นฟ้า และ 22 หยดสุดท้าย จึงเปลี่ยนกลับเป็นสีแป้งตามเดิม"

ถ้าจะหาข้อมูลที่ได้มีความ น่าอ่าน เข้าใจง่าย สะดวกในการสื่อ
ให้คนอ่านเข้าใจควย นักเรียนคิดว่าควรจัดข้อมูลเสนอในรูปแบบใด

ก. ตาราง

ข. แผนภูมิ

ค. ภาพถ่าย

ง. แผนภาพ

24. ขบ ก. (ตาราง)

25. ในการเสนอข้อมูลประกอบด้วยหลาย ๆ จำนวนนิยมเสนอในรูปตาราง
เพราะ

จัดข้อมูลได้เป็นหมวดหมู่
ง่ายต่อการเข้าใจ และสื่อความหมาย

ตารางที่ใช้เสนอข้อมูลมีหลายรูปแบบ การสร้างตารางไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน
ตายตัว ข้อมูลชุดเดียวกันอาจจะสร้างตารางได้หลายแบบ แต่ตารางที่ดีควรมีลักษณะ

กระชับรัด

เหมาะสมกับหน้ากระดาษ

อ่านง่าย

เปรียบเทียบข้อมูลที่ต้องการทราบได้รวดเร็ว

26. ถ้าข้อมูลที่ได้จากปฏิบัติการหมายเลข 2 เรื่อง การเปลี่ยนสีของน้ำแบ่งสีม่วง เมื่อหยดน้ำมะนาว มีดังต่อไปนี้

น้ำมะนาว 5 หยด	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
น้ำมะนาว 10 หยด	เปลี่ยนเป็นสีฟ้าจืด
น้ำมะนาว 15 หยด	เปลี่ยนเป็นสีฟ้า
น้ำมะนาว 22 หยด	เปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่นของแบ่งก่อนหยด ไอ ไอ คีน

เมื่อนำข้อมูลบรรจุลงในตารางแล้วควรจะมีลักษณะดังนี้

ชื่อเรื่อง การเปลี่ยนสีของน้ำแบ่งที่ผสมน้ำยาไอ ไอ คีนเมื่อหยดน้ำมะนาว

หมายเลขตาราง 1.1

จำนวนน้ำมะนาว ที่ใส่ (หยด)	สีของน้ำแบ่ง (น้ำเงินม่วง) ที่เปลี่ยนไป
5	สีน้ำเงิน
10	สีฟ้าจืด
15	สีฟ้า
22	สีขาวขุ่นของแบ่งก่อนหยดน้ำยา ไอ ไอ คีน

หมายเหตุ ข้อมูลตัวเลขเป็นข้อมูลเฉลี่ยจากผลการทดลองทั้งชั้นเรียน

27. จากตัวอย่างการเขียนตารางในข้อ 26 นักเรียนจะเห็นได้ว่า
นอกเหนือจากข้อมูลทั้งหมดที่ในตารางแล้ว การเขียนตารางต้องบอกสิ่งอื่นอีก เช่น

1.

2.

3.

27. 1. ชื่อเรื่อง
2. หมายเลขตาราง
3. หมายเหตุ

28. ข้อมูลต่อไปนี้ เป็นข้อมูลที่ได้จากการเลี้ยงประชากรแมลงหวี่ของนักเรียน
กลุ่มหนึ่ง ดังนี้

เริ่มนับประชากรแมลงหวี่ในวันที่ 4 ของการทดลองได้จำนวน
25 ตัว วันที่ 8 เพิ่มเป็น 70 ตัว วันที่ 12 เพิ่มเป็น
150 ตัว วันที่ 16 เพิ่มเป็น 275 ตัว วันที่ 20 เพิ่มเป็น
425 ตัว แล้วปริมาณประชากรคงที่ไปถึงวันที่ 44 ของการ
ทดลอง พอถึงวันที่ 48 ของการทดลอง ประชากรลดลงเหลือ
400 ตัว วันที่ 52 ลดลงอีกเหลือ 200 ตัว และวันที่ 56
ของการทดลองเหลือ 25 ตัว เมื่อทดลองถึงวันที่ 60 คือ
2 เดือนเต็ม ปรากฏว่าประชากรแมลงหวี่ตายหมด

ให้นักเรียนสร้างตารางเพื่อแสดงข้อมูลชุดนี้ให้ถูกต้อง

28. ข้อเรียง การให้ผลการเพาะเลี้ยงประชากรแมลงหวี่
หมายเลขตาราง 1.2

วันที่ของการทำการทดลอง	จำนวนประชากรแมลงหวี่ (ตัว)
4	25
8	70
12	150
16	275
20	400
24	425
28	425
32	425
36	425
40	425
44	425
48	400
52	200
56	25
60	—

หมายเหตุ ข้อมูลนี้เป็นของนักเรียนเพียงกลุ่มเดียว

29. ข้อมูลนี้คือสถิติการผสมโคนมในประเทศไทย ปี 2514 - 2517

โคนมที่ได้รับการผสม 5,048 ตัว ไก่ลูก 3,009 ตัว

ในปี 2515 โคนมที่ได้รับการผสม 7,071 ตัว ไก่ลูก 5,048 ตัว

ในปี 2516 โคนมที่ได้รับการผสม 7,841 ตัว ไก่ลูก 5,238 ตัว

และในปี 2517 โคนมที่ได้รับการผสม 7,024 ตัว ไก่ลูก 4,876 ตัว

แหล่งที่มา จากหนังสือวิทยาคาสตร์ เล่ม 5

ให้นักเรียนบรรจุข้อมูลนี้ลงตารางให้ถูกต้อง

29. เรื่อง สถิติการผสมโคลนในประเทศไทย ปี 2514 - 2517

หมายเลขตาราง 1.3

พ.ศ.	จำนวนโคลน	
	ที่ได้รับการผสม (ตัว)	จำนวนลูกที่เกิด (ตัว)
2514	5,048	3,009
2515	7,071	5,048
2516	7,841	5,238
2517	7,024	4,876

แหล่งที่มา จากหนังสือ แผนเรียนวิทยาศาสตร์เล่ม 5

30. ในการศึกษาระดับการศึกษาของผู้ป่วยที่ลักลอบทำแท้งในปี พ.ศ. 2511 - 2521 เปรียบเทียบระหว่างสตรีที่มีสถานภาพสมรส 2 แบบคือ โสด (1,667 คน) และแต่งงาน (2,830 คน) ได้ข้อมูลดังนี้

โสด ไม่ได้เข้าโรงเรียน 1.9 % ระดับประถมศึกษา 37.3 %
มัธยมศึกษา 23.2 % อาชีวศึกษา 34.8 %
อุดมศึกษา 2.8 %

แต่งงาน ไม่ได้เข้าเรียน 5.4 % ประถมศึกษา 6.5 %
มัธยมศึกษา 17.9 % อาชีวศึกษา 10.3 %
อุดมศึกษา 1.4 %

แหล่งที่มา จากหนังสือข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการทำแท้งในประเทศไทยโดย
ศาสตราจารย์ นายแพทย์สุพร เกิดสว่าง

30. ข้อเรื่อง ระดับการศึกษาของผู้ป่วยลักลอบทำแท้งในปี 2511 - 2521
หมายเลขตาราง

สถานภาพ สมรส	ระดับการศึกษา (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์)				
	ไฮโด เซาเรียน	ประถม	มัธยม	อาชีว	อุดมศึกษา
โสด (1,667 คน)	1.9	37.3	23.2	34.8	2.8
แต่งงาน (2,830 คน)	5.4	6.5	17.9	10.3	1.4

แหล่งที่มา จากหนังสือ "ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการทำแท้งในประเทศไทย" ของ
 ถาสตราจารย์ นายแพทย์สุพร เกิดสว่าง

31. จากแผนผังที่ผ่านมา 2 - 3 ตาราง นักเรียนคงจะบอกได้ว่า
 ข้อมูลที่นิยมจัดเสนอในรูปแบบตารางเพื่อการสื่อความหมายนั้น ควรจะเป็นข้อมูลที่มีลักษณะ
 เช่นไร

31. เป็นข้อมูลที่มีค่าโดยหรือค่าหลาย ๆ จำนวน

32. นักเรียนคงไม่ลืมว่า การสร้างตารางที่ดี ควรมีลักษณะ

กระชับรัด

เหมาะสมกับกระดาษที่นำเสนอ

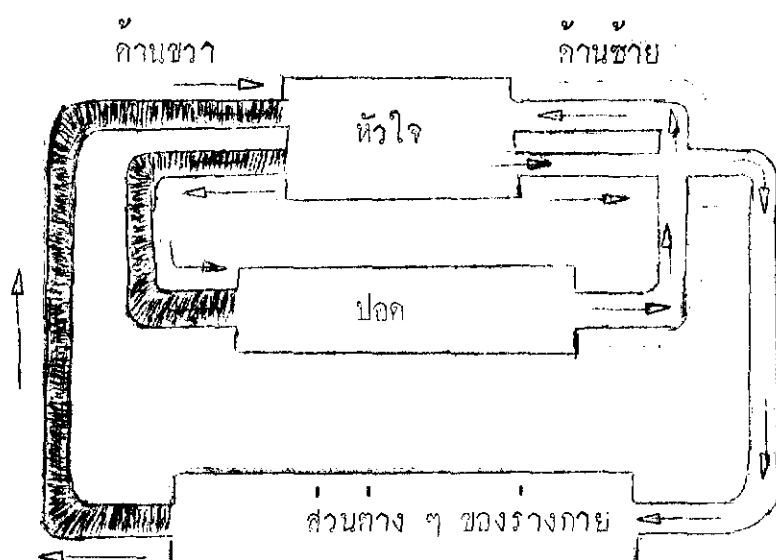
อ่านง่าย และ

ประการสำคัญที่สุดคือสิ่งใด

32. ประการสำคัญคือ สามารถเปรียบเทียบข้อมูลที่ต้องการทราบ
ได้รวดเร็ว

33. การสื่อความหมาย นอกจากจะเป็นแบบบรรยาย แบบตาราง
แล้วยังมีการเสนอข้อมูลเพื่อการสื่อความหมายด้วย แผนภาพ
ได้อีกแบบหนึ่ง

นักเรียนศึกษาตัวอย่างแผนภาพแสดงการหมุนเวียนของโลหิต
ข้างล่างนี้

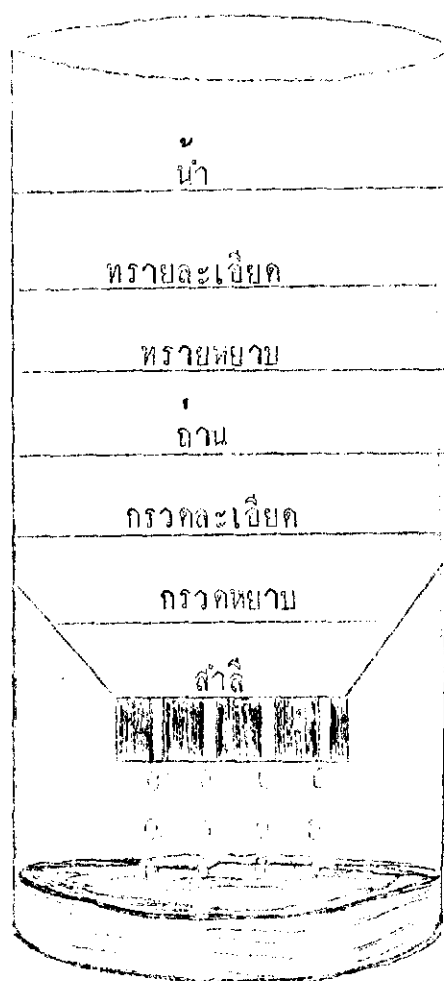


□ โลหิตแดง
■ โลหิตเสีย

จากภาพ นักเรียนบอกการ
หมุนเวียนของโลหิตระหว่าง หัวใจ
ปอด และส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
ได้อย่างไร

33. โฉนตเขียนจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเข้าสู่หัวใจด้านบนขวา จากนั้นเข้าสู่ปอดทางหัวใจด้านล่าง ออกจากปอดไหลกลับเข้าสู่หัวใจด้านบนซ้าย แล้วออกสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

34



จากแผนภาพการทดลองนี้ นักเรียนจะบรรยายอุปกรณ์และ
การทดลองนี้ได้อย่างไร

34. แผนภาพการทดลองนี้ แสดงการทดลองเรื่องการกรองน้ำ ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้คือ ขวดใบหนึ่งมีจุดจุกเข้ากับภาชนะอีกใบหนึ่ง ภายในขวดที่คว่ำบรรจุผ้าดี กรวดหยาบ กรวดละเอียด ถ่าน หวายหยาบ หวายละเอียด และน้ำ ในจุกที่ปิดมีทางให้น้ำภายในขวดคว่ำไหลออกสู่ภาชนะที่รองรับ

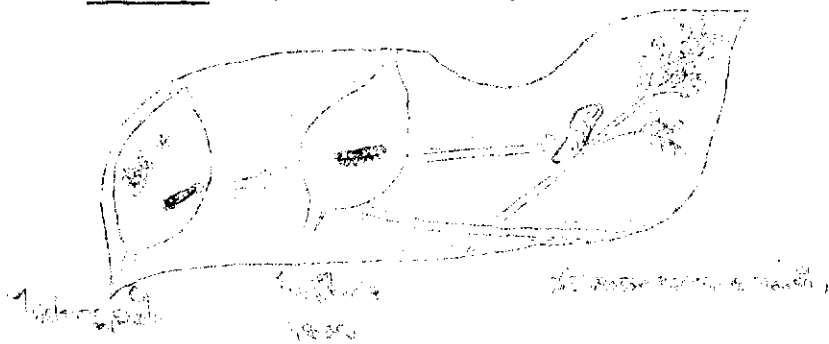
35. นักเรียนจะเห็นว่า การสื่อความหมายด้วยแผนผังภาพดังที่มานี้ทั้ง 2 แบบ จะช่วยย่นระยะเวลาของการศึกษาข้อมูลได้มาก ทั้งยังน่าอ่าน มองเห็นภาพพจน์ สะดวกในการทำความเข้าใจ และจดจำ

ถ้านำข้อมูลในข้อ 33 และ 34 นี้สื่อความหมายด้วยตารางจะเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด

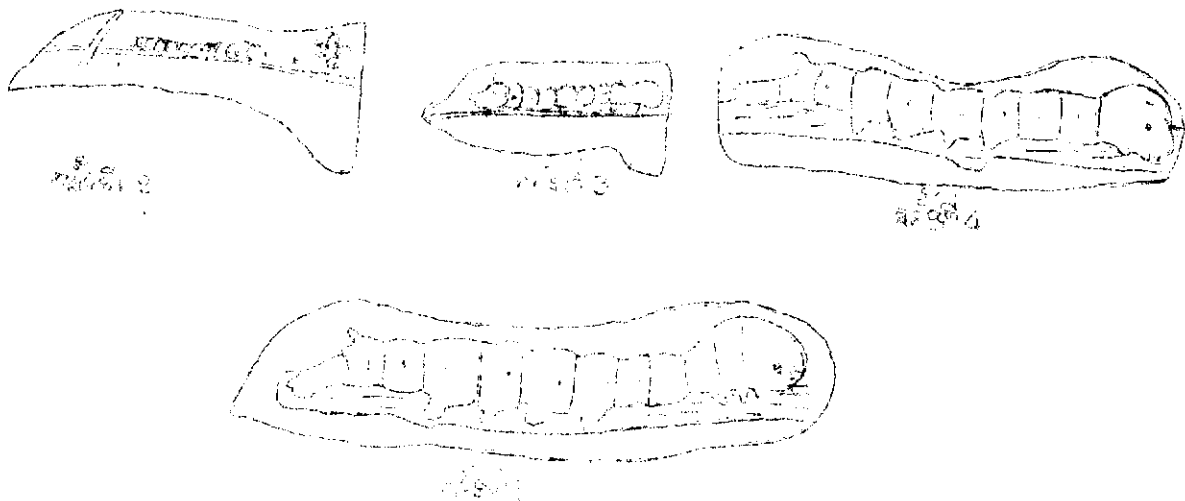
35. ไม่เหมาะสม เพราะลักษณะของข้อมูลไม่เอื้ออำนวยในการ
สร้างตาราง

36. ถ้าวจรชีวิตของแมลงชนิดหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแต่ละขั้นตอน
ตามภาพที่แสดงข้างล่างนี้ตามลำดับ

ระยะ ก. (ไข่ และตัวหนอน)



ระยะ ข. (ตัวหนอนลอกคราบ)

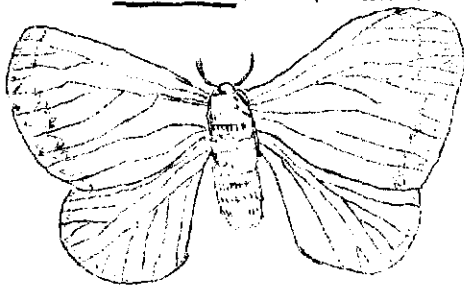


ระยะ ค. (ตัวหนอนกลายเป็นดักแด้)

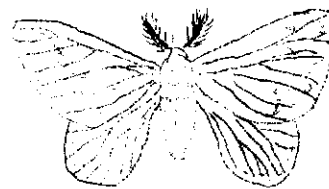


ตัวหนอนสร้างรังหุ้มตัวเองโดยรอบ

ระยะ ง. (ดักแด้กลายเป็นตัวเต็มวัย)

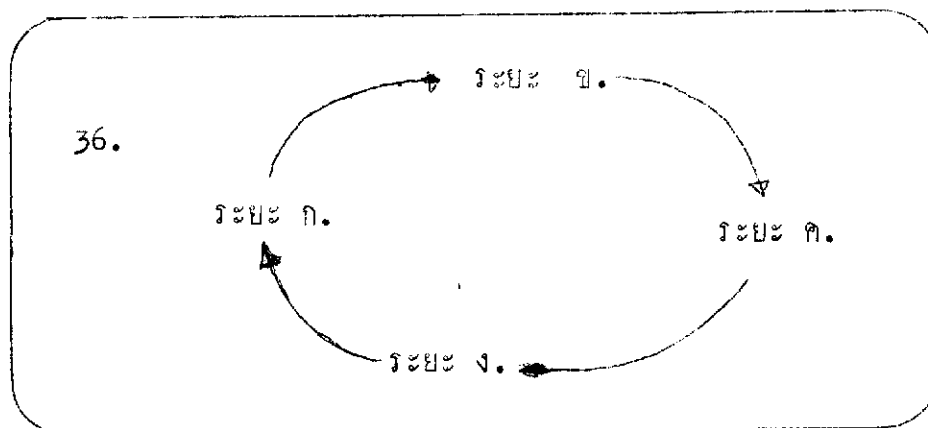


ตัวเมีย



ตัวผู้

จงแสดงแผนภาพวงจรชีวิต ของแมลงชนิดนี้ให้สมบูรณ์ โดยใช้ชื่อระยะ
ของภาพการเจริญเติบโตแทนภาพและข้อความบรรยาย



37. นักเรียนจะเห็นว่า การเขียนวงจรในรูปแบบที่เฉลยข้างบนนี้ ก็ยังไม่เหมาะสม เพราะไม่เกิดภาพพจน์ และไม่เข้าใจ ทั้งนี้

แผนภาพวงจรจึงควรมี ส่วนประกอบใดบ้าง

1.

2.

3.

37. 1. ภาพ

2. ข้อความอธิบายภาพ

3. ลูกศร

38. ปัญหาอีกประการหนึ่งของการเขียนแผนภาพเพื่อสื่อความหมาย ก็คือ การใส่รายละเอียดของแผนภาพ ว่าควรจะได้ใส่สิ่งใดลงไปบ้าง

จากตัวอย่างผังการหมุนเวียนโลหิต ถ้าเปลี่ยนจุดมุ่งหมายจากต้องการแสดงการหมุนเวียน เป็นแสดงการทำงานของส่วนต่าง ๆ ของหัวใจควย

รายละเอียดก็จะต้องเพิ่มเติมสิ่งใดลงไปจึงจะสมบูรณ์

ก. ห้องหัวใจทั้ง 4

ข. ลิ้นหัวใจ

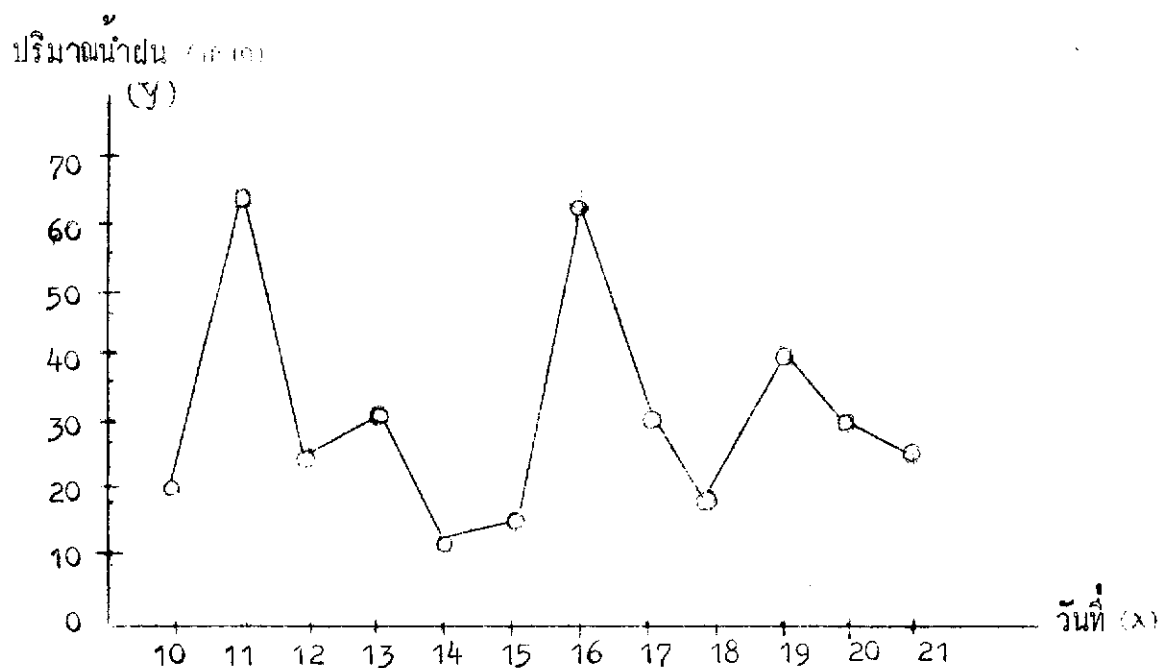
ค. ลิ้นหลอดเลือด

ง. ตำแหน่งของหัวใจที่เหมือนของจริง

39. ฮอร์โมนจากต่อมที่ 2 จะไปกระตุ้นให้ต่อมที่ 3 ผลิต
ฮอร์โมน และในทำนองเดียวกัน ฮอร์โมนจากต่อมที่ 3
 จะย้อนไประงับการผลิตฮอร์โมนของต่อมที่ 2

40. การศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาความสัมพันธ์
 ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ โดยการรวบรวมข้อมูลที่เป็นตัวเลข ดังนั้นการสื่อความหมายที่ทำ
ให้เห็นภาพ เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ของตัวแปรดีที่สุด ก็คือการสื่อความหมาย
 ด้วย กราฟ

41. กราฟข้างล่างนี้คือ กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนต่อวัน



นักเรียนจะเห็นว่า เมื่อวันที่ (x) เปลี่ยนไป ปริมาณน้ำฝน (y) ในแต่ละวันจะเปลี่ยนไปด้วย เราเรียก (x) และ (y) ว่า ตัวแปร เช่น

วันที่ 10 ปริมาณน้ำฝน เป็น 20 มิลลิเมตร

วันที่ 11 ปริมาณน้ำฝน เป็น 65 มิลลิเมตร

จะเห็นว่าเมื่อวันที่เปลี่ยนไป 1 วัน ปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนไป (เพิ่มขึ้น) 45 มิลลิเมตร และค่าของตัวแปรนี้ จะมีความสัมพันธ์กัน เนื่องกันด้วย

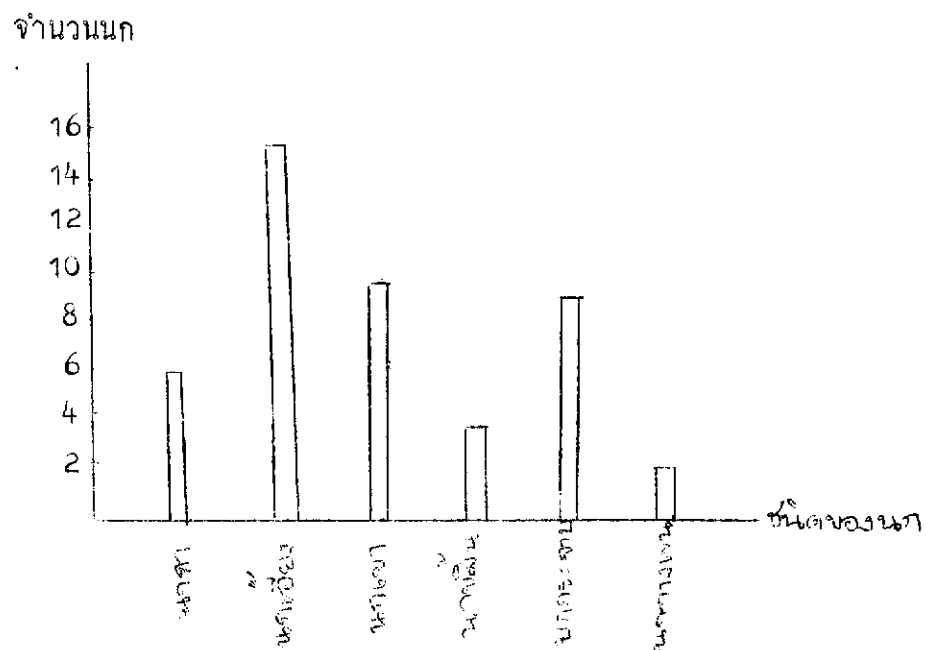
นักเรียนบอกได้ไหมว่า วันที่ 10 ถึง 12 ปริมาณน้ำฝนจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

41. ในวันที่ 10 - 11 ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น 65 มิลลิเมตร
 แต่จากวันที่ 11 - 12 ปริมาณน้ำฝนลดลง 40 มิลลิเมตร

42. นักธรรมชาติวิทยาออกไปสำรวจนกในป่าละเมาะแห่งหนึ่ง พบว่า
 มีนกกา 6 ตัว นกเอี้ยง 15 ตัว นกเขา 19 ตัว นกขมิ้น 3 ตัว นกกระจาบ
 8 ตัว นกกางเขน 2 ตัว

ให้นักเรียนเขียนกราฟ แสดงความสัมพันธ์ของชนิดและจำนวน
 ของนกในป่าละเมาะแห่งนี้ว่าจะมีลักษณะเช่นใด.....

42. ลักษณะกราฟเป็นกราฟแท่ง ดังข้างล่างนี้



43. ถ้านักเรียนจะสื่อความหมายด้วยกราฟเส้น ด้วยข้อมูลชุดเกิมนี้
จะได้หรือไม่ เพราะเหตุใด.....

43. ไม่ได้ เพราะลักษณะของข้อมูลนี้ไม่ได้อ่านวย
กล่าวคือ เป็นข้อมูลของตัวแปรที่มีค่าไม่ต่อเนื่องกัน

44. ดังนั้น การสื่อความหมายด้วยกราฟ นอกจากจะแสดงความสัมพันธ์ของ
ข้อมูลที่มีค่าเป็นตัวเลขแล้ว

ถ้าค่านั้นเป็นค่าของตัวแปรต่อเนื่อง ก็จะใช้สื่อด้วย.....

ส่วนค่าที่เป็นของตัวแปรไม่ต่อเนื่อง ก็จะใช้สื่อด้วย.....

44. กราฟเส้น

กราฟแท่ง

45. นักเรียนคงจะเห็นแล้วว่า ทักษะการบันทึกข้อมูล ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูลนั้น เป็นทักษะที่มีความผูกพันกันในขั้นตอนและแบบแผนวิธีการในการปฏิบัติเพียงใด

ทักษะดังกล่าวข้างต้น จะสามารถช่วยผู้ฝึกในการคิดหาคำตอบของ ปัญหา ความแนวทางของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. ในการศึกษาประชากรแมลงหวี่โดยการทดลองเลี้ยง 64 วัน ได้ข้อมูลดังนี้
- วันที่ของการเก็บข้อมูล 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32
 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64
- จำนวนประชากรเป็นดังนี้ ตามลำดับคือ 25, 70, 150, 275
 400, 425, 400, 25, ..., ..., ...

ถ้าต้องการสื่อความหมายข้อมูลชุดนี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่าง
 จำนวนประชากรที่เพิ่ม และ ลด ในวันที่ทำการทดลองทั้งหมดอย่างชัดเจน นักเรียน
 ควรจะสื่อความหมายด้วยข้อใด

ก. กราฟเส้น

ข. กราฟแท่ง

ค. ตาราง

ง. แผนภาพ

2. ในการศึกษาลักษณะของสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ (จุลินทรีย์) ในน้ำจืด โดยใช้น้ำในลำคลอง หรือในสระใสสะอาดมาศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งมีสมุฏภาพของจุลินทรีย์ในน้ำจืดประกอบการศึกษาค้างนี้ด้วย

ถ้าในการศึกษาค้างนี้ พบจุลินทรีย์ 15 ชนิด นักเรียนจะจัดเสนอข้อมูลการศึกษาค้างนี้ด้วยวิธีใด จึงจะทำให้ผู้อื่นสนใจ และเข้าใจลักษณะของจุลินทรีย์ที่พบ

- ก. ตาราง
- ข. ภาพ
- ค. แผนภาพและตาราง
- ง. ภาพและตาราง

3. ในการเสนอข้อมูลของการศึกษาส่วนประกอบของดอกไม้ ได้แก่วงกลีบเลี้ยง วงกลีบดอก จำนวนเกสรตัวผู้และตัวเมีย ตำแหน่งเกสรตัวผู้ ตำแหน่งรังไข่ และลักษณะของกลีบทั้งหมด ถ้าในการศึกษาค้างนี้ใช้ ดอกไม้ 10 ชนิด นักเรียนจะเสนอข้อมูลในการศึกษาค้างนี้ด้วยวิธีใด

- ก. ตาราง
- ข. ภาพ
- ค. แผนภาพและตาราง
- ง. ภาพวงจรและตาราง

4. แผนภาพข้างล่างนี้ ควรจะเป็นการเสนอข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่องใด

ยาว 7 เมตร

กว้าง 4 เมตร

	20			25		
3			15		8	
	7			17		4
	11			9	2	

หมายเหตุ ตัวเลขที่ในตาราง คือจำนวนประชากรที่นับได้ในพื้นที่ของตารางนั้น

- ก. ความหนาแน่นประชากร
- ข. จำนวนประชากรบนพื้นที่นี้
- ค. จำนวนประชากรบนพื้นที่ที่ลุ่มมานับ

5. ถ้าการกำจัดน้ำเสียมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- ตอนที่ 1 นำน้ำเสียเข้าสู่ถังตกตะกอน
- ตอนที่ 2 ทำส่วนกากที่ตกตะกอนให้เป็นแผ่นแห้ง
- ตอนที่ 3 นำของเหลวที่ปล่อยจากถังตกตะกอนมาผึ่งแดดใส่จุลินทรีย์ช่วยย่อยอินทรีย์สารที่เหลือ
- ตอนที่ 4 นำของเหลวที่ผ่านขั้นตอนที่ 3 ผ่านฆ่าเชื้อแล้วปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

นักเรียนควรจะเสนอขั้นตอนการกำจัดน้ำเสียนี้ด้วยวิธีใด

- ก. แผนผังภาพ
- ข. ตารางพร้อมภาพฉาย
- ค. ภาพฉายบรรจุคำบรรยายภาพ
- ง. แผนภาพฉายเส้น

6. ในการรายงานผลการเลี้ยง กบ และ แมลงสาบ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปร่างลักษณะ ขั้นตอนการเจริญเติบโต โดยใช้ระยะเวลาจำนวนหนึ่ง นักเรียนจะเสนอ รายงานฉบับนี้หน้าชั้นเรียน ด้วยวิธีใด

- ก. แผนภาพถ่ายขนาดโปสเตอร์ พร้อมคำบรรยาย
- ข. แผนภาพวงจร
- ค. ภาพวาดลายเส้น
- ง. คำบรรยาย

7. ในการทำปฏิบัติการเพื่อการศึกษาเปรียบเทียบ ลักษณะของเซลล์ ซึ่งมีชีวิตของพืชและสัตว์ จากเห็ดหอม และเห็ดหูช้างแก้ว โดยผ่านกล้องจุลทรรศน์ ขนาดกำลังขยาย 10×40 เท่า นักเรียนจะเสนอข้อมูลของการทดลองนี้ด้วยวิธีใด

- ก. แผนผังภาพแสดงส่วนประกอบภายใน
- ข. ภาพวาดลายเส้น แสดงส่วนที่พบ
- ค. ภาพวงจร
- ง. ภาพถ่าย

8. ต่อไปนี้เป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจชนิดของก๊าซพิษในสภาพอากาศที่มีมลภาวะจากแหล่งที่เกิดต่าง ๆ โดยใช้หน่วยเป็น $\text{mg}/1000 \text{ kg}$

ก๊าซที่สำรวจพบคือ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) และไฮโดรคาร์บอน

ข้อมูลมีดังนี้

1. จากแหล่งเกิดรถยนต์ มี $\text{CO} = 58.1$, $\text{NO}_2 = 6.9$, $\text{SO}_2 = 0.3$
 $\text{SO}_3 = 0.2$ ไฮโดรคาร์บอน 15.9 รวมเป็น 81.4
2. จากแหล่งเกิดโรงงานไฟฟ้า มี $\text{CO} = 1.7$, $\text{NO}_2 = 6.0$, $\text{SO}_2 = 20.6$
 $\text{SO}_3 = 16.8$ และไฮโดรคาร์บอน 0.6 รวมเป็น 45.7
3. จากแหล่งเกิดโรงงานอุตสาหกรรม มี $\text{CO} = 3.2$, $\text{NO}_2 = 0.2$, $\text{SO}_2 = 6.9$
 $\text{SO}_3 = 20.2$ และไฮโดรคาร์บอน 0.2 รวมเป็น 37.0
4. จากแหล่งเกิดการเผาไหม้ มี $\text{CO} = 7.4$, $\text{NO}_2 = 0.6$, $\text{SO}_2 = 8.7$
 $\text{SO}_3 = 6.3$ และไฮโดรคาร์บอน 1.6 รวมเป็น 34.6

ให้นักเรียนสร้างตารางเพื่อสื่อความหมายข้อมูลนี้

เฉลยแบบฝึกหัด

1. ☒ ขอ ก.
2. ☒ ขอ ง.
3. ☒ ขอ ค.
4. ☒ ขอ ค.
5. ☒ ขอ ก.
6. ☒ ขอ ข.
7. ☒ ขอ ข.

8. ตารางแสดงปริมาณก๊าซพิษจากแหล่งที่เกิดแหล่งต่าง ๆ

แหล่งที่เกิด	ปริมาณก๊าซพิษในอากาศ (mg/1000 kg)					รวม
	CO	NO ₂	SO ₂	SO ₃	ไฮโดรคาร์บอน	
รถยนต์	58.1	6.9	0.3	0.2	15.9	81.6
โรงงานไฟฟ้า	1.7	6.0	20.6	16.8	0.6	45.7
โรงงานอุตสาหกรรม	3.2	0.2	6.9	2.2	0.2	37.0
การเผาไหม้	7.4	0.6	8.7	6.3	1.6	34.6

บทเรียนสำเร็จรูป

เรื่อง การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ฉบับที่ 3 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

ทักษะการออกแบบการทดลอง

หัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์การฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะ

การออกแบบการทดลอง

หัวเรื่อง

1. ความหมาย และความสำคัญของสมมติฐานและการทดลอง
2. ความสัมพันธ์ระหว่างสมมติฐานกับแบบของการทดลอง
3. การฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง
4. ฝึกกำหนดปัญหาจากผลการทดลอง

แนวคิด

1. การตั้งสมมติฐาน เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อขยายความให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่อยู่ในขอบข่ายเดียวกันให้กว้างขวางขึ้น
2. การตั้งสมมติฐานอาจตั้งได้โดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกตหรือจากการลงความเห็นจากข้อมูล
3. สมมติฐานที่ตั้งขึ้นจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
4. ในการออกแบบการทดลองจะเป็นการนำเอาขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประกอบกัน
5. ความสามารถในการออกแบบการทดลอง จัดเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์

เมื่อเรียนจบแบบเรียนแล้ว นักเรียนสามารถจะ

1. ตั้งสมมติฐานจากข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกตหรือลงความเห็น

2. ออกแบบการทดลองต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้อย่างถูกต้อง
3. บอกได้ว่า ข้อมูลใดสนับสนุน (สอดคล้อง) กับสมมติฐาน ข้อมูลใด
ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดให้
4. ปรับปรุงสมมติฐานให้สอดคล้องกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้อย่าง

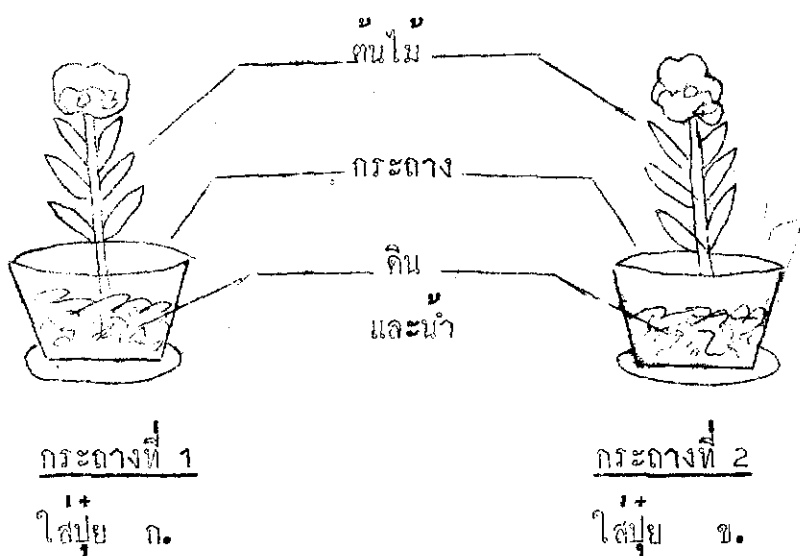
เหมาะสม

ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการออกแบบการทดลอง

46. ถ้าจะต้องการทราบว่า

"ปุ๋ย ก. ทำให้พืชเติบโตดีกว่าปุ๋ย ข. จริงหรือไม่"

แผนการทดลองที่ควรจะทำขึ้นเพื่อค้นหาคำตอบ ควรมีลักษณะดังภาพ



ให้นักเรียนเขียนรายชื่อวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในแผนการทดลองนี้ ว่ามีสิ่งใดบ้าง

1.

2.

3.

4.

5.

46. วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในแผนการทดลองนี้ คือ

- | | |
|------------------|------------------------|
| 1. <u>ก้นไม้</u> | 2. <u>ภาชนะที่ปลูก</u> |
| 3. <u>ดิน</u> | 4. <u>ปุ๋ย</u> |
| 5. <u>น้ำ</u> | |

47. ในการทดลองครั้งนี้ นักเรียนคิดว่าควรจะจัดชนิด และลักษณะของ
วัสดุอุปกรณ์ใดบ้างให้เหมือนกัน

1.
2.
3.
4.
5.
6.

47. สิ่งที่จะต้องจัดให้เหมือนกัน คือ

1. ชนิดและลักษณะของภาชนะที่ปลูก
2. ชนิดและปริมาณของดิน
3. สภาพความสมบูรณ์ และอายุ ของต้นไม้
4. สภาพแวดล้อม โดด แสง ความชื้น
5. ชนิด และปริมาณน้ำที่ใส่รดต้นไม้
6. ปริมาณของปุ๋ย

48. ในการทดลองนี้ นักเรียนคิดว่า ควรจะจัด ชนิด และลักษณะของวัสดุอุปกรณ์ ใดให้ต่างกัน

1.
2.
3.

48. ชนิดของปฏิกิริยา

49. สิ่งที่เกิดขึ้นในการทดลองเรียกว่า ตัวแปร

สิ่งที่เราจัดให้เหมือนกัน หรือ เท่ากัน ในการทดลอง
เรียกว่า ตัวแปรควบคุม

สิ่งที่เราจัดให้ต่างกัน ในการทดลอง เรียกว่า

ตัวแปรต้น ซึ่งหมายถึงตัวแปรที่เป็นต้นเหตุทำให้เกิดผล

ให้นักเรียนบอก ตัวแปรควบคุม และตัวแปรต้น

ของแผนการทดลองนี้

49. ตัวแปรควบคุม

ใช้คำตอบเดียวกันกับคำตอบ

ในข้อ 47.

ตัวแปรต้น

ใช้คำตอบเดียวกันกับคำตอบ

ในข้อ 48.

50. ในการทดลองครั้งนี้ เมื่อจัดวัสดุอุปกรณ์ตามแผน
การทดลองแล้ว นักเรียนจะต้องติดตามดูอะไรบ้าง

.....

50. สิ่งที่จะต้องติดตามดู คือ
การเจริญเติบโตของพืช

51. สิ่งที่เราจะต้องติดตามดู หรือศึกษาว่าจะเกิดอะไรขึ้น
ในการทดลอง เราเรียกสิ่งนั้นว่า ตัวแปรตาม

ตัวแปรตาม ตามแผนการทดลองข้อ 46. นั้น

คือสิ่งใดบ้าง

51. ตัวแปรตาม ในการทดลองนี้คือ
การเติบโตของพืช

52. ดังนั้นพฤติกรรมต่อไปนี้คือ

- จัดสิ่งที่จะต้องทำให้เหมือนกัน
(จัดตัวแปรควบคุม)
- จัดสิ่งที่จะต้องทำให้ต่างกัน
(จัดตัวแปรต้น)
- รู้ว่าจะติดตามผลอะไรบ้าง
(รู้ตัวแปรตาม)

จึงรวมเรียกว่า การออกแบบการทดลอง หรือ
การวางแผนการทดลอง

53. จากปัญหาที่ตั้งขึ้นว่า

" บั๊ย ก. ทว่าให้พีะเดิบโตคิกว่าบั๊ย ข. จริงหรือไม่ "

นักเรียนคิกว่า คำตอบที่คาดหวัง ว่าจะตอบ

ปัญหานี้ไ้มีก็คำตอบ..... อย่างไรบ้าง

1)

2)

3)

ฯลฯ

53. คำตอบอาจจะมีได้ 3 คำตอบ คือ

- 1) บั๊ว ก. จะทำให้พืชเติบโตดีกว่าบั๊ว ข.
- 2) บั๊ว ข. จะทำให้พืชเติบโตดีกว่าบั๊ว ก.
- 3) บั๊ว ก. และบั๊ว ข. จะทำให้พืชโตต่างกัน

54. นักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่คาดหวังจะมีลักษณะเอื้ออำนวยต่อ
การวางแผนการทดลอง ด้วย ดังเช่น ที่ได้แสดงมาแล้วใน
ข้อ 47 - 53 จะเห็นว่า เราสามารถจัดชนิดและลักษณะ
ของวัสดุอุปกรณ์ตลอดจนขั้นตอนการทดลอง ตามแนวทางของ
คำตอบที่คาดหวัง

คำตอบที่คาดหวังไว้ที่เราเรียกว่า "สมมติฐาน"
นักเรียนบอกได้ไหมว่า ตามแผนการทดลองข้อ 46. นั้น
จะเขียนสมมติฐานได้กี่ข้อ อย่างไรบ้าง

- 1)
- 2)
- 3)

54. สามารถตั้งสมมติฐานได้ 3 ข้อ ดังนี้

- 1) บั๊ย _ก_ และ ข._น่าจะทำให้พืชเติบโตต่างกัน
- 2) บั๊ย _ก_ น่าจะทำให้พืชเติบโตดีกว่าบั๊ย _ข_
- 3) บั๊ย _ข_ น่าจะทำให้พืชเติบโตดีกว่าบั๊ย _ก_

55. สรุปได้ว่า จากปัญหา

"บั๊ย ก. ทำให้พืชเติบโตได้ดีกว่าบั๊ย ข. จริงหรือไม่"

เราจะได้คำตอบที่คาดคิดไว้ดังนี้

1. บั๊ย ก. และบั๊ย ข. น่าจะทำให้พืชเติบโตต่างกัน
2. บั๊ย ก. ทำให้พืชเติบโตดีกว่าบั๊ย ข.
3. บั๊ย ข. ทำให้พืชเติบโตดีกว่าบั๊ย ก.

และได้แผนการทดลองดังภาพ และรายละเอียดในข้อ 46.

นักเรียนจะบอกได้ไหมว่า แผนการทดลองจะมีขึ้นมาได้
ย่อมจะต้องมีสิ่งใดมาก่อน

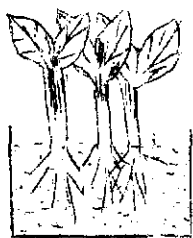
1)

2)

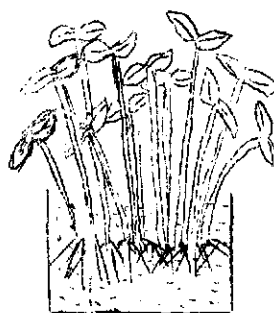
55. แผนการทดลองจะเกิดเมื่อคนเรามีสิ่ง
ต่อไปนี้เกิดขึ้นก่อน คือ

- 1) ปัญหา_และความอยากแก้ปัญหา
- 2) คำตอบที่คาดคิดไว้แล้ว_(สมมติฐาน)

56. นักเรียนจงศึกษาภาพการทดลองข้างล่างนี้



ภาพ ก.



ภาพ ข.

นักเรียนคิดว่าสภาพที่เป็นปัญหาของผลการทดลองนี้ คืออะไร

- ก. ต้นไม้มีขนาดต่างกัน
- ข. ต้นไม้มีจำนวนต่างกัน
- ค. ในเนื้อที่ที่เท่ากันปลูกต้นไม้จำนวนไม่เท่ากัน
ต้นไม้ที่งอกใหม่จะมีความสมบูรณ์ต่างกัน
- ง. ทุกข้อ

๖๘. ข้อ ค.

57. ที่นี้นักเรียนจงหันมาพิจารณาแผนการทดลองนี้ดูก่อนว่า
ตัวแปรในการทดลอง หรือสิ่งต่าง ๆ ที่เขาจัดมาใน
 การทดลองนั้นมีสิ่งใดบ้าง

1)

2)

3)

4)

5)

6)

57. ตัวแปรของการทดลองนี้ มีดังนี้

- 1) ชนิดลักษณะและขนาดของภาชนะ
- 2) ชนิด _จำนวน_ ต้นพืชที่ปลูก
- 3) ชนิด และจำนวนของกินที่ใส่
- 4) ชนิด และจำนวนน้ำที่รด
- 5) สภาพแวดล้อมของภาพ _ก_ ภาพ ข.
_เย็น _แสง_

ฯลฯ

58. สิ่งที่ทำทำการทดลองจะต้องจัดให้เหมือนกัน (ตัวแปรควบคุม)
ในการทดลองนี้คือ สิ่งใดบ้าง

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

ฯลฯ

58. ตัวแปรควบคุม คือ

- 1) ชนิด ขนาด และลักษณะวัสดุภาชนะที่ใช้เพาะปลูก
- 2) ชนิด จำนวนของดินที่ใช้
- 3) ชนิด จำนวนของน้ำที่ใช้ เวลาที่รดน้ำ
- 4) สภาพแวดล้อม เช่น แสง ความชื้น อุณหภูมิ

ฯลฯ

59. สิ่งที่ผู้ทดลองจะต้องจัดให้คงกัน (ตัวแปรต้น)
คือสิ่งใดบ้าง

1)

2)

3)

ฯลฯ

59. ตัวแปรต้น คือ
จำนวนของคนไม้ที่ปลูกลงในเนื้อที่ที่เท่ากัน

60. สิ่งที่ผู้ทดลองจะต้องติดตามผลการทดลองนี้ (ตัวแปรตาม)
คือสิ่งใดบ้าง

1)

2)

3)

60. ตัวแปรตาม คือ

เปรียบเทียบความสมบูรณ์ของคนไม่
ทิ้งอกใหม่ของทั้ง 2 ภาวะ

61. จากสภาพของปัญหาดังกล่าวในข้อ 56 คือคนไม่ 2 ภาวะข้างนี้ มี
ขนาด จำนวน และความสมบูรณ์ต่างกัน จึงสรุปสภาพปัญหา
การทดลองนี้ได้ว่า

ความสมบูรณ์ของคนไม่ทิ้งอกใหม่ ขึ้นอยู่กับจำนวนมาก - น้อย
ของคนไม่ทิ้งอกใหม่ (ในเนื้อที่เท่า ๆ กัน)

ดังนั้น ปัญหาหรือคำถามที่ตั้งขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพปัญหา
ข้างบนนี้ ควรมีข้อความอย่างไร

61. ปัญหา หรือคำถามของการทดลองนี้ควรเป็นดังนี้
 "เนื้อที่ของการเพาะปลูกมีความสัมพันธ์กับความ
 สมบูรณ์ของดินในทุ่งอกไหมหรือไม่"

62. จากปัญหาการทดลองดังข้อ 61 คำตอบที่คาดคิดว่าจะตอบปัญหา
 นี้ได้ มีกี่อย่าง
 อย่างเป็นบาง

1)

2)

3)

ฯลฯ

62. คำตอบที่กล่าวว่าจะตอบปัญหานี้ได้ คือ

เมื่อมีการ เพาะปลูกน้ำจะมีความสัมพันธ์กับความ
สมบูรณ์ของดินไม่เพียงอย่างเดียว

63. เมื่อแนวคำตอบเป็นดังข้อ 62 สมมติฐาน ในการ
ทดลองนี้ จะเขียนโดยอย่างไรบ้าง

1)

2)

ฯลฯ

63. สมมติฐาน เขียนได้ดังนี้

"ในเนื้อที่ปลูกพืชที่เท่ากัน ถ้าเนื้อที่โคปลูกต้นไม้
จำนวนน้อยคนกว่า คนไหนที่ออกจะมีความสมบูรณ์
กว่าเนื้อที่ ๗ ปลูกต้นไม้จำนวนมากกว่า"

64. ดังนั้นแผนการทดลองที่ผู้ทดลองได้วางไว้แต่แรกตามสมมติฐานข้อนี้
ควรเป็นลักษณะในข้อใด

ก. ปลูกต้นไม้ในกระถางที่เท่ากัน วัสดุปลูกเช่นเดียวกัน ปริมาณ
เท่ากัน แต่กระถาง ก. ปลูกต้นไม้ 3 ต้น และ 16 ต้นใน
กระถาง ข. นำกระถาง ก. ตั้งไว้กลางแจ้ง กระถาง ข.
วางไว้ในเรือนเพาะชำ ที่ควบคุมแสง และน้ำใช้เวลาทดลอง
10 วัน

ข. ใช้แผนเดียวกับข้อ ก. แต่นำเอากระถาง ก. และ ข. ไว้
ในสนามหญ้ากลางแจ้งทั้งคู่ รดน้ำพร้อมกันและในปริมาณที่เท่ากัน ด้วย
น้ำประปา ใช้เวลาทดลอง 15 วัน

ค. ใช้แผนข้อ ข. แต่ใส่ปุ๋ย A ในกระถาง ก. และปุ๋ย B
ในกระถาง ข. ในปริมาณเท่ากัน ใช้เวลาทดลอง 7 วัน

ง. ใช้แผนในข้อ ก. แต่เพิ่มฮอร์โมนชนิด A ลงในกระถาง ก.
และฮอร์โมนชนิด B ลงในกระถาง ข. ใช้เวลาทดลอง 7 วัน

64. ขก จ. (ให้แผนเกี่ยวกับข้อ ก. แนะนำเอา
กระดาษ ก. และ ข. ไว้ในสนามพญากลางแจ้ง
ทั้ง ถูก รวม กัน และปริมาณที่เท่ากันควย
น้ำ ประปา ใช้ เวลา ทดลอง 15 วัน)

65. เจ้า ของ ฟาร์ม เลี้ยง ไก่ แดง ตั้ง ตั้ง ข้อ สงสัย ว่า

"ระหว่าง เปิด ที่ เลี้ยง ควย รำ กับ แหม กับ เปิด ที่ เลี้ยง ควย
แหม อย่าง เดียว อย่าง ไหน จะ ให้ ปริมาณ ของ ไข่ ได้ มาก
กว่า กัน"

คำตอบที่คาดคะเนว่าจะแกข้อสงสัยนี้ได้ ควรจะเป็นอย่างไร

1)

2)

65. คำตอบที่คาดคิดว่าควรจะเป็นไปได้ คือ

- 1) เบ็ดกินรำกับแห่น น่าจะออกไขได้มากกว่ากินแห
อย่างเดียว
- 2) เบ็ดกินรำกับแห่น กับ เบ็ดกินแหอย่างเดียวน่าจะ
ออกไขในปริมาณที่ต่างกัน

ฯลฯ

66. ถ้าสมมติฐานของข้อ 65 เป็นดังนี้

"การรำมีผลช่วยเพิ่มปริมาณการออกไขของเบ็ด ดังนั้นเบ็ดที่
เลี้ยงควยรำปนแห่นย่อมจะออกไขได้มากกว่าเบ็ดที่เลี้ยงควยแห
อย่างเดียว"

ตัวแปร ของสมมติฐานข้อนี้ควรจะเป็นสิ่งใดบ้าง

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)

ฯลฯ

66. ตัวแปรของสมมติฐานในการจะได้สิ่งต่อไปนี้

- 1) ชนิด สุขภาพ อายุ ของ เบ๊
- 2) จำนวน ตัวเบ๊ และ ตัวผู้
- 3) สภาพแวดล้อมของ เลาเบ๊
- 4) ชนิด และ ปริมาณของ อาหาร _____
- 5) เวลาและ จำนวนครั้งในการ ให้อาหาร
- 6) จำนวนไข่ที่ ออก

67. ตัวแปรต้น (สิ่งที่จะต้องจัดให้คงกัน) คืออะไร

- ก. สภาพแวดล้อมของ เลาเบ๊
- ข. จำนวนตัวเบ๊ และ ตัวผู้
- ค. ชนิดของ อาหาร
- ง. ปริมาณและ เวลา ให้อาหาร

67. ข้อ ค. (ชนิดของอาหาร)

68. ตัวแปรที่ควบคุม (สิ่งที่ต้องจัดให้เหมือนกัน) คืออะไร

ก. สภาพแวดล้อมของเล้าเป็ด

ข. จำนวนตัวเมียและตัวผู้

ค. ชนิด สุขภาพ อายุของเป็ด

ง. ทุกข้อ

68. ข. ง. (ทุกข้อ)

69. ตัวแปรตาม (สิ่งที่จะต้องติดตามผล) คืออะไร

ก. ความสมบูรณ์ของ เบ็ดที่ออกจากไข่

ข. ปริมาณของ เบ็ดที่ออกจากไข่

ค. ปริมาณของ ไข่ที่ออก

ง. ทุกข้อ

69. ข้อ ค. (ปริมาณของไข่ที่ออก)

70. ดังนั้นแบบการทดลองตามสมมติฐานข้อ 66 จึงควรมีลักษณะดังนี้

ก. เลี้ยงเปิด 2 กลุ่ม จำนวนต่างกัน แต่มีตัวเมียเท่ากัน
กลุ่มหนึ่งกินรำปนแทน อีกกลุ่มหนึ่งกินแทนอย่างเดียว เลี้ยงใน
เล้าเดียวกัน

ข. เลี้ยงเปิด 2 กลุ่ม มีจำนวนตัวผู้ตัวเมียเท่ากัน ใช้เวลา
ในการทดลองเท่ากัน เลี้ยงที่เดียวกัน แยกเล้าแยกกลุ่ม กลุ่มหนึ่ง
กินรำปนแทน อีกกลุ่มกินแทนอย่างเดียว ให้ปริมาณอาหารและจำนวน
ครั้งเท่ากัน

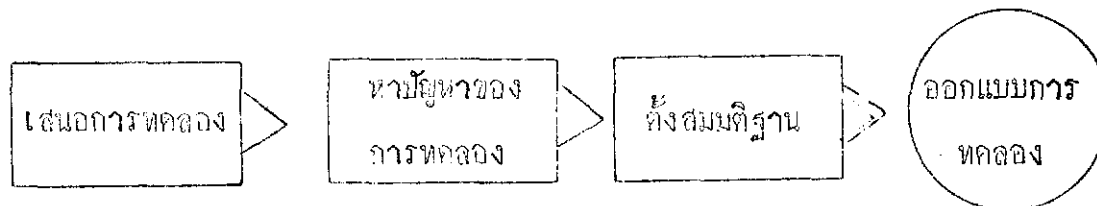
ค. เลี้ยงเปิด 4 กลุ่ม 2 กลุ่มแรกกินรำปนแทน 2 กลุ่มหลัง
กินแทนอย่างเดียว แต่ละกลุ่มไม่จำกัดจำนวนตัวผู้และตัวเมีย เลี้ยงใน
ที่เดียวกัน แยกเป็น 4 เล้า ปริมาณอาหารไม่จำกัด แต่จำกัด
เวลาผสมพันธุ์

ง. เลี้ยงเปิด 4 กลุ่ม โขยไม่แยกเล้า คัดเบอร์ที่ขาทุกตัว
ลักเปิดที่มีเบอร์คู่กันรำปนแทน และเปิดเบอร์คี่กินแทนอย่างเดียว
ไม่จำกัดจำนวนตัวผู้ตัวเมีย ใช้เวลาในการเลี้ยงเท่ากัน ตั้งแต่อายุเริ่มต้น
จนจบ

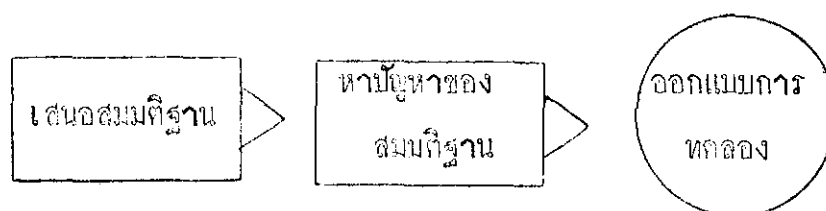
70. ข้อ ข. (เลี้ยงเบ็ด 2 กลุ่ม มีจำนวนตัวผู้ตัวเมียเท่ากัน ระยะเวลาในการทดลองเท่ากัน สิ่งในที่เดียวกัน แต่กันเอาแยกกลุ่ม กลุ่มหนึ่งให้อินกับแห่อีกกลุ่มกินเหยื่อบางตัว การให้อาหารพร้อมกันและปริมาณเท่ากัน)

71. สรุปวิธีการออกแบบการทดลองนั้น ออกได้ 2 ลักษณะวิธี

ลักษณะที่ 1 ออกจากลักษณะของการทดลองที่เสนอให้ ดังแผนภาพ



ลักษณะที่ 2 ออกจากลักษณะของสมมติฐานที่เสนอให้ ดังแผนภาพ

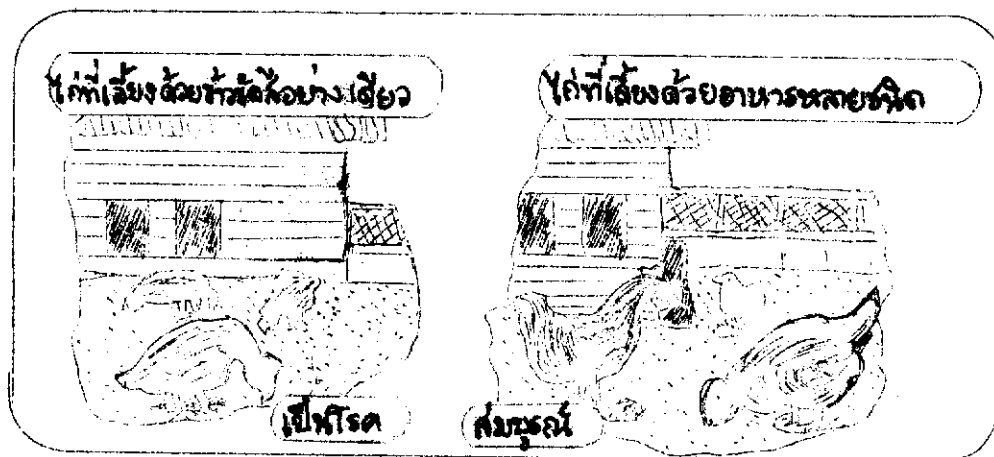


72. ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบการทดลองด้วยวิธีใดก็ตาม
องค์ประกอบของแบบแผนการทดลอง จะมีองค์ประกอบดังนี้

1. การดำเนินการจัดกระทำกับตัวแปรชนิดต่าง ๆ
ว่าสิ่งใดควรเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และ
ตัวแปรควบคุม
2. การจัดวัสดุอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับตัวแปร
3. การดำเนินการทดลอง ให้ตัวแปรต่าง ๆ มี
ความสัมพันธ์กัน และสอดคล้องกับ
จุดมุ่งหมาย

73. การทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าการจะยอมรับหรือไม่ เพียงใด ในการดำเนินการทดลองนั้น ผู้ทดลองจะต้องนำเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ขึ้นมาประกอบกัน

เพื่อให้มองเห็นความสัมพันธ์ของการใช้ทักษะต่าง ๆ ทางกระบวนการวิทยาศาสตร์ในการทดลอง ขอให้พิจารณาภาพการทดลองเรื่อง โรคไก่ ควบคู่ไปนี้ เพื่อเสริมการฝึกทักษะของนักเรียน



สภาพที่เป็นปัญหาของการทดลองนี้ คืออะไรบ้าง

- 1)
- 2)
- 3)

73. สภาพปัญหาที่พบในการทดลองนี้ คือ

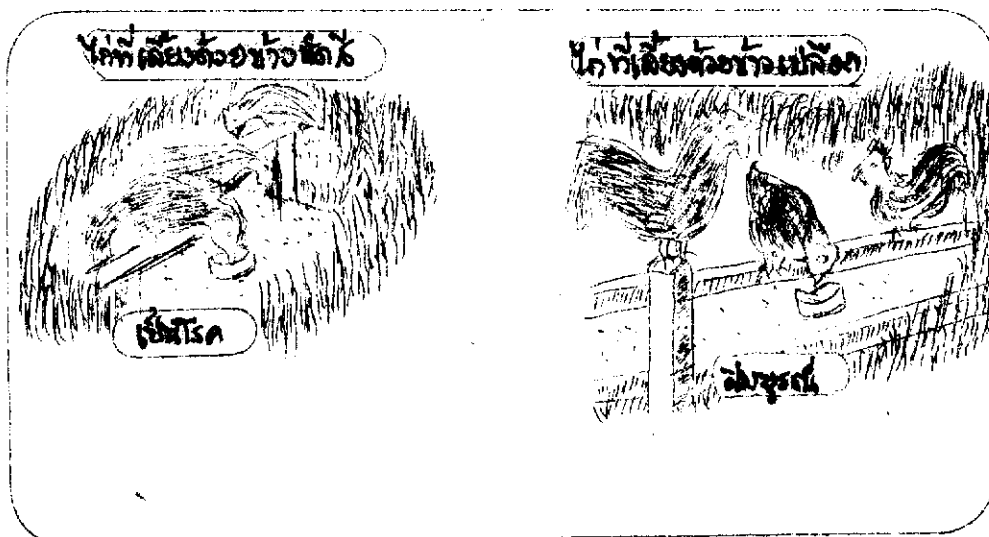
- 1) ไก่ที่กินข้าวชั้ดสีอย่างเคี้ยวเป็นโรค
- 2) ไก่ที่กินข้าวชั้ดสีอย่างเคี้ยว ทำให้ขาดสารอาหาร
จึงเป็นโรค
- 3) ข้าวชั้ดสีทำให้เกิดโรค

๗๓

74. จากสภาพปัญหาดังกล่าว มีผู้ตั้งสมมติฐานว่า

"ถ้าข้าวที่ชั้ดสีแล้วขาดสารอาหารบางอย่าง ซึ่งจำเป็นต่อการ
สร้างภูมิคุ้มกันโรค ก็จะทำให้ไก่ทุกตัวที่เลี้ยงด้วยข้าวชั้ดสีเป็นโรค"

และได้ออกแบบการทดลองดังภาพข้างล่างนี้



75. จากภาพแผนการทดลอง และสมมติฐานในข้อ 74 นักเรียน
จงบอกสิ่งเหล่านี้

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

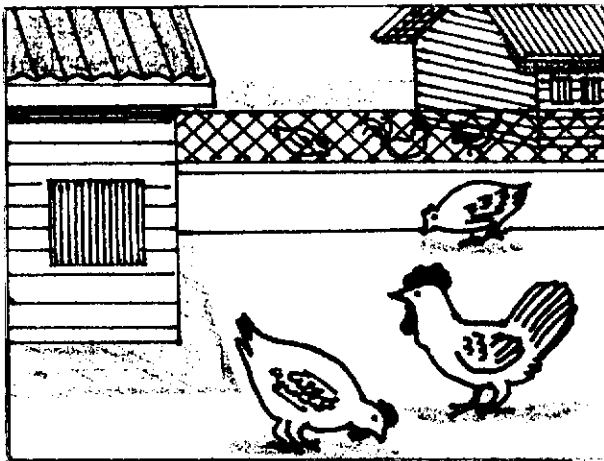
ตัวแปรที่ควบคุม.....

นักเรียนคิดว่า แผนการทดลองนี้ ซึ่งเน้นแก้ปัญหา
โรคไก่ที่อาหารแต่เพียงอย่างเดียว จะสามารถแก้ปัญหา
โรคไก่ทั้งข้างต้นได้หรือไม่

75. ตัวแปรต้น คือ ชนิดของข้าวที่ใส่เลี้ยงไก่
 ตัวแปรตาม คือ สุขภาพของไก่
 ตัวแปรควบคุม คือ จำนวนไก่ที่เลี้ยง

แผนการทดลองที่มุ่งเน้นแก้ปัญหาแก่เรื่อง
 อาหารอย่างเกี่ยว ไม่ว่าจะแก้ปัญหาเรื่อง
โรคไก่

76. ข้อสงสัยเกี่ยวกับสาเหตุแห่งโรคไก่นี้ ยังมีอีกหลายประการ ดังนั้นจึง
 มีผู้ปรับปรุง แบบการทดลองใหม่ดังภาพ และข้อความข้างล่างนี้



โดยใช้ไก่ประเภทเดียวกัน
 แต่ แยกเลี้ยง 2 แห่ง

จากแผนการทดลองนี้ ก็คงยังมีตัวแปรอีกหลายอย่างที่ยังไม่ได้ควบคุม
 นักเรียนนอกใจใหม่ว่า ควรจะต้องควบคุมสิ่งใดอีกบ้าง

1)

2)

ฯลฯ

76. การแยกไก่เลี้ยง 2 แห่ง จะเป็นการเพิ่มตัวแปร
หรือ จัดสิ่งต่าง ๆ มากขึ้นในเรื่องต่อไปนี้ คือ

- 1) การถ่ายเทอากาศ
- 2) ความสะอาดของเล้า
- 3) ความสมบูรณ์ของไก่เมื่อเริ่มทดลอง

ซึ่งสิ่งต่าง ๆ ข้างต้นนี้จะมีผลต่อสุขภาพของไก่ จึงควรจะต้องควบคุมควบคุม

77. จึงมีผู้ปรับปรุงการทดลองอีกครั้ง ตามแผนภาพการทดลองข้างล่างนี้



โดยการใส่ไก่ 2 กลุ่ม ที่มีความสมบูรณ์เท่ากัน
เลี้ยงในบริเวณเดียวกัน แต่มีอาหารต่างกัน
แยกกลุ่มที่ 1 กินข้าวเปลือก
กลุ่มที่ 2 กินข้าวขัดสี

นักเรียนคิดว่า แผนการทดลองครั้งสุดท้ายนี้ควบคุมตัวแปรใดหมดหรือยัง
และตัวแปรที่ไม่ได้ควบคุมหรือจัดให้เหมือนกันคือ อะไร.....

77. ตัวแปรที่ไม่ได้ควบคุม คือ

ชนิดอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ทั้ง 2 กลุ่มเป็นอาหาร
ต่างชนิดกัน

78. เมื่อแผนการทดลองครั้งสุดท้ายได้นำไปทดลองจริง
ผลที่จะเกิดขึ้นสามารถจะทำนายได้ดังนี้

1. ไก่เพียงกลุ่มเดียวที่เป็นโรค

2. ไก่ทั้งหมดเป็นโรค

3. ไม่มีไก่เป็นโรค

79. ไฉนวงการทดลองจะออกมาในรูปการใด
ก็ตาม นักเรียนก็สามารถ

— ระบุปัญหาที่เกิดขึ้น

— คำนึงคำตอบที่นำจะแก้ปัญหาได้

— ตั้งสมมติฐาน

— ออกแบบการทดลอง

— ทำการทดลอง

— ปรับปรุงสมมติฐาน

— ปรับปรุงการทดลองให้ได้คำตอบที่ต้องการได้

80. สรุปหลักเกณฑ์ ที่สำคัญในการจัดการทดลองได้ดังนี้

1. จัดสิ่งต่าง ๆ ที่จะทดลอง เป็น 2 ชุด คือ

ชุดทดลอง กับ

ชุดควบคุม

2. ดำเนินการทดลองตามแผนที่ออกแบบวางไว้ กับชุดทดลอง

และดำเนินการตามภาวะปกติกับชุดควบคุม

3. นำผลของทั้ง 2 ชุดมาเปรียบเทียบกัน เมื่อเสร็จสิ้นการ

ดำเนินการทดลองแล้ว

เมื่อนักเรียนศึกษาจบเรื่องนี้ ให้นักเรียนดูสไลด์ เรื่องโรคไก่

เพื่อเป็นการทบทวนอีกครั้ง ก่อนลงมือ ทำแบบฝึกหัดท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. พิจารณาสมมติฐานดังนี้

"หนูที่กินอาหารไม่มีโปรตีน จะมีอัตราการเติบโตต่างกับ
หนูที่กินอาหารมีโปรตีน"

ให้นักเรียนนอกตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่คง
ควบคุม และออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานนี้

2. "เมื่อประมาณร้อยปีเศษมานี้ ได้เกิดโรคชนิดหนึ่งคุกคามทหารใน
กองทัพเรือญี่ปุ่นอย่างรุนแรง โดยที่ไม่มีใครทราบสาเหตุ

ระหว่างนั้นเป็นสมัยที่วิทยาศาสตร์กำลังตื่นตัว เนื่องจากมี
บุคคลที่ป่วยเสียชีวิตมาก 2 คน คือ พลเรือเอก และโรเบิร์ตคอก
ได้แสดงให้เห็นอย่างเป็นที่เชื่อถือกันทั่วไปว่า โรคต่าง ๆ มีสาเหตุ
มาจากจุลินทรีย์

นายแพทย์ทหารเรือชาวญี่ปุ่นคนหนึ่งชื่อ ทาคากิ ได้รับคำสั่ง
ให้จัดการเกี่ยวกับโรคนี้ เขาได้สั่งให้ทำความสะอาดเรือรบทุกลำ
และตัวทหารทุกคนอย่างเข้มงวดกวาดนั้น"

นักเรียนคิดว่า ทาคากิ มีสมมติฐานเกี่ยวกับโรคนี้อย่างไร
จึงดำเนินการดังกล่าว _____

3. ใช้สถานการณ์ของคำถามต่อไปนี้ 2

"แต่การกลับปรากฏว่า แม้จะใกล้จะสิ้นใจแล้วก็ตาม
เพียงไม่กี่ชั่วโมง โรคดังกล่าวก็ยังคงระบอบอยู่ ยิ่งกว่านั้นยังดูกลาม
ร้ายแรงยิ่งขึ้นเรื่อย ๆ"

จากคำพยายาของทากาชิในการศึกษาโรคนี้ จึงได้ทราบข้อมูล
เพิ่มเติมเรื่อย ๆ ข้อมูลบางประการที่เขาพบ คือ

1. โรคนี้พบตามเมืองใหญ่ ๆ ตามบ้านนอกไม่พบ

2. ในเรืออังกฤษไม่มีใครเป็นโรคนี้

3. โรคนี้พบในหมู่คนที่บริโภคข้าวขาวเท่านั้น

เขาจึงดำเนินการดังนี้

1. ขออนุญาตนำเรือรบออกพร้อมกับ 2 ลำ มีจำนวนทหารที่มี
สุขภาพแข็งแรงพอ ๆ กัน เท่ากัน

2. จัดสภาพทุกอย่างในเรือให้เหมือนกันทุกอย่าง เว้นแต่
อาหารที่บริโภค คือ

เรือลำที่ 1 บริโภคอาหารแบบทหารอังกฤษคือ มีเนื้อ ปลา
ไก่ ผัก และขนมปัง

เรือลำที่ 2 บริโภคอาหารแบบทหารญี่ปุ่น คือข้าวขาว

นักเรียนคิดว่า ทากาชิ ได้สมมติฐานอย่างไร จึงดำเนินการดังกล่าว

4. "สัตว์หลายชนิดสื่อสารโดยใช้กลิ่น และมีหนวดเป็นอวัยวะสัมผัสที่ดี ดังเช่น มด



มด ส่วนใหญ่ตามออก ดังนั้นมดตัวที่พบแหล่งอาหาร(ในภาพนี้เป็นผีเสื้อตาย) จะก่กองของมันไปตามทาง และปล่อยกลิ่น เพื่อให้มดที่อยู่รังเดียวกันตามมา กลิ่นจะจางไปในเวลา แต่เมื่อตัวมันรู้ถึงทิศทางพวกหนึ่งแล้ว มันก็ยังงงเดินไปหาอาหารได้"

จากพฤติกรรมของมดข้างบนนี้ จงตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง เพื่อหาคำตอบเห็นแนวทางในการตรวจสอบความจริงเกี่ยวกับพฤติกรรมนี้ โดย
กำหนดอุปกรณ์ให้ดังนี้คือ มด 20 ตัว ตู้กระจก 1 ตู้ ผาขาวบาง 1 ผืน
ขนาดโตกว่าตู้ น้ำกลั่นทราย 2 ขณชา เขียง 1 เลน

5. "ไทม เป็นสมองของสิ่งมีชีวิตที่ไวกลิ่น (ซึ่งเป็นสารละลายที่ปล่อยออกจากกัน หรือปล่อยออกจากกันของมันได้) ไวลด์ตัวผู้เพื่อการสืบพันธุ์ และไทมก็เหมือนแมลงอื่น ๆ อีกหลายชนิดที่มีหนวด เป็นอวัยวะสัมผัส พวดของตัวผู้มีลักษณะเป็นรู แก้วเหลี่ยมธรรมดา"

ถ้ามีการตั้งปัญหาขึ้นมาว่า

"ไหมหัวเมียโซกลั่นของมัจฉาตัวผู้จริงหรือ"

ให้นักเรียน สร้างสมมติฐาน และ ออกแบบ

การทดลอง เพื่อเป็นแนวทางหาคำตอบของปัญหานี้

จากวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ด้านล่างนี้

- 1) ไหมตัวผู้ 8 ตัว ตัวเมีย 1 ตัว
- 2) ตู้ปลากระจก 1 ตู้ (ขนาด 8×12 นิ้ว)
- 3) กระดาษคำนวณเท่ากับความกว้าง และความสูง
ของตู้ปลา
- 4) แฉกกระจกใส 1 แฉก

หมายเหตุ ให้สร้าง 1 สมมติฐาน
1 แบบการทดลอง

เจดยแบบฝึกหัดท้ายบท

- ข้อ 1. ตัวแปรต้น คือ โปรตีนในอาหารที่ไ้เลี้ยงหนู
- ตัวแปรตาม คือ อัตราการเจริญของหนู
- ตัวแปรควบคุม คือ ตัวแปรอื่น ๆ ที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของหนู เช่น ปริมาณอาหาร, เวลาที่ให้อาหาร อายุ ความสมบูรณ์และชนิดของหนู สภาพแวดล้อมที่ไ้เลี้ยงหนู

แบบแผนการทดลอง มีลักษณะดังนี้

1. ไ้หนู 2 กลุ่ม ๆ ละหลาย ๆ ตัว มีความสมบูรณ์ก็เท่ากัน ชนิดเดียวกัน อายุเท่ากัน
2. จัดสภาพแวดล้อมที่ไ้เลี้ยงหนู ทั้ง 2 กลุ่มเหมือนกัน และที่เดียวกัน โดยมีตาข่ายกันแยกกลุ่ม
3. กลุ่มหนึ่งไ้ให้อาหารที่มีโปรตีน อีกกลุ่มให้อาหารอื่นที่ไม่มีโปรตีน ปริมาณอาหารเท่ากัน จำนวนครั้งในการให้เท่ากัน และพร้อมกัน
4. ไ้เวลาเริ่มต้น และจบการทดลองพร้อมกัน
5. ชั่งน้ำหนักหนูทั้ง 2 กลุ่ม ทุกวัน

ข้อ 2. สมมติฐานของทาคากิ ในเรื่องการทำความสะอาดทั้งเรือและคน ก็คือ

"จุลินทรีย์เป็นต้นเหตุแห่งโรคนี้" ถ้าการทำความสะอาดเป็นการ
ทำลายจุลินทรีย์ ก็จะไม่เกิดโรคนี้"

ข้อ 3. สมมติฐานของทาคากิ ในเรื่องของการให้บริโภคอาหารต่างกัน ก็คือ

"ถ้าโรคนี้สืบเสาะจากอาหาร กล่าวคือ อาหารเรือที่บริโภค
ตามแบบอังกฤษไม่เป็นโรค แต่อาหารเรือที่บริโภคตามแบบ
ญี่ปุ่นเป็นโรค ดังนั้น ภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับการ
ควบคุมให้เหมือนกัน ยกเว้นอาหาร แล้วอาหารที่บริโภค
ตามแบบอังกฤษจะไม่เป็นโรค แต่อาหารที่บริโภคตามแบบญี่ปุ่น
จะเป็นโรค"

ข้อ 4. สมบัติฐาน การถือขาวของมคโดยไขก่ลิน และมีหนวค
เป็นอวัยวะสัมผัส ควรปลักณะ ดังนี้

"ถ้ามคสามารถรับก่ลินไคโดยหนวค ดังนั้นถ้าก่ลินหนวคของ
มคออก มคก็จะไม่สามารถรับก่ลินไค และไม่ปรากฏ
พฤติกรรมก่ลินกล่าวอีก "

แผนการทดลอง

1. ไข่มกแดง หรือมคดำ (มคขนาดใหญ่)
20 ตัว (โดยประมาณ) ลงในตู้กระจก
2. กองน้ำตาทราย 2 ซอนชา ไว้มุมตู้ให้ตรงข้าม
กับมค
3. ปีกตู้ควยขาวบาง ปิดกับขอบตู้กระจกให้แน่น
4. ตั้งเกตบันที่ก่ลินพฤติกรรมการกินทางหาอาหารของมค 10 นาที
5. นำเอามคออกมาคัดหนวค 10 ตัว แล้วใส่ตู้ดอย่างเดิม
ตั้งเกตบันสังเกตพฤติกรรม 10 นาที
6. นำเอามค 10 ตัว ที่เขลิออกจากข้อ 5 โดยไม่คัดหนวค
ใส่ตู้ ตั้งเกตบันสังเกตพฤติกรรม 20 นาที

ขอ 5. สมมติฐาน มี 2 ข้อดังนี้

1. "ถ้าไหมตัวเมียใช้กลิ่นของไหมตัวผู้ได้" ดังนั้นถ้าบริเวณใดมีไหมตัวเมีย แค่ 1 ตัว ก็จะสามารถล่อให้ตัวผู้เข้าไปหาได้หลาย ๆ ตัว"
2. "ถ้าไหมตัวเมียใช้กลิ่นของไหมตัวผู้ได้" ดังนั้นเมื่อใช้แท่งกลิ่นของตัวเมีย โดยไม่ต้องใช้ตัวไหม ก็สามารถจะล่อตัวผู้ให้เข้าไปหาได้หลาย ๆ ตัว เช่นกัน"

การออกแบบการทดลอง

จากสมมติฐานขอ 1 ปฏิบัติดังนี้

1. นำไหมตัวผู้ 8 ตัวใส่ถุงกระดาษกอน 1 นาฬิกา แล้วจึงนำตัวเมียไปปล่อยใน มุมใดมุมหนึ่งที่ห่างจากตัวผู้
2. สังเกตและบันทึกพฤติกรรม
3. ยกตัวเมียออก แล้วก็นำกระดาษกอนที่วางไว้ให้ตัวผู้ทั้งหมดดูอีกครั้ง
4. ปล่อยตัวเมียไว้ในอีกตรงข้าม แล้วบันทึกพฤติกรรม

จากสมมติฐานข้อ 2 ปฏิบัติดังนี้

- 1) รักริ้นของตัวเป็ย ซึ่งอยู่บริเวณก้นของมัน
ใส่ใส่ไลค์ โดยไม่มีกระจกสไลค์
- 2) วางกระจกสไลค์ในข้อ 1 ลงไปในตู้กระจกนมที่ห่าง
จากตัวผู้
- 3) สังเกตและบันทึกพฤติกรรม

หมายเหตุ เมื่อนักเรียนตรวจคำตอบนี้แล้วให้นักเรียนดูภาพยนต์
เรื่องสี่สีครึ่ง

บทเรียนสำเร็จรูป

เรื่อง การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ฉบับที่ 4 การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

หัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์การฝึกทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

หัวเรื่อง

1. การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจากตาราง
2. การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจากแผนภาพ
3. การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจากกราฟ

แนวคิด

การแปลความหมายข้อมูล และลงสรุปข้อมูล เป็นการสื่อความหมายของข้อมูล
ที่จัดไว้ในรูปของสัญลักษณ์ ตาราง รูปภาพ แผนภาพ หรือกราฟ

วัตถุประสงค์

เมื่อนักเรียนเรียนแบบเรียนแล้วสามารถจะ

1. บอก หรืออ่านรายละเอียดของข้อมูลที่อยู่ในรูปของตาราง กราฟ
หรือแผนภาพได้อย่างถูกต้อง

2. แปลความ หรือตีความหมายข้อมูลได้จากการทดลองได้อย่าง

เหมาะสม

3. ลงข้อสรุปของข้อมูลที่อยู่ในรูปของตาราง กราฟ หรือแผนภาพ
ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

๖1. นักวิทยาศาสตร์มักจะเอาข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบของ สัญลักษณ์ ตาราง แผนภาพ กราฟ มากกว่าคำบรรยาย ซึ่งการสื่อความหมายของข้อมูลทุก ๆ แบบ มีหลักก็ร่วมกัน ดังนี้คือ

รวบรวมรายละเอียดของข้อมูลให้ครบถ้วน

มีความกระชับรัดกุม

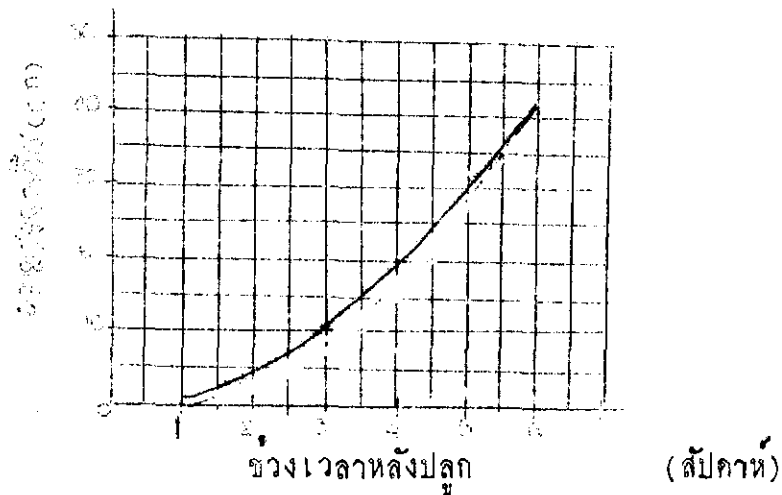
ช่วยให้เข้าใจข้อมูลง่ายขึ้น

การนำเอารูปแบบของการจัดกระทำข้อมูลแบบต่าง ๆ ไปใช้ ผู้ใช้จำเป็นจะต้องแปลความหมายของข้อมูลให้อยู่ในรูปของภาษาพูด ภาษาเขียน เพื่อสื่อความหมายให้ผู้อ่านหรือผู้ฟังเข้าใจตรงกัน

ตัวเลขในตารางหนังสือพิมพ์ แผนที่แสดงลมฟ้าอากาศในข่าวพยากรณ์อากาศ แผนผังการจราจรข้างถนน เหล่านี้คือ ข้อมูลที่เราจำเป็นต้องแปลความหมายอยู่เสมอในชีวิตประจำวัน

นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่

82. ประการแรกให้นักเรียนฝึกการแปลความหมายจากกราฟที่ได้จากการวัดความสูงของพืชชนิดหนึ่ง ตั้งแต่เริ่มงอกในทุก ๆ สัปดาห์ ดังนี้



ถ้ามีผู้หนึ่งแปลความหมายของกราฟนี้ ดังนี้

"พืชต้นนี้เริ่มงอกเมื่อวันที่ 5 หลังจากวันที่เพาะเมล็ดแล้ว ต่อจากนั้นก็เจริญเติบโตทุกวัน จนถึงสัปดาห์ที่ 6 พืชต้นนี้ก็มี ความสูงวัดได้ประมาณ 44 เซนติเมตร"

นักเรียนคิดว่าเขาแปลความหมายผิดจากข้อมูลที่ปรากฏในกราฟหรือไม่

82. ไม่ผิดไปจากข้อมูลในกราฟ

83. ถ้าจะแปลความหมายของกราฟในข้อ 82 ให้อีกรูปแบบ
ดังนี้

"พืชเริ่มงอกหลังจากเพาะเมล็ดแล้ว 5 วัน และเมื่อมีอายุ
1 สัปดาห์ สูงประมาณ 1.3 เซนติเมตร อายุ 2 สัปดาห์ สูง
ประมาณ 4.9 เซนติเมตร อายุ 3 สัปดาห์ สูงประมาณ 11.0
เซนติเมตร และเรื่อย ๆ ไป พออายุ 6 สัปดาห์ สูงประมาณ
44.0 เซนติเมตร

นักเรียนคิดว่าการแปลความหมายข้างบนนี้ กับการแปล
ความหมายอย่างในข้อ 82. อย่างไหนจะให้รายละเอียดของ
ข้อมูลมากกว่ากัน

83. การแปลอย่างในข้อ 83 - นี้จะให้รายละเอียด
ของข้อมูลมากกว่า

84. หรืออาจจะแปลความได้อีกรูปแบบหนึ่ง ดังนี้

"เมื่อปลูกพืชไค้สัปดาห์แรก พืชจะสูงประมาณ 1.3 เซนติเมตร
สัปดาห์ที่ 2 พืชสูงกว่าในสัปดาห์ที่ 1 ประมาณ 3.6 เซนติเมตร
สัปดาห์ที่ 3 พืชสูงกว่าสัปดาห์ที่ 2 ประมาณ 6.1 เซนติเมตร
และเรื่อย ๆ ไป จนสัปดาห์ที่ 6 พืชสูงกว่าสัปดาห์ที่ 5 อยู่
13.0 เซนติเมตร

นักเรียนคิดว่า การแปลความหมายแบบนี้ต่างจากการแปล
ความหมายในข้อ 83 อย่างไร

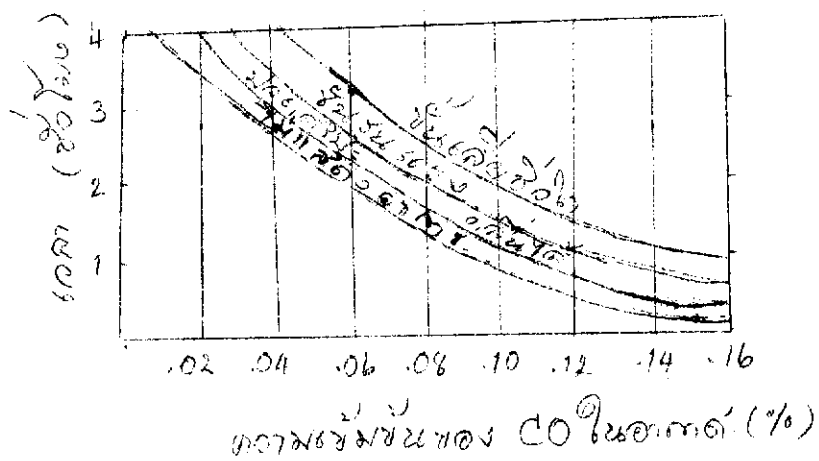
84. ในข้อ 83 นี้ บอกความสูงของต้นไม้เพิ่มขึ้นเป็น
 ว่าง ๆ แต่ในแบบข้อ 84 บอกความสูงของ
 แต่ละสัปดาห์

85. จากตัวอย่างการแปลความหมาย จะเห็นว่ากราฟ เพียง
 เส้นเดียวสามารถให้รายละเอียดแก่เรามากมาย หลายรูปแบบ
ขึ้นอยู่กับเราจะเก็บรายละเอียดจากกราฟได้มาก - น้อยเพียงไร

ดังนั้น การแปลความหมายให้ได้ชัดเจน และถูกต้อง จึง
 ควรจะปฏิบัติอย่างไรกับข้อมูล

85. ศึกษารายละเอียด และเก็บรวบรวม
ข้อมูลให้มากที่สุด

86. จากกราฟข้างล่างนี้ ให้นักเรียนอธิบายผลที่จะเกิดขึ้นกับร่างกาย
เมื่อร่างกายได้รับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เข้าไป
ในเวลา 4 ชั่วโมง ตามความเข้มข้นของร่างกายในขนาดต่าง ๆ
ดังแสดงในกราฟ



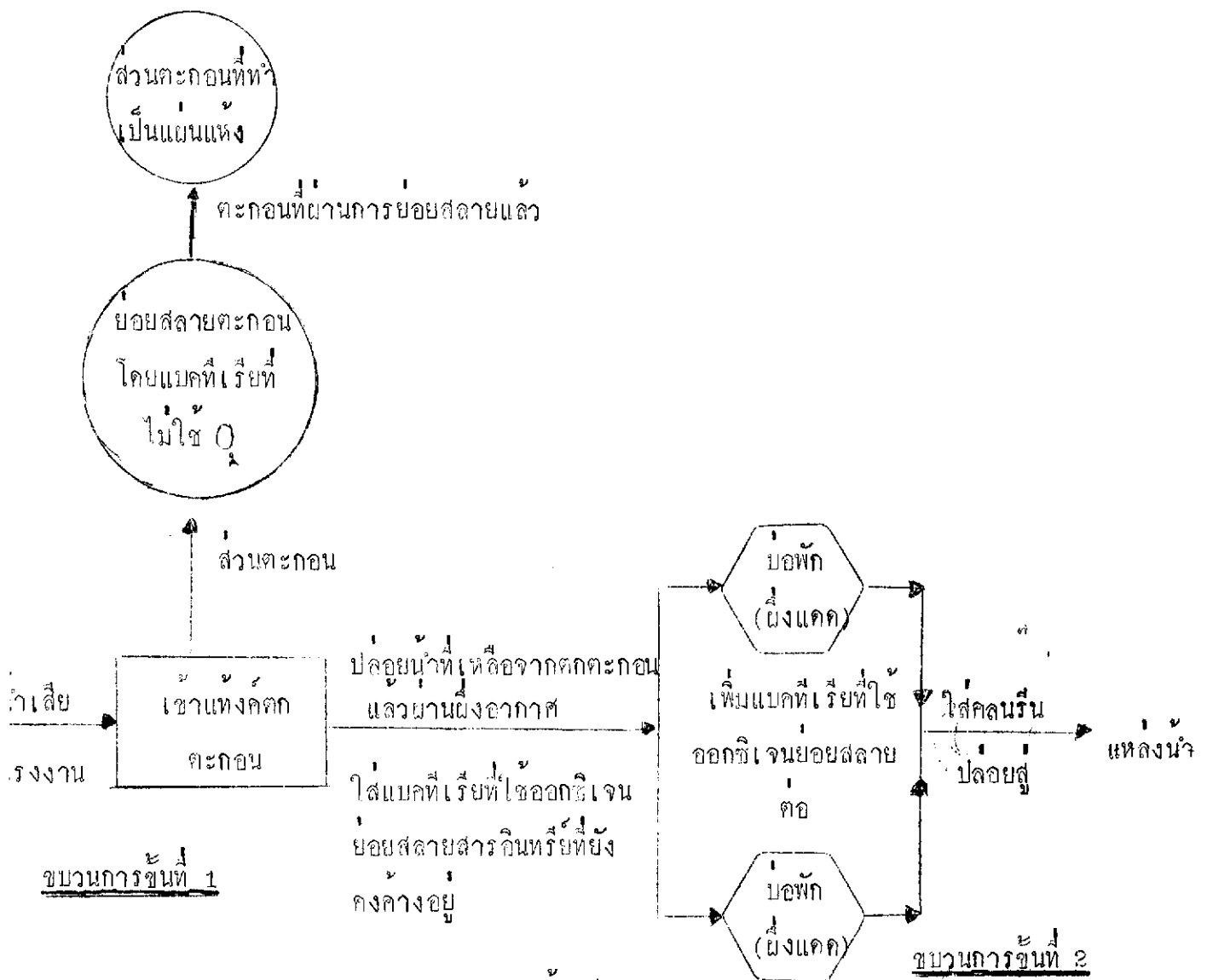
86. อาการที่ปรากฏทางกาย เมื่อได้รับการคาร์บอนมอนนอกไซด์
เข้าไปในเวลา 1 ชั่วโมง ตามความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ดังนี้
- | | | |
|-------------|------|-------------------|
| ความเข้มข้น | .07 | จะไม่แสดงอาการ |
| ความเข้มข้น | .09 | ปวดศีรษะ คลื่นไส้ |
| ความเข้มข้น | .115 | อาการชันรุนแรง |
| ความเข้มข้น | .14 | อาการชัณเสียชีวิต |

87. ข้อใด คือข้อสรุปของกราฟในข้อ 86.

- ก. อาการที่เกิดขึ้นจากก๊าซนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซและ
เวลาในการหายใจเข้าไป
- ข. ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เป็นพิษต่อร่างกาย
ก่อให้เกิดอาการตามปริมาณของก๊าซที่รับเข้าไป
- ค. ก๊าซพิษชนิดนี้ เป็นก๊าซที่พบทั่วไปในอากาศ โดยมีความ
เข้มข้นต่าง ๆ กัน อยู่ตลอดเวลา
- ง. ข้อมูลข้างบนเกินไป ไม่สามารถสรุปเป็นอย่างใดอย่างหนึ่ง
ได้

87. ข้อ ก. (อาหารที่เกิดขึ้นจากกาชนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณกาช และเวลาในการหายใจเขาไป)

88.



ให้นักเรียนสรุปหลักการสำคัญของกระบวนการทั้งสองขั้นตามแผนผังที่แสดงข้างบนนี้....

๖๖. หลักการสำคัญของขบวนการนี้ สรุปได้ดังนี้

ขบวนการขั้นที่ 1 ทำน้ำเสียให้ตกตะกอน แล้วผ่านให้
จุลินทรีย์ย่อยสลาย แล้วทำตะกอนให้เป็น
แผ่นแข็ง

ขบวนการขั้นที่ 2 นำน้ำที่ผ่านการตกตะกอนเข้าบ่อพัก ผึ่ง
แดด เพิ่มจุลินทรีย์ย่อยสลาย ใส่ออกซิเจนแล้ว
ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

๖๗. จากแผนภาพเดียวกันนี้ อาจจะแปลขั้นตอนต่าง ๆ ของขบวนการนี้
ได้ว่า เป็นขบวนการที่

ก. นำน้ำเสียมากำจัดอินทรีย์สารด้วยจุลินทรีย์ แล้วผึ่งแดด
ผ่านฆ่าเชื้ออีกที แล้วจึงปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

ข. นำน้ำเสียมาหมักเวียนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยการ
ฆ่าเชื้อ และย่อยสลายจุลินทรีย์

ค. แปลงของเสียในน้ำให้เป็นของดี ฆ่าเชื้อทำลายจุลินทรีย์
ในน้ำ แล้วจึงปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ

ง. ปรับกลิ่นของน้ำ และทำลายจุลินทรีย์ในน้ำด้วยแสงแดด
และฆ่าเชื้อ

๘๙. ข้อ ก. (ให้นำน้ำเสียมากำจัดอินทรีย์สารด้วยจุลินทรีย์ แล้วฝังแยก นำนํายาฆ่าเชื้ออีกที แล้วจึงปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ)

๙๐. นักวิทยาศาสตร์พบว่า ก๊าซเหล่านี้เป็นก๊าซพิษซึ่งปนอยู่ในบรรยากาศ ได้แก่ คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ และ ไฮโดรคาร์บอน

ในการศึกษาแหล่งที่ทำให้เกิดสภาพมลภาวะในอากาศคือ แหล่งที่ปล่อยก๊าซพิษเหล่านี้มา ได้ข้อมูลดังตาราง

แหล่งที่เกิด	ปริมาณก๊าซพิษในอากาศ ($\text{mg} / 1000 \text{kg}$)					รวม
	CO	NO_2	SO_2	SO_3	ไฮโดรคาร์บอน	
รถยนต์	58.1	6.9	0.3	0.2	15.9	81.4
โรงงานไฟฟ้า	1.7	6.0	20.6	16.8	0.6	45.7
โรงงานอุตสาหกรรม	3.2	0.2	6.9	20.2	0.2	37.0
การเผาไหม้	7.4	0.6	8.7	6.3	1.6	34.6

นักเรียนบอกได้ไหมว่า แหล่งใดที่ทำให้อากาศเกิดมลภาวะมากที่สุด

90. แหล่งที่ปล่อยสารพิษจนทำให้อากาศเกิดมลภาวะ
มากที่สุด คือ รถยนต์

91. นักวิทยาศาสตร์พบว่า สิ่งที่เป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ
แบ่งได้กว้าง ๆ 2 ชนิด คือ อินทรีย์สาร และอนินทรีย์สาร
ที่อยู่ในน้ำเป็นจำนวนมากนั่นเอง

นักวิทยาศาสตร์มีวิธีวัดความเป็นมลภาวะของน้ำด้วยค่า
BOD และค่า COD โดยอาศัยการย่อยสลายของจุลินทรีย์
และสารเคมีในน้ำ

ค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand) คือ
ค่าแสดงถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการสลายสารอินทรีย์ในน้ำ
ดังนั้นค่า BOD จะสูงเมื่อมีสารอินทรีย์ในน้ำมาก ออกซิเจนในน้ำ
เหลือน้อย จะเกิดมลภาวะของน้ำ

ค่า COD (Chemical Oxygen Demand) คือ ค่าแสดงถึง
ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ
ดังนั้นค่า COD จะสูงเมื่อมีสารอินทรีย์ในน้ำมาก ออกซิเจนเหลือน้อย
จะเกิดมลภาวะของน้ำ

92. นักเรียนจงศึกษาตารางข้อมูลของน้ำเสียจากโรงงานทั้ง 4 แห่ง
ข้างล่างนี้

น้ำเสียจาก โรงงาน	ค่า BOD (mg/l)	ค่า COD (mg/l)
A	4,160	4,875
B	61,720	64,320
C	74	93
D	46	74

ถ้าปล่อยน้ำเสียจากโรงงานเหล่านี้ ลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ
โดยไม่มีการปรับน้ำเสียให้เป็นน้ำดีก่อนแล้ว โรงงานใดจะทำให้
แหล่งน้ำเกิดมลภาวะมากที่สุด.....

92.

โรงงาน_B_

93. ข้อใดคือ การอธิบายข้อมูลจากตารางในข้อ 92. ได้ดีที่สุด

ก. น้ำเสียจากโรงงาน B อยู่ในสภาพที่ให้อันตรายน้อยที่สุด
แกสิ่งมีชีวิตในน้ำน้อยที่สุด ถัดไปก็คือ โรงงาน C
โรงงาน A และโรงงาน D เป็นโรงงานที่มีน้ำเสียเป็น
อันตรายน้อยที่สุด

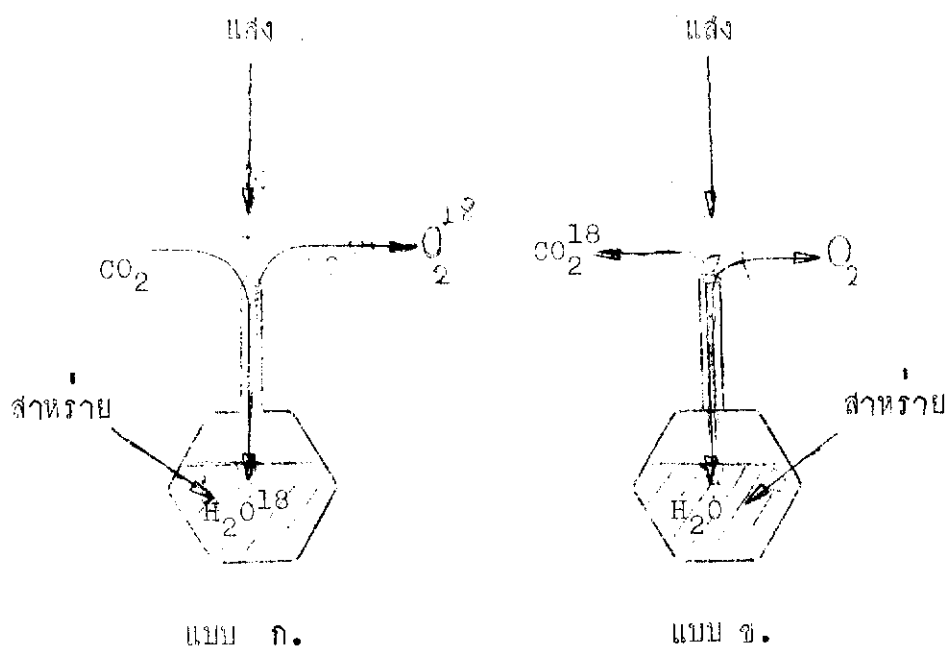
ข. น้ำเสียจากโรงงาน D อยู่ในสภาพที่ให้อันตรายน้อยที่สุด
แกสิ่งมีชีวิตในน้ำน้อยที่สุดถัดไปก็คือ โรงงาน C โรงงาน A
และโรงงาน B เป็นโรงงานที่มีน้ำเสียเป็นอันตรายน้อย
ที่สุด

ค. น้ำเสียจากทุกโรงงานมีค่า COD สูงกว่าค่า BOD
แสดงว่าในแหล่งน้ำเสียทุกแห่ง มีจุลินทรีย์อยู่มากกว่าสาร
เคมี

ง. น้ำเสียจากทุกโรงงานจะเป็นตัวการที่ทำให้ปริมาณ
ออกซิเจนในน้ำลดลง จนสิ่งมีชีวิตในน้ำได้รับอันตรายน้อย
ที่สุด

93. ข้อ ข. (น้ำเสียจากโรงงาน D อยู่ในสภาพที่ได้อันตรายแก๊สที่มีชีวิตในน้ำน้อยที่สุด ถัดไปก็คือโรงงาน C โรงงาน A และโรงงาน B เป็นโรงงานที่มีน้ำเสียเป็นอันตรายมากที่สุด)

94. ในการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า ออกซิเจนที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงนั้นได้มาจากอะไร โดยดำเนินการทดลอง 2 แบบวิธี และได้ผลการทดลองดังภาพ

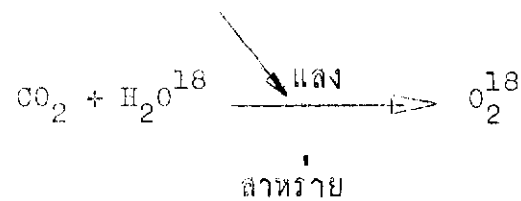


ให้นักเรียนบอกผลการทดลองของทั้ง 2 แบบวิธี

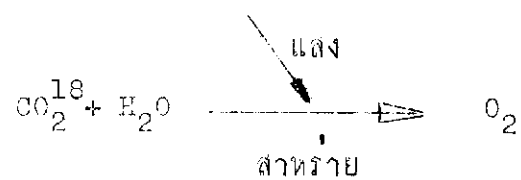
94. การทดลองทั้ง 2 แบบวิธี ได้ออกซิเจนเกิดขึ้น
เหมือนกัน แต่เป็นคนละชนิด

95. นักเรียนจะอธิบายที่มาของการออกซิเจนซึ่งเป็นผลจากการ
ทดลองในข้อ 94. ดังในข้อใด

ก. มาจากปฏิกิริยาของการทดลองทั้งสมการ



ข. มาจากปฏิกิริยาของการทดลองทั้งสมการ



ค. มาจากออกซิเจนที่เป็นองค์ประกอบของน้ำ

ง. มาจากปฏิกิริยาทั้งสมการข้อ ก. และ ข. และ
ข้อความสรุปข้อ ค.

95. ข้อ ง. (มาจากปฏิกริยากังสมการข้อ ก. และ ข.
และขอความสรุป ข้อ ค.)

96. ให้นักเรียนพิจารณา ข้อความต่อไปนี้ ข้อความใดมีความเกี่ยวข้องกับ
กับการแปลความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

1. ความสมบูรณ์ของข้อมูล อันได้จากการสังเกตที่
รอบคอบ

2. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของ
ข้อมูล

3. ประสิทธิภาพของแปลความหมายข้อมูล และ
ลงข้อสรุป

96. มีความเกี่ยวข้องกับทั้ง 3 ข้อ

97. ข้อ 1. "การบอก หรือการอธิบาย ลักษณะและ
สมบัติของสิ่งที่สังเกตได้หรือ ตัวแปรในการทดลอง"

ข้อ 2. "การบอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่สังเกตได้ หรือ
ความสัมพันธ์ของตัวแปรในการทดลอง"

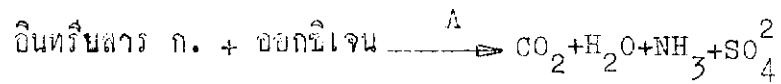
ข้อความใดควร เป็นพฤติกรรมการแปลความหมาย
ข้อมูล และข้อความใดควร เป็นพฤติกรรมสรุป _ _ _

97. ข้อความข้อที่ 1 เป็นการแปลความหมายของข้อมูล
ข้อความข้อที่ 2 เป็นการลงข้อสรุป

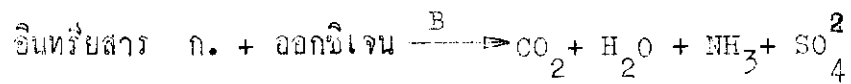
แบบฝึกหัดท้ายบท

1. จงศึกษาและแปลความหมายของสมการทั้ง 2 นี้ร่วมกัน

สมการที่ 1



สมการที่ 2



หมายเหตุ - A และ B คือจุลินทรีย์ 2 ชนิด

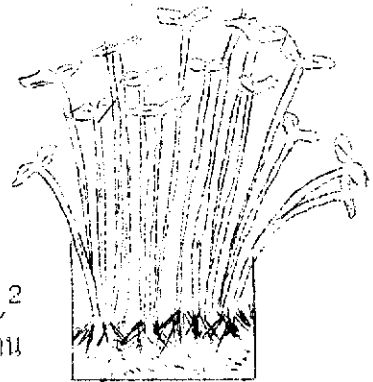
2.

กระป๋องใบที่ 1
ปลูกไว้ 3 ต้น



เจริญเติบโตดี มีลำต้น
และใบขนาดใหญ่

กระป๋องใบที่ 2
ปลูกไว้ 16 ต้น

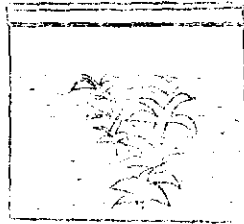
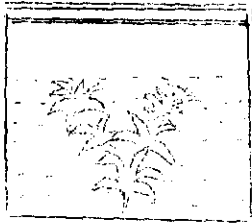


เจริญเติบโตไม่ดี มีลำต้น
และใบขนาดเล็ก ลำต้นใหญ่ต้นสูง
ช่อดอก

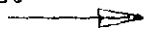
จากภาพ และผลการทดลองข้างบนนี้ นักเรียนจะลงข้อสรุปได้
อย่างไร

3. ศึกษาภาพการทดลองทั้ง 2 ชุด แล้วจงลงข้อสรุปจากข้อมูลที่ปรากฏ

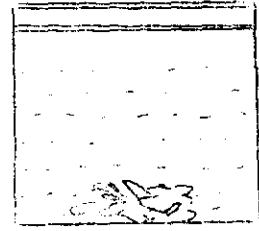
การทดลองที่ 1



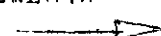
เลี้ยงสาหร่ายไว้ระยะ
หนึ่งแล้วผลปรากฏว่า



สาหร่ายยังคงมี
ชีวิตอยู่

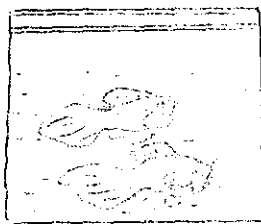


เลี้ยงไว้หลายสัปดาห์
ผลปรากฏว่า

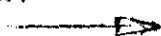


สาหร่ายจะตายใน
ที่สุด

การทดลองครั้งที่ 2



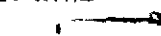
เลี้ยงปลาไว้ระยะหนึ่ง
ผลปรากฏว่า



ปลาทาย



เลี้ยงสาหร่ายร่วมกับ
ปลา ผลปรากฏว่า

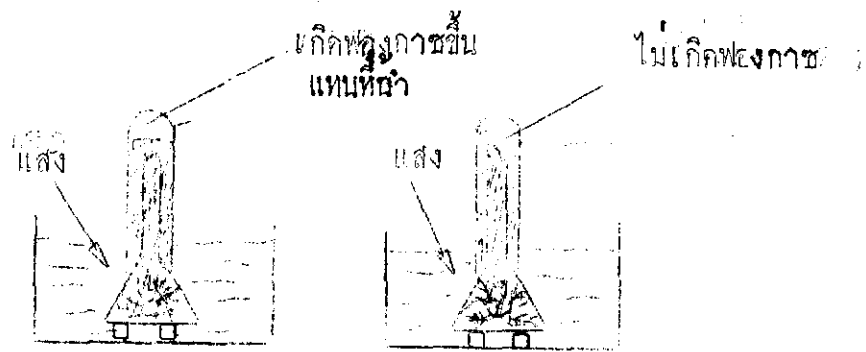


ปลาและสาหร่าย
มีชีวิตรอยู่ได้นาน

สารแขวนลอย	โรงงานแหล่งเกิด	ทางเข้าสู่ร่างกาย	อาการของโรค
1. ฝุ่นละออง	ย่อยหิน เผาไหม้	หายใจ	เยื่อทางเดินหายใจ อักเสบ
2. ตะกั่ว (Pb)	ทำแบตเตอรี่ ทำสี	หายใจ กิน	ระบบประสาท ทางเดินอาหารผิดปกติ โลหิตจาง
3. ปรอท (Hg)	ผลิตคลอรีน ผลิตโซดาแอตเตก	หายใจ กิน ผิวหนัง	เป็นไข้แน่นหน้าอก กล้ามเนื้อเกร็งเป็น อัมพาต (มีนามะตะ) สะสมในเนื้อเยื่อ

จากการร่างข้างบนนี้ จะลงข้อสรุปเกี่ยวกับสภาพอากาศที่เราหายใจเข้าไปได้
อย่างไร

5.



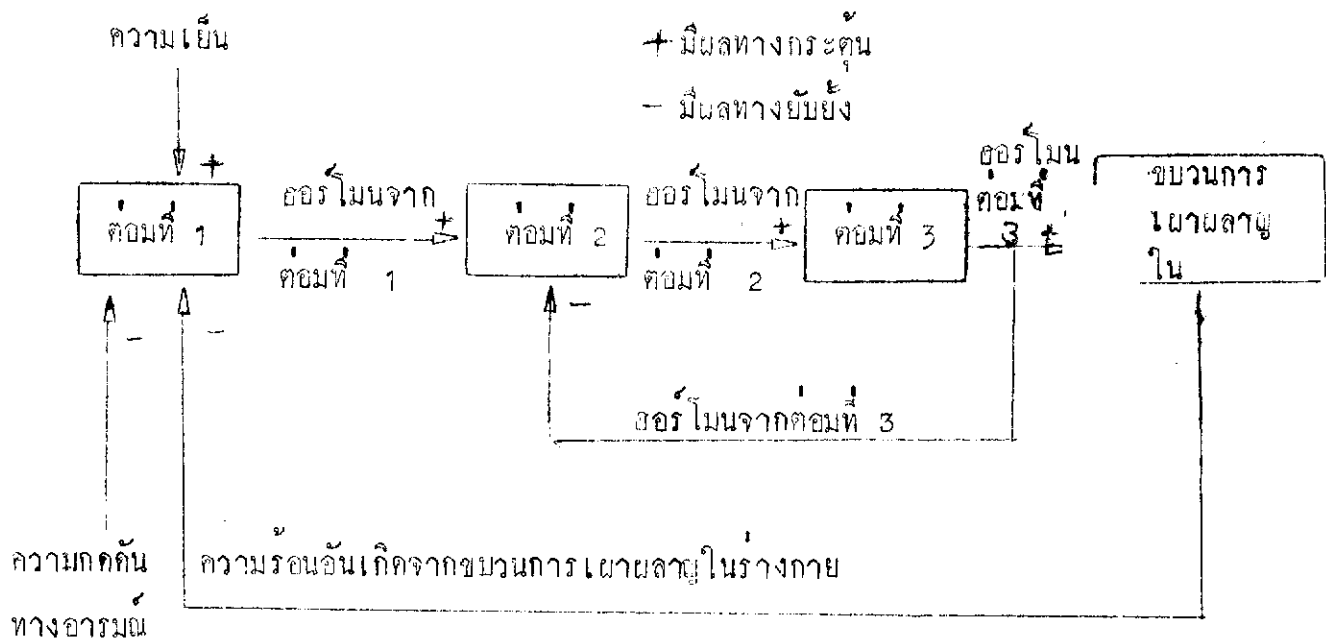
การทดลองนี้ ทำเนื่การควบคุมในสิ่งต่อไปนี้

1. อุณหภูมิ และปริมาณของสิ่งมีชีวิตและน้ำเหมือนกันและเท่ากัน
2. ตั้งการทดลองในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน
3. แหล่งสาหร่าย และน้ำที่ใส่นำมาจากที่เดียวกัน

นักเรียนจะสรุปผลการทดลองในภาพ ข. อย่างไร

- ก. ขณที่มีไม่เพียงพอที่จะทำให้สาหร่ายสังเคราะห์แสง
- ข. สาหร่ายขาดความสมบูรณ์จนไม่สามารถจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีในขบวนการนี้
- ค. การคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำไม่เพียงพอที่จะก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีในขบวนการนี้
- ง. ปริมาณสาหร่ายอัดแน่นเกินไป ทำให้การถ่ายเทก๊าซไม่สะดวก

6. ศึกษาแผนภาพการทำงานของฮอร์โมน พร้อมกับคอมที่สร้างฮอร์โมนแต่ละชนิด



ข้อความใดควรจะเป็นการแปลความหมายที่ถูกต้อง

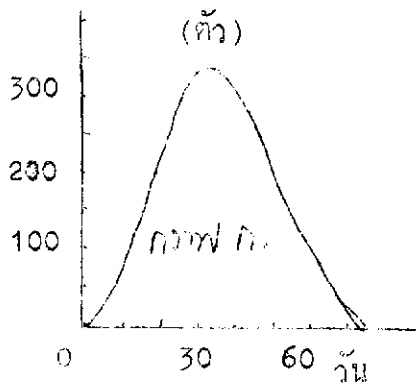
ก. ถ้าฮอร์โมนจากคอมที่ 1 มีมากเกินไปจะมีผลทำให้ขบวนการเผาผลาญในร่างกายหยุด

ข. ถ้าฮอร์โมนจากคอมที่ 3 มีมากเกินไปจะมีผลยับยั้งการสร้างฮอร์โมนของคอมที่ 2

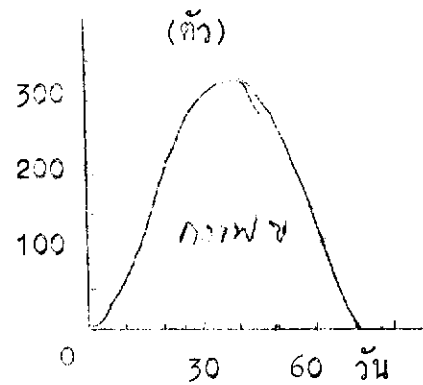
ค. ฮอร์โมนจากคอมต่าง ๆ ในร่างกายมีความสัมพันธ์กับการเผาผลาญในร่างกาย

ง. ฮอร์โมนจากคอมต่าง ๆ ในร่างกายให้ผลทั้งทางกระตุ้นและการยับยั้งซึ่งกันและกัน

จำนวนประชากรหนู

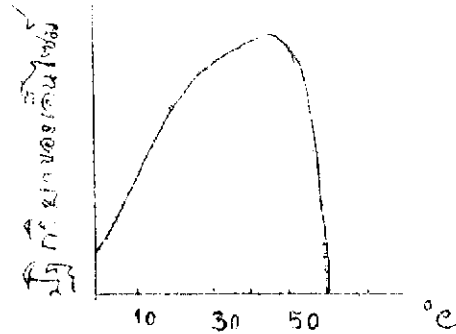
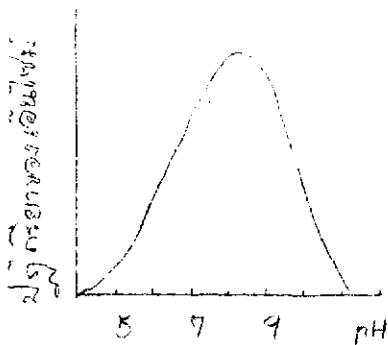


จำนวนประชากรหนู



กราฟข้างบนนี้ สามารถลงข้อสรุปได้ว่า

- ก. การเปลี่ยนแปลงประชากรหนู ในกราฟ ก. เหมือนกับกราฟ ข.
 - ข. ความหนาแน่นของประชากรหนูสูงสุดมีค่าไม่เท่ากัน
 - ค. อัตราการเกิด และอัตราการตายของประชากรหนูใน 2 กราฟนี้เท่ากัน
 - ง. ความหนาแน่นของประชากรหนูในระยะเริ่มต้นไม่เท่ากัน
8. กราฟทั้ง 2 ภาพนี้ได้จากการศึกษาผลของการทำงานของเอ็นไซม์ชนิดเดียวกัน



ความหมายของกราฟทั้ง 2 ลงข้อสรุปได้ว่า

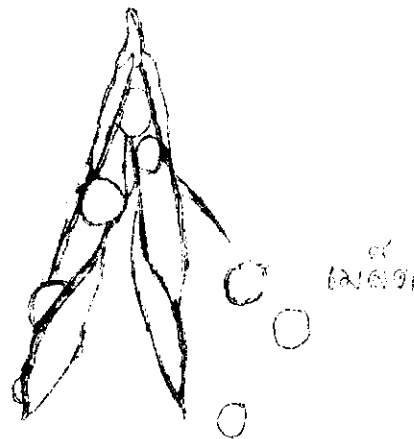
ก. ในขณะที่เอ็นไซม์ชนิดนี้ทำงาน ค่าของสภาพความเป็นกรด-ด่างจะขึ้น
อยู่ในระดับ และอุณหภูมิค่อนข้างสูงระดับ 30 - 50

ข. เอ็นไซม์ชนิดนี้จะทำงานได้ดี ในอุณหภูมิที่ 20 - 35 และใน
สภาพของสารละลายที่เป็นกลางคือ

ค. เอ็นไซม์ชนิดนี้จะทำงานได้ดี ในอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูง และในสภาพ
ของสารละลายที่เป็นด่าง

ง. การทำงานของเอ็นไซม์ชนิดนี้จะแปรผันตามอุณหภูมิและสภาพความเป็น
กรด - ด่าง

9.



ภาพข้างบนนี้ เป็นภาพการกระจายของเมล็ดพืช จงพิจารณาภาพ
แล้วบอกได้หรือไม่ว่า การกระจายของเมล็ดในลักษณะเช่นนี้ ควรจะมีอะไร
เป็นตัวการ ให้เกิดการกระจาย

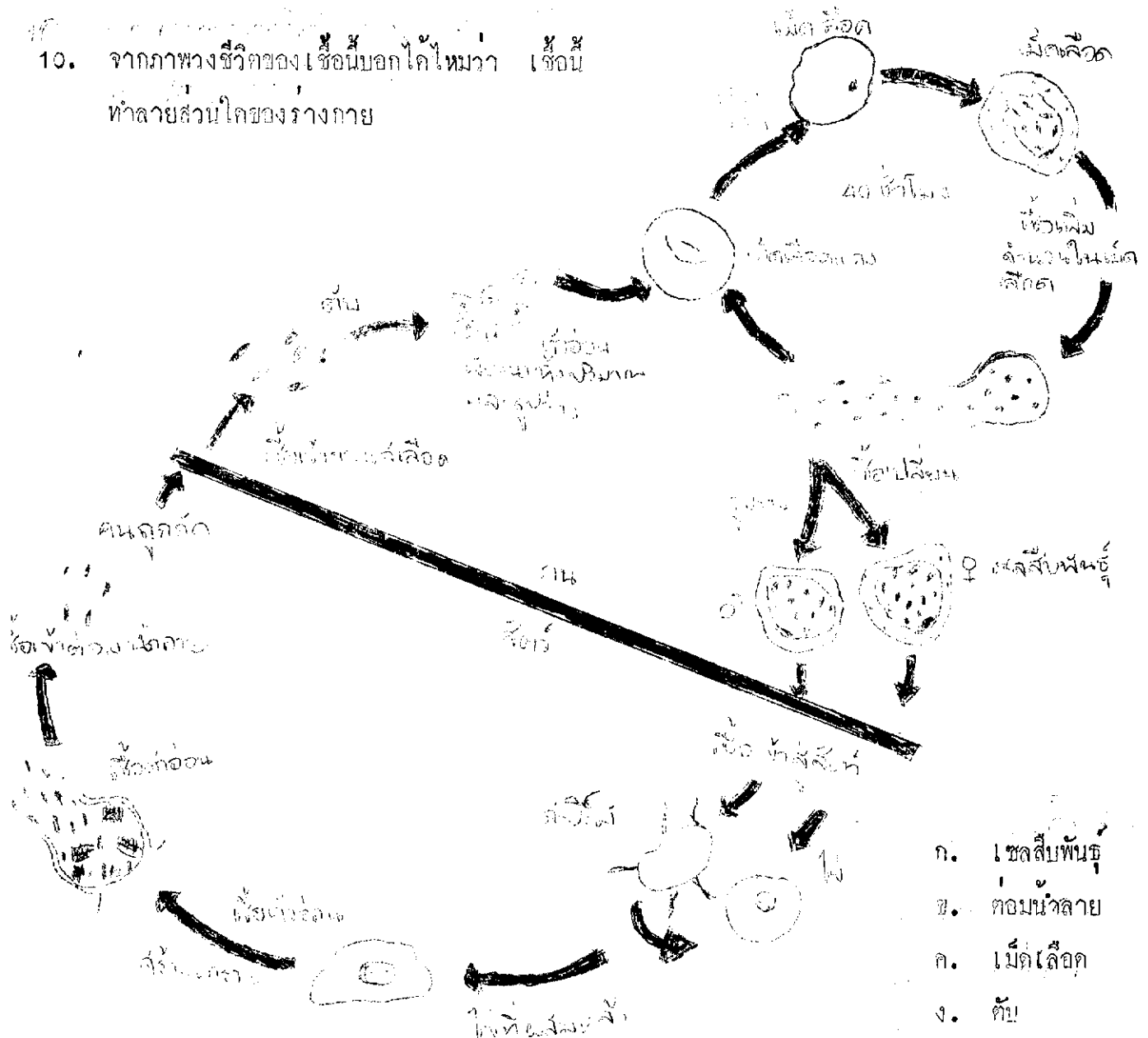
ก. ลม

ข. น้ำ

ค. คน

ง. ความแห้ง

10. จากภาพวงจรชีวิตของเชื้อนบอโคไทม์ว่า เชื้อนี้
ทำลายส่วนใดของร่างกาย



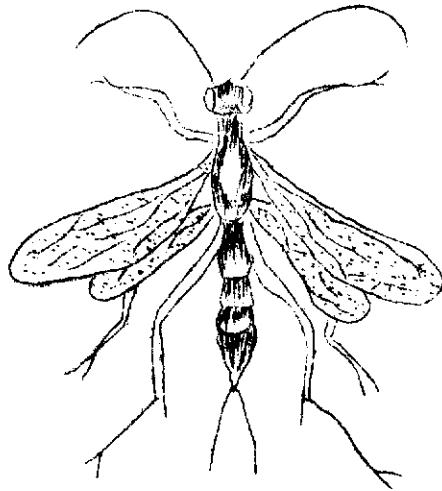
- ก. เชื้อสปีชีส์
- ข. คอมพิวเตอร์
- ค. เบ็ดเตล็ด
- ง. คีย์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โปรดอ่านคำชี้แจงก่อนทำข้อสอบ

1. แบบทดสอบนี้มุ่งวัดความชำนาญหรือทักษะต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาปรับปรุงการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. แบบทดสอบนี้มี 1 ชุด ประกอบด้วยข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 36 ข้อ กระดาษคำตอบ 1 แผ่น ใช้เวลาทำ 1 ชั่วโมง มีข้อยากและง่ายสลับกัน ฉะนั้นเมื่อนักเรียนทำข้อใดไม่ได้ให้ไปทำข้ออื่นก่อน เสร็จแล้วค่อยย้อนกลับมาทำใหม่
3. โปรดระลึกเสมอว่า ข้อสอบนี้วัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงไม่มีข้อสอบวัดความรู้ หากแต่จะใช้ความรู้พื้นฐานของระดับ ม.3 หรือ ม.ศ.3 มาประกอบบางเท่านั้น
4. การตอบคำถาม ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย + ลงในช่องตรงข้อคำตอบที่ต้องการเพียงข้อเดียว ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง ข้อ (0) จงศึกษาภาพแล้วบอกว่าคุณได้จาก ก. - ง. เป็นข้อความที่ได้จากการบันทึกการสังเกต



- ก. แมลงตัวนี้มีปีกบางนุ่มเป็นจุด ๆ
- ข. แมลงตัวนี้มีหางยาวใช้ป้องกันศัตรู
- ค. แมลงตัวนี้หนวดยาว น่าจะเป็นแมลงหากินกลางวัน
- ง. แมลงตัวนี้มีหนวดยาว ลำตัวยาว มีหาง 2 เส้น มี 4 ปีก

คำตอบ คือ ข้อ ง. นักเรียนก็เขียนเครื่องหมายดังตัวอย่าง

ก. ☐ ข. ☐ ค. ☐ ง. ☒

คำอธิบาย ข้อนี้มุ่งวัดการบันทึกการสังเกต ดังนั้นจึงต้องการคำตอบที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น คำตอบจึงเป็น ข้อ ง. คำตอบที่ใช้ความรู้ หรือใช้ความคิดเห็นเพิ่มเติมเข้ามาตอบ จึงใช้ไม่ได้

การเปลี่ยนแปลงคำตอบ ให้ระบายทับคำตอบเดิมให้สนิท แล้วจึงไปทำเครื่องหมายลงในช่องคำตอบใหม่ ดังตัวอย่าง

ก. ☐ ข. ☐ ค. ☒ ง. ☒

1. ศึกษาข้อมูลในตารางข้างล่างนี้

ชนิดของพืช	ลักษณะต้น	ลักษณะใบ	ลักษณะดอก	ลักษณะผล
ชนิด ก.	เลื้อยบนดิน มี หนามแหลมสั้น ๆ	ใบเล็กหลาย ๆ ใบ ติดบนก้านใบ เมื่อ ใบกระเหี้ยนจะหุบ	เส้นผอยรวมกัน เป็นกระจุก สีม่วงอ่อน	เป็นฝักเล็ก ๆ ยาวประมาณ 1 นิ้ว
ชนิด ข.	เลื้อยเป็นเถา พันหลักหรือ ต้นไม้ใหญ่	ใบเดี่ยว ปลายมน	สีม่วงจืดกว่า ชนิด ก. มีกลีบ 3 กลีบ	เป็นฝักขนาดโต และยาวกว่า ชนิด ก. เท่าตัว

ข้อมูลนี้ นักเรียนคิดว่าควรเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ก่อกำเนิดจากการศึกษาเรื่องใด

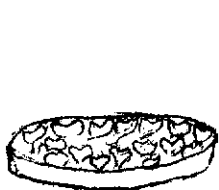
- ก. ลักษณะของไม้ยืนต้นและไม้เลื้อย
- ข. ลักษณะของ ต้น ใบ ดอก ผล
- ค. เปรียบเทียบส่วนประกอบของพืชชนิด ก. และชนิด ข.
- ง. เปรียบเทียบลักษณะของพืชชนิด ก. และชนิด ข.

2. "นักวิทยาศาสตร์ใช้สีของเส้นใยขุยมุราเป็นเกณฑ์ ในการจัดจำพวก และนับจำนวน กล้วยจำนวนของขุยมุรา"

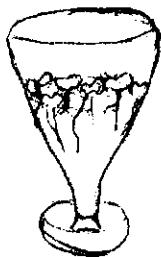
นักเรียนผู้หนึ่งจะศึกษาชนิดของราที่จะพบได้บนขังข้าวโพด เขาจึงใช้ ขังข้าวโพดสุกที่เหลืรับประทานหลาย ๆ ขังไปวางทิ้งไว้ตามที่ต่าง ๆ ทิ้งไว้ 5 วัน เขาจึงนำมาบันทึกข้อมูล ในการสื่อความหมายข้อมูลชุดนี้ เขาควรจะใช้วิธีการ ในข้อใด

- ก. สร้างกราฟเส้นสีต่าง ๆ ตามชนิดของราที่พบตามที่ได้ต่าง ๆ
- ข. สร้างตารางบรรจุข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะสี ขนาด จำนวนขุยมุราและ สถานที่พบ
- ค. เขียนคำบรรยายใต้ภาพวาดลายเส้นที่เขาจำลองลักษณะและขนาด จากของจริงที่พบในที่ต่าง ๆ
- ง. ใช้แผนภาพแสดงชนิดและสีของราที่พบตามที่ได้ต่าง ๆ

ศึกษาภาพและแผนการทดลองข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 3 - 5



ภาชนะที่ 1



ภาชนะที่ 2



ภาชนะที่ 3



ภาชนะที่ 4

- แผนการทดลอง
1. ทุกภาชนะในภาพใส่น้ำ 30 ซีซี.
 2. ใส่ آهنครั้งแรก 10 กรัม
 3. ให้แสงส่องถึงทุกภาชนะ และวางภาชนะไว้ในที่เดียวกันหมด
 4. ใช้เวลาในการทดลองทั้งหมด 15 วัน

ผลการทดลอง ปรากฏดังข้อมูลในตาราง

ภาชนะที่	จำนวน آهنที่สำรวจเมื่อเสร็จสิ้น การทดลอง (กรัม)
1	24
2	18
3	35
4	21

3. ข้อใดคือตัวแปรต้น

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| ก. จำนวน آهنแรกใส่ | ข. ขนาดของภาชนะ |
| ค. ขนาดของพื้นที่ผิวของน้ำ | ง. จำนวน آهنที่เปลี่ยนไป |

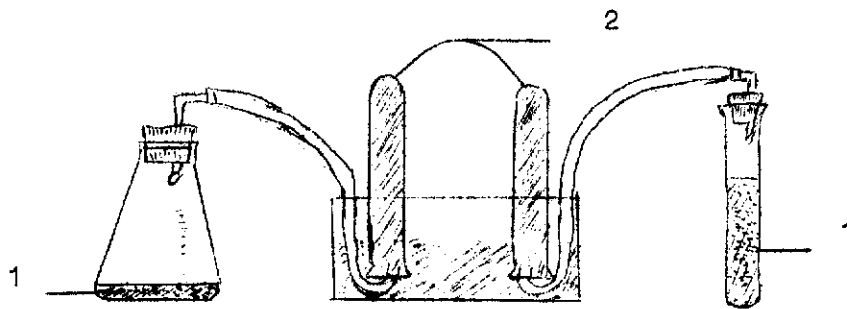
4. ข้อใดคือตัวแปรตาม

- | | |
|----------------------------------|------------------------|
| ก. ปริมาณ آهنที่ตายและเกิด | ข. ปริมาณ آهنหลังทดลอง |
| ค. ความสมบูรณ์ของ آهنที่เกิดใหม่ | ง. ความหนาแน่นของ آهن |

5. การทดลองนี้ น่าจะมีสมมติฐานมาจากข้อใด

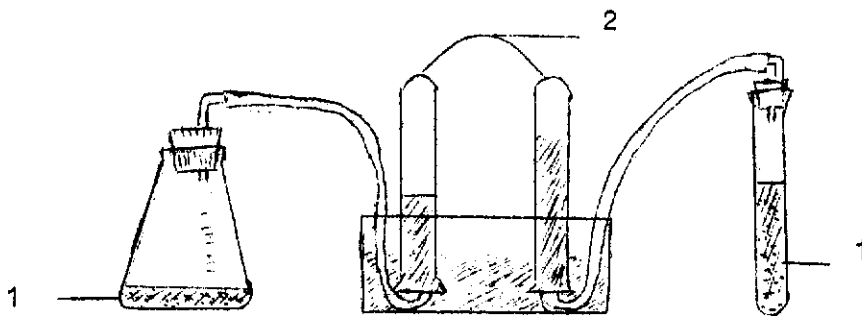
- | |
|---|
| ก. ขนาดพื้นที่ผิวของภาชนะน่าจะมีผลต่อปริมาณการเพิ่มของ آهن |
| ข. รูปทรงของภาชนะน่าจะมีผลต่อปริมาณการเพิ่มของ آهن |
| ค. ขนาดของพื้นที่ผิวของน้ำน่าจะมีผลต่อปริมาณการเพิ่มของ آهن |
| ง. ขนาดความลึกและความกว้างของน้ำน่าจะมีผลต่อปริมาณการเพิ่มของ آهن |

ศึกษาภาพและแผนการทดลองข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 6 - 9



- เริ่มต้นการทดลอง
1. ใช้สารละลายยีสต์และน้ำเชื่อมภาชนะละ 20 ซีซี.
 2. เก็บก๊าซที่จะเกิดขึ้นด้วยวิธีแทนที่น้ำในกระบอกลงทั้งสองที่
คว่ำในอ่างน้ำ
 3. ใช้เวลาในการทดลอง 30 นาที

ผลการทดลอง เป็นดังภาพ



6. จากภาพการทดลอง ผู้ทดลองควรจะมีสมมติฐานในข้อใด
- ภาชนะที่มีรูปร่างต่างกัน จะให้ผลผลิตก๊าซซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของน้ำเชื่อมและยีสต์ต่างกัน
 - ภาชนะที่มีขนาดต่างกัน จะให้ผลผลิตก๊าซซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของน้ำเชื่อมและยีสต์ต่างกัน
 - ภาชนะที่มีปริมาตรในการจุสารต่างกัน จะให้ผลผลิตก๊าซซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของน้ำเชื่อมและยีสต์ต่างกัน
 - ภาชนะที่มีพื้นที่ผิวเหนือสารละลายยีสต์กับน้ำเชื่อมต่างกัน จะให้ผลผลิตก๊าซซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของสารสองชนิดนี้ต่างกัน
7. จากภาพผลของการทดลอง ข้อใด ไม่ใช่การบันทึก การสังเกต
- ระดับน้ำในกระบอกตวงที่ต่อกับขวดชมพูและหลอดทดสอบลดลงจากเดิมทั้งคู่
 - ระดับน้ำในกระบอกตวงที่ต่อกับขวดชมพูลดลงมากกว่าน้ำในกระบอกตวงที่ต่อกับหลอดทดสอบ
 - ระดับน้ำในอ่างทดลองเพิ่มขึ้น เมื่อระดับน้ำในกระบอกตวงลดลง
 - ระดับน้ำที่ลดลงในกระบอกตวงทั้งสองมีระดับไม่เท่ากัน เนื่องจากปริมาณของก๊าซที่เกิดขึ้นไม่เท่ากัน
8. ข้อใดควรเป็นการลงข้อสรุปที่เหมาะสมกับสมมติฐานการทดลองนี้
- ยีสต์ทำปฏิกิริยากับน้ำเชื่อม จะเกิดฟองก๊าซขึ้นแทนที่น้ำในกระบอกตวง และก๊าซที่เกิดขึ้นจะมีปริมาณต่างกัน
 - ระดับของอากาศในกระบอกตวงจะลดลงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของยีสต์และน้ำเชื่อม
 - ขนาดของพื้นที่ผิวของสารละลาย จะมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาของยีสต์และน้ำเชื่อม อันจะเป็นเหตุให้เกิดก๊าซในปริมาณมาก-น้อยต่างกัน
 - สรุปได้ทุกข้อ

๑. ข้อมูลของการทดลองนี้ ควรจะบันทึกผลเพื่อการสื่อความหมายด้วยข้อใดจึงจะถูกต้อง และสอดคล้องกับข้อสรุปข้างตน

ก.

ระดับอากาศในภาชนะ ใส่สารละลายยีสต์ (ซีซี.)	ระดับน้ำในกระบอก ตวง ที่ลดลงโดย ประมาณ (ซีซี.)	ระดับอากาศใน กระบอกตวงโดย ประมาณ (ซีซี.)
ขาคชมพู่ 30	10	10
หลอดทดสอบ 20	5	5

ข.

พื้นที่ผิวของสารละลาย ยีสต์และน้ำเชื่อม (ตร.ซม.)	ระดับน้ำในกระบอก ตวง ที่ลดลงโดย ประมาณ (ซีซี.)	ระดับอากาศใน กระบอกตวง โดย ประมาณ (ซีซี.)
ขาคชมพู่ 30	10	10
หลอดทดสอบ 20	5	5

ค.

ภาชนะใส่สารละลาย	ขนาดพื้นที่ผิวโดย ประมาณ (ตร.ซม.)	ระดับน้ำที่ลดลงโดย ประมาณ (ซีซี.)
ขาคชมพู่	30	50
หลอดทดสอบ	20	25

ง.

ภาชนะและขนาด พื้นที่ผิว	ระดับอากาศใน ภาชนะ (ลบ.ซม.)	ระดับอากาศใน กระบอกตวง (ลบ.ซม.)
ขาคชมพู่	30	10
หลอดทดสอบ	20	5

ศึกษาข้อมูลในการสำรวจหนอนทำลายผักกาดของหมู่บ้านแห่งหนึ่ง โดยการสุ่มเนื้อที่ในการสำรวจ 3 แปลง ได้ข้อมูลดังนี้

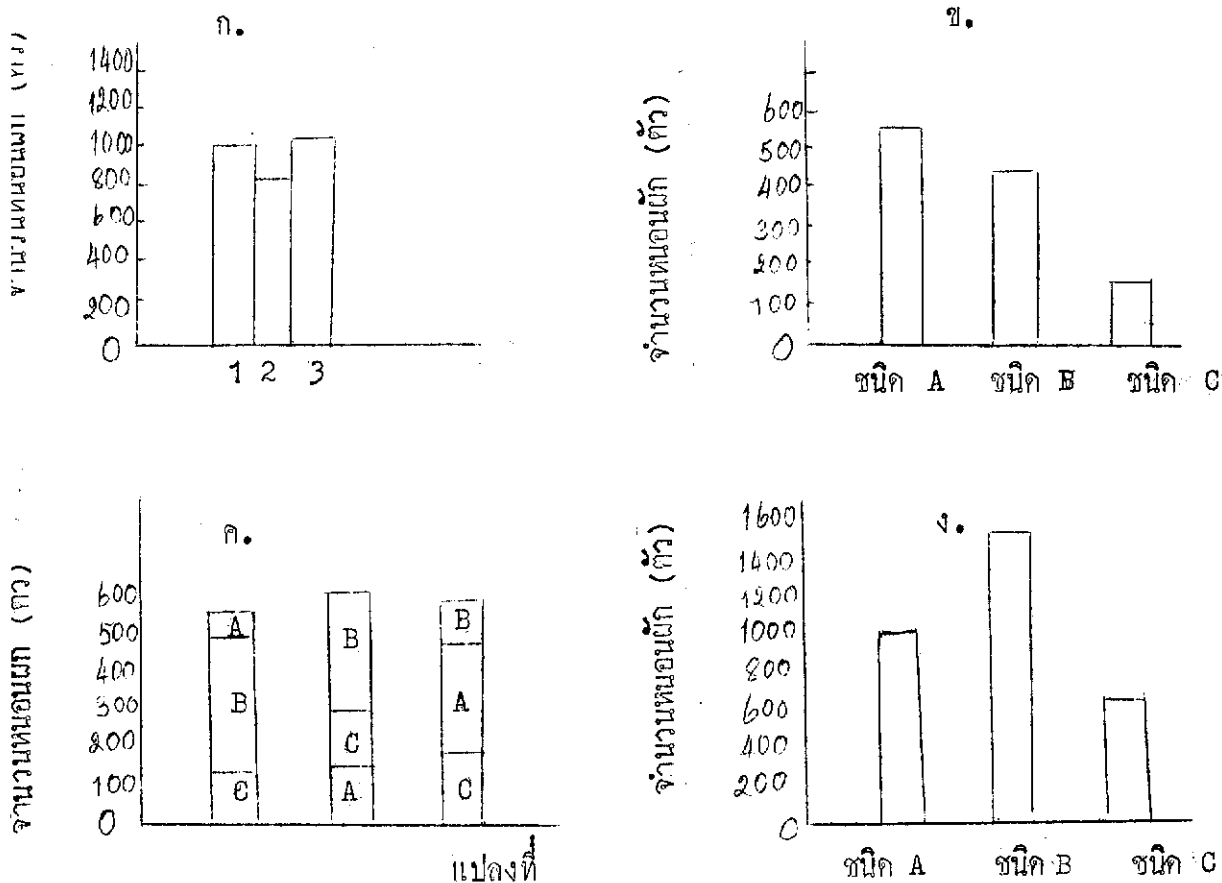
แปลงที่ 1 มีหนอนชนิด A 500 ตัว ชนิด B 475 ตัว ชนิด C 100 ตัว

แปลงที่ 2 มีหนอนชนิด A 108 ตัว ชนิด B 550 ตัว ชนิด C 250 ตัว

แปลงที่ 3 มีหนอนชนิด A 390 ตัว ชนิด B 530 ตัว ชนิด C 170 ตัว

ใช้ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นนี้ ตอบคำถามข้อ 10 - 11

10. แผนภูมิใดที่จะบอกปริมาณของหนอนแต่ละชนิดในหมู่บ้านนี้ได้ดีที่สุด



11. ถ้าจะมีการกำจัดหนอนในหมู่บ้านนี้ นักเรียนบอกได้ไหมว่า จะต้องใช้ปริมาณยาฆ่าหนอนชนิด A ชนิด B และชนิด C ในแปลงใดมากที่สุด

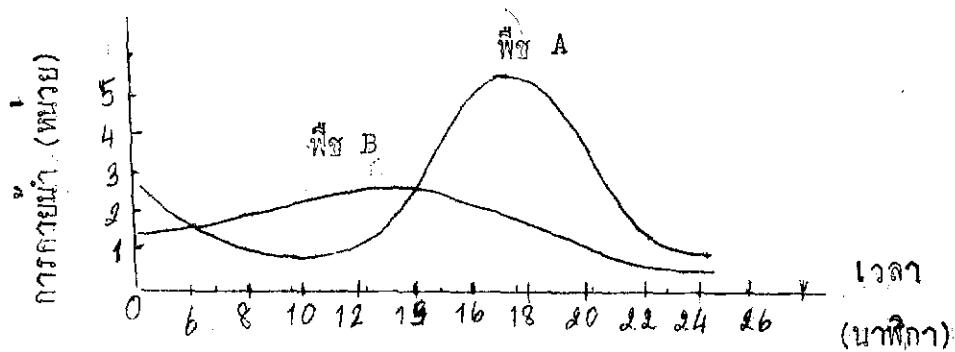
ก. แปลงที่ 1

ข. แปลงที่ 2

ค. แปลงที่ 3

ง. ข้อมูลไม่พอที่จะบอก

ศึกษากราฟข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 12 - 13



12. ข้อใดจะมีความสอดคล้องกับข้อมูลของกราฟข้างบนนี้
- เมื่อฝนตกหนักติดต่อกัน 3 วัน พืช A รากจะเน่าก่อนพืช B
 - พืช A และ B จะมีอัตราการคายน้ำสูงเท่ากัน ในวันที่มีอากาศอบอุ่น
 - ถ้านำพืชทั้งสองชนิดไปปลูกในทะเลทราย พืช A จะมีชีวิตอยู่ได้นานกว่าพืช B
 - ถ้านำพืชทั้ง 2 ชนิดไปปลูกในที่ฝนตกชุกตลอดปี พืช A จะตายก่อนพืช B
13. ในเวลาสายก่อนเที่ยงวัน ปรากฏการณ์ในข้อใดเป็นความจริง
- พืช A และพืช B มีอัตราการคายน้ำสูง
 - พืช A จะมีอัตราการคายน้ำสูงกว่าพืช B
 - พืช B มีอัตราการเสียน้ำมากกว่าการคายน้ำ
 - พืช B มีอัตราการเสียน้ำไปมากกว่าพืช A

14

ความชื้น (%)	ความสูงของต้นไม้			
	20' ต	25' ต	30' ต	35' ต
30				
40				
50				
60				
70				

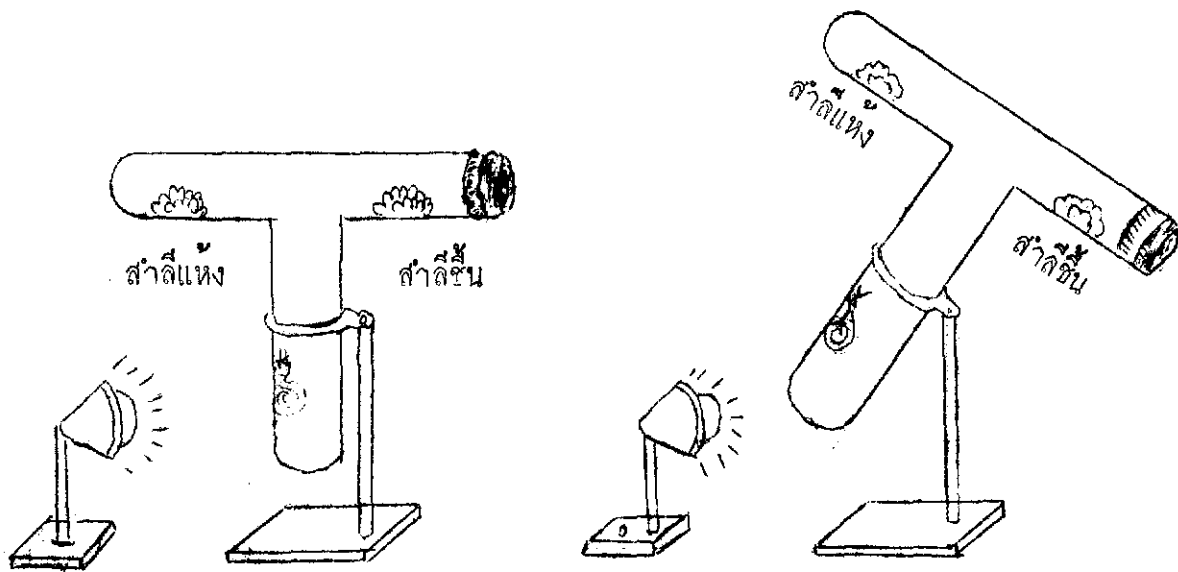
จากข้อมูลในตารางข้างบนนี้ ข้อใดที่ ไม่ใช่ สมมติฐานการทดลองในครั้งนี้

- การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นมีผลทำให้ความสูงของต้นไม้เปลี่ยนแปลงไป
- ความสูงของต้นไม้ จะมีความสัมพันธ์กับความชื้นและอุณหภูมิ
- เมื่อความชื้นและอุณหภูมิสูงขึ้น ต้นไม้ก็อาจจะสูงขึ้นด้วย
- การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของความชื้น

ศึกษาข้อความข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 15 - 18

เจ้าของฟาร์มเป็ดแห่งหนึ่งมีความรู้ที่ว่า รำข้าวคืออาหารหลักในการเลี้ยงเป็ด เมื่อเขาทดลองเลี้ยงควยรำข้าวอย่างเดียวยู 1 ปี จึงเกิดพบว่าเป็ดในเล้าของเขาให้ไข่น้อยกว่าเป็ดของชาวบ้านที่เลี้ยงควยรำผสมแทน เขาจึงเริ่มทดลองเลี้ยงเป็ดควยรำกับแทน โดยแบ่งเป็ดในเล้าเดียวกันเป็น 2 พวก และใช้ตาข่ายกันแยกกันให้พวกหนึ่งกินรำข้าวอย่างเดิม แต่อีกพวกหนึ่งกินรำกับแทน เขาให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ๆ ละเท่า ๆ กันทั้งสองพวก

15. การทดลองเลี้ยงตามวิธีการดังกล่าวข้างต้น เจ้าของฟาร์มมีสมมติฐานอย่างไร
- ถ้าแพนมีสารอาหารที่เร่งอัตราการเจริญของไข่ เมื่อเปิดกินแพนแล้ว จะทำให้อัตราการออกไข่สูงขึ้น
 - ถ้าแพนมีสารอาหารที่เร่งอัตราการเจริญของไข่ เมื่อไข่แพนเสริมกับรำข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักแล้ว จะทำให้อัตราการออกไข่สูงขึ้น
 - ถ้าแพนมีสารอาหารที่เร่งการเจริญเติบโตของแม่เบ็ด เมื่อไข่แพนผสมรำข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักแล้ว แม่เบ็ดจะออกไข่ได้มากขึ้น
 - ถ้าแพนมีสารอาหารที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของไข่ เมื่อไข่แพนผสมรำข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักแล้ว อัตราการออกไข่จะสูงขึ้น
16. จากแบบวิธีการทดลองเลี้ยงเบ็ดของเจ้าของฟาร์มนี้ นักเรียนคิดว่าตัวแปรที่เขา ต้องควบคุมอย่างระมัดระวังที่สุด เพื่อให้แม่เบ็ดออกไข่ได้มากตามที่ปรารถนานั้นคืออะไร
- ความสมบูรณ์ของแม่เบ็ด
 - จำนวนของเบ็ดตัวผู้
 - เวลาที่ให้อาหาร
 - สัดส่วนของรำกับแพน
17. ถ้าจะทำการทดลองเพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดของรำกับแพน ในการให้ปริมาณไข่เบ็ดที่สูง เขาควรจะต้องจัดสิ่งใดเป็นตัวแปรต้น
- สัดส่วนต่าง ๆ ของรำกับแพน
 - สัดส่วนต่าง ๆ ของแพนต่อรำ 1 ส่วน
 - จำนวนครั้งที่ให้อาหาร
 - อายุของแม่เบ็ด
18. การดำเนินการทดลองเพื่อวัตถุประสงค์ดังในข้อ 17 นั้น การจัดกลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ ควรจะจัดในลักษณะใด
- สองกลุ่มแยกกันด้วยตาข่าย
 - สองกลุ่มแยกกันคนละเลา
 - หลาย ๆ กลุ่มแยกกันด้วยตาข่าย
 - หลาย ๆ กลุ่มแยกกันคนละเลา



การทดลองครั้งที่ 1

- จัดสภาพการทดลองดังภาพ
- ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที
- บันทึกพฤติกรรมของหอยทาก

การทดลองครั้งที่ 2

- จับหลอดตะแคงขวดดังภาพ
- ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที
- บันทึกพฤติกรรมของหอยทาก

19. จากวัสดุและแผนการทดลองดังภาพ พฤติกรรมคาดหวังที่ผู้ทดลองต้องการให้หอยทากปฏิบัติ คือ

- ก. เมื่อได้รับความร้อนจากโคมไฟ จะกระตุ้นให้หอยทากเคลื่อนที่ไปทางใดทางหนึ่ง ให้ใกล้หลอดเพื่อหลบหลีกความร้อน
- ข. ถ้าตะแคงหลอดทางขวา หอยทากจะคลานออกทางซ้าย โดยมีความอุ่นจากดวงไฟเป็นลิ่งเร้าให้เข้าไปหา
- ค. ไม่ว่าจะมีความร้อนหรือไม่ เมื่อเปลี่ยนทิศทางการตั้งของหลอด หอยทากจะคลานไปทางซ้าย เพราะเป็นวัสดุนุ่มไม่ระคายผิว
- ง. ไม่ว่าจะมีความร้อนหรือไม่ เมื่อเปลี่ยนทิศทางการตั้งของหลอด หอยทากจะคลานไปหาบริเวณที่มีความชื้นเสมอ

24. ดินชนิดที่	ลักษณะ	พืชชนิดที่ 1	พืชชนิดที่ 2	พืชชนิดที่ 3
1	มีสารอินทรีย์ มาก	เจริญแข็งแรงเพียง 20 วัน คาย	เจริญแข็งแรงดี แต่ใบเล็กลง	เจริญมาก
2	มีสารอินทรีย์ พอประมาณ	เจริญแข็งแรง พอสมควร	ไม่ค่อยจะเจริญ	เติบโตดีมาก
3	มีสารอินทรีย์ น้อย	คายภายใน 1 สัปดาห์	เจริญแข็งแรง เป็นปกติ	เจริญแข็งแรง และขยายพันธุ์ รวดเร็ว

จากข้อมูลในตาราง นักเรียนจะสรุปอย่างไร

- ดินแต่ละชนิดเหมาะกับพืชชนิดเดียว
- พืชที่เจริญได้ดีในอินทรีย์สาร จะเจริญไม่ดีในอินทรีย์สาร
- สารอินทรีย์ไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญของพืชชนิดที่ 3
- พืชชนิดที่ 1 เจริญได้ในดินทุกลักษณะดังกล่าว

25. "ถ้าผิวดินมีความสามารถดูดซับน้ำฝนได้มาก การพังทลายหรือการสึกกร่อน (erosion) ของดินก็น้อย"

ตัวแปรต้นของสมมติฐานข้างบนนี้คืออะไร

- ความสามารถดูดซับน้ำ
- ปริมาณน้ำฝน
- ความหนาของผิวดิน
- การพังทลายของดิน

26. จากสมมติฐานข้อ 25 อะไรคือตัวแปรควบคุมเมื่อจัดแผนการทดลอง

- ความสามารถดูดซับน้ำ
- ปริมาณน้ำฝน
- ความหนาของผิวดิน
- การพังทลายของดิน

27. สิ่งที่เป็นปัญหาซึ่งแฝงอยู่เบื้องหลังของสมมติฐานข้อ 25 คือข้อใด
- ปริมาณน้ำฝนเป็นตัวการทำให้ดินพังทลายมากน้อยเพียงใด
 - ความสามารถในการดูดซับน้ำของดิน จะส่งผลต่อการพังทลายของดินมากน้อยเพียงใด
 - การสึกกร่อนของดินมีความเกี่ยวข้องกับลักษณะผิวดินหรือไม่
 - น้ำฝนจะสามารถซึมเข้าสู่ชั้นของดินมากน้อยเพียงใด ย่อมสัมพันธ์กับการสึกกร่อนของดิน

ศึกษาการทดลองทั้งสองครั้ง แล้วตอบคำถามข้อ 28 - 36

การทดลองครั้งที่ 1

- นำจานแก้วใส่สารละลายวุ้น 25 ซีซี. ทุกใบ แล้วปิดฝาหนึ่ง 15 นาที
- ปล่อยให้เย็นแล้วใส่สารละลายดินลงในจานที่ 1 ใส่ น้ำลายลงในจานที่ 2 ส่วนจานที่ 3 และ 4 เปิดจานทิ้งไว้ในโรงอาหารและห้องปฏิบัติการตามลำดับ จานละ 15 นาที แล้วปิดฝา จานที่ 5 ไม่เปิดฝาและไม่ใส่อะไรเลย
- ฉีกขอบจานแก้วควยเทปใสเมื่อเสร็จการกระทำตามข้อ 1 และ 2

ดังภาพ

1

2

3

4

5



ใส่น้ำลาย

ใส่น้ำลาย

โรงอาหาร

ห้องปฏิบัติการ

ไม่เปิดฝา

ไม่ใส่อะไร

- นำทั้ง 5 จาน ใส่ตู้เย็นโดยใช้อุณหภูมิ 27°C. ทิ้งไว้ 5 วัน

ผลการทดลอง

งานที่ 1 - 4 สิ่งที่เราสังเกตพบมีลักษณะต่างกัน 2 ลักษณะคือ

- (1) เป็นเส้นใยขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ กระจายทั่วไป ขนาดของกลุ่มและสีของเส้นใยต่าง ๆ กัน
- (2) บางกลุ่มมีลักษณะเป็นมันคล้ายคราบน้ำมันแทนเป็นเส้นใยมีสีต่าง ๆ เช่นกัน

เมื่อใช้เข็มเขี่ยนำส่วนของทั้งสองลักษณะเข้าศึกษาในกล้องจุลทรรศน์ จึงพบ
จุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ

งานที่ 5 ไม่พบสิ่งใดเปลี่ยนแปลงหรือเกิดขึ้นใหม่ เมื่อเขี่ยชิ้นส่วนไปศึกษา
ในกล้องจุลทรรศน์ ไม่พบจุลินทรีย์

28. อะไรคือข้อสงสัยหรือปัญหาของผู้ทดลอง ที่ดำเนินการทดลองดังข้างต้นนี้
 - ก. จุลินทรีย์ต่าง ๆ จะเจริญได้ดีในอุณหภูมิ 27°ซ. จริงหรือไม่
 - ข. จุลินทรีย์จะเจริญในสภาพต่าง ๆ ได้เท่ากันหรือไม่
 - ค. จุลินทรีย์ที่พบในตัวเรากับที่พบทั่ว ๆ ไป ต่างกันหรือไม่
 - ง. จุลินทรีย์มีอยู่ในที่ใดบ้าง
29. ข้อใดคือสมมติฐานของการทดลองนี้
 - ก. ถ้าจุลินทรีย์เจริญได้ดีในอุณหภูมิ 27°ซ. แล้ว จุลินทรีย์จากทุก ๆ แห่ง
ทุก ๆ ชนิดจะเจริญเต็มที่
 - ข. ถ้าจุลินทรีย์มีอัตราการเจริญที่เท่ากัน ดังนั้นจุลินทรีย์จากที่ต่าง ๆ
จะเจริญได้เท่ากัน ไม่ว่าจะมีสภาพภูมิอากาศเช่นไร
 - ค. จุลินทรีย์ที่พบในตัวเราและที่พบทั่ว ๆ ไป น่าจะมีลักษณะต่างกัน
 - ง. ถ้าจุลินทรีย์มีอยู่ในที่ต่าง ๆ ดังนั้นเราสามารถจะพบจุลินทรีย์ได้
ทุก ๆ แห่ง

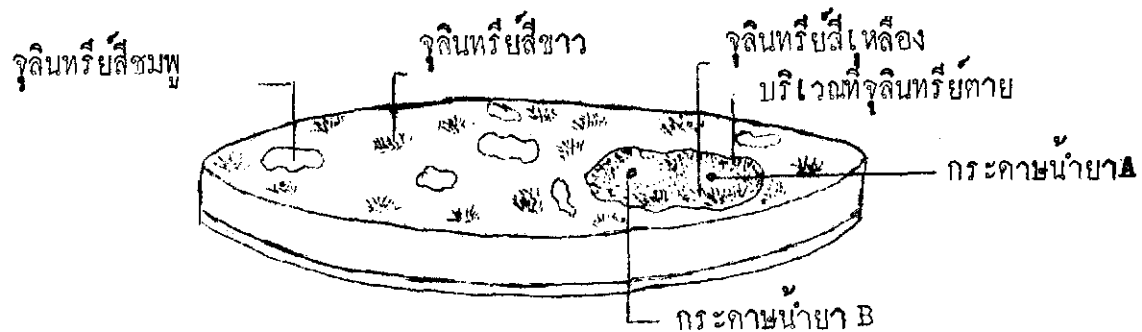
30. ถ้าการปฏิบัติการครั้งนี้ นักเรียนได้รับงานแก้วแจกมาเพียง 4 คู่ นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไรโดยยังคงวัตถุประสงค์และสมมติฐานเดิม
- คัดรายการงานคู่ที่ 1 ออก
 - คัดรายการงานคู่ที่ 2 หรือ 3 ออก
 - คัดรายการงานคู่ที่ 3 หรือ 4 ออก
 - คัดรายการงานคู่ที่ 1 - 4 ออก 1 คู่ ยกเว้นคู่ที่ 5
31. ข้อควรระวังในการหาปฏิบัติการครั้งนี้มากที่สุด คือ
- ภาชนะทองสะอาดก่อนใส่ปูน
 - มือทองสะอาด
 - ไม่เปิดงานแก้วเมื่อฉีกแล้ว
 - ไม่เอาออกจากตูบเมื่อไม่จบการทดลอง
32. การบันทึกข้อมูลของงานที่ 1 - 4 ด้วยสายตาควรจะเป็นข้อใด จึงจะสามารถเก็บข้อมูลได้มากที่สุด สะดวกในการอ่านและถูกต้องตามสมมติฐาน

ก. งานคู่ที่	จำนวนจูลินทรีย์	ข. งานคู่ที่	จำนวนจูลินทรีย์ (กลุ่ม)			
			ปุยสี ขาว	ปุยสี เหลือง	ปุยสี ชมพู	ไม่มี ปุย
1		1				
2		2				
3		3				
4		4				

ค. ลักษณะกลุ่ม ของจูลินทรีย์ ที่พบ (สี)	งานคู่ที่	จำนวน จูลินทรีย์ (เซลล์)	ง. ลักษณะกลุ่มของ จูลินทรีย์ที่พบ(สี)	จำนวน จูลินทรีย์
ปุยสีขาว	1		ปุยสีขาว	
ปุยสีเหลือง	2		ปุยสีเหลือง	
ปุยสีชมพู	3		ปุยสีชมพู	
ไม่มีปุย	4		ไม่มีปุย	

การทดลองครั้งที่ 2 เป็นปฏิบัติการต่อเนื่องจากปฏิบัติการครั้งที่ 1 (คือวันที่ 6 ของการทดลอง)

1. ตัดกระดาษกรองสีขาวเป็นรูปวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง $\frac{1}{2}$ มิลลิเมตร
2. นำกระดาษวงกลมชุบน้ำยา A และ B ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน วางทับบนปฏของจุลินทรีย์สีเหลืองเพียงสีเดียวทั้ง 4 จาน (จานที่ 1-4)
3. ตั้งการทดลองไว้ในตูบและใช้อุณหภูมิเท่าเดิม
4. เมื่อถึงการทดลองไว้ 4 วัน ปรากฏผลดังภาพตัวอย่างจานที่ 1



33. สมมติฐานของการทดลองนี้ ควรเป็นข้อใด

- ก. น้ำยา A และ B น่าจะทำลายเชื้อจุลินทรีย์สีเหลืองได้หมดภายใน 1 - 4 วัน
- ข. น้ำยา A และ B น่าจะทำลายเชื้อจุลินทรีย์สีเหลืองเพียงสีเดียว
- ค. ถ้าน้ำยา A และ B เป็นน้ำยาที่ทำลายจุลินทรีย์สีเหลืองได้ ก็ควรจะทำลายจุลินทรีย์สีอื่นได้ ในเวลาต่อมา
- ง. ถ้าน้ำยา A และ B เป็นน้ำยาที่ทำลายจุลินทรีย์สีเหลืองได้เท่ากัน บริเวณที่จุลินทรีย์ตาย ควรจะมีขนาดเท่ากัน

34. อะไรคือปัญหาอันเป็นต้นเหตุของการสร้างสมมติฐานในแผนการทดลองนี้

- ก. เวลาของการทำลายจุลินทรีย์ของน้ำยา A และ B เท่ากันหรือไม่
- ข. น้ำยาต่างชนิดกัน มีความเข้มข้นเท่ากัน จะมีอายุในการใช้ทำลายจุลินทรีย์เท่ากันหรือไม่
- ค. น้ำยาต่างชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นเท่ากัน ผลของการทำลายจุลินทรีย์จะเท่ากันหรือไม่
- ง. ทั้งข้อ ก. และ ค.

35. นักวิทยาศาสตร์เอาขนาดของบริเวณที่จุลินทรีย์ตายเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อของน้ำยา

ถ้านักเรียนผู้หนึ่งได้ผลของปฏิบัติการครั้งที่ 2 ดังนี้คือ ไม่เกิดบริเวณที่จุลินทรีย์ตายปรากฏในขอบเขตของมูลี่เหลืองเลยทั้ง 3 ครั้งของการทดลอง ซึ่งค้านกับทฤษฎีที่เขาเรียนมา

นักเรียนจะเสนอแนะแก้ไขการทดลองนี้อย่างไร

- ก. เพราะจุลินทรีย์ชนิดนี้ใหม่ ให้ใช้ปริมาณมากกลุ่ม โดยการเชื้อเชื้อจุลินทรีย์เฉพาะสีเหลืองมาเพาะในจานใหม่ (ด้วยวิธีการของการทดลองครั้งที่ 1) แล้วจึงใช้น้ำยาเค็ม ความเข้มข้นเท่าเดิม
- ข. ใช้น้ำยาเค็มกับจุลินทรีย์เค็มและความเข้มข้นเท่าเดิม แต่เพิ่มจุดตำแหน่งที่วางน้ำยา A และ B ให้มากขึ้นเท่า ๆ กัน
- ค. ทำทั้ง ก. และ ข. โดยการขยายขนาดภาชนะที่ใส่รุ่นให้โตขึ้น แต่ขนาดและจำนวนของกระดาษน้ำยาเท่าเดิม
- ง. ทำทั้งข้อ ก. ข. และ ค. แต่ลดขนาดของกระดาษน้ำยาให้โตขึ้น
36. ถ้านักเรียนต้องเก็บข้อมูลในการทดลองทั้งสองครั้งนี้ เสนอในงานนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์ในเวลาอีก 2 เดือนข้างหน้า นักเรียนคิดว่าจะเตรียมเสนอข้อมูลนี้ด้วยวิธีใด
- ก. ใช้ภาพถ่ายสีประกอบตารางแสดงลักษณะและจำนวนของจุลินทรีย์และฤทธิ์ของน้ำยา A และ B
- ข. เก็บของจริงทุกอย่างไว้เป็นตัวอย่างส่วนหนึ่ง แล้วจัดวิธีการทดลองจริงให้ดู
- ค. แสดงแผนภูมิด้วยกราฟเส้นของฤทธิ์การทำลายจุลินทรีย์ของน้ำยา A และ B
- ง. แสดงแผนภาพจำลองขั้นตอนการทดลองทั้งหมด

ตาราง แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
 วัดผลสัมฤทธิ์การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 36 ข้อ

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.75	.22	19	.62	.16
2	.65	.34	20	.30	.29
3	.81	.46	21	.25	.14
4	.77	.16	22	.58	.41
5	.75	.22	23	.43	.28
6	.73	.49	24	.43	.60
7	.86	.32	25	.78	.39
8	.73	.49	26	.67	.38
9	.47	.37	27	.45	.24
10	.45	.35	28	.57	.60
11	.66	.47	29	.63	.64
12	.38	.27	30	.44	.21
13	.59	.26	31	.50	.33
14	.24	.19	32	.83	.40
15	.72	.37	33	.68	.57
16	.56	.38	34	.61	.66
17	.52	.11	35	.27	.10
18	.77	.53	36	.62	.39

ตาราง แสดงค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	p	q	pq	ข้อ	p	q	pq
1	.65	.35	.2275	19	.61	.39	.2379
2	.58	.42	.2436	20	.69	.31	.2139
3	.57	.43	.2451	21	.40	.60	.2400
4	.65	.35	.2275	22	.52	.48	.2496
5	.59	.41	.2419	23	.49	.51	.2499
6	.58	.42	.2436	24	.51	.49	.2499
7	.69	.31	.2139	25	.65	.35	.2275
8	.65	.35	.2275	26	.63	.37	.2331
9	.53	.47	.2491	27	.48	.52	.2496
10	.52	.48	.2496	28	.51	.49	.2499
11	.62	.38	.2356	29	.55	.45	.2475
12	.49	.51	.2499	30	.45	.55	.2475
13	.51	.44	.2464	31	.48	.52	.2496
14	.38	.62	.2356	32	.65	.35	.2275
15	.65	.35	.2275	33	.68	.32	.2304
16	.52	.48	.2496	34	.51	.49	.2499
17	.57	.43	.2451	35	.33	.67	.2211
18	.61	.39	.2379	36	.63	.37	.2331

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีค่า
ความเชื่อมั่น .70

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึก
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทคัดย่อ

ของ

เขาวนั อะยะวงค์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กุมภาพันธ์ 2526

การศึกษารังนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควบแบบเรียนสำเร็จรูป และด้วยครูฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยา โรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน ได้ทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2525 โดยให้กลุ่มทดลองได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควบแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการฝึกด้วยครูฝึก คือผู้วิจัยเอง โดยใช้แผนการฝึกร่วมกัน ใช้เวลาในการฝึกเท่ากันทั้ง 2 กลุ่ม คือ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 12 คาบ เมื่อสิ้นสุดการฝึกแล้วได้สอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น ฉบับเดียวกันและพร้อมกันทั้ง 2 กลุ่ม

ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควบแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสม กับด้วยครูฝึกให้ผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับประสิทธิภาพของแบบเรียนที่ใช้เมื่อนำเอาข้อมูลมาวิเคราะห์แล้วได้ประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เล็กน้อย คือ 89.25/80.42

A COMPARATIVE STUDY OF THE ACHIEVEMENT OF SCIENCE
PROCESS SKILLS IN MATAYOM SUKSA FOUR BIOLOGY
GAINED FROM SELF-INSTRUCTIONAL PACKAGE
AND BY INSTRUCTOR

AN ABSTRACT

BY

CHAWANEE AYUWONGSE

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

February 1983

The purpose of this experimental research was a comparative study of the achievement of the Science Process Skills in Mattayom Suksa 4 gained from self-instructional package and by instructor.

The sample consisted of 60 Mattayom Suksa 4 Students from The Secondary Demonstration School, Srinakharinwirot University Prasarnmitr, who have taken Biology as thier elective courses. The experimental treatment was Randomized Posttest-only Design. The first 30 students were the experimental group while the other 30 students were the controled group. The experiment was conducted concurrently during the second semester of the 1982 academic year under the topic Science Process skills. The experimental group were treated by using the self-instructional package with multiple media while the controled group was controlled by the researcher herself. Each group was given 12 periods of treatment, 3 periods a week with 50 minites each time. Then, the both groups were measured by the same achievement test of Science Process Skills

The results showed that the achievement in the Science Process Skills between two groups was not significantly different. The efficiency of instructional package showed a higher critirion, that is 89.25/80.42