

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอน
แบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ

ปริญญานิพนธ์

ของ

วิโรจน์ เฉลยสุข

31 ส.ค. 2541

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

มกราคม 2541

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กัลยา เล็กสกุล)
..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พวงรัตน์ ทวีรัตน์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กัลยา เล็กสกุล)
..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พวงรัตน์ ทวีรัตน์)
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กาญจนา ชุติวงศ์)
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ดร. พรณี บุญประกอบ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
วันที่ ๒๖ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๑

ประกาศคุณูปการ

ขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพยิ่งแต่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
กัลยา เล็กสกุล รองศาสตราจารย์ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร. กาญจนา ชูดวงศ์ และอาจารย์ ดร. พรรณี บุญประกอบ ที่ให้ความ
อนุเคราะห์ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาอัน
ประมาณีได้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ดร. สอนทอง ทองปान อาจารย์ดร.
เปรมจิต บุญสาย อาจารย์ดร. สุนันทา มนัสมงคล อาจารย์ชาตรี เกิดธรรม
อาจารย์จิต นวนแก้ว และอาจารย์ปิยรัตน์ ไชยกันยา ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่
กรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็น
อย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ณรงค์ ชินสาร ผู้ตรวจราชการกรมสามัญ-
ศึกษาและผู้อำนวยการโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อาจารย์ชัยชนะ พลรัตน์
ผู้อำนวยการโรงเรียนธาตุพนม และคณะครูอาจารย์ของทั้งสองโรงเรียนที่ให้
ความช่วยเหลือในการทดลองใช้เครื่องมือและการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย ขอ
ขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนเรณูนคร
วิทยานุกูล จังหวัดนครพนม ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองและเก็บ
ข้อมูลจนสำเร็จลงด้วยดี

ขอขอบพระคุณรุ่นพี่ปริญา เอกวิทยาศาสตร์ศึกษาและเพื่อนนิสิตปริญาโท
ทุกท่านตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือแนะนำ เป็นขวัญและ
กำลังใจในการทำปริญานิพนธ์จนสำเร็จไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อบุญลือ-คุณแม่สังวน เฉลยสุข ญาติพี่น้อง
ทุกคนและอาจารย์สุภาวดี-เด็กชายญาณพัฒน์ เฉลยสุข ที่ได้สนับสนุนช่วยเหลือ
เป็นขวัญและกำลังใจอย่างดียิ่งตั้งแต่ต้นจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ใดๆจากปริญานิพนธ์ ผู้วิจัยมอบบูชาพระคุณแต่บิดา-
มารดา ครู-อาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่เป็นผู้วางรากฐานการศึกษาแก่ผู้วิจัย

วิโรจน์ เฉลยสุข

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
เอกสารเกี่ยวข้องกับความหมายวิทยาศาสตร์	13
เอกสารเกี่ยวข้องกับความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์	14
เอกสารเกี่ยวข้องกับวิธีสอนวิชาชีววิทยา	19
เอกสารเกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	29
เอกสารเกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	30
งานวิจัยเกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	38
งานวิจัยเกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	42
งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลอง	47
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	53
3 วิธีดำเนินการ	54
ประชากร	54
กลุ่มตัวอย่าง	54
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	54
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	54
แบบแผนงานวิจัย	55
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	56
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	61

บทที่	หน้า
การวิเคราะห์ข้อมูล	62
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	62
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	67
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	67
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	68
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	72
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	72
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	72
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	73
การวิเคราะห์ข้อมูล	74
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	75
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	75
ข้อเสนอแนะ	81
บรรณานุกรม	88
ภาคผนวก	99
ภาคผนวก ก	100
ภาคผนวก ข	111
ภาคผนวก ค	188
ภาคผนวก ง	222
รายนามผู้เชี่ยวชาญ	233
ประวัติย่อของผู้วิจัย	234

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	11
2 แบบแผนการทดลอง	55
3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	68
4 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	69
5 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาระหว่างก่อนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	70
6 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาระหว่างก่อนกับหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	71
7 แสดงค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา	101
8 แสดงค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา	102
9 แสดงค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจ	104
10 แสดงค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา	105
11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจ ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	107
12 คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	109
13 แสดงการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแผนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจ	224

14	แสดงการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจ	226
15	แสดงจำนวนข้อสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ใน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา	229
16	แสดงการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา	230

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นับว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถติดตามความก้าวหน้า และนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น จึงจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมปัจจุบันและอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2533:8) เป็นการยอมรับกันว่าวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์นั้นมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการที่ใช้แสวงหาความรู้ซึ่งการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ หากนักเรียนได้เรียนรู้ทั้ง 2 ส่วนนี้แล้วนักเรียนก็จะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ทำให้เขาปรับตัวอยู่ในสังคมได้ดี (วีระชาติ สวนไพรินทร์. 2531:34)

นโยบายการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) เน้นที่การเร่งการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งส่งเสริมการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์เพื่อสนองต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจและสังคมยุคใหม่ ที่จะนำไปสู่การเพิ่มความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาประเทศและรักษาคุณภาพของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม(สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2535:5-9) ซึ่งวิทยาศาสตร์เป็นการค้นหาความหมายของความเป็นจริงไม่ใช่ตัวความเป็นจริง ดังนั้นควรสอนวิทยาศาสตร์ในลักษณะของกิจกรรมไม่ใช่ลักษณะของการรับรู้และท่องจำข้อเท็จจริง (พงษ์จันทร์ จันทยศ. 2530:36-39) ควรเปลี่ยนจากการเรียนการสอนภาคทฤษฎีมาเน้นภาคปฏิบัติให้มากขึ้น(กรมวิชาการ. 2535:202-203) และต้องปลูกฝังกระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการคิด กระบวนการทำงานร่วมกันและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะนำไปสู่การแสวงหาความรู้ แต่หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน โดยเฉพาะวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอน

ปลายส่วนใหญ่เน้นเนื้อหามากเกินไป ไม่มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควรทำให้นักเรียนไม่สนใจในการเรียน (จิตต์โส ผดุงรัตน์. 2538:5) นอกจากนี้การสอนชีววิทยายังขาดสื่อการสอนที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจหัวข้อบางหัวข้อที่มีการอธิบาย โดยปากเปล่าไม่สามารถอธิบายให้เห็นภาพที่ชัดเจนได้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การขาดสิ่งที่นักเรียนจะสามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมได้ (พงษ์ชัย หาญยุทธนากร. 2537:31) การสอนโดยครูเป็นศูนย์กลางไม่สามารถพัฒนาการให้ความร่วมมือต่อกลุ่ม การมีส่วนร่วมในการทำงานกับผู้อื่นในกลุ่ม การรู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นซึ่งส่งผลให้นักเรียนขาดคุณลักษณะที่สำคัญ คือ ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ไม่สามารถตัดสินใจด้วยตนเอง ไม่รู้จักร่วมกันทำงานเป็นหมู่คณะ ไม่รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและขาดความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม การที่ครูสอนโดยมุ่งเน้นด้านเนื้อหาความรู้ทำให้ละเลย "กระบวนการทางวิทยาศาสตร์" ซึ่งเป็น วิธีการแสวงหาความรู้ (สุชาติ วงศ์สุวรรณ. 2537:20)

ดังนั้นการพัฒนาการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่มีความสำคัญต่อนักเรียน ครูจะต้องเข้าใจถึงการปฏิบัติการ (Experimentation) นั่นคือ หัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์ (มังกร ทองสุคติ. 2525:5) การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่นวิธีจัดเตรียมอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง การสังเกต การวัด การรวบรวมข้อมูล การสรุปผลข้อมูลและที่สำคัญ คือ การพัฒนาทักษะปฏิบัติการเพื่อให้เกิดความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นการช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงได้แก้ปัญหาได้ ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง มีเสรีภาพทางความคิดมีส่วนร่วมในการทดลองและแก้ปัญหาด้วยตัวเองมากที่สุดซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ให้นักเรียนเข้าใจข้อเท็จจริง หลักการ มโนทัศน์ ทฤษฎี เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (การ์เนอร์ มาร์เจอรี. 2538:2) การสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นเป็นสิ่งที่มีความประโยชน์มากเพราะจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความสนใจใฝ่หาความรู้รู้จักคิดและรู้จักค้นคว้าด้วยวิธีวิทยาศาสตร์และสิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือทำให้นักเรียนมีเหตุผล

ไม่ม่งมาย (จันทร์ชัย หญิงประยูร. 2537:252) และการที่จะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีนั้นจะต้องให้ผู้เรียนได้รับสถานการณ์ที่นักเรียนได้ปฏิบัติ หรือทดลองทำว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นหรือได้จัดกระทำกับสิ่งนั้นแล้ว เกิดข้อสงสัยหาคำตอบด้วยตนเอง (บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2538:5)

นอกจากนี้นักเรียนที่ทำการทดลองด้วยตนเองจะมีใจรักวิทยาศาสตร์ ใครที่จะเรียนรู้ซึ่งขึ้นไปอีก รู้จักใช้ความรู้ความคิดเป็นคนมีเหตุผลมีขั้นตอนในการปฏิบัติเป็นอย่างดี และรู้จักใช้ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ในการประกอบ การทำงานการเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้น ในระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วม โดยตรงกับกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือกระทำและฝึกคิดด้วยตนเอง (ปรีชา อมาตยกุล. 2538:38 ; สสวท. 2538:1) จากผลการวิจัยของราเมศ เสียบสื่อตระกูล (2530) พบว่านักเรียนที่มีพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง วิทยาศาสตร์สูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองแบบสืบสวนช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการทางสติปัญญา ด้านความรู้ความ เข้าใจเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาซึ่งเป็นเยาวชนที่ควร จะได้รับการปลูกฝังการเรียนรู้ที่ดี เพื่อเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตได้เป็น อย่างดีในสังคมไทยต่อไป (กนก จันทร์ขจร. 2537:4 ; ผกา แสงสุวรรณ. 2534:12) /

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ที่เรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง "การหายใจ" ด้วยแบบปฏิบัติการทดลอง ที่ผู้ วิจัยสร้างขึ้นโดยมีการจัดอุปกรณ์และแนวทางการทดลองให้นักเรียน เพื่อให้ การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ และเห็นภาพของบทเรียนชัดเจนมากขึ้นกว่า การเรียนแบบปกติ

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะใช้เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิชาชีววิทยาหาวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสอน แบบปฏิบัติการทดลอง เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนการสอนให้ดีขึ้น
2. ผลของการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง จะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิชาชีววิทยาใช้กิจกรรมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เสริมให้กับนักเรียนได้รับความรู้และความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร
ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 5 ห้อง
2. กลุ่มตัวอย่าง
กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเรณูนคร-วิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 2 ห้องซึ่งสุ่มจากประชากรนักเรียนทั้งหมด 5 ห้อง โดยการสุ่มห้องเรียนอย่างง่ายแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองเรียนด้วยการ

สอนแบบปฏิบัติการทดลองและกลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบปกติ

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 สอนกลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที

4. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา เรื่อง การหายใจ บทที่ 10 ในหนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา ว 042 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอน แบ่งเป็น 2 แบบคือ

5.1.1 การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง -

5.1.2 การสอนแบบปกติ

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน -

5.2.2 ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา-

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การสอนโดยเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยใช้สื่อและอุปกรณ์ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบบปฏิบัติการทดลองและแบบฝึกหัดให้นักเรียนทำระหว่างเรียน ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ขั้นตอนการทดลอง

1.1.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน

1.1.2 นักเรียนศึกษาภาพหรือสถานการณ์ตามที่กำหนดแล้ว

ตอบคำถามครูตามลำดับ นักเรียนบันทึกคำตอบในแบบฟอร์ม

1.1.3 นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาจากภาพหรือสถานการณ์ที่ศึกษาแล้วกำหนดคำตอบของปัญหานั้นเป็นข้อๆ

1.1.4 นักเรียนร่วมกันวางแผนที่จะค้นหาคำตอบหรือวางแผนและออกแบบการทดลอง

1.1.5 นักเรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์การทดลอง

1.2 ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง

1.2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่นักเรียนออกแบบไว้

1.2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกการทดลองและบันทึกปัญหาในขณะทำการทดลองทุกขั้นตอน

1.2.3 ขณะที่นักเรียนทำการทดลองผู้วิจัยจะเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ

1.3 ขั้นตอนิปรายหลังการทดลอง

1.3.1 ครูซักถามนักเรียนถึงผลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง

1.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงผลที่ได้

1.3.3 ครูส่งเสริมให้นักเรียนเปรียบเทียบผลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองภายในกลุ่มของตนเองและกลุ่มของเพื่อนๆว่ามีสาเหตุอะไรที่ทำให้เกิดความแตกต่างกันออกไป เพื่อให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้

1.3.4 นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่เป็นแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2. การสอนแบบปกติ หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

2.1 ขั้นตอนิปรายก่อนการทดลอง

2.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเนื้อหาในแบบเรียน

2.1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐานการทดลอง

2.1.3 ครูอธิบายจุดประสงค์ของการทดลอง อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

2.2 ขั้นปฏิบัติการทดลอง

2.2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน

2.2.2 นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนในแบบเรียน

2.2.3 ขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลองครูจะเป็นที่ปรึกษา

และให้คำแนะนำ

2.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

2.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง โดยใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองมาสรุป รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลอง

2.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.3.3 นักเรียนศึกษาบทสรุปในแบบเรียนร่วมกับครู

2.3.4 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในแบบเรียน

3. แบบปฏิบัติการทดลอง หมายถึง แบบแผนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองหรือสืบค้นข้อมูลเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงหรือความรู้ที่มีการศึกษามาแล้วด้วยตัวเองโดยมีครูคอยให้คำแนะนำปรึกษา

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียน วิชาชีววิทยา ว 042 เรื่อง การหายใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งวัดได้จากความสามารถของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งยึดแนวของ สสวท. โดยวัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้านคือ

4.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางชีววิทยา เรื่อง การหายใจ

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและแปลความ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎี ทางชีววิทยา เรื่อง การหายใจ

4.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้วิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเลือกใช้วิธีการหรือกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างคล่องแคล่วเกี่ยวกับการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองและการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเลือกใช้วิธีการหรือกิจกรรมปฏิบัติการทดลองทางชีววิทยา ได้อย่างคล่องแคล่วซึ่งประกอบด้วยทักษะ 12 ทักษะ ดังนี้

5.1 การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆโดยไม่แสดงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิชาชีววิทยา

5.2 การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆจากการศึกษาวิชาชีววิทยา ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

5.3 การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์จากการศึกษาวิชาชีววิทยาโดยมีเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

5.4 การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หารหรือหาค่าเฉลี่ยจากการศึกษากิจกรรมปฏิบัติการทางชีววิทยา

5.5 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองจากการศึกษาวิชาชีววิทยามาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

5.6 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตจากการศึกษาวิชาชีววิทยา อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

5.7 การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในวิชาชีววิทยามาช่วยในการสรุป

5.8 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำกิจกรรมปฏิบัติการทดลองทางชีววิทยา โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อยู่ไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน

5.9 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ทางชีววิทยา เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

5.10 การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การขั้ป้งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆของการศึกษาวิชาชีววิทยา

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

5.11 การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานทางชีววิทยาที่ตั้งไว้ ในการทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

5.11.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

5.11.1.1 วิธีการทดลองในวิชาชีววิทยา

5.11.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

5.11.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

5.11.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองในวิชาชีววิทยา ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่นๆ

5.12 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลจากการศึกษาชีววิทยา ที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการศึกษาชีววิทยา ทั้งหมด

6. ผลของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา

7. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา หมายถึง ข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างโดยการพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ จิต นวนแก้ว(2532) ประกอบด้วย 12 ทักษะตามนิยาม

8. กลุ่มทดลอง หมายถึง นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง

9. กลุ่มควบคุม หมายถึง นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปกติ

10. ผู้เชี่ยวชาญทางการสอน หมายถึง ครูที่ปฏิบัติการสอนวิชาชีววิทยามาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี สังกัดโรงเรียนมัธยมศึกษา

ตาราง 1 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง 1.1 แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 คน 1.2 นักเรียนศึกษาภาพหรือสถานการณ์ตามที่กำหนดแล้วตอบคำถามครูตามลำดับและบันทึกคำตอบไว้ในแบบฟอร์ม 1.3 นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาจากภาพหรือสถานการณ์ที่ศึกษาแล้วกำหนดคำตอบของปัญหานั้นเป็นเป็นข้อๆ 1.4 นักเรียนร่วมกันวางแผนที่จะค้นหาคำตอบหรือวางแผนและออกแบบการทดลอง 1.5 นักเรียนร่วมกันกำหนดจุดประสงค์การทดลอง 2. ขั้นปฏิบัติการทดลอง 2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่ม ลงมือปฏิบัติการทดลอง 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองและบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นไว้	1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง 1.1 ครูนักเรียนร่วมอภิปรายปัญหาในแบบเรียน 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐาน 1.3 ครูอธิบายจุดประสงค์ของการทดลอง อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 2. ขั้นปฏิบัติการทดลอง 1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5 คน 2. นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนในแบบเรียน

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
2.3 ขณะนักเรียนทำการทดลองครูจะเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ 3. ขั้นตอนิปรายหลังการทดลอง 3.1 ครูซักถามนักเรียนถึงผลที่ได้จากการทดลอง 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นระหว่างกลุ่มเพื่อให้เห็นถึงผลที่จะได้ 3.3 ครูพยายามส่งเสริมให้นักเรียนเพื่อหาข้อสรุป 3.4 นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	3. ขณะนักเรียนทำการทดลองครูจะเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ 3. ขั้นตอนิปรายหลังการทดลอง 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อหาข้อสรุป 3.2 นักเรียนศึกษาบทสรุปในแบบเรียนร่วมกับครู 3.3 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในแบบเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายวิทยาศาสตร์
2. ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์
3. วิธีสอนวิชาชีววิทยา
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. การออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลอง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายของวิทยาศาสตร์

ความหมายของวิทยาศาสตร์

ราชบัณฑิตยสถาน (2538:767) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้ที่ได้โดยการสังเกตและการค้นคว้าจากการประจักษ์ธรรมชาติ แล้วจัดเข้าเป็นระเบียบ

"วิทยาศาสตร์" ตามความหมายในสารานุกรมโคลัมเบีย (The Columbia Encyclopedia. 1965:1910) หมายถึงความรู้ที่สะสมและจัดไว้อย่างมีระบบ ความรู้นี้ได้จากประสบการณ์ธรรมชาติ ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ มิใช่มีการสะสมความรู้ไว้นั้น แต่รวมทั้งการใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

เย็นใจ เลาหวณิช (2529:5) ได้ให้ความหมายของ"วิทยาศาสตร์" ว่าวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและกระบวนการหาความรู้

ชัยวัฒน์ คุปตะกุล(2530:22) ได้อธิบายว่า "วิทยาศาสตร์" คือ ความรู้ความเข้าใจของมนุษย์เองกับธรรมชาติรอบตัวทั้งใกล้และไกลและการประยุกต์ความรู้ความเข้าใจนั้นเป็นประโยชน์ต่อมนุษยชาติ

สุวัณห์ นิยมคำ (2531:109-110) ได้สรุปความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประการดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ คือ เนื้อหาของความรู้ที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับธรรมชาติ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้
2. วิทยาศาสตร์ คือ เนื้อหาของความรู้ที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับธรรมชาติซึ่งจัดรวบรวมไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผนและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้สืบเสาะหาความรู้
3. วิทยาศาสตร์ คือ เนื้อหาของความรู้ที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับธรรมชาติ ซึ่งจัดไว้เป็นระเบียบแบบแผนและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ต่างๆอย่างไม่หยุดยั้ง โดยอาศัยการสังเกตหรือทดลองเป็นพื้นฐาน

จากแนวคิดของบุคคลเหล่านี้สรุปได้ว่า "วิทยาศาสตร์" หมายถึง เนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมที่ได้ศึกษาค้นคว้าและนำมารวบรวมไว้อย่างมีระบบรวมทั้งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาความหมายของวิทยาศาสตร์ประกอบกับบทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์มีผลต่อการพัฒนาสังคมและประเทศแล้ว จะเห็นได้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์และทุกคนควรมีโอกาสได้ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีที่ถูกต้อง ซึ่งจะยังประโยชน์ให้บังเกิดแก่ผู้เรียนและสังคมอย่างแท้จริง การกำหนดความมุ่งหมายของการสอนจึงมีความสำคัญเพราะจะเป็นแนวทางของการจัดการเรียนการสอน

จำนง พรายแถมแซ (2516:17-24) ได้ประมวลความมุ่งหมายของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ให้เข้าใจวิธีทำงานของนักวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนมีโอกาสศึกษาวิธีทำงานของนักวิทยาศาสตร์ด้วยการฝึกหัดและปฏิบัติตามวิธีการต่างๆที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะพบกับวิถีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และจะเกิดประสบการณ์ในการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้งซึ่งอยู่ตลอดเวลา กระบวนการแก้ปัญหตามวิธีวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ที่สำคัญ ดังนี้

- 1.1 กำหนดขอบเขตของปัญหาอย่างชัดเจน
- 1.2 รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- 1.3 ตั้งสมมติฐานหรือคาดคะเนความน่าจะเป็น
- 1.4 ทำการทดสอบหาความจริง ถ้าสมมติฐานนั้นถูกต้อง
- 1.5 ให้ข้อสรุป

2. ให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) ซึ่งการมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้คือ

- 2.1 มีใจกว้างพอที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นธรรม โดยไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตนแต่ฝ่ายเดียว
- 2.2 มีใจมั่นคง โดยไม่ด่วนตัดสินใจเชื่อมั่นในสิ่งใดอย่างจริงจังจนกว่าจะได้หลักฐานหรือทดลองให้เห็นจริงหลายๆ ครั้งด้วยตนเอง
- 2.3 มีความปรารถนาที่จะทดสอบความคิดเห็นของตน ด้วยการค้นคว้าทดลองจากตำรา ตำราและจากความคิดเห็นของผู้อื่นเสมอ
- 2.4 สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี
- 2.5 มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้ให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น
- 2.6 ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ๆ ที่มีคุณค่าต่อการดำรงชีวิต
- 2.7 คิด ทำและพูดอย่างมีเหตุผลตามวิถีทางของวิธีวิทยาศาสตร์
- 2.8 จะไม่ยึดถือตามตำราเล่มใดเล่มหนึ่งเพียงเล่มเดียว

3. ให้มีทักษะและความสามารถ (Skills and Abilities) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ

3.1 ทักษะและความสามารถในการกระทำ (Functional skills and abilities) คือ ทักษะและความสามารถในการใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น การชั่ง การตวง การวัด การสังเกต การจดบันทึก เป็นต้น

3.2 ทักษะและความสามารถในการด้านจิตใจ (Mental skills and abilities) คือ มีทักษะและความสามารถในการเชิงสติปัญญาและการใช้ความคิดเพื่อการแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

4. ให้รู้คุณค่า (Appreciation) การรู้คุณค่าของสิ่งใดก็ตามย่อมหมายถึงความพอใจในสิ่งนั้น ความพอใจเป็นรากฐานของการรู้คุณค่า ถ้าเด็กมีความรัก มีความชอบหรือมีความพอใจที่จะเรียนวิทยาศาสตร์ การรู้คุณค่าในวิทยาศาสตร์ก็จะเกิดขึ้น จึงจำเป็นที่ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้ที่คอยกระตุ้น หรือเร้าอารมณ์ให้เด็กเกิดความพอใจที่จะเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ตลอดเวลา จึงจะทำให้เด็กเกิดรู้คุณค่าของวิชาวิทยาศาสตร์ในแง่ต่างๆ เช่น

4.1 บทบาทของวิทยาศาสตร์ต่อชีวิตประจำวัน

4.2 วิธีทางต่างๆ ที่วิทยาศาสตร์นำมาใช้อธิบายสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวของเรา

4.3 ความเจริญก้าวหน้าทั้งด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.4 กฎเกณฑ์และความสมดุลแห่งธรรมชาติ

4.5 ธรรมชาติการเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์

4.6 ความสวยงามของธรรมชาติ

5. ให้เกิดความสนใจ (Interest) การเกิดความสนใจสืบเนื่องจากพื้นฐานทางอารมณ์เหมือนกับการรู้คุณค่าเช่นกัน คือ ต้องเกิดความพอใจเสียก่อนแล้วความสนใจจึงจะเกิดตามมาภายหลัง ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

5.1 ความสนใจที่จะยึดเอาเป็นอาชีพเพราะมองเห็นคุณค่าและความสำคัญของวิทยาศาสตร์ สามารถจะประยุกต์มาสร้างสรรค์ให้เกิดประโยชน์ต่อมวลมนุษยชาติได้อเนกประการ

5.2 ความสนใจที่จะทำเป็นงานอดิเรก เพราะวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เปิดโอกาสให้เด็กเกิดความสนใจได้มากมายหลายสาขาตามความถนัดของเด็กที่จะนำไปปฏิบัติ เพื่อใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

ธีระชัย บุรณโชติ (2516:32-33) ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากมักจะสอนแต่สิ่งที่มีอยู่ในแบบเรียน โดยไม่มีจุดมุ่งหมายที่แท้จริงเลย วิทยาศาสตร์มิได้เป็นแต่เพียงรายการ(list) ของข้อเท็จจริงต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ที่จะต้องพยายามบรรจุลงไปในสมองของผู้เรียนเท่านั้น สิ่งที่เราควรจะมุ่งหวังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนด้วยก็คือความเข้าใจในข้อสรุปหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ทักษะในการใช้เครื่องมือ ทักษะในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทักษะในการคิดอย่างมีเหตุผล และโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และปลูกฝังทัศนคติความสนใจ และความซาบซึ้งต่อวิทยาศาสตร์ ข้อเท็จจริงต่างๆทางวิทยาศาสตร์ เป็นเพียงส่วนหนึ่งที่เรต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้เท่านั้น

อาร์ เอ็ม คาลรา (R.M.kalra. 1976:5) กล่าวว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์ตามระบบใหม่ต้องการให้นักเรียนพัฒนาทั้งทักษะและความรู้ ซึ่งจะทำให้เข้าใจสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะ ให้นักเรียนเข้าใจวิธีการค้นคว้าหาความรู้ ดังนั้นหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ควรเน้นทฤษฎีและหลักวิทยาศาสตร์ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน แต่ควรจะเน้นการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อปรับปรุงการเป็นอยู่และใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

จากการสรุปแนวความคิดดังกล่าว มีความสอดคล้องกับกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการที่มีนโยบายปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ในปี พ.ศ. 2533 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมทั้งในปัจจุบันและอนาคต โดยหลักสูตรที่ปรับปรุงใหม่นี้จะมีความยืดหยุ่นมากขึ้นและมุ่งเน้นกระบวนการการเรียนรู้ทั้งด้านความคิดและการปฏิบัติทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสได้สัมผัสกับวิชาเลือกมากขึ้นทำให้พบความสามารถ ความถนัดและความสนใจของตนเองมีความรู้พื้นฐานสำหรับการประกอบสัมมาอาชีพหรือการ

ศึกษาต่อนอกจากนั้น หลักสูตรยัง เน้นการศึกษา เพื่อสนองความต้องการของท้องถิ่นด้วยและจากสภาพการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านเศรษฐกิจ การเมือง สังคมและด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยในปัจจุบันชี้ให้เห็นว่าในอนาคตประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะพัฒนาอุตสาหกรรมมากขึ้น ซึ่งจะเป็นผลให้เกิดอาชีพใหม่ๆสาขามากขึ้น (ภพ เลหาไพบูรณ์. 2537)

นับตั้งแต่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 เป็นต้นมากรมวิชาการได้ติดตามประเมินผลการใช้หลักสูตรดังกล่าวตลอดมาเป็นระยะๆ และได้นำข้อมูลต่างๆ มาพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรในรายละเอียดปลีกย่อยตลอดเวลา จนเป็นหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการประกาศใช้หลักสูตรในโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วประเทศตั้งแต่ปีการศึกษา 2534 เป็นต้นมา

จุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 (กรมวิชาการ. 2535:111) มีดังนี้

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ซึ่งแบ่งเป็นวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยาแล้วจำ เป็นที่จะต้องจัดกิจกรรมให้สัมพันธ์

กับวิชาอื่นๆและเป็นไปตามจุดเน้นของหลักสูตรด้วย

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 ดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเพื่อให้นักเรียนได้ทั้งเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ ครูผู้สอนจึงต้องศึกษาค้นหาเทคนิควิธีสอนที่เหมาะสมเพื่อนำมาทดลองใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับหลักการ จุดหมาย จุดเน้นและจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนวิชาชีววิทยา

วิธีสอนชีววิทยา

ผู้สอนจะต้องวางแผนการสอน กำหนดวิธีสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา สภาพชั้นเรียนความรู้พื้นฐานของนักเรียน ตลอดจนความพร้อมของวัสดุอุปกรณ์ รวมถึงความสามารถในการสอนของครูเองวิธีสอนชีววิทยานั้นองค์การยูเนสโก (UNESCO. 1986:285-313) ได้วางแผนวิธีสอนเพื่อให้ครูได้เลือกใช้ตามความเหมาะสมดังนี้

1. วิธีสอนโดยครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher-Initiated Teaching Procedures) แบ่งเป็น

1.1 การบรรยาย (Lecture) เนื้อหาวิชาชีววิทยางานตอนมีความจำเป็นต้องใช้การสอนแบบบรรยาย เช่น เรื่องอนุกรมวิธาน เป็นต้น ถ้าครูมีประสบการณ์การสอนดีก็จะสามารถสอนแบบบรรยายแล้วทำให้นักเรียนเข้าใจได้ดี

1.2 การอภิปรายในชั้นเรียน (Class discussion) เป็นกิจกรรมที่สำคัญในการเรียนการสอน ฝึกให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่น

2. วิธีสอนรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม (Individual or group centred techniques) แบ่งเป็น

2.1 การสอนรายบุคคล (Individualized Instruction) เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยยึดลักษณะความแตกต่างของแต่ละบุคคลของผู้เรียน ให้เรียนตามความต้องการความสนใจและความสามารถของผู้เรียน

2.2 การสอนเป็นกลุ่ม (Group Teaching) เป็นการสอนแบบเก่าที่มีมานานแล้ว แต่ปัจจุบันได้พัฒนามากขึ้นอย่างต่อเนื่อง การสอนเป็นกลุ่มไม่เพียงแต่มีวัตถุประสงค์ให้เกิดความเข้าใจด้านความรู้ความคิดแล้ว ยังเป็นการพัฒนาทักษะด้านการพูดให้โอกาสนักเรียนได้แสดงออกด้วยตนเอง ทำให้ครูได้มองเห็นความคิดของนักเรียนจากคำตอบนักเรียนได้พัฒนาความสามารถของตนอย่างอิสระในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม พัฒนาความรู้สึกด้านการรับผิดชอบต่อสังคม และรู้สึกในความเป็นเจ้าของสังคมด้วยส่วนหนึ่ง (Cox and Jaques. 1976)

3. ยุทธวิธีสอนโดยการทดลองในห้องปฏิบัติการ (Strategies for laboratory - Oriented Instruction) แบ่งเป็นวิธีย่อยหลายวิธี คือ

- การสอนด้วยการฝึกปฏิบัติการ (Practical laboratory teaching)
- การปฏิบัติการให้ดูหรือการสาธิต (Illustrative laboratory)
- การปฏิบัติการทดลองด้วยตัวนักเรียนเอง (Investigative laboratory)
- การฝึกปฏิบัติการทดลองเป็นขั้นตอนตามคำแนะนำที่บอกไว้ (Structured laboratory)
- การฝึกการทดลองแบบเปิด (Unstructured or Open-ended laboratory)

4. วิธีสอนโดยใช้ศูนย์สื่อการสอน เช่น การสาธิต (Demonstration) ภาพยนตร์ (motion film) फिल्मสตริป (filmstrip) สไลด์ (Slides) फिल्मลูป (film loops) แผ่นใส (Transparencies) และนิทรรศการ

(Exhibition) เป็นต้น

5. นักเรียนเรียนด้วยตนเอง (Pupil-Initiated Learning Procedure) ได้แก่ บทเรียนสำเร็จรูป(Programmed learning) เครื่องช่วยสอน(Teaching machine) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน(Computer Assisted Instruction) เกมการศึกษาและสถานการณ์จำลอง(Games and Simulation) การเรียนโดยอิสระ(Independent study) นักเรียนเขียนรายงานและทำงานที่ครูมอบหมาย(Student reports and assignments)

6. การจัดกิจกรรมการเรียนนอกห้องเรียน (Out-of-school learning Activities) ได้แก่ การศึกษานอกสถานที่(field trips) การทำโครงการทางชีววิทยา(Project method in biology) การเข้าร่วมชมรมทางชีววิทยา ศูนย์ชีววิทยา หรือการจัดงานทางชีววิทยา (Participation in Biology Clubs , Centres , Fairs and Congress)

7. เทคนิคการปรับปรุงพฤติกรรมและสมรรถนะของครู(Techniques to improve teacher behavior and competency) ได้แก่ การสอนแบบจุลภาค(Microteaching) การสอนเป็นคณะ(Team teaching) เป็นต้น จากวิธีสอนวิทยาศาสตร์ และวิธีสอนชีววิทยาที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นว่าวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง หรือการสอนแบบปฏิบัติการหรือการสอนแบบการทดลองนับว่า เป็นวิธีสอนที่สำคัญวิธีหนึ่งของการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา

การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง

การสอนแบบปฏิบัติการทดลองนี้ ได้มีผู้เรียกชื่อแตกต่างกันออกไป เช่น การสอนแบบทดลอง(Experimentation) การสอนแบบปฏิบัติการ(Laboratory)และฝึกฝน(Practicals) เป็นต้น (Bligh, 1975:173) แนวคิดเรื่องการสอนแบบนี้มีมานานพร้อมกับการเรียนรู้ของมนุษย์ เพราะการเรียนรู้อาชีพในสมัยก่อนนั้นเรียนรู้จากของจริงฝึกจากของจริง เมื่อการศึกษาในอาชีพเริ่มหันมาหาสถาบัน ห้องทดลอง การฝึกฝนในอาชีพจึงแคบเข้ามา

เฉพาะในสถาบันเท่านั้น (ไพฑูรย์ สินลารัตน์. 2524:94-95) ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง จึงครอบคลุมทั้งการปฏิบัติในห้องทดลอง การฝึกฝนปฏิบัติจริงจากสิ่งที่เรียนควบคู่กันเป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้หรือเนื้อหาที่เรียนไปได้ค้นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง แม้ว่าอาจจะไม่พบก็ตาม พร้อมทั้งได้ประยุกต์เนื้อหากับสภาพจริงฝึกฝนและลงมือทำตามความรู้ที่ศึกษาไป

ความหมายของบทปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติการ ตามความหมายในพจนานุกรมไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2525 (2538:495) หมายถึง การทดลองพิสูจน์ข้อเท็จจริงตามทฤษฎีหรือฝึกงานเพื่อให้เกิดความชำนาญ ส่วนความหมายของบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์นั้นยังไม่มีผู้ให้นิยามไว้

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ให้ความหมายปฏิบัติการว่า เป็นวิธีสอนวิธีหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ ดังที่ น้อมฤดี จงพยุงะ (2527:35-36) กล่าวว่า "...วิธีปฏิบัติการหมายถึงการสอนที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือกระทำ หรือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองนักเรียนจะได้รับประสบการณ์ตรงและค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเอง..." ดังนั้นในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ จึงได้เรียกการปฏิบัติการว่าวิธีสอนแบบปฏิบัติการหรือวิธีสอนแบบทดลอง

ประดับ เรืองมัลย์ (2524:289) กล่าวว่า วิธีสอนแบบปฏิบัติการเป็นการสอนวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนได้ลงมือกระทำการทดลองต่างๆด้วยตนเองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ การทดลองด้วยตนเองนี้จะทำให้นักเรียนได้รับการฝึกทักษะๆ ที่สำคัญ

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524:140) ได้ให้ความหมายการสอนแบบปฏิบัติการว่า หมายถึง กระบวนการสอนที่ใช้ประสบการณ์ตรง เพื่อให้ได้ผลผลิตหรือข้อเท็จจริงจากการสังเกตและการทดลองเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม

บุญชม ศรีสะอาด (2528:278) ได้ให้ความหมายการสอนวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการว่า เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้การ

แนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดโดยทำการทดลองปฏิบัติฝึกการใช้ทฤษฎี โดยผ่านการสังเกต การทดลองภายใต้สภาพที่ควบคุมไว้

จากคำกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า

การสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้จากการทดลองด้วยตนเอง เพื่อมุ่งให้นักเรียนได้มีเสรีภาพทางความคิดและได้ฝึกฝน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์หมายถึง กิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัด เพื่อให้นักเรียนได้ให้ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีครูให้คำแนะนำปรึกษา

ความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์

กิจกรรมปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังที่ โอ โรเจอร์ แอน เดอร์สัน (O. Roger Anderson 1976:59-60) กล่าวเกี่ยวกับความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้สรุปได้ว่าการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้มีการเรียนรู้ถึงวิธีการคิดอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันช่วยให้เกิดความรู้สึกซาบซึ้งต่อบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ ช่วยให้เข้าใจถึงขอบข่ายของวิชาวิทยาศาสตร์

วินเซนต์ เอ็น ลูเนตตาและคณะ (Vincent N. Lunetta and et.al. 1981:22-25) ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้สรุปได้ว่ากิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่า กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจในธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้เข้าใจเนื้อหา ข้อเท็จจริง หลักการและข้อสรุปต่างๆของวิชาวิทยาศาสตร์ ได้เรียนรู้ถึงวิธีการคิดอย่างมีหลักเกณฑ์และที่สำคัญอีกประการหนึ่งกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ยังช่วยพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในเชิงนิมิตของนักเรียนอีกด้วย

องค์ประกอบของการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง

องค์ประกอบที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง สรุปได้ดังนี้

1. สถานที่ฝึกปฏิบัติ จะต้องมีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและเนื้อหาวิชาที่จะฝึกปฏิบัติ ปกติสถานที่ฝึกปฏิบัติมีความแตกต่างกันตามรูปแบบและวิธีการสอนแต่ละลักษณะแต่ควรมีความเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และวิธีการสอน มีความพร้อมด้านการใช้สอนความยินดีและเต็มใจของเจ้าของสถานที่ เป็นสถานที่ที่มีความยืดหยุ่น และควรเป็นแบบฉบับที่ดีได้

2. อุปกรณ์และเครื่องมือจำเป็นเป็นสิ่งสำคัญยิ่งเพื่อให้การปฏิบัติงานอยู่ในสภาพใกล้เคียงหรือเป็นภาพความเป็นจริงมากที่สุด เครื่องมือและอุปกรณ์จึงต้องเพียงพอกับจำนวนผู้เรียน รวมถึงพาหนะสำหรับการศึกษานอกสถานที่ หากการบริการด้านนี้บกพร่องจะเป็นอุปสรรคสำคัญของการสอน ซึ่งผู้สอนหรือสถาบันการศึกษาต้องหาทางแก้ไขปัญหานี้ให้ได้นอกจากนี้ ควรจะอยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานได้ทันที โดยไม่จำกัดเวลา หรือเปิดเวลาให้กว้างมากที่สุดโดยสามารถยืดหยุ่นได้ และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ถ้าเป็นไปได้ควรจะเป็นของที่ทำ ชื้อหรือปรับปรุงขึ้นภายในประเทศ เพื่อฝึกนิสัยและทัศนคติให้คุ้นเคยกับการใช้ของที่ผลิตภายในประเทศของตน

3. เอกสารการฝึกปฏิบัติ เอกสารการฝึกปฏิบัตินี้จะประกอบด้วยคู่มือการฝึกปฏิบัติ เอกสาร และคำแนะนำอื่น ๆ

3.1 คู่มือการฝึกปฏิบัติถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุดเนื่องจากมีรายละเอียดบอกให้รู้ว่าฝึกอะไร เพื่ออะไรและอย่างไร ส่วนประกอบของคู่มืออาจมีมากหรือน้อยแล้วแต่แบบของการฝึกปฏิบัติ แต่ควรมีเนื้อหาในแต่ละหัวข้อรายละเอียด

3.2 เอกสารประกอบ หมายถึง เนื้อหาทฤษฎีหรือหลักการที่ช่วยให้ผู้ฝึกปฏิบัติมีความความเข้าใจและยังช่วยให้ผู้ฝึกปฏิบัติแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการฝึกปฏิบัติด้วย

3.3 เอกสารคำแนะนำอื่นๆ คือ เอกสารประกอบเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจสถานที่ฝึกปฏิบัติรวมถึงเอกสารอื่นที่ผู้สอนเลือก เพื่อช่วยให้การดำเนิน

การฝึกมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. การเตรียมตัวของผู้สอนผู้เรียน ผู้สอนต้องเข้าใจวัตถุประสงค์ของการฝึกและขั้นตอนต่างๆ เช่น กำหนดเนื้อหา เตรียมเอกสาร เครื่องมือ อุปกรณ์ สถานที่ เวลาตลอดจนศึกษาเทคนิคการแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขณะปฏิบัติกับผู้เรียน ควรทำความเข้าใจขั้นการฝึก ซึ่งบางอย่างอาจต้องใช้ความรู้ ทักษะพื้นฐานประกอบ การเตรียมตัวของผู้สอนและผู้เรียนให้พร้อมจึงเป็นสิ่งสำคัญ

5. การอภิปรายและประเมินผล อาจจะมีระหว่างการฝึกและหลังการฝึกเพื่อประโยชน์ในการทราบความก้าวหน้า และการบรรลุถึงผลสำเร็จของจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ในตอนต้น

วิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง

(Experimenting Method หรือ Laboratory Method)

เป็นวิธีสอนที่สำคัญและถูกต้องที่สุดวิธีหนึ่งในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ การสอนด้วยวิธีนี้ นักเรียนในชั้นมีโอกาสได้ทำการทดลองด้วยตนเองทำให้นักเรียนพอใจ สนใจและรู้สึกว่าได้ความรู้ใหม่ๆซึ่งทำให้เข้าใจและจำได้ดี

การปฏิบัติการทดลอง เป็นวิธีที่ดีวิธีหนึ่งตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการเรียนแบบวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์นั่นเองและเพื่อให้การสอนด้วยการปฏิบัติการทดลองได้ผลสมความมุ่งหมาย

การดำเนินการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง

อำนาจ รุ่งรัศมี (2525:76-77) กล่าวว่า ในการสอนด้วยวิธีทดลองนั้น ครูจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ของการทดลองไว้ให้ชัดเจน เพื่อให้ทราบว่าจะให้นักเรียนรู้อะไรบ้าง หรือเพื่อพิสูจน์อะไร

ขั้นต่อไป ครูจะต้องหยิบยกปัญหาขึ้นมาหรือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยซึ่งจะเป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนอยากทราบคำตอบ ครูต้องไม่อธิบายหลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆแก่นักเรียน แต่จะให้นักเรียนได้ลงมือทำการ

ทดลองด้วยตนเอง ควรได้ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่

- การสังเกต
- การตั้งสมมติฐาน
- การอธิบาย หรือการตรวจสอบสมมติฐาน
- การสรุป
- การนำไปใช้

การสอนโดยวิธีทดลองนี้ ครูจะต้องผ่านการวิเคราะห์กิจกรรมมาเป็นอย่างดีแล้วว่า กิจกรรมการสอนของครูประกอบไปด้วยขั้นตอนอะไรบ้าง และกิจกรรมการเรียนที่นักเรียนต้องกระทำนั้นจะประกอบด้วยกิจกรรมอะไร มีกิจกรรมก่อนหลังอย่างไร วัสดุอุปกรณ์ตลอดจนการใช้เครื่องมือมีพร้อมครบถ้วนและจะใช้เมื่อไร

ครูควรได้ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจวิธีการทดลองทุกขั้นตอน อาจเขียนไว้บนกระดานดำหรือซักซ้อมกับนักเรียนเป็นอย่างดี มีข้อควรระวังก็คือเรื่องความปลอดภัย ซึ่งครูจะต้องชี้แจงอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้ให้นักเรียนทราบ และหาวิธีป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีหรือไฟฟ้า เตือนให้นักเรียนถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัดและครูควรได้ดูแลหรือเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด การทดลองใดที่ครูเห็นว่ามีความเสี่ยงก็ไม่ควรให้นักเรียนทำการทดลอง แต่ครูควรสอนด้วยวิธีการสาธิต นักเรียนต้องบันทึกผลการทดลองไว้อย่างละเอียดชัดเจน มีการอภิปรายผลและสรุปผลการทดลองอย่างแจ่มชัดทุกครั้ง

ลำดับขั้นตอนในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์

น้อมฤดี จงพยุงะ สมใจ ฤทธิสนธิ์และพยอม ตันมณี (2517:44-46) กล่าวว่าในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ ควรมีลำดับขั้นตอนการสอน ดังนี้ลำดับขั้นการสอน

1. ขั้นเตรียมกิจกรรม

1.1 จัดแบ่งกลุ่มนักเรียนให้เรียบร้อย

1.2 อธิบายถึงระเบียบที่ควรปฏิบัติขณะทดลองข้อนี้ครูและนักเรียน

จะวางแผนร่วมกันเขียนเป็นกฎติดไว้เป็นที่ทราบทั่วกันทั้งชั้นเรียน และเป็นการส่งเสริมประชาธิปไตยด้วย มิใช่กฎหรือระเบียบนั้นมาจากครู

1.3 ให้นักเรียนอ่านสมุดปฏิบัติการ (Direction) มาล่วงหน้าก่อนที่จะลงมือปฏิบัติในการทดลอง

1.4 อธิบายให้นักเรียนรู้จักอุปกรณ์ชนิดต่างๆ

2. ขั้นปฏิบัติการ

2.1 นักเรียนแยกย้ายกันไปตามกลุ่มที่จัดไว้

2.2 ลงมือปฏิบัติการตามชั้นต่างๆ ที่มีอยู่ในสมุดปฏิบัติการ หรือใน Sheet ที่ครูแจก หรืออาจจะเขียนไว้บนกระดานดำหรือแผนภูมิเป็นชั้นๆ

2.3 นักเรียนสังเกตการปฏิบัติการตามลำดับชั้น

2.4 นักเรียนบันทึกผลที่ได้ลงในสมุด

2.5 ครูคอยดูแลนักเรียนกลุ่มต่างๆ ให้ทำงานร่วมกันอย่างทั่วถึง และคอยให้คำแนะนำข้อสงสัยต่างๆ แก่เด็ก

3. ขั้นสรุปและประเมินผล

3.1 ครูซักถามนักเรียนถึงผลที่ได้จากการปฏิบัติการ

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงผลที่ได้

3.3 ครูพยายามส่งเสริมให้นักเรียนเปรียบเทียบผลที่ได้ในกลุ่มของตนและกลุ่มของเพื่อนว่ามีสาเหตุอะไรที่ทำให้แตกต่างกันออกไป จะเป็นการส่งเสริมความคิด และเป็นการสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็กในการรู้จักหาเหตุผลของสิ่งต่างๆ

3.4 ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะลงมือปฏิบัติการ ดูในด้านความสนใจการร่วมมือปฏิบัติงานจะเป็นการปลูกฝังการทำงานหมู่ และสร้างเสริมความเป็นประชาธิปไตยให้เกิดขึ้น

3.5 ครูตรวจผลของการปฏิบัติการ ที่นักเรียนบันทึกส่ง

ประโยชน์ของการทำปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทำปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์หรือการสอนแบบปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

วราภรณ์ ชัยโอภาส (2521:51) กล่าวว่า "...การปฏิบัติการเป็นการช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ ได้พบปัญหา ได้แก้ปัญหา ได้ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองและการสอนโดยวิธีนี้จะคุ้มค่ามากถ้านักเรียนจะได้เป็นผู้ออกแบบการทดลองประเมิน ผลการทดลองด้วยตนเอง..."

น้อมฤดี จงพยุหะ (2526 : 35-36) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. เรียกร้องความสนใจและความตั้งใจของนักเรียนได้ดี
2. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนอย่างแจ่มแจ้ง
3. นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการกระทำ
4. นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรง
5. นักเรียนสนุกสนานและพอใจในการเรียน
6. ส่งเสริมทักษะในการใช้เครื่องมือ
7. ส่งเสริมการทำงานเป็นหมู่
8. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต
9. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนมีความคิด มีเหตุผล
10. ส่งเสริมให้เชื่ออย่างมีเหตุผล มีการพิสูจน์ทดลอง

สุเทพ อุตสาหะ (2526:68) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบทดลอง ไว้ดังนี้

1. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน
2. นักเรียนได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรง
3. นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เป็นการฝึกการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์
5. เป็นการเรียนรู้จากของจริง ทำให้จำได้นานกว่าการเรียนจาก

สัญลักษณ์

6. เป็นการเสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มีประโยชน์ คือ นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้เครื่องมือ ฝึกการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความสนุกสนานและสนใจในการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้รักเรียนได้รับ ทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดทั้งสองส่วนในการประเมินผู้วิจัยจึงได้จำแนกพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4 พฤติกรรม (ประวิตร ชูศิลป์, 2524: 21-31) ดังนี้

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปรการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการต่างๆทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สมจิต สวรรณไพบูลย์ (2526:63-69) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่าง

มีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่างๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติและจากสถานที่อยู่รอบๆตัวเรา โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้น คือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองหรือพิสูจน์ การสรุปผลและนำไปใช้ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะการนำเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ตลอดจนการได้รับการพัฒนาความคิดในการแก้ปัญหาและเฝ้าหาคำตอบหรืออาจกล่าวได้ว่าการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ ดังต่อไปนี้
 วรรณทิพา รอดแรงค่าและจิต นวนแก้ว (2532:V) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ในแนวทางเดียวกันดังนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ ทำให้เกิดการพัฒนากการทางสติปัญญา

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525:58-59) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ฉะนั้นวิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริงหลักการและกฎในขณะที่ทำ การค้นคว้าทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย เช่น การฝึกการสังเกต บันทึกข้อมูลตั้งสมมติฐาน และการทดลอง เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบนี้เรียกว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" ซึ่งสมาคมการศึกษาวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science หรือ AAAS) ได้แบ่งทักษะกระบวนการ

การทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 กระบวนการ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กิ่งฟ้า สินธุวงศ์. 2525:142-145; ภพ เลาทไพบูลย์. 2537:13-30; วรณทิพา รอดแรงคำและจิต นวนแก้ว. 2532:IX: วรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2532:V-VII) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2526:1-5) ได้รวบรวมนำมาประยุกต์และปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมเพื่อให้ครูได้นำไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนของประเทศไทย โดยแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 กระบวนการ คือ

1. การสังเกต (Obsevation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ(โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด(Measurement) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์อาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความหมายที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆจากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆโดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/time Relationship) หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งรูปร่างลักษณะ เช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

เมื่อเห็นมิติวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ)

ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆกับเวลาได้

5. การคำนวณ(Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม

กระทำได้จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมช่วย

8. การพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟทำได้ 2 แบบคือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้อยู่ไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือสามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้นคือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้อง

การทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ สิ่งอื่นๆนอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลองหมายถึง การวางแผน การทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลอง โดย

12.3.1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.3.1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องการใช้ในการทดลองได้

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpretting Data and Conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆด้วย เช่น ทักษะการสังเกตทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะที่กล่าวมาแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 1 ถึง 8 และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 9 ถึง 13

เป็นที่ยอมรับทั่วไปว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน คือ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The Process of Science) ค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Body of Knowledge) ด้วยตนเองในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) (วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2532:VII-VIII)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

จากการประมวลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า มีผู้ศึกษาไว้ ดังนี้

งานวิจัยของ รุ่งชีวา สุขดี (2531) ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิรดี สุวีรานนท์ (2532) ได้ศึกษาผลการฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของสุนทรี วัฒนพันธ์ (2535) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญสม เลิศพิเชฐ (2536) ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดบทเรียนเทปโทรทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง "ระบบการหมุนเวียนเลือดในคน" ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดบทเรียนเทปโทรทัศน์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุมาลี ดำรงไชย (2537) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ มณีรัตน์ เกตุไสว (2540) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้ง เลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับงานวิจัยของ ปรีชา ธรรมฤทธิ์ (2529) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนนุช มาบุตร (2532) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533) ศึกษาผลที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้

แบบฝึกการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุษยาณี ปุชิตาการ (2533) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบการตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการประมวลงานวิจัยในประเทศดังกล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่าการเรียนการสอนที่เป็นแบบสืบเสาะหาความรู้เหมือนกันแต่จัดกิจกรรมในการเรียนการสอนต่างกัน จะมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีทั้งที่แตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยต่างประเทศ

จากการประมวลผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า มีผู้ศึกษาไว้ ดังนี้

งานวิจัยของเดวิส (Davis, 1979) ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะค้นพบที่ใช้การชี้แนะแนวทางในหลักสูตรประถมศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะค้นพบที่ใช้แนะแนวทางสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูบอกความรู้ตามตำรา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของฟิลลิปส์ (Phillips, 1990) ได้ศึกษาการประเมินผลความรู้ ความเข้าใจและการนำไปใช้ซึ่งเป็นผลเปลี่ยนมาจากการพัฒนาวิธีการเรียนการสอนโดยครูที่กำลังทำงานเพื่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมในเขตหลุยส์เซียนา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความเข้าใจและการนำไปใช้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบลงมือปฏิบัติจริง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามตำราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ โอดูบันมิ และบาโลกัน (Odubunmi and Balogun, 1991) ได้

ศึกษาผลของวิธีสอนแบบปฏิบัติในห้องทดลอง และวิธีสอนแบบบรรยายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความเข้าใจ ในการบูรณาการวิทยาศาสตร์พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความเข้าใจในการบูรณาการวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการในห้องทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับผลจากการสอนที่มีเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สอง ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและกลุ่มที่สามได้รับการสอนแบบบรรยาย และให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้เป็นวิธีทดสอบภาคสนาม ซึ่งเรียกว่าการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ (IASA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายตามลำดับ สำหรับงานวิจัยของโอลารินอย (Olarinoye, 1979) ผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนวิชาฟิสิกส์ 3 วิธีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในประเทศไนจีเรีย กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่มและกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยกลุ่มควบคุมสอนตามตำรากลุ่มทดลองที่หนึ่ง สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง กลุ่มที่สอง สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

จากการประมวลผลงานวิจัยต่างประเทศดังกล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ แต่จัดกิจกรรมในการเรียนการสอนต่างกันจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีทั้งแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน

จากการประมวลผลงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้นจะมีความสอดคล้องและสนับสนุนซึ่งกันและกันเป็นส่วนใหญ่ จึงสรุปได้

ว่า ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการจัดกิจกรรมในการเรียนการสอนต่างกัน แต่เน้นให้นักเรียนคิด ทำและแก้ปัญหาด้วยตนเองเหมือนกันก็จะมีผลทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ ในเนื้อหาของบทเรียนอย่างแท้จริง และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงตามไปด้วย ดังนั้น ครูจึงควรใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมโดยเน้นให้นักเรียนได้คิด ทำและแก้ปัญหาด้วยตนเองแล้วก็จะก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้นและเป็นไปอย่างเต็มศักยภาพ จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นแบบปฏิบัติการทดลอง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

จากการประมวลผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่า มีผู้ศึกษาไว้ ดังนี้

งานวิจัยของ ปรีชา ธรรมฤทธิ์ (2529) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ที่เรียนจากการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของนางนุช มาบุตร (2532) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่2 โดยใช้แบบฝึกคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกคิดอย่างมีเหตุผล กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิรดี สุวีรานนท์ (2532) ได้ศึกษาผลการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ กัญญา ทองมัน (2534) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและนักเรียนที่เรียนโดยทำการทดลองแบบกำหนดแนวทางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกับงานวิจัยของ อรรณพ เจริญอ่อน (2538) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กประถมศึกษาที่ได้รับการจัดมุมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการทดลอง พบว่า เด็กก่อนประถมศึกษาที่ได้รับการประสบการณ์ ในมุมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเด็กที่ได้รับการประสบการณ์ในมุมวิทยาศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของนิยา วิชัยดิษฐ์ (2538) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนตามแผนการสอนปกติ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับ นักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนตามแผนการสอนปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของเปรมวดี รักขวลี (2539) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ มณีรัตน์ เกตุไสว (2540) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์

และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ทักษะกระบวนการของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลองปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับผลงานวิจัยของ ชูติมา วัฒนะศิริ (2535) ได้ศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับแนวการสอนของ สสวท. พบว่า ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ในวิชาเลือกเสรี แตกต่างกันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ

จากการประมวลผลงานวิจัยในประเทศดังกล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่าการเรียนการสอนที่เป็นแบบสืบเสาะหาความรู้เหมือนกันแต่จัดกิจกรรมในการเรียนการสอนต่างกันจะทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทั้งแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยต่างประเทศ

จากการประมวลผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีผู้ศึกษาไว้ ดังนี้

งานวิจัยของ วิดเดน (Widdon. 1972) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูจำนวน 26 คน และนักเรียนจำนวน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองจะเป็นนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA) และครูที่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนที่ได้รับการสอนตามหลักสูตรเดิม โดยครูไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม และครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ไรลีย์ (Riley, 1975) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ เกเบิลและรึบบ้า (Gable and Rubba, 1977) ได้ศึกษาผลการสอน และประสบการณ์ฝึกสอนที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาครูแผนกประถมศึกษาในมหาวิทยาลัยอินเดีย จำนวน 58 คน พบว่านักศึกษาฝึกหัดครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติมมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม สอดคล้องกับงานวิจัยของ สตีเวนและเอทวูด (Stevens and Atwood, 1978) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนทั้ง 3 ระดับมีคะแนนการทดสอบ 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิลเลน (Gillen, 1991) ได้ศึกษาการประเมินผลแบบโปรแกรมการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาสูงขึ้น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่านักเรียนทำแบบทดสอบได้ดีทั้ง 2 แบบ ซึ่งแสดงว่านักเรียนระดับประถมศึกษาเกรด 1 ถึงเกรด 5 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ รอทและรอยเชอร์ยัวร์ (Roth and Roychoudhury, 1993) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสิ่งแวดล้อมจริงกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 157 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นนักเรียนเกรด 11 จำนวน 48 คน ซึ่งได้รับการสอนโดยวิธีชี้แนะแนวทางในวิชาฟิสิกส์ กลุ่มที่สองเป็นนักเรียนเกรด 12 จำนวน 29 คน ซึ่งได้รับการสอนในวิชาฟิสิกส์ระดับสูงและกลุ่มที่สามเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 80 คนซึ่งได้รับการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยนักเรียนจากกลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่มจะเป็นศูนย์กลางในการเรียน การฝึกปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองอย่างอิสระ

เหมือนกัน พบว่า กลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่มมีการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงขึ้นส่วนงานวิจัยของ ทอมป์สัน (Thompson. 1992) ได้ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 ถึงเกรด 10 จำนวน 8 คน ซึ่งเป็นผู้ที่มีความสนใจและมีส่วนร่วมในการประกวดวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มA เป็นผู้ที่ชนะเลิศในการประกวดวิทยาศาสตร์กลุ่มB เป็นผู้ที่ไม่ชนะเลิศในการประกวดวิทยาศาสตร์ กลุ่มC เป็นผู้มีส่วนร่วมในการประกวดวิทยาศาสตร์และกลุ่มD เป็นผู้ไม่มีส่วนร่วมในการประกวดวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหมือนกันใน 32 รายวิชา พบว่านักเรียนทั้ง 4 กลุ่มไม่มีความเข้าใจในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากเพียงพอส่วนใหญ่มีความเข้าใจผิด โดยแสดงออกมาจากวิชาต่างๆทั้ง 4 กลุ่ม ซึ่งขาดความระมัดระวัง ความสนใจและการมีส่วนร่วมในวิชาวิทยาศาสตร์นั้น มีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ปะปนกันในหลายวิชาที่แสดงออกมาซึ่ง เริ่มต้นมาจากความสับสนในความหมายของความรู้สึกธรรมชาติจากสามัญสำนึกกับความหมายของวิทยาศาสตร์ซึ่งต่างกัน

จากการประมวลงานวิจัยต่างประเทศดังกล่าวข้างต้น พบว่า มีงานวิจัยที่สอดคล้องและสนับสนุนซึ่งกันและกัน ซึ่งพอสรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงนั้นจะมีผลทำให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าการสอนที่ไม่เน้นให้ผู้เรียนได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยให้ลงมือปฏิบัติจริงซึ่งมีผลตามมาจากการที่นักเรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติจริง นี่คือนักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์น้อยหรือไม่เกิดขึ้นเลย

จากการประมวลผลงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้นจะมีความสอดคล้องและสนับสนุนซึ่งกันและกันเป็นส่วนใหญ่จึง สรุปได้ว่าในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีการฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง โดยการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสืบค้นหาความรู้ นั้นจะมีผลทำให้นักเรียนเกิดทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และนอกจากนี้ยังพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัย ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าถ้าหากครูมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นแล้วจะมีส่วนช่วยทำให้นักเรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัย จึงจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แบบปฏิบัติการทดลอง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการออกแบบการทดลองและการปฏิบัติการทดลอง

งานวิจัยในประเทศ

จากการประมวลผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลอง พบว่า มีผู้ที่ศึกษาไว้ ดังนี้

สำหรับงานวิจัยของปราณี จันทรประสิทธิ์ (2518) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาเคมี 2 บางหัวข้อโดยวิธีการปฏิบัติการกับการสอนแบบปกติในระดับ ป.วส. ชั้นสูง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีทักษะในการปฏิบัติการทางเคมีสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งชีวา สุขดี (2531) ได้ศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการฝึกออกแบบการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุษยาณี ปุชิตากร (2533) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน

โดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู โดยให้นักเรียนในกลุ่มทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามขั้น ตอนที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ ส่วนกลุ่มควบคุม ปฏิบัติการทดลองตามวิธีการในบทเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ วไลพร พงษ์ศรีทัศน์ (2533) ได้ศึกษาผลการจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการทดลองประกอบอาหาร กับแบบปกติที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการทดลองประกอบอาหารกับแบบปกติ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533) ได้ศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่ทางด้านความคิดวิจารณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุษยาณี ปุชิตากร (2533) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ทางด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของกัญญา ทองมัน (2534) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยทำ

การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง พบว่านักเรียนที่เรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .185 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันที่ระดับ .001 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนทรี วัฒนพันธ์ (2535) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง กับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุมาลี ดำรงไชย (2537) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่น สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ สำหรับงานวิจัยของ ชูติมา วัฒนะคีรี (2535) ได้ศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับแนวการสอนของ สสวท. พบว่า ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนว สสวท. ในวิชาเลือกเสรี ว104 แตกต่างกันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ แต่ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ในวิชาเลือกเสรี ว104 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการประมวลผลงานวิจัยในประเทศดังกล่าวมา พอสรุปได้ว่าในการสอน โดยเน้นให้นักเรียนฝึกปฏิบัติการทดลองจริงในการเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครูแล้วจะพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกให้ลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ส่วนใหญ่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความวิจัยที่สอดคล้องและสนับสนุนซึ่งกันและกัน ดังนั้นจากผลงานวิจัยดังกล่าวข้างผู้วิจัยจึงนำแบบปฏิบัติการทดลองมาใช้ในการเรียนการสอนเพราะ จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝนความคิด การปฏิบัติ และการแก้ปัญหาด้วยตนเองตามขั้นตอนของการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่ และจะเกิดผลตามที่ต้องการได้โดยเฉพาะทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งจะมีการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

งานวิจัยต่างประเทศ

จากการประมวลผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบทดลอง และปฏิบัติการทดลองพบว่า มีผู้ศึกษาไว้ดังนี้

สำหรับงานวิจัยของ กานเยและบราวน์ (ปริชา กล่ำรัศมี : 2526; อ้างอิงจาก Gagne and Brown, 1964) ได้ศึกษาการสอนความคิดรวบยอดโดยใช้วิธีการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง โดยไม่มีการแนะนำ การสอนแบบแนะให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ด้วยการชี้แนะคำถามตอบสถานการณ์เพื่อให้ทราบมโนมติด้วยตนเองและแบบบอกมโนมติให้เด็กแล้วอธิบายหรือยกตัวอย่าง ผลปรากฏว่า กลุ่มที่ใช้วิธีสอนแบบแนะให้ค้นพบด้วยตนเองสามารถเรียนรู้มโนมติได้ดีที่สุด ผลงานวิจัยของ ไรลีย์ (Riley, 1975) ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาฝึกสอนเกรด 1 ถึงเกรด 4 โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านปฏิบัติจริง กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการเรียนเฉพาะทฤษฎี และกลุ่มที่สาม

เป็นกลุ่มควบคุมได้การฝึกทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่มมีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมผลงานวิจัยของ เกเบิลและรึบบ้า (Gable and Rubba. 1977) ได้ศึกษาผลของการสอนและประสบการณ์ฝึกสอนที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาครูแผนกวิชาประถมศึกษาในมหาวิทยาลัยอินเดียน่า จำนวน 58 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติมจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม และสอดคล้องกับงานวิจัยของคลาก (Klag. 1990) ได้ศึกษาผลของการฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีต่อเจตคติและความชำนาญในการนำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูฝึกสอนซึ่งได้รับการฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมมากกว่า 252 กิจกรรมและบทเรียนเป็นจำนวนมากที่เกี่ยวกับการฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าครูฝึกสอนที่ได้รับการสอนโดยฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์มีความชำนาญในการนำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น และมีคุณภาพในการปฏิบัติจริงในห้องเรียนสูงขึ้น และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ รอทและรอยเชาต์ฮิวรี (Roth and Roychoudhury. 1993) ซึ่งได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสิ่งแวดล้อมจริงกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 157 คนซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นนักเรียนเกรด 11 จำนวน 48 คน ซึ่งได้รับการสอนโดยวิธีชี้แนะแนวทางในวิชาฟิสิกส์กลุ่มที่สองเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 80 คน ซึ่งได้รับการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปโดยนักเรียนจากกลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่มจะเป็นศูนย์กลาง ในการเรียนมีการฝึกให้ปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองอย่างอิสระเหมือนกัน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่มมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ผลงานวิจัยของ สมิท (Smith. 1994) ได้ศึกษาวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม

ตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยาย และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายตามลำดับ

จากการประมวลผลงานวิจัยต่างประเทศดังกล่าวข้างต้น พบว่ามีการวิจัยที่สอดคล้องและสนับสนุนซึ่งกันและกัน พอสรุปได้ว่าในการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ได้นั้นก็ขึ้นอยู่กับครูจะต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง จนเกิดความคล่องแคล่วและชำนาญในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นั้นแล้วจึงจะมีผลทำให้เด็กเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นได้อย่างแท้จริง

จากการประมวลผลงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่จะสอดคล้องและสนับสนุนซึ่งกันและกัน จึงสรุปได้ว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้ได้ผลดีนั้นควรจัดกิจกรรม ในการเรียนการสอนโดยผู้เรียนได้รับการฝึกฝนทั้งด้านความคิด การปฏิบัติ และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ตามขั้นตอนต่างๆให้ผู้เรียนได้รับการฝึกฝนในด้านที่ต้องการอย่างเต็มที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือถ้าผู้เรียนได้รับการฝึกทางด้านค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียน ได้รับการฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะค้นคว้าหาความรู้นั้นควบคู่กันไปด้วย ดังนั้นจึงมีผลทำให้เด็กเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกมีการพัฒนาทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นตามกันไปด้วย จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แบบปฏิบัติการทดลอง

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติแตกต่างกัน
2. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติแตกต่างกัน
3. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองระหว่างก่อนกับหลัง เรียนแตกต่างกัน
4. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติระหว่างก่อนกับหลัง เรียนแตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม ที่เลือกเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 5 ห้อง

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม ที่เลือกเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 2 ห้อง ซึ่งสุ่มมาจากประชากรนักเรียน 5 ห้อง โดยการจับฉลากจากนั้นสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) อีกครั้งแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนแบบปกติ

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลาทั้งสิ้น 6 สัปดาห์

เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ศึกษาเนื้อหาวิชาชีววิทยา ว042 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง "การหายใจ" ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช

2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

แบบแผนการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย แบบมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแบบสุ่ม มีการสอบก่อนและหลังการเรียนรู้ (Randomized Control group pretest-posttest design) มีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E R	T₁	X	T₂
C R	T₁	~X	T₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- R** แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- E** แทน กลุ่มทดลอง (Experimental group)
- C** แทน กลุ่มควบคุม (Control group)
- T₁** แทน การสอบก่อนการทดลอง (Pretest)
- T₂** แทน การสอบหลังการทดลอง (Posttest)
- X** แทน การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง
- ~X** แทน การสอนแบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

- ① แผนการสอน แบ่งออกเป็น 2 แผน
 - 1.1 แผนการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง
 - 1.2 แผนการสอนแบบปกติ
2. แบบทดสอบ แบ่งออกเป็น 2 แบบ
 - 2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
 - 2.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดมุ่งหมายทั่วไป และ เนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง "การหายใจ" จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) หนังสือคู่มือครู และ หนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว042 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- ② ศึกษาเอกสารปฏิบัติการทดลอง วิชาชีววิทยา เรื่อง "การหายใจ"
3. วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน ความคิดต่อเนื่อง และความคิดรวบยอด จากเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง "การหายใจ"
4. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละตอนของเนื้อหา
5. ศึกษาเทคนิคการสอนโดยใช้แบบปฏิบัติการทดลอง
6. สร้างแผนการสอน 2 แผนการสอน คือ แผนการสอนที่สอนโดยใช้แบบปฏิบัติการทดลอง กับแผนการสอนที่สอนแบบปกติ จำนวน 18 คาบ ซึ่ง ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้
 - 6.1 เรื่องที่ศึกษา
 - 6.2 ความคิดรวบยอด
 - 6.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

6.4 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

6.5 กิจกรรมการเรียนการสอน

6.6 สื่อการเรียนการสอน

6.7 การวัดและการประเมินผลการเรียน

7. กิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ประกอบด้วย

7.1 ขั้นตอนิปรายก่อนการทดลอง

7.1.1 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน

7.1.2 นักเรียนศึกษาสถานการณ์และภาพตามที่กำหนดไว้
ให้แล้วตอบคำถามตามลำดับ นักเรียนบันทึกคำตอบลงในแบบฟอร์มที่กำหนดไว้

7.1.3 นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาที่ได้จากการศึกษา
สถานการณ์และภาพแล้วหาคำตอบของปัญหาที่คาดว่าจะตอบปัญหาที่กำหนดไว้ได้

7.1.4 นักเรียนร่วมกันวางแผนที่จะค้นหาคำตอบของปัญหา
หรือวางแผนและออกแบบการทดลอง

7.1.6 นักเรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์การทดลอง

7.2 ขั้นตอนิบัติการทดลอง

7.2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการทดลองตามแผนที่
นักเรียนร่วมกันออกแบบไว้

7.2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองและบันทึก
ปัญหาในขณะทำการทดลองทุกขั้นตอน

7.2.3 ขณะที่นักเรียนทำการทดลองครูจะเป็นที่ปรึกษาและ
ให้คำแนะนำ

7.3 ขั้นตอนิปรายหลังการทดลอง

7.3.1 ครูซักถามนักเรียนถึงผลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง

7.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นถึง
ผลที่ได้

7.3.3 ครูส่งเสริมให้นักเรียนเปรียบเทียบผลที่ได้จากการ
ปฏิบัติการทดลองภายในกลุ่มกันเองและกลุ่มของเพื่อน ๆ ว่ามีสาเหตุมาจากอะไร

ที่ทำให้เกิดความแตกต่างกันออกไป เพื่อสรุปผลการทดลองได้

7.3.4 นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันต่อไป

8. กิจกรรมการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ ประกอบด้วย

8.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

8.1.1 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน

8.1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาในแบบเรียน

8.1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสมมติฐานของการ

ทดลอง

8.1.4 ครูอธิบายจุดประสงค์ของการทดลอง อุปกรณ์และ

วิธีการทดลอง

8.2 ขั้นปฏิบัติการทดลอง

8.2.1 นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนในแบบเรียน

8.2.2 นักเรียนตอบคำถามท้ายบท

8.2.3 ขณะที่นักเรียนทำการทดลองครูจะเป็นที่ปรึกษาและ

ให้คำแนะนำ

8.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

8.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง โดยครูใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองมาสรุป รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลอง

8.3.2 นักเรียนศึกษาบทสรุปในแบบเรียนร่วมกับครู

8.3.3 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในแบบเรียน

9. การสร้างแบบปฏิบัติการทดลอง การสร้างแบบปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา ว 042 เรื่อง "การหายใจ" มีขั้นตอนดังนี้

9.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบปฏิบัติการทดลอง และวิธีการสร้างแบบปฏิบัติการทดลอง

9.2 วิเคราะห์เนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง "การหายใจ" ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อนำมาสร้างเป็นแบบปฏิบัติการทดลอง

9.3 สร้างแบบปฏิบัติการทดลองวิชาชีววิทยา เรื่อง "การหายใจ" ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยแบบปฏิบัติการประกอบด้วย ชื่อ เรื่องแบบปฏิบัติการทดลอง จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาสาระ กิจกรรม การเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน วิธีประเมินผล

9.4 นำแบบปฏิบัติการทดลอง วิชาชีววิทยา เรื่อง "การหายใจ" ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาชีววิทยา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของเนื้อหาเพื่อปรับปรุงแก้ไข

9.5 นำแบบปฏิบัติการทดลองวิชาชีววิทยา เรื่อง "การหายใจ" ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เลือกเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน

9.6 นำแบบปฏิบัติการทดลองวิชาชีววิทยา เรื่อง "การหายใจ" มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำเอาไปใช้จริง

10. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ว042 เรื่อง "การหายใจ" มีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

10.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลและวิธีสร้างแบบทดสอบวิชาชีววิทยา

10.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง "การหายใจ" แบบปรนัยมี 4 ตัวเลือก โดยสร้างให้ตรงตามพฤติกรรม ด้านละ 20 ข้อ

10.3 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาชีววิทยา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา โดยพิจารณาการใช้คำถาม ตัวเลือก ความถูกต้องของภาษาเพื่อปรับปรุงแก้ไข

10.4 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เลือกแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงและได้รับการสอน เรื่อง "การหายใจ" มาแล้วจำนวน 100 คน

10.5 นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์ความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อย่างง่าย

10.6 คัดเลือกข้อสอบที่ความยาก(p) ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก(r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป นำไปในการวิจัยจริงเพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

11. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา มีขั้นตอนดังนี้

11.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ จิต นวนแก้ว

11.2 วิเคราะห์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาจากเนื้อหาวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปรากฏว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การแสดงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองและการตีความหมายและลงข้อสรุป

11.3 ศึกษาความหมาย ขอบเขตและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 12 ทักษะ จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

11.4 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา แบบปรนัย 4 ตัวเลือก ทักษะกระบวนการละ 10 ข้อ รวม 120 ข้อ

11.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญสาขาการสอนวิชาชีววิทยาจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงทางโครงสร้างเพื่อปรับปรุงแก้ไข

11.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 100 คน

11.7 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาหาค่าความยากง่าย(p)และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อย่างง่าย

11.8 คัดเลือกข้อสอบที่ความยากง่าย(p) ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก(r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป เพื่อนำไปใช้วิจัยจริง

11.9 นำข้อสอบทั้ง 60 ข้อจากข้อ 11.8 มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson-20)

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการทดลองไว้ ดังนี้

1. ดำเนินการติดต่อผู้บริหารโรงเรียน เพื่อขอความร่วมมือในการทำการวิจัย

2. ดำเนินการติดต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

3. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้อง จากประชากรนักเรียนทั้งหมด 5 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 1 ห้อง โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ

4. ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน

5. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยทำการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน โดยใช้ระยะเวลากลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที ทำการสอนสัปดาห์ละ 3 คาบ ด้วยวิธีการสอนที่ต่างกัน ดังนี้

5.1 กลุ่มทดลองสอนแบบปฏิบัติการทดลอง

5.2 กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ

6. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนด ทำการสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา

7. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test independent ในรูป Difference Score.

2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test independent ในรูป Difference Score.

3. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test dependent sample

4. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test dependent sample

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาคะแนนเฉลี่ยคำนวณจากสูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความแปรปรวน คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ s^2 แทนความแปรปรวนของคะแนน
 $\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทนผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจแยก(r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27 % จุง เตห์ ฟาน (Fan, 1952:6-32)

หาค่าความยากง่าย(Difficulty) ของข้อสอบในแต่ละข้อโดยคำนวณจากสูตร

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
 N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

หาค่าอำนาจจำแนก(Discrimination) ของข้อสอบในแต่ละข้อโดยคำนวณจากสูตร

$$r = \frac{R_H - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ทำถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ทำถูกในกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งในกลุ่มเก่งและกลุ่ม
 อ่อนรวมกัน

2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา โดยใช้สูตร
 KR-20 (Kuder Richardson-20)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในแต่ละข้อ
 q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในแต่ละข้อ เท่ากับ $1 - P$
 S^2_t แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1-2 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบที
 (t-test Independent ในรูป Difference Score) (Scott. 1962 :262)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S^2_{D_1}}{n_1} + \frac{S^2_{D_2}}{n_2}}$$

$$\text{และ } S^2_D = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t -distribution

MD_1 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบ
หลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง

MD_2 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบ
หลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม

D_1 แทน ผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังการทดลอง
กับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง

D_2 แทน ผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังการทดลอง
กับก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม

$SMD_1 - MD_2$ แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานรวมของคะแนนผลต่าง
ระหว่าง ก่อนกับหลังการทดลองของกลุ่มทดลองกับกลุ่ม
ควบคุม

S^2_D แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนผลต่างระหว่าง ก่อนกับ
หลังการทดลองของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

4. การตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3 และ 4

เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทาง
ชีววิทยานักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ
t-test Dependent Sample

$$t = \frac{D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution

D แทน ผลต่างของคะแนนของแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

หมายเหตุ การคำนวณค่าสถิติที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้การคำนวณโดย
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS OF WINDOWS

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\bar{X}_{pre}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง
$\bar{X}_{post}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง
MD	แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนน
t	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
SMD1 - MD2	แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่าง ระหว่าง การทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
กลุ่มทดลอง	แทน นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง
กลุ่มควบคุม	แทน นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ

ผู้วิจัยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_{pre}$	$\bar{X}_{post}$	MD	SMD1 - MD2	t
กลุ่มทดลอง	36	13.2778	25.3611	12.0833	.826	10.76**
กลุ่มควบคุม	36	11.1212	14.6667	3.5455		

$t(.01, 70) = 2.66^{**}$ หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 จะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ แตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ

ผู้วิจัยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_{pre}$	$\bar{X}_{post}$	MD	SMD1 - MD2	t
กลุ่มทดลอง	36	23.6389	36.5278	12.8889	.856	12.27**
กลุ่มควบคุม	36	18.7778	20.6111	1.8333		

$t(.01, 70) = 2.66^{**}$ หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 จะเห็นว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง กับการสอนแบบปกติแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองระหว่างก่อนกับหลังสอน ผู้วิจัยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของ กลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังสอน

กลุ่มทดลอง	N	$\bar{x}$	s ²	t
ก่อนเรียน	36	23.6389	13.266	15.05 **
หลังเรียน	36	36.5278	31.171	

$t(.01, 35) = 2.75^{**}$ หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 จะเห็นว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของกลุ่มทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองหลังจากการสอนสูงกว่าก่อนการสอน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบปกติระหว่างก่อนกับหลังสอน

ผู้วิจัยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test Dependent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนกับหลังสอน

กลุ่มควบคุม	N	$\bar{x}$	s^2	t
ก่อนเรียน	36	18.7778	7.787	6.54 **
หลังเรียน	36	20.6111	9.778	

$t(.01, 35) = 2.75^{**}$ หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 จะเห็นว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของกลุ่มควบคุมหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติหลังจากการสอนสูงกว่าก่อนการสอน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ สรุปสาระสำคัญและผลของการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียน ก่อนและหลังที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียน ก่อนและหลังที่ได้รับการสอนแบบปกติ

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติแตกต่างกัน
2. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติแตกต่างกัน
3. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองระหว่างก่อนกับหลัง เรียนแตกต่างกัน
4. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติระหว่างก่อนกับหลัง เรียนแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 5 ห้อง รวมจำนวนนักเรียน 197 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม ที่สุ่มมาจำนวน 2 ห้อง จากประชากรนักเรียน 5 ห้อง โดยการจับฉลาก จากนั้นสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) อีกครั้งแยกเป็นกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม โดยที่กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.1 แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การหายใจ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญมาแล้ว

3.2 แผนการสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญมาแล้ว

3.3 แผนการสอนแบบปกติ

3.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง "การหายใจ" เป็นแบบปรนัยชนิดตัวเลือก 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .8333

3.5 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา เป็นแบบปรนัยชนิดตัวเลือก 4 ตัวเลือกจำนวน 60 ข้อมีความเชื่อมั่น .6599

4. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

4.1 ดำเนินการติดต่อผู้บริหารโรงเรียน เพื่อขอความร่วมมือในการทำการวิจัย

4.2 ติดต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.3 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้อง จากประชากรนักเรียนทั้งหมด 5 ห้อง แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 1 ห้อง โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ

4.4 ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน

4.5 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยทำการสอนเองทั้ง 2 กลุ่มในเนื้อหาเดียวกัน โดยใช้ระยะเวลากลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที ทำการสอนสัปดาห์ละ 3 คาบ ด้วยวิธีการสอนที่ต่างกัน ดังนี้

4.5.1 กลุ่มทดลองสอนแบบปฏิบัติการทดลอง

4.5.2 กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ

4.6 เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามกำหนด ทำการสอบหลังสอนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา เรื่องการหายใจ

4.7 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาชีววิทยา ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ t -test independent ในรูป Difference Score

2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา

ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test independent ในรูป Difference Score

3. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาระหว่างก่อนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test dependent sample

4. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาระหว่างก่อนกับหลังเรียนของกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test dependent sample

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง "การหายใจ" ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สามารถแยกอภิปรายได้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง "การหายใจ" ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระหว่าง

กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 1 โดยกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก แบบปฏิบัติการทดลองที่พัฒนาขึ้นมาได้มีการปรับปรุงหาประสิทธิภาพมาแล้วเป็นอย่างดี การเรียนด้วยวิธีนี้นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติการทดลองเองทุกขั้นตอน โดยการศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบปฏิบัติการทดลองเป็นแนวทางซึ่งทำให้นักเรียนเห็นผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองโดยตรงอย่างชัดเจนตามความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติของระบบการหายใจของสิ่งมีชีวิต ทำให้นักเรียนเข้าใจอย่างถ่องแท้ เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติ จึงทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจ สูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งชีวา สุขดี (2531:69) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิรดี สุวีรานนท์ (2533:79) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการฝึกแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุนทรี วัฒนพันธ์ (2535:92-93) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุมาลี ดำรงไชย (2537:109) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง จากวัสดุในท้องถิ่นสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ มณีรัตน์ เกตุไสว (2540:91) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้ามมโมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน ด้วยกิจกรรมการทดลองที่นักเรียน

ออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประการที่สอง การสอนโดยการสอนแบบปฏิบัติการทดลองทำให้นักเรียนเรียนอย่างสนุกสนานทั้งนี้เนื่องจากการสอนด้วยวิธีนี้เป็นการศึกษาจากการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อเป็นการหาข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นทำให้เกิดภาพที่ตรงกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาตินักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และสามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับระบบการทำงานของระบบต่างๆที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตอย่างสมบูรณ์ครบถ้วนจึงทำให้เข้าใจลำดับเรื่องราวได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถสร้างความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นและทำให้เกิดความร่วมมือกันของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีนี้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้กิจกรรมปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมสติปัญญาให้นักเรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ (Vicent N. Lunetta and et. al. 1981: 22-25) การปฏิบัติการทดลองมีการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในการทำการทดลองช่วยเร่งเร้าให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะนำไปปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองมากขึ้น เมื่อครูช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติการทดลองนั้น เป็นการสร้างความเชื่อมั่นและความภาคภูมิใจให้กับนักเรียนที่จะค้นคว้าหาความรู้ด้วยการทดลองให้เห็นจริงด้วยตนเองมากขึ้น (กรรณิการ์ พวงเกษม. 2522:9)

ประการที่สาม การสอนโดยการสอนแบบปฏิบัติการทดลองได้มีการฝึกให้นักเรียนทำในขณะที่กำลังศึกษา ช่วยให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความรู้โดยตอบคำถามลงในแบบฝึกนั้นทำให้นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ที่ว่า การปฏิบัติการทดลองเป็นการช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ ได้พบปัญหา ได้แก้ไขปัญหา ได้ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (วรารักษ์ ชัยโอกาส. 2521:51) นักเรียนที่ทำปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง

จะเป็นการเรียนรู้ที่ผ่านประสาทสัมผัสหลายๆ ด้านโดยตรง ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถค้นพบหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน (ภพ เลหาไพบูลย์. 2537: 137-140)

2. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ผลการวิจัย พบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาส่งกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ขณะที่ดำเนินการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นต่อการเรียน ซึ่งอาจจะสืบเนื่องมาจากนักเรียนไม่ค่อยมีโอกาสนำความรู้ด้วยวิธีการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ประกอบกับแบบปฏิบัติการทดลองดังกล่าวนี้ จัดทำขึ้นตามขั้นตอนของวิธีการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะได้ศึกษาแนวทางการปฏิบัติการทดลองจากสถานการณ์ที่กำหนดให้และนักเรียนตอบคำถามไปตามลำดับซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถกำหนดปัญหาการทดลอง วัตถุประสงค์การทดลอง ตั้งสมมติฐานการทดลอง ออกแบบวิธีการทดลอง ลงมือปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลองสรุป และอภิปรายผลการทดลองได้ด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดมาให้ในแบบปฏิบัติการทดลอง ซึ่งจัดเป็นระบบและกระบวนการปฏิบัติอย่างต่อเนื่องจึงส่งผลให้ นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น อีกประการหนึ่งแบบปฏิบัติการทดลองนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบเป็นกระบวนการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน สำหรับช่วงของการตอบคำถามในแบบปฏิบัติการทดลอง จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา อันได้แก่ การจำแนก การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐานการทดลอง การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร ส่วนช่วงที่

นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ ในแบบปฏิบัติการทดลองนั้น จะเป็นช่วงที่นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา อันได้แก่ การสังเกต การวัด การคำนวณ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยการใช้ปฏิบัติการทดลอง นักเรียนจะปฏิบัติปฏิบัติการทดลองร่วมกันเป็นกลุ่มๆซึ่งภายในกลุ่มจะมีการปรึกษารื้อกันและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันอย่างต่อเนื่องในประเด็นต่างๆ ของการปฏิบัติการทดลอง ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงสามารถค้นพบความรู้ใหม่ๆได้จากข้อเท็จจริงที่สังเกตได้จากการทำปฏิบัติการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการที่ว่า การทำปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงและสามารถค้นพบความรู้ใหม่ๆได้ด้วยตนเอง (น้อมฤดี จงพาอยู่. 2527:35-36) และการทำปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองทำให้นักเรียนได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ อย่างต่อเนื่อง (ประดับ เรืองมาลัย. 2524:289) และสอดคล้องกับคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525:116) ที่ว่า การทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์เพราะจะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกผู้เรียนในแง่ทักษะกระบวนการต่างๆทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กัญญา ทองมัน (2534:80-84) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทำปฏิบัติการทดลองแบบกำหนดแนวทาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของอรรณภา เจียมอ่อน (2538:56) ที่พบว่า เด็กก่อนประถมวัยที่ได้รับการสอนในมุมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนในมุมวิทยาศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ มณีรัตน์ เกตุไสว (2540:93) ที่พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยการจัดกิจกรรมการทดลองที่

นักเรียนออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนระหว่าง ก่อนกับหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การที่ผลการวิจัย เป็นดังนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก กิจกรรมการเรียนการสอนของทั้งสองกลุ่มเน้นให้นักเรียนได้ฝึกการคิดโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กล่าวคือนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยแบบปฏิบัติการทดลอง มีระบบการจัดการศึกษาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างครบทุกขั้นตอน นับตั้งแต่การกำหนดสถานการณ์ให้ศึกษาก่อน การตอบคำถามท้ายสถานการณ์ที่กำหนดให้ นับว่าเป็นการกำหนดแนวทางให้นักเรียนฝึกคิดและทำความเข้าใจถึงการศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นให้นักเรียนเมื่อนักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงโดยผ่านประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ จากการใช้อุปกรณ์การทดลองหลายๆชนิด ได้จากการสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น อย่างเป็นรูปธรรมชัดเจนตรงตามข้อเท็จจริงในธรรมชาติทำให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์ตรงในรูปธรรมไปสู่นามธรรมได้ดีขึ้นและยังช่วยเร่งเร้าความสนใจของนักเรียนใน ด้านความอยากรู้อยากเห็น อยากทำปฏิบัติการทดลองเพิ่มขึ้น การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะและความคิดไปพร้อมๆ กันนั้นนักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้ จะเห็นว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มต่างได้รับการสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีความสามารถโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คล้ายๆกันจึงทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ทางชีววิทยา โดยมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นทั้งสองกลุ่ม สอดคล้องกับงานวิจัยของ คีร์วรรณ พึ่งปรีดา (2532:97) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่ม หลังสอนจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนสอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญสม เลิศพิเชฐ (2536:93-94) ที่พบว่า การสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีความสามารถในการคิด โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนทั้งสองกลุ่ม

ประการที่สอง นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีอายุอยู่ในช่วง 15-16 ปี ซึ่งพิจารณาตามทฤษฎีของ เพียเจต์ (Piaget) ที่กล่าวว่า เด็กที่อายุในช่วง 11-15 ปี จะมีพัฒนาการด้านความรู้ความเข้าใจถึงระดับสูง และมีความสามารถในการคิด (พรณี ช. เจนจิต. 2528:91) ดังนั้นนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีอายุอยู่ในช่วงท้ายของระยะที่นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิด ความเข้าใจ ถึงระดับสูงเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกโดยใช้วิธีการ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาได้สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาค้นคว้าในครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การสร้างแบบปฏิบัติการทดลอง สามารถตอบสนองความเหมาะสมกับบุคลิกภาพและความต้องการของนักเรียน ซึ่งในการสร้างแบบปฏิบัติการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้คำนึงถึงความต้องการและความสามารถของนักเรียนเป็นสำคัญประกอบการคัดเลือกสถานการณ์ที่ใกล้ตัวมากำหนดเป็นแนวทาง เพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจได้ชัดเจน และฝึกปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้องครูผู้สอนวิชาชีววิทยาควรจะได้นำไปสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

1.2 การนำแบบปฏิบัติการทดลองไปใช้ในการเรียนการสอน ครู

ผู้สอนควรทำความเข้าใจและทดลองทำแบบปฏิบัติการทดลองก่อนทุกครั้ง ส่วนการนำแบบปฏิบัติการทดลองไปใช้กับนักเรียนครูผู้สอนควรชี้แจงรายละเอียดให้นักเรียนเข้าใจวิธีการเรียนด้วยการสอนแบบปฏิบัติการทดลองก่อน

1.3 การเรียนการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆละประมาณ 5 คน โดยนักเรียนช่วยกันจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองและทำการทดลอง ครูจะเป็นผู้ให้คำแนะนำ

1.4 การรายงานผลการปฏิบัติการทดลอง ให้นักเรียนทำเป็นรายงานส่งเป็นกลุ่มๆละ 1 เล่มต่อ 1 ปฏิบัติการทดลอง และให้นักเรียนแต่ละคนทำรายงานผลปฏิบัติการทดลองลงในสมุดบันทึกของแต่ละคนไว้ เพื่อฝึกให้นักเรียนทุกคนได้ปฏิบัติครบทุกขั้นตอนตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.5 การจัดห้องสำหรับใช้ในการสอนแบบปฏิบัติการทดลองควรจัดให้เหมาะสม เช่น โต๊ะสำหรับทำปฏิบัติการทดลองจัดไว้เพื่อให้นักเรียนสามารถเคลื่อนไหวได้สะดวกขณะทำการปฏิบัติการทดลอง ระบบไฟฟ้าและน้ำประปา ต้องมีความสะดวกในขณะที่นักเรียนทำการทดลอง ควรระวังเรื่องสารเคมีและอุปกรณ์สำหรับใช้ในการผ่าตัด ครูผู้สอนต้องแนะนำวิธีการใช้และข้อควรระวังให้กับนักเรียนทุกครั้งเมื่อมีการใช้อุปกรณ์

1.6 การเรียนการสอนแบบปฏิบัติการทดลองเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการจริง สิ่งที่ต้องคำนึงของการศึกษาค้างนี้ คือ หนูที่ใช้ในการทดลองเพื่อการผ่าตัด ควรเป็นหนูตะเภาที่ใช้เพื่อการศึกษาหรือหนูนา

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

สืบเนื่องจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และใช้เนื้อหาเรื่อง การหายใจ ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีการพัฒนาได้มากกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ดังนั้นเพื่อประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับการพัฒนาความสามารถของนักเรียนด้านอื่นๆอีก ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมข้อเสนอนี้ต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทางชีววิทยาของนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ บ้าง

2.2 ควรมีการศึกษาถึงผลของการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง กับ

ตัวแปรอื่นๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาชีพวิชา ความคงทนต่อการเรียนวิชาชีพ การคิดอย่างมีเหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการสอนแบบปฏิบัติการทดลองจะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยังส่งผลให้เกิดตัวแปรต่างๆ ดังกล่าวมาแล้วได้

2.3 ควรมีการสร้างแบบปฏิบัติการทดลอง วิชาชีพวิชา เรื่องอื่นๆ ให้มีความหลากหลาย เช่น การใช้วัสดุในท้องถิ่นทดแทน การใช้วัสดุเหลือใช้ทดแทนอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มาเป็นชุดทดลองและปรับให้มีประสิทธิภาพด้วยเทคนิคใหม่ๆที่จะเป็นแนวทางในการสร้างแบบปฏิบัติการทดลองที่สอดคล้องกับสภาพพื้นที่เศรษฐกิจและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีใหม่ๆต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนก จันทรขจร. "บทสรุปทิศทางการมัธยมศึกษาในทศวรรษหน้า," ในเอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง ยุทธวิธีในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ณ โรงแรมสยามเบเวอเรจ 30-31 พฤษภาคม 2538. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538.
- กรรณิการ์ พวงเกษม. เอกสารประกอบการสอนวิชาประถม421: วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522.
- กาญจนา เกียรติประวัติ. วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.
- การ์ดเนอร์ มาร์จอรี่. "จะสอนวิทยาศาสตร์อย่างไรให้ได้ผล," ในเอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง ยุทธวิธีในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ณ โรงแรมสยามเบเวอเรจ 30-31 พฤษภาคม 2538. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538.
- กัญญา ทองมัน. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการอภิปรายแก้ปัญหา ร่วมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อยและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2531 อัดสำเนา.

- กิ่งฟ้า สินธุวงศ์และคณะ. รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ภาควิชาการมัธยมศึกษา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.
- กิ่งฟ้า สินธุวงศ์. หลักสูตรการสอนวิทยาศาสตร์. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2524.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. แผนการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539). กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี, 2534.
- จิต นวนแก้ว. ผลการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชนอมพิทยา จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ: 2532. อัดสำเนา.
- จิตต์ไธ ผดุงรัตน์. "สรุปสภาพการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทยในช่วงหลักสูตร 2503 จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2538)." ในเอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง ยุทธวิธีในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ณ โรงแรมสยามเบเวอรี่ 30-31 พฤษภาคม 2538. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538.
- จำนง พรายแย้มแซ. เทคนิคและวิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2516.
- ชวาล แพร่ตกุล. เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร, 2520.
- ชัยทศ จำเนียรกุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบเรียนของ สสวท. ฉบับปรับปรุงปี 2533. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, 2532. อัดสำเนา.
- ชัยวัฒน์ คุประตกุล. "วิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต," สยามรัฐ ; 1-8 25 มิถุนายน 2532.
- _____. "วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาประเทศไทย," วารสารวิทยาศาสตร์. 1(2):2528.

ชัยวัฒน์ คุประตกุล. "การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย:ศตวรรษ 21," วารสารวิทยาศาสตร์ศึกษา. 1 มกราคม 2537.

ชุติมา วัฒนศิริ. การศึกษาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กับแนวการสอนของ สสว. กรุงเทพฯ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

ทนอมจิตต์ เสนมา. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยเทคนิคการสอนแบบการจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.
อัดสำเนา.

ธีระชัย ปุณณโชติ. การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์:คู่มือสำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 1,คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

✓ น้อมฤดี จงพยุหะ. คู่มือการศึกษาหลักการสอน. กรุงเทพฯ:ม.ป.ท., 2526.

น้อมฤดี จงพยุหะและคณะ. คู่มือการศึกษาวิธีการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มิตรสยาม, 2517.

หงนุช มาบุตร. การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532.
อัดสำเนา.

นิเชต สุนทรพิทักษ์. "การพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์," ชัยพฤกษ์วิทยาศาสตร์. 40(275) : พฤษภาคม 2536.

นิดา สะเพียรชัย. "การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์." วิทยาศาสตร์. :21-24; 1 มกราคม 2518.

นิตา สะเพียรชัย. "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อประชาชน." 12 ปีของการพัฒนาทางการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย. หน้า 193. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2527.

นิตยา ปานทิพย์. การทดลองการอ่านภาษาไทยโดยใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตพิตรพิมุข มหาเมฆ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

บุญชม ศรีสะอาด. การพัฒนาหลักสูตรและการสอน. ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2528.

บุญสม เลิศพิเชฐ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดบทเรียนเทปโทรทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536. อัดสำเนา.

บุญนำ ทานสัมพธิ์. "ใครก็เชิดชูว่าครูสำคัญ" สารพัฒนาหลักสูตร. 14(119) : 2538.

บุษยาณี ปุชิตากร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบทดลองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

เบญจมาศ สันประเสริฐ. การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

- ปราณี จันทรประสิทธิ์. การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาเคมี 2 บางหัวข้อ โดยวิธีปฏิบัติการกับการสอนแบบปกติในระดับ ป.วส. ชั้นสูง. ปรินุณานิพนธ์ ก.ศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2518. อัดสำเนา.
- ปรีชา กล้ารัศมี. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- ประดับ เรืองมัลย์. หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2524.
- ประหยัด จันทรชมภู และประสพสันต์ อักษรมัต. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา. กรุงเทพฯ:หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมฝึกหัดครู, 2518.
- ประวิตร ชูศิลป์. "หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่," เอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233. กรุงเทพฯ:หน่วยศึกษาเทศก์ กรมฝึกหัดครู, 2524.
- ปรีชา ธรฤทธิ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่เรียนจากการสอนแบบสาธิตที่เสริมด้วยแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ปรีชา อมาตยกุล. มิติใหม่ในการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ:สุวีริยาสาส์น, 2528.
- _____. "สอนวิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างบรรยากาศทางวิทยาศาสตร์." วารสารวิทยาศาสตร์. 38 มีนาคม 2528.
- ผกา แสงสุวรรณ. การมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ:คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน, 2534.

พรวณี วงศ์สารศรี. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพฯ:ตันอ้อ
แกรมี, 2538.

พงษ์จันทร์ จันทยศ. "บรรยายการในห้องเรียนและการสอนวิทยาศาสตร์ใน
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น," วารสารวิทยาศาสตร์. 41(1):36-39,
มกราคม-มีนาคม 2530.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ:
สำนักทดสอบและประเมินผล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2536.

ไพศาล สุวรรณน้อย. "แนวคิดบางประการในการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์
โดยอาศัยปฏิบัติการ," วารสารศึกษาศาสตร์. 8(1):ตุลาคม-
มกราคม 2527.

ภาพ เลหาไพบูลย์. การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. เชียงใหม่:
เชียงใหม่คอมเมอร์เชียล, 2537.

มหาวิทยาลัย,ทบวง. ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. คณะอนุ
กรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์,
2525. อัดสำเนา.

_____. ชีววิทยา. คณะอนุกรรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์
สาขาวิชาชีววิทยาตามโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์, 2526.

_____. ชีววิทยา. คณะอนุกรรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์
สาขาวิชาชีววิทยาตามโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์, 2527.

มังกร ทองสุดี. "ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์," วารสารวิทยาศาสตร์.
36(8):570-575:สิงหาคม 2525.

ยงยุทธ ยุทธวงศ์. "วิสัยทัศน์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยรวม : ปัจจัย
การสร้างสังคมอนาคต," ในวิทยาศาสตร์พาชาติก้าวไกล. กรุงเทพฯ
: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2537.

ยุพา ดันติเจริญ. "การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและ
มัธยมศึกษาในชนบท," วารสารคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการ
ศึกษาสหประชาชาติ. 20(3):กรกฎาคม-กันยายน 2531.

- รัชนี้ ศาสตรบุรณศิลป์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาชั้นปีที่2 ในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน เขตกรุงเทพ
มหานคร ที่สอนโดยการสาธิตการทดลองกับการปฏิบัติการทดลอง.
ปริญญาณิพนธ์ ก.ศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ:อักษรเจริญทัศน์, 2538.
- ราเมศ เสียบเลือดตระกูล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ จังหวัดชัยนาท ที่มีพฤติกรรมด้านทักษะ
ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยพิจารณาเชาว์ปัญญาเป็นองค์ประกอบ
ร่วม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
2530, อัดสำเนา.
- ร่วมจิต ศรีวิโรจน์. "กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์," วาร
สารวิทยาศาสตร์. 36(9):648-649; 2525.
- ✓ รุ่งชีวา สุขดี. การศึกษาผลการฝึกออกแบบทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มี
ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.
อัดสำเนา.
- ละดา ดอนหงษา. ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยเกมฝึกทักษะและโดยแบบฝึกทักษะ.
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. หลักวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ:บริษัท
ศึกษาพร จำกัด, 2531.
- วรารณ ชัยโอกาส. การพัฒนาสมรรถภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน
มัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์ประเสริฐศิริ, 2521.

- วไลพร พงษ์ศรีทัศน์. ผลของการจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการทดลองประกอบอาหารกับแบบปกติที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย. ปรินญานิพนธ์ ก.ศม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- วรรณทิพา รอดแรงคำและจิต นวนแก้ว. กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน. กรุงเทพฯ:สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว), 2532.
- วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับครู. กรุงเทพฯ:สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว), 2532.
- วิชาการ,กรม. คู่มือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 2 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2535.
- _____. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2535.
- วิชัย ดิสสระ. การพัฒนาหลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ:ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ็กซ์เพรสมีเดียม, 2533.
- วีระชาติ สอนไรรินทร์. การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ:คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- ศิริวรรณ พึ่งปรีดา. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน. คู่มือครูวิชาชีววิทยา ว 042 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2533.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. แบบเรียนวิชาชีววิทยา
ว 042. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2533.

..... คู่มือครูวิชาชีววิทยา ว 042. โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2533.

..... ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2526.

สมจิต สวชนไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

..... การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. ภาควิชาหลักสูตรและ
การสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2526.

..... รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาของการจัดชั้นเรียนที่มีผลต่อผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดย
การสังเคราะห์งานวิจัย ปีการศึกษา 2518-2534. กรุงเทพฯ: ภาควิชา
หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2535.

/สุเทพ อุตสาหะ. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม
สหบัณฑิต, 2526.

สุธรรม อ่อนคำ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ 1 ที่สอนโดยมีการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับ
การสอนตามคู่มือครู. ปริญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.

/สุนทรี วัฒนพันธ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถ
ในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดย
ใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับการสอนตาม
คู่มือครู. ปริญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

สุประดิษฐ์ สิบรัตนสกุล. "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีปัจจัยหลักในปัจจุบันและอนาคต," ครูปริทัศน์. 12:46-51:กรกฎาคม 2530.

สมาลี ดำรงไชย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ ก.ศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ:วัฒนาพานิช, 2517.

_____. ทฤษฎีทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. เล่ม 1,2. กรุงเทพฯ:เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์ จำกัด, 2531.

อนันต์ จันทร์ทวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.

อภิรดี สุวีรานนท์. การศึกษาผลการฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

อรุณ รัชตะนาวิน. "วิทยาศาสตร์กับสังคม" ใน ศักดา ศิริพันธ์ บรรณาธิการ, 50 ปีวิทยาศาสตร์บัณฑิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2476-2507. กรุงเทพฯ : บริษัทดวงสิทธิ์การพิมพ์, 2527.

อิสริยา ลิทวิทยาวรรณ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทปโทรทัศน์สร้างสถานการณ์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.

อำนวย รุ่งรัมย์. การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า. ภาควิชาชีววิทยา คณะ
วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2525.

Bloom, Benjamins, Thomas J. Hashing and George F. Macams.
HumanCharacteritics and School learning. New york
: Mc Graw-Hill Book, 1976.

Davis, Maynard. "The effectiveness of guided-inquiry
discovery Approach in an elementary school science
curriculum," Dissetation Abstracts International.
39(7) : 4164-A ; January, 1979.

Fan, Chung-teh. Item Analysis table. Princeton, Newjersey
: educational Testing service, Inc., 1984.

Gable, Dorothy L. and Peter A. Rubba. "The Effect of
Early Teaching and Training Experience on Physics
Achievement, Attitude Toward Science and Science
Teaching, and Process Skill proficiency," Science
Education. 61(4) : 503-511; October-December, 1977.

Gill, Alan Lee. "Anevaluation of a program desiined
to enhance the acquisition of science process
skills by elementary school teachers and their
pupils," Dissertation Abstracts international.
52(1) :125-A ; July, 1991.

Klag, William Prentiss. "Effect of science materials and equipment instruction on preservice elementary teachers' attitudes, knowledge, and use of science equipment," Dissertation Abstracts International. 51(6) : 2989-A ; December, 1990.

Odubunmi, Olagunju and T.A. Balogun. "The Effect of Laboratory and Lecture Teaching Methods on Cognitive Achievement in Integrated Science," Journal of Research in Science Teaching. 28(3) : 213-224 ; March, 1991.

Olarinoye, Raphel Dele. "A Comparative Study of The Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physics Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 8(39) : 4848-A ; February, 1979.

Philips, Danny Anthony. "An evaluation of the cognitive and affective changes resulting from implementation of materials developed by teachers working for the Louisiana Department of Environmental Quality," Dissertation Abstracts International. 50(11) : 3544-A ; February, 1975.

- Riley, Joseph Philip. "The Effects of Science process Training on Preservice Elementary Teacher's Process Skill Abilities, Understanding of Science, and Attitudes Toward Science and science Teaching," Dissertation Abstracts International. 35(8):5152-A ; February, 1975.
- Roth, Wolff Michael and Roychouchury Anita. "The Development of Science Process Skills in Authentic Contexts" Journal of Desearch in Science Teaching. 30(2) : 127-152 ; February, 1993.
- Smith, Patty Templeton. "Instructional method effects on student attitude and achievement," Dissertation Abstracts International. 54(7):2528-A ; January, 1994.
- Stevens, Truman J. and Ronald K. Atwood. "Interest Scores as Predictors of Science process Performance for Junior High Students," Science Education. 62(3): 303-308 ; July-September, 1978.
- Thompson, Jeffrey Rolandd. "Secondary school atudents' understanding of science processes:an interview sstude," Masters Abstracts International. 30(4) :1009 ; Winter, 1992.

UNESCO, Regional office of Science and Technology for
South and Central Asia. UNESCO Handbook for
Biology Teacher in Asia. New York : Pearl offset
Press Pvt.Ltd, 1985.

Widden, Marvin Frank. "A Product Evaluation of Science
a Process Approach," Dissertation Abstracts
International. 37(7) : 3583-A ; January, 1972.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r)

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
- แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา

ตารางแสดงคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
- คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา

ตาราง 7 แสดงค่า p, q และ pq แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
ชีววิทยา

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.68	.32	.22	21	.63	.37	.23
2	.67	.33	.22	22	.60	.40	.24
3	.73	.27	.20	23	.49	.51	.25
4	.68	.32	.22	24	.42	.58	.24
5	.51	.49	.25	25	.59	.41	.24
6	.47	.53	.25	26	.30	.70	.21
7	.45	.55	.25	27	.62	.38	.24
8	.59	.41	.24	28	.59	.41	.24
9	.60	.40	.24	29	.62	.38	.24
10	.56	.44	.25	30	.66	.34	.22
11	.29	.71	.21	31	.62	.38	.24
12	.53	.47	.25	32	.29	.71	.21
13	.38	.62	.24	33	.22	.78	.17
14	.37	.63	.23	34	.40	.60	.24
15	.80	.20	.23	35	.38	.62	.24
16	.29	.71	.21	36	.62	.38	.24
17	.58	.42	.24	37	.67	.33	.22
18	.62	.38	.24	38	.42	.58	.24
19	.64	.36	.23	39	.37	.63	.23
20	.23	.77	.18	40	.55	.45	.25

ตาราง 8 แสดงค่า p , q และ pq แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
ทางชีววิทยา

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.79	.21	.17	31	.29	.71	.21
2	.52	.48	.25	32	.39	.61	.24
3	.39	.61	.24	33	.40	.60	.24
4	.50	.50	.25	34	.24	.76	.18
5	.51	.49	.25	35	.21	.79	.17
6	.47	.53	.25	36	.53	.47	.25
7	.24	.76	.18	37	.28	.72	.20
8	.63	.37	.23	38	.35	.65	.23
9	.56	.44	.25	39	.31	.69	.21
10	.29	.71	.21	40	.47	.53	.25
11	.26	.74	.19	41	.32	.68	.22
12	.49	.51	.25	42	.50	.50	.25
13	.54	.46	.25	43	.25	.75	.19
14	.40	.60	.24	44	.50	.50	.25
15	.75	.25	.19	45	.38	.62	.24
16	.53	.47	.25	46	.21	.79	.17
17	.49	.51	.25	47	.31	.69	.21
18	.61	.39	.24	48	.47	.53	.25
19	.78	.22	.17	49	.58	.42	.24
20	.51	.49	.25	50	.38	.62	.24
21	.24	.79	.18	51	.36	.64	.23
22	.40	.60	.24	52	.60	.40	.24

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
23	.67	.43	.29	53	.69	.31	.21
24	.42	.58	.24	54	.71	.29	.21
25	.29	.71	.21	55	.61	.39	.24
26	.38	.62	.24	56	.63	.37	.23
27	.28	.72	.18	57	.29	.71	.21
28	.36	.64	.23	58	.50	.50	.25
29	.26	.74	.19	59	.31	.69	.21
30	.53	.47	.25	60	.32	.68	.22

ตาราง 9 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.68	.69	11.5	21	.63	.77	10.1
2	.67	.67	12.3	22	.60	.42	11.5
3	.73	.79	11.2	23	.49	.51	13.9
4	.68	.66	11.2	24	.42	.29	13.9
5	.51	.73	11.8	25	.59	.30	11.5
6	.47	.76	12.1	26	.30	.59	11.7
7	.45	.65	13.0	27	.62	.46	10.8
8	.59	.55	13.0	28	.59	.50	12.7
9	.60	.23	11.9	29	.62	.67	12.3
10	.56	.34	12.4	30	.65	.76	12.1
11	.29	.20	15.2	31	.62	.23	11.9
12	.53	.50	12.7	32	.29	.51	14.9
13	.38	.63	15.1	33	.22	.56	15.7
14	.37	.54	14.7	34	.40	.30	11.5
15	.63	.67	12.3	35	.38	.76	13.9
16	.29	.27	15.4	36	.62	.51	10.0
17	.58	.32	10.9	37	.67	.49	10.1
18	.62	.77	14.0	38	.42	.60	13.3
19	.64	.76	12.1	39	.37	.46	13.6
20	.23	.31	16.1	40	.55	.77	13.8

ตาราง 10 แสดงค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.78	.57	10.1	31	.30	.31	12.7
2	.53	.23	11.0	32	.39	.48	13.6
3	.38	.22	13.8	33	.41	.41	11.3
4	.50	.34	13.8	34	.26	.34	14.4
5	.53	.22	13.8	35	.20	.35	16.0
6	.49	.47	13.1	36	.54	.22	13.2
7	.23	.56	16.0	37	.27	.26	15.6
8	.36	.26	15.6	38	.36	.52	16.3
9	.55	.37	12.5	39	.31	.26	15.6
10	.30	.22	13.2	40	.49	.23	13.4
11	.26	.76	16.0	41	.31	.43	12.1
12	.49	.34	13.8	42	.50	.48	13.6
13	.54	.31	12.7	43	.26	.24	15.0
14	.41	.30	13.3	44	.50	.53	13.9
15	.74	.41	11.3	45	.36	.38	12.4
16	.53	.27	12.0	46	.22	.69	14.8
17	.49	.53	12.3	47	.30	.52	14.8
18	.61	.49	12.4	48	.47	.62	13.3
19	.76	.21	10.1	49	.58	.52	9.7
20	.50	.31	12.7	50	.38	.24	14.5
21	.24	.38	13.7	51	.36	.39	15.7
22	.41	.22	13.8	52	.59	.42	11.7

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
23	.66	.32	12.2	53	.70	.36	11.0
24	.43	.40	14.1	54	.70	.35	10.0
25	.30	.30	15.4	55	.61	.42	12.1
26	.38	.29	14.7	56	.62	.31	12.7
27	.27	.26	13.0	57	.30	.30	14.2
28	.36	.28	13.5	58	.50	.49	14.2
29	.26	.48	12.4	59	.31	.52	14.8
30	.54	.22	13.2	60	.34	.63	15.4

ตาราง 11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจ
ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนกับหลัง เรียน

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	21	34	13	1	7	13	6
2	14	24	10	2	8	13	5
3	12	26	14	3	9	11	2
4	11	25	14	4	14	15	1
5	13	25	12	5	12	17	5
6	18	29	11	6	14	20	6
7	9	26	17	7	14	17	3
8	11	28	17	8	11	17	6
9	19	26	7	9	6	12	6
10	13	28	15	10	17	11	-6
11	13	25	12	11	2	19	17
12	23	29	6	12	9	15	6
13	11	22	11	13	10	13	3
14	8	23	15	14	15	19	4
15	16	28	12	15	11	15	4
16	13	27	14	16	13	15	2
17	11	23	12	17	9	11	2
18	13	27	14	18	13	12	-1

ตาราง 11 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
19	11	24	13	19	15	18	3
20	11	26	15	20	14	19	5
21	12	25	13	21	6	7	1
22	14	26	12	22	11	12	1
23	8	25	17	23	8	11	3
24	12	28	16	24	8	8	0
25	12	22	10	25	14	17	3
26	17	23	6	26	13	12	-1
27	11	25	14	27	12	16	4
28	17	25	8	28	11	13	2
29	12	21	9	29	9	7	-2
30	11	25	14	30	12	13	1
31	10	26	16	31	7	12	5
32	13	21	8	32	13	13	0
33	14	28	14	33	10	19	9
34	16	25	9	34	13	13	0
35	13	20	7	35	10	18	8
36	14	23	9	36	10	13	3

ตาราง 12 คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ของกลุ่มทดลองกับ
กลุ่มควบคุมระหว่างก่อนกับหลัง เรียน

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	ก่อนเรียน	หลัง เรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลัง เรียน	ผลต่าง
1	28	35	7	1	22	23	1
2	31	40	9	2	24	24	0
3	22	32	10	3	24	24	0
4	29	40	11	4	22	22	0
5	19	24	5	5	18	18	0
6	25	29	4	6	20	22	2
7	21	28	7	7	18	19	1
8	20	31	11	8	19	20	1
9	28	35	7	9	16	20	4
10	24	35	11	10	18	19	1
11	32	43	11	11	20	23	3
12	24	35	11	12	16	20	4
13	22	34	12	13	25	28	3
14	23	28	5	14	18	20	2
15	26	46	20	15	16	18	2
16	23	39	16	16	17	22	5
17	22	35	13	17	17	18	1
18	23	37	14	18	17	19	2

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
19	22	35	13	19	13	14	1
20	17	27	10	20	16	16	0
21	29	34	5	21	16	17	1
22	24	35	11	22	19	22	3
23	25	39	14	23	22	22	0
24	22	36	14	24	22	23	1
25	26	42	16	25	23	24	1
26	17	30	13	26	17	19	2
27	26	39	13	27	19	23	4
28	24	37	13	28	17	17	0
29	25	41	16	29	14	18	4
30	25	43	18	30	18	21	3
31	21	39	18	31	23	23	0
32	22	46	24	32	19	21	2
33	21	44	23	33	15	20	5
34	16	35	19	34	14	20	6
35	24	44	20	35	19	19	0
36	23	43	20	36	23	24	1

ภาคผนวก ข

แผนการสอน

- แผนการสอนกลุ่มทดลอง
- แผนการสอนกลุ่มควบคุม

แบบปฏิบัติการทดลอง (กลุ่มทดลอง)

คำชี้แจงในการศึกษาแบบปฏิบัติการทดลอง

แบบปฏิบัติการทดลองนี้จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงของความรู้อย่างมีเหตุผล สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่สงสัยจนหาคำตอบได้จากการปฏิบัติการทดลอง ตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัดทุกขั้นตอน ดังนี้

1. แบบปฏิบัติการทดลอง แบ่งเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนศึกษา โดยฝึกการคิด การตั้งปัญหา การทดลอง การหาวิธีการแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การวางแผน และออกแบบการทดลอง การสรุปผลและอภิปรายการทดลอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 2 เป็นคำถามปลายเปิด โดยคำถามจะเป็นแนวทางช่วยในการคิดอย่างเป็นระบบ เปิดโอกาสให้นักเรียนตอบตามความเห็นของตนเองได้หลายอย่างแล้วจึงหาข้อสรุป

2. ให้นักเรียนอ่านทำความเข้าใจไปตามลำดับพร้อมทั้งปฏิบัติตามขั้นตอนในแบบปฏิบัติการทดลองทุกขั้นตอนโดยการตอบคำถามทีละข้อตามลำดับ

3. เริ่มศึกษาสถานการณ์และภาพที่กำหนดให้ในแบบปฏิบัติการทดลอง

4. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ในส่วนที่ 1 แล้วปฏิบัติการในส่วนที่ 2 เพื่อกำหนดปัญหาที่ศึกษา ตั้งสมมติฐาน วางแผนและออกแบบการทดลอง สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

5. การที่นักเรียนไปดูแนวทางในการฝึกคิดตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน วางแผนและออกแบบการทดลอง สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง ก่อนที่นักเรียนจะคิดขึ้นมาเองจะทำให้นักเรียนไม่ได้รับประโยชน์ จากการศึกษาแบบปฏิบัติการทดลองดีเท่าที่ควร

แผนการสอนที่ 1 (กลุ่มทดลอง)

วิชา ชีววิทยา (ว 042)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน

เวลา 5 คาบ

ความคิดรวบยอด

สิ่งมีชีวิตต้องใช้พลังงานจากการสลายโมเลกุลของสารอาหารเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ การสลายโมเลกุลของสารอาหารมีทั้งแบบใช้ออกซิเจนและแบบไม่ใช้ออกซิเจน

การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนเป็นปฏิกิริยาที่มีหลายขั้นตอนเกิดขึ้นต่อเนื่องกัน คือ ไกลโคลิซิส การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอ วัฏจักรเครบส์ ปฏิกิริยาทั้งสามขั้นตอนดังกล่าวจะให้อิเล็กตรอน (ในรูปของไฮโดรเจนอะตอม) ซึ่งจะมีตัวนำอิเล็กตรอนมารับเข้าสู่กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนต่อไป ผลที่เกิดจากปฏิกิริยาการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน คือ พลังงาน ซึ่งเซลล์จะเก็บเอาไว้ในรูปของ ATP และยังให้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำอีกด้วย ส่วนออกซิเจนที่หายใจเข้าไปจะเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย

สารอาหารหลักที่เซลล์นำมาเป็นแหล่งพลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โดยเฉพาะกลูโคส นอกจากนี้เซลล์ยังสามารถให้พลังงานจากการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโนอีกด้วย

ไมโทคอนเดรียเป็นแหล่งสำคัญในการเก็บพลังงานที่ได้จากการสลายโมเลกุลของสารอาหารที่มีกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. สรุปปฏิกิริยาและกระบวนการที่เกิดขึ้นในช่วงไกลโคลิซิส การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์เอ และวัฏจักรเครบส์
2. อธิบายความสำคัญและหน้าที่ของตัวนำอิเล็กตรอน

3. ให้เหตุผลได้ว่าเหตุใดปฏิกิริยาการหายใจช่วงการถ่ายทอดอิเล็กตรอนนั้นจึงได้ ATP เกิดขึ้นจำนวนมาก

4. อธิบายบทบาทของออกซิเจนที่เข้าร่วมในปฏิกิริยาการหายใจ

5. อธิบายความเหมาะสมของไมโทคอนเดรียที่เป็นแหล่งเกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอนและเป็นแหล่งที่มีการเก็บพลังงานให้แก่เซลล์

6. บอกได้ว่าอีกเมื่อไรที่ร่างกายจะมีการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน

7. อธิบายขั้นตอนการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโนโดยเปรียบเทียบกับ การสลายกลูโคส

8. บอกได้ว่ายูเรียที่ร่างกายขับออกมาเป็นผลจากการสลายกรดอะมิโน

เนื้อหา
นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่กำหนดให้ดังนี้

1. การทดลองเกี่ยวกับการหายใจแบบใช้ออกซิเจนของเมล็ดพืช
2. กระบวนการไกลโคลิซิส
3. การสร้างแอซิติลโคเอเอ็นไซม์เอและวัฏจักรเครบส์
4. กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนและการทำงานของไมโทคอนเดรีย
5. กระบวนการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (กลุ่มทดลอง ชุดที่ 1)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษากิจกรรมนี้แล้วสามารถ

1. ทำการทดลอง เรื่อง การหายใจแบบใช้ออกซิเจนของ เมล็ดพืช
2. สรุปปฏิกิริยาที่เกิดจากการหายใจแบบใช้ออกซิเจน
3. อธิบายผลที่ได้รับจากการเกิดกระบวนการหายใจแบบใช้ออกซิเจนของ เมล็ดพืช

4. ยกตัวอย่างการนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาเพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

หลักการของกิจกรรม

เมลิ็ดพีชที่กำลังงอกเกิดจากการเจริญเติบโตโดยการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ กิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งสองนี้จะต้องมีการใช้พลังงานเข้ามาช่วยเสมอ ซึ่งพลังงานที่เข้ามาช่วยในกิจกรรมการเจริญนี้มาจากการสลายสารอาหารที่สะสมไว้ในเมลิ็ดพีชเอง โดยการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนเพื่อให้ได้พลังงาน ก๊าซออกซิเจนที่เข้าไปร่วมในกระบวนการสลายสารอาหารในครั้งนี้มาจากธรรมชาติโดยการหายใจของเมลิ็ดพีชเพื่อดึงอากาศจากสภาพแวดล้อมที่มีก๊าซออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยเข้าไปใช้ในกิจกรรม

ขั้นอธิบายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทบทวนเรื่องพลังงานในสิ่งมีชีวิต
2. แจกแบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การหายใจแบบใช้ออกซิเจนของ เมลิ็ดพีช นักเรียนร่วมกันศึกษาสถานการณ์ในแบบปฏิบัติการทดลอง
3. นักเรียนตอบคำถามในแบบปฏิบัติการทดลองที่กำหนดให้
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปแนวคำตอบเพื่อกำหนดข้อปัญหาจากการศึกษาสถานการณ์
5. นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานการทดลอง
6. นักเรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์การทดลอง
7. นักเรียนร่วมกันวางแผนและออกแบบการทดลองตามแบบฟอร์มที่กำหนดให้

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่นักเรียนร่วมกันออกแบบไว้
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองไว้ทุกขั้นตอนขณะทำการทดลอง
3. ขณะที่นักเรียนทำการทดลองครูจะเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ

ขั้นตอนิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามนักเรียนถึงผลที่ได้จากการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นถึงผลที่ได้จากการทดลอง
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของเพื่อน ๆ
4. นักเรียนร่วมกันสรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การหายใจแบบใช้ออกซิเจนเมล็ดพืช
2. อุปกรณ์การทดลอง เช่น เมล็ดถั่วเขียว หลอดแก้วรูปตัวแวน (L) สายยาง หลอดทดลอง จุกยางแบบมีรู น้ำปูนใส น้ำกลั่น สารละลาย KOH
3. แบบสังเกตการปฏิบัติการทดลอง
4. แบบทดสอบ เรื่อง การหายใจแบบใช้ออกซิเจนของเมล็ดพืช

การประเมินผล

1. ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง การหายใจแบบใช้ออกซิเจนของเมล็ดพืชประมาณ 80 %
2. ผลของการสังเกตการปฏิบัติงานโดยใช้แบบสังเกตการปฏิบัติการทดลอง

กิจกรรมการเรียนการสอน (กลุ่มทดลอง ชุดที่ 2)

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

- เมื่อนักเรียนศึกษากิจกรรมนี้แล้วสามารถ
1. สรุปปฏิกิริยาและกระบวนการที่เกิดขึ้นในกระบวนการไกลโคลิซิส
 2. บอกชื่อสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำอิเล็กตรอนในกระบวนการไกลโคลิซิส
 3. อธิบายหน้าที่ของตัวนำอิเล็กตรอน

4. สรุปผลผลิตที่ได้ออกมาในกระบวนการไกลโคลิซิส

หลักการของกิจกรรม

กระบวนการสลายสารอาหารที่มีน้ำตาลกลูโคสเป็นสารตั้งต้น 1 โมเลกุล ปฏิบัติการเริ่มด้วยการเกิดฟอสโฟริเลชันโดย ATP ในไซโทพลาสซึม สลายพันธะปล่อยฟอสเฟตให้ออกให้กับน้ำตาล 2 ครั้ง แล้วน้ำตาลที่มีโมเลกุลของคาร์บอนอะตอม 6 อะตอม สลายเป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอนอะตอม 3 อะตอม 2 โมเลกุล คือ ฟอสโฟกลีเซอรัลดีไฮด์ ต่อมาฟอสโฟกลีเซอรัลดีไฮด์รับฟอสเฟตให้ออกอีกโมเลกุลละ 1 หมู่ จากสารอินทรีย์อื่น แล้วฟอสโฟกลีเซอรัลดีไฮด์ทั้ง 2 โมเลกุล สลายต่อไปจนได้ผลผลิตออกมาเป็นกรดไพรูวิก 2 โมเลกุล ไฮโดรเจนไอออน 4 อะตอม ATP 2 โมเลกุล น้ำ 2 โมเลกุล

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูแจกใบงาน เรื่อง กระบวนการไกลโคลิซิส โดยให้นักเรียนศึกษาแผนภาพแสดงกระบวนการไกลโคลิซิส
3. ครูอภิปรายถึงจุดประสงค์ของกิจกรรมและที่มาของพลังงานที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กระบวนการไกลโคลิซิส

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาเนื้อหาในใบงาน เรื่อง กระบวนการไกลโคลิซิส แล้วตอบคำถามตามลำดับในใบงาน
2. นักเรียนร่วมกันสรุปปฏิกริยาและกระบวนการไกลโคลิซิสเมื่อเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามถึงปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการไกลโคลิซิส
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้และได้พลังงานออกมาในกระบวนการไกลโคลิซิส
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนสรุปถึงผลที่ได้สุทธิของกระบวนการไกลโคลิซิส

4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปถึงผลที่ได้จากการเกิดกระบวนการไกลโคลิซิส

5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบงาน เรื่อง กระบวนการไกลโคลิซิส
2. แบบทดสอบ เรื่อง กระบวนการไกลโคลิซิส

การประเมินผล

ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง กระบวนการไกลโคลิซิส
ประมาณ 80 %

กิจกรรมการเรียนการสอน (กลุ่มทดลอง ชุดที่ 3)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. สรุปปฏิกิริยาและกระบวนการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอ และวัฏจักรเครบส์
2. อธิบายความสำคัญและหน้าที่ของตัวรับอิเล็กตรอนในช่วงการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอและวัฏจักรเครบส์
3. สรุปผลที่เกิดขึ้นในช่วงการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอและวัฏจักรเครบส์
4. อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงจำนวนอะตอมของคาร์บอนในช่วงวัฏจักรเครบส์

หลักการของกิจกรรม

การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอเป็นกระบวนการที่เกิดต่อจากกระบวนการไกลโคลิซิส โดยมีกรดไพรูวิกเป็นสารตั้งต้นทำปฏิกิริยากับโคเอนไซม์เอได้เป็น แอซิติลโคเอนไซม์ เอ ซึ่งจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมเลกุล และไฮโดรเจน 2 อะตอมต่อกรดไพรูวิก 1 โมเลกุล ทำให้แอซิติลโคเอนไซม์ เอมีคาร์บอนประกอบอยู่ 2 อะตอม

วัฏจักรเครบส์มีแอซิติลโคเอนไซม์ เอ เป็นสารตั้งต้นทำปฏิกิริยากับกรดออกซาโลอะซิติก โดยมีน้ำเข้าร่วมปฏิกิริยา 1 โมเลกุล เมื่อปฏิกิริยาในวัฏจักรเครบส์เกิดครบ 1 รอบ ได้ผลผลิตออกมาดังนี้ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ 2 โมเลกุล ATP 1 โมเลกุล ไฮโดรเจน 6 อะตอม ที่มี 1AD มาทำหน้าที่เป็นตัวนำอิเล็กตรอนและไฮโดรเจนอีก 2 อะตอม มี FAD มาทำหน้าที่เป็นตัวนำอิเล็กตรอน โดยดึงน้ำเข้าร่วมปฏิกิริยา 2 โมเลกุล

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูแจกใบงาน เรื่อง การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอ และวัฏจักรเครบส์ โดยให้นักเรียนศึกษาแผนภาพแสดงกระบวนการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอและวัฏจักรเครบส์ที่กำหนดให้
3. ครูอภิปรายนำ เรื่อง การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอ และวัฏจักรเครบส์
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอและวัฏจักรเครบส์

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

นักเรียนร่วมกันศึกษาแผนภาพที่แสดงกระบวนการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอ และวัฏจักรเครบส์ แล้วตอบคำถามตามลำดับ

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามถึงกระบวนการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอและวัฏจักรเครบส์
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้และได้พลังงานในกระบวนการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอและวัฏจักรเครบส์
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนสรุปผลผลิตที่ได้สุทธิจากกระบวนการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอและวัฏจักรเครบส์
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปโดยเปรียบเทียบถึงผลที่ได้สุทธิจากกระบวนการไกลโคลิซิสกับผลสุทธิจากการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอ และ

ผลสุทธิจากวัฏจักรเครบส์

5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาไปใช้เพื่อให้ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ใบงาน เรื่อง การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอและวัฏจักรเครบส์
2. แบบทดสอบ เรื่อง การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอและวัฏจักรเครบส์

การประเมินผล

ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอและวัฏจักรเครบส์ ประมาณ 80 %

กิจกรรมการเรียนรู้สอน (กลุ่มทดลอง ชุดที่4)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกชื่อสารตั้งต้นของกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนได้
2. อธิบายกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน
3. อธิบายได้ว่าเหตุใดช่วงการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจึงได้ATPเกิด

ขึ้นมาก

4. สรุปบทบาทและหน้าที่ของออกซิเจนที่เข้าร่วมในปฏิกิริยาการ

หายใจ

5. อธิบายความเหมาะสมของแหล่งที่เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอนและแหล่งพลังงานให้กับเซลล์

6. สรุปบทบาทและหน้าที่ของไมโทคอนเดรีย

หลักการของกิจกรรม

กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเกิดต่อเนื่องจากกระบวนการไกลโคลิซิส การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอและวัฏจักรเครบส์โดยการนำเอาตัวนำอิเล็กตรอนจากกระบวนการ ดังกล่าวข้างต้นมาเป็นสารตั้งต้นของกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนนี้จะเกิดขึ้นบริเวณผิวด้านในของไมโทคอนเดรียซึ่งมีลักษณะผิวที่พับไปพับมาเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของเยื่อชั้นใน ส่วนนี้มีตัวนำ

อิเล็กตรอนติดอยู่ ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในช่วงนี้ คือ ออกซิเดชัน-รีดักชัน มีการส่งอิเล็กตรอนไปตามไฮโดรโคโรมต่างๆและตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายคือออกซิเจน จะได้น้ำออกมา พลังงานที่ได้ออกมาจะอยู่ในรูปความร้อน พลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆของเซลล์ และในรูป ATP เก็บสะสมไว้ที่ผนังไมโทคอนเดรีย

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูแจกใบงาน เรื่อง การถ่ายทอดอิเล็กตรอน โดยให้นักเรียนศึกษาแผนภาพแสดงกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน
3. ครูอภิปรายนำ เรื่อง ความสำคัญและหน้าที่ของไมโทคอนเดรีย
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง การถ่ายทอดอิเล็กตรอน และแหล่งที่เกิดกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

นักเรียนร่วมกันศึกษาแผนผังภาพแสดงกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน และแหล่งที่เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน แล้วตอบคำถามในตอนท้ายของใบงานตามลำดับ

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามนักเรียนถึงกระบวนการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนและแหล่งที่เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ และได้พลังงานในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนสรุปผลผลิตที่ได้สุทธิของกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเปรียบเทียบผลที่ได้จากกระบวนการไกลโคลิซิส การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์เอ วัฏจักรเครบส์และการถ่ายทอดอิเล็กตรอน
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบงาน เรื่อง การถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์
2. แบบทดสอบ เรื่อง การถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์

การประเมินผล

ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบเรื่อง การถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์ ประมาณ 80 %

กิจกรรมการเรียนการสอน (กลุ่มทดลอง ชุดที่ 5)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายกระบวนการย่อยสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน
2. สรุปได้ว่าร่างกายจะสลายกรดไขมันและกรดอะมิโนเมื่อไร
3. สรุปขั้นตอนการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโนเปรียบเทียบกับ

สลายกลูโคส

4. สรุปการเข้าสู่กระบวนการสลายสารอาหารของกรดไขมันและกรดอะมิโน

5. สรุปได้ว่ายูเรียหรือกรดยูริกที่ร่างกายขับออกมา เกิดจากการสลายกรดอะมิโน

หลักการของกิจกรรม

การสลายสารอาหารประเภทโปรตีนจะผ่านกระบวนการไกลโคลิซิส บางช่วงโดยจะสลายหมู่อะมิโนออกมาก่อน ซึ่งหมู่อะมิโนจะถูกขับออกจากร่างกายในรูปของยูเรียหรือกรดยูริก ส่วนไขมันเข้าสู่การสลายสารอาหารในรูปของ กลีเซอรอลและกรดไขมันแล้วการสลายสารอาหารก็ดำเนินต่อไปจนถึงที่สุดที่กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์ตามปกติ

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูแจกใบงาน เรื่อง การสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน โดยให้นักเรียนศึกษาแผนภาพแสดงกระบวนการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน

3. ครูอภิปรายถึงจุดประสงค์ของกิจกรรมและที่มาของพลังงานที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กระบวนการสลายสารกรดไขมันและกรดอะมิโน

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาแผนภาพในใบงาน เรื่อง การสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน แล้วตอบคำถามตามลำดับในใบงาน

2. นักเรียนร่วมกันสรุปปฏิกิริยาและกระบวนการกรดไขมันและกรดอะมิโนเมื่อเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามถึงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ และได้พลังงานออกมาในกระบวนการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน

3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนสรุปถึงผลที่ได้สุทธิของกระบวนการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน

4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปถึงผลที่ได้จากการเกิดกระบวนการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน

5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ใบงาน เรื่อง การสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน

2. แบบทดสอบ เรื่อง การสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน

การประเมินผล

ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง การกรดไขมันและกรดอะมิโน ประมาณ 80 %

แผนการสอนที่ 2 (กลุ่มทดลอง)

วิชา ชีววิทยา (ว 042)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

สิ่งมีชีวิตหรือเนื้อเยื่อบางอย่างสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยการหมัก ซึ่งจะทำให้ได้พลังงานน้อยลง ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ เอทานอลหรือกรดแลกติก

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่สลายโมเลกุลของสารอาหารโดยไม่ใช้ออกซิเจน
2. อธิบายผลของการไม่มีออกซิเจนเข้าร่วมในปฏิกิริยาการสลายกลูโคส
3. บอกเหตุผลได้ว่าเหตุใดการสลายโมเลกุลของสารอาหารโดยกระบวนการหมักได้พลังงานออกมาน้อย

เนื้อหา

นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่กำหนดให้ดังนี้

1. การทดลองเกี่ยวกับการย่อยสลายสารอาหารของยีสต์แบบไม่ใช้ออกซิเจน
2. การสลายกลูโคสในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์
3. การสลายกลูโคสในกระบวนการหมักกรดแลกติก

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน(กลุ่มทดลอง ชุดที่ 6)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทำการทดลอง เรื่อง การย่อยสลายกลูโคสของยีสต์แบบไม่ใช้ออกซิเจน
2. สรุปผลที่เกิดจากกระบวนการสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนของยีสต์
3. อธิบายกระบวนการสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนของยีสต์
4. อธิบายเปรียบเทียบผลที่ได้จากกระบวนการสลายกลูโคสระหว่างแบบใช้ออกซิเจนและแบบไม่ใช้ออกซิเจน

หลักการของกิจกรรม

การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนสามารถพบได้ทั้งในพืชและสัตว์ ตั้งแต่สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กๆ เช่น ยีสต์ แบคทีเรียบางชนิด เป็นต้น จนถึงสิ่งมีชีวิตชั้นสูงซึ่งในสิ่งมีชีวิตชั้นสูงสามารถพบได้ตามเนื้อเยื่อต่างๆบางชนิด เช่น เมล็ดพืช กล้ามเนื้อของสัตว์ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนคือ พลังงาน คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ เอทานอลหรือกรดแลกติก

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูแจกแบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนของยีสต์ และทบทวนเรื่องการหายใจแบบใช้ออกซิเจน
3. นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดไว้ในแบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนตามลำดับ
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปแนวคำถามเพื่อกำหนดปัญหาในการศึกษาสถานการณ์ในแบบปฏิบัติการทดลอง
5. นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานการทดลอง เพื่อพิสูจน์ปัญหาที่ตั้งไว้
6. นักเรียนร่วมกันวางแผนการทดลองและออกแบบการทดลอง
7. นักเรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์การทดลอง

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่นักเรียนร่วมกันออกแบบไว้
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองไว้ทุกขั้นตอนของการทดลอง
3. ขณะที่นักเรียนทำการทดลองครูจะเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามนักเรียนถึงผลที่ได้จากการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นถึงผลที่ได้จากการทดลอง
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของเพื่อนๆ
4. นักเรียนร่วมกันสรุปผลปฏิบัติการทดลอง
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การย่อยสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนของยีสต์
2. อุปกรณ์การทดลอง เช่น ยีสต์ น้ำตาลกลูโคส เทอร์โมมิเตอร์ ขวดปากกว้าง น้ำมันพืช บีกเกอร์ น้ำปูนใส
3. แบบสังเกตการปฏิบัติการทดลอง
4. แบบทดสอบ เรื่อง การย่อยสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนของยีสต์

การประเมินผล

1. ผลของการสังเกตการปฏิบัติการทดลองโดยใช้แบบสังเกตการปฏิบัติการทดลอง
2. ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง การสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนของยีสต์ ประมาณ 80 %

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (กลุ่มทดลอง ชุดที่ 7)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตและเนื้อเยื่อที่สามารถสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้
2. อธิบายกระบวนการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนของสิ่งมีชีวิตได้
3. อธิบายถึงของกระบวนการสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนของสิ่งมีชีวิตได้
4. อธิบายเปรียบเทียบผลที่ได้จากกระบวนการสลายกลูโคสระหว่างแบบใช้ออกซิเจนและแบบไม่ใช้ออกซิเจน
5. อธิบายถึงเหตุผลได้ว่าเหตุใดการสลายโมเลกุลของสารอาหารโดยกระบวนการหมักได้พลังงานออกมาน้อย

หลักการของกิจกรรม

การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนสามารถพบได้ทั้งในพืชและสัตว์ ตั้งแต่สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กๆ เช่น ยีสต์ แบคทีเรียบางชนิด เป็นต้น จนถึงสิ่งมีชีวิตชั้นสูงซึ่งในสิ่งมีชีวิตชั้นสูงสามารถพบได้ตามเนื้อเยื่อต่างๆบางชนิด เช่น เมล็ดพืช กล้ามเนื้อของสัตว์ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนคือ พลังงาน คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ เอทานอลหรือกรดแลกติก ซึ่งทั้งเอทานอลและกรดแลกติกจะไม่เข้าสู่กระบวนการสลายโมเลกุลในขั้นต่อไปอีก ดังนั้นจึงทำให้พลังงานออกมาเฉพาะในช่วงกระบวนการไกลโคลิซิสเท่านั้น

ขั้นตอนิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูแจกใบงาน เรื่อง การสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนในกระบวนการหมักแอกซอลและกระบวนการหมักกรดแลกติก
3. นักเรียนทบทวน เรื่อง การสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการและปฏิกิริยาการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาใบงาน เรื่อง การสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์และการหมักกรดแลกติก
2. นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดไว้ในใบงาน เรื่อง การสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนตามลำดับ

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามนักเรียนถึงการเกิดปฏิกิริยาในกระบวนการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นถึงผลที่ได้จากกระบวนการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนเปรียบเทียบผลที่ได้จากกระบวนการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนกับการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน
4. นักเรียนร่วมกันสรุปถึงผลที่ได้จากกระบวนการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบงาน เรื่อง การย่อยสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจน
2. แบบทดสอบ เรื่อง การสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจน

การประเมินผล

ผลจากการทำแบบทดสอบ เรื่อง การสลายโมเลกุลของกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจน 80 %

แผนการสอนที่ 3 (กลุ่มทดลอง)

วิชา ชีววิทยา (ว 042)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การวัดอัตราการหายใจ

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

สิ่งมีชีวิตมีอัตราการใช้ออกซิเจน ออกซิเจนที่สิ่งมีชีวิตใช้นั้นได้มาจากสภาพแวดล้อมโดยการหายใจนำอากาศเข้าไป ถ้ามีการใช้ออกซิเจนมากก็จะมีอัตราการหายใจเร็วซึ่งจะสอดคล้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกาย

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. ทำกิจกรรมเพื่อวัดอัตราการหายใจของสัตว์ที่หายใจแบบใช้ออกซิเจนได้
2. บอกความแตกต่างระหว่างอัตราการหายใจของคนต่างเพศ ต่างวัย และในขณะที่ทำกิจกรรมที่ต่างกัน
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของการใช้พลังงานในการดำรงชีวิตของสัตว์ต่างชนิดกันจากข้อมูลแสดงอัตราการหายใจ

เนื้อหา

นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่กำหนดให้ดังนี้

1. ทำการทดลองเกี่ยวกับการวัดอัตราการหายใจของสัตว์บางชนิดได้
2. ทำการทดลองเปรียบเทียบอัตราการหายใจของคนต่างเพศ ต่างวัย และการทำกิจกรรมที่ต่างกัน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (กลุ่มทดลอง ชุดที่ 8)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. สามารถทำการทดลองวัดอัตราการหายใจของสัตว์ได้
2. สามารถทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบอัตราการหายใจของคนต่างเพศ และขณะทำกิจกรรมเหมือนกันได้
3. อธิบายถึงการใช้ออกซิเจนของสัตว์และคนที่มีลักษณะร่างกายต่างกัน ทำกิจกรรมเหมือนกัน
4. อธิบายเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองเปรียบเทียบการใช้ออกซิเจนของคนต่างเพศ และขณะทำกิจกรรมเหมือนกัน

หลักการของกิจกรรม

อัตราการหายใจจะมีความสัมพันธ์กับชนิดของสิ่งมีชีวิต ขนาดของร่างกาย เพศและการทำกิจกรรมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะทำให้เราทราบถึงการใช้ออกซิเจนของสิ่งมีชีวิต

ขั้นตอนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูแจกแบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การวัดอัตราการหายใจของสัตว์ และการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของคนต่างเพศ และขณะทำกิจกรรมเหมือนกัน
3. นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้ในแบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การวัดอัตราการหายใจของสัตว์ และการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของคนต่างเพศ และขณะทำกิจกรรมเหมือนกัน
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปแนวคำถามเพื่อกำหนดปัญหาในการศึกษาสถานการณ์ในแบบปฏิบัติการทดลอง
5. นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานการทดลอง เพื่อพิสูจน์ปัญหาที่ตั้งไว้
6. นักเรียนร่วมกันวางแผนการทดลองและออกแบบการทดลอง
7. นักเรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์การทดลอง

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่นักเรียนร่วมกันออกแบบไว้
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองไว้ทุกขั้นตอนของการทดลอง
3. ขณะที่นักเรียนทำการทดลองครูจะเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ

ขั้นสรุปผลและอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามนักเรียนถึงผลที่ได้จากการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นถึงผลที่ได้จากการทดลอง
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของเพื่อนๆ
4. นักเรียนร่วมกันสรุปผลปฏิบัติการทดลอง
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การวัดอัตราการหายใจของสัตว์และการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของคนต่างเพศ และทำกิจกรรมเหมือนกัน
2. อุปกรณ์การทดลอง เช่น สัตว์ทดลอง(หนู ลูกไก่) เครื่องชั่งแบบหยาบ ชุดเครื่องมือวัดอัตราการหายใจ โซเดียมไฮดรอกไซด์ น้ำสี วาสลิน หลอดกาแฟ น้ำปูนใส บีกเกอร์ขนาด 1000 cm³ สารละลายไบคาร์บอเนต
3. แบบสังเกตการปฏิบัติการทดลอง
4. แบบทดสอบ เรื่อง การวัดอัตราการหายใจ

การประเมินผล

1. ผลของการสังเกตการปฏิบัติการทดลองโดยใช้แบบสังเกตการปฏิบัติการทดลอง
2. ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง การวัดอัตราการหายใจของสัตว์ ประมาณ 80 %

แผนการสอนที่ 4 (กลุ่มทดลอง)

วิชา ชีววิทยา (ว 042)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง โครงสร้างและกลไกสำหรับการแลกเปลี่ยนก๊าซของคน เวลา 3 คาบ

ความคิดรวบยอด

ร่างกายได้รับออกซิเจนจากสิ่งแวดล้อมภายนอกโดยอาศัยอวัยวะที่ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ อวัยวะที่ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมเกิดที่ผนังของถุงในปอด ส่วนอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของอากาศจากภายนอกเข้าสู่ปอดประกอบด้วย รูจมูก โพรงจมูก คอหอย กล่องเสียง หลอดลมคอ หลอดลมแยกเข้าปอด หลอดลมฝอยและถุงลมตามลำดับ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกส่วนประกอบของปอดและลักษณะของส่วนประกอบของปอด
2. ทำกิจกรรมเพื่อศึกษาโครงสร้างและลักษณะของปอดหมูหรือวัวทั้งภายในและภายนอก
3. อธิบายเกี่ยวกับกลไกของการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างบรรยากาศกับปอดระหว่างก๊าซในปอดกับเลือดและระหว่างก๊าซในเลือดกับเซลล์
4. อธิบายถึงความเหมาะสมของโครงสร้างของปอดกับหน้าที่ในการหายใจ
5. อธิบายเกี่ยวกับกลไกของการหายใจเข้าหายใจออกและศูนย์ควบคุมการหายใจ
6. บอกสาเหตุและผลที่เกิดจากโรคปอดบางชนิด เช่น โรคปอดบวมและโรคถุงลมพอง

เนื้อหา

นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่กำหนดให้ดังนี้

1. การทดลองศึกษาอวัยวะที่ทำหน้าที่นำอากาศจากภายนอกเข้าสู่ปอด และศึกษาโครงสร้างของปอดทั้งภายนอกและภายใน
2. โครงสร้างของปอดคน
3. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการนำอากาศเข้าและออกจากปอด
4. การแลกเปลี่ยนก๊าซในร่างกาย
5. ศูนย์ควบคุมการสูดลมหายใจ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (กลุ่มทดลอง ชุดที่ 9)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทำการทดลอง เรื่อง โครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการลำเลียงอากาศของหนู
2. สรุปลักษณะโครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการลำเลียงอากาศของหนู
3. อธิบายเปรียบเทียบลักษณะของโครงสร้างและหน้าที่ในการลำเลียงอากาศเข้าปอด

หลักการของกิจกรรม

โครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการลำเลียงอากาศจากสภาพภายนอกร่างกาย เข้าสู่ร่างกายของหนูประกอบด้วย รูจมูก โพรงจมูก คอหอย กล่องเสียง หลอดลมคอ หลอดลมแยกเข้าปอด หลอดลมฝอยและถุงลม

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูแจกแบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง โครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการลำเลียงก๊าซของหนู
3. นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดให้ในแบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง โครงสร้างที่ทำหน้าที่ในลำเลียงอากาศของหนู

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปแนวคำถามเพื่อกำหนดปัญหาในการศึกษา
สถานการณ์ในแบบปฏิบัติการทดลอง

5. นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานการทดลองเพื่อพิสูจน์ปัญหาที่ตั้งไว้

6. นักเรียนร่วมกันวางแผนการทดลองและออกแบบการทดลอง

7. นักเรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์การทดลอง

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่นักเรียนร่วมกัน
ออกแบบไว้

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองไว้ทุกขั้นตอนของการทดลอง

3. ขณะที่นักเรียนทำการทดลองครูจะเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ

ขั้นอภิปรายผลการทดลอง

1. ครูซักถามนักเรียนถึงผลที่ได้จากการทดลอง

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นถึงผลที่ได้จาก

การทดลอง

3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองทั้งภายใน
ในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของเพื่อนๆ

4. นักเรียนร่วมกันสรุปผลปฏิบัติการทดลอง

5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อ
สรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง โครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการลำเลียง
อากาศของหนู

2. อุปกรณ์การทดลอง เช่น หนูทดลอง, ชุดผ่าตัด, ภาดผ่าตัด,
เข็มหมุด, แว่นขยาย, กล้องจุลทรรศน์, ฟอ์มาริน

3. แบบสังเกตการปฏิบัติการทดลอง

4. แบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการลำเลียงอากาศ
ของหนู

การประเมินผล

1. ผลของการสังเกตการปฏิบัติการทดลองโดยใช้แบบสังเกตการปฏิบัติการทดลอง
2. ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง การวัดอัตราการหายใจของสัตว์ ประมาณ 80 %

แผนการสอนที่ 5 (กลุ่มทดลอง)

วิชา ชีววิทยา (ว 042)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างๆ เวลา 3 คาบ

ความคิดรวบยอด

การแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตใช้โครงสร้างในการแลกเปลี่ยนก๊าซแตกต่างกันไปในแต่ละชนิดโดยมีความสัมพันธ์กับระบบการลำเลียงสารของร่างกาย ซึ่งโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่มก็เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่และสัมพันธ์กับความต้องการปริมาณออกซิเจนของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกชื่อโครงสร้างที่สิ่งมีชีวิตต่างๆ ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซกับสิ่งแวดล้อม
2. บอกได้ว่าโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซกับสิ่งแวดล้อมมีความเหมาะสมกับหน้าที่และสภาพแวดล้อมอย่างไร

เนื้อหา

นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่กำหนดให้ดังนี้

1. ทำการทดลองศึกษาลักษณะโครงสร้างสำหรับการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตบางชนิดได้
2. โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างๆ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน(กลุ่มทดลอง ชุดที่ 10)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. ระบุปัญหาเกี่ยวกับโครงสร้างที่ใช้แลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆได้

2. ทดลองศึกษาลักษณะโครงสร้างที่ใช้แลกเปลี่ยนก๊าซของโปรติสสัตว์บางชนิดได้

3. อภิปรายเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างที่ใช้แลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างๆได้

หลักการของกิจกรรม

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการออกซิเจนเข้าไปใช้ในกระบวนการสลายสารอาหารระดับเซลล์เพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ในกิจกรรมต่างๆของสิ่งมีชีวิตซึ่งการผ่านของก๊าซออกซิเจน จากสภาพแวดล้อมเข้าสู่เซลล์นั้นต้องมีโครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ และโครงสร้างที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันจะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปและมีความเหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นๆเองด้วย

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. นักเรียนร่วมกันศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
3. นักเรียนตอบคำถามในแบบปฏิบัติการทดลองที่กำหนดให้
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปแนวคำตอบเพื่อกำหนดปัญหาในการศึกษาสถานการณ์
5. นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานของปัญหา
6. นักเรียนร่วมกันวางแผนและออกแบบการทดลอง
7. นักเรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์การทดลอง

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่นักเรียนร่วมกันออกแบบไว้
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองไว้ทุกขั้นตอน
3. ขณะที่นักเรียนทำการทดลองครูจะเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามนักเรียนถึงผลที่ได้จากการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นถึงผลที่ได้จากการทดลอง
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่มของเพื่อนๆ
4. นักเรียนร่วมกันสรุปผลการปฏิบัติการทดลอง
5. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างๆ
2. อุปกรณ์การทดลอง เช่น ขูดผ้าตัด ถาดผ้าตัดแมลง เลนส์ขยาย กล้องจุลทรรศน์ กล้องสเตอริโอสโคป เข็มหมุด สไลด์ กระจกปิดสไลด์
3. สิ่งมีชีวิต เช่น อมีบาหรือพลาณาเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง ปู ปลา และแมลง
4. แบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างๆ

การประเมินผล

1. ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ประมาณ 80 %
2. ผลของการสังเกตการปฏิบัติการทดลองโดยใช้แบบสังเกตการปฏิบัติการทดลอง

แผนการสอนที่ 6 (กลุ่มทดลอง)

วิชา ชีววิทยา (ว 042)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การหายใจและการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

ในพืชก็มีปฏิกิริยาการหายใจเช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ มีโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ ผลผลิตที่ได้จากการเก็บเกี่ยวแล้วยังมีการหายใจเช่นกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกชื่อโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซกับสิ่งแวดล้อม
2. บอกวิธีการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช

เนื้อหา

นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่กำหนดให้ดังนี้

1. ทำการทดลองศึกษาลักษณะโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช
2. โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช
3. การหายใจของพืชหลังการเก็บเกี่ยว

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (กลุ่มทดลอง ชุดที่ 11)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายลักษณะโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืชได้
2. อธิบายวิธีการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืชได้
3. ทำการทดลองศึกษาลักษณะโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืชได้

หลักการของกิจกรรม

พืชไม่มีโครงสร้างที่เป็นอวัยวะสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซโดยเฉพาะ ส่วนใหญ่มักพบที่ใบในชั้นมีโซฟิลล์ อากาศผ่านเข้าไปในใบโดยผ่านทางปากใบ นอกจากนี้พืชยังมีการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ทางอื่นอีกเช่น เลนทิเซล ราก ลำต้น เป็นต้น

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. นักเรียนร่วมกันศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การหายใจและการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช
3. นักเรียนตอบคำถามในแบบปฏิบัติการทดลองที่กำหนดให้
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปแนวคำตอบเพื่อกำหนดปัญหาในการศึกษาสถานการณ์
5. นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานของปัญหา
6. นักเรียนร่วมกันวางแผนและออกแบบการทดลอง
7. นักเรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์การทดลอง

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่นักเรียนร่วมกันออกแบบไว้
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองไว้ทุกขั้นตอน
3. ขณะที่นักเรียนทำการทดลองครูจะเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามนักเรียนถึงผลที่ได้จากการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นถึงผลที่ได้จากการทดลอง
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่ม
4. นักเรียนร่วมกันสรุปผลการปฏิบัติการทดลอง
5. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การหายใจและการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช
2. อุปกรณ์การทดลอง เช่น ใบพืช ใบมีดคมๆ สไลด์ กระจกปิดสไลด์ กล้องจุลทรรศน์
4. แบบทดสอบ เรื่อง การหายใจและการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช

การประเมินผล

1. ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง การหายใจและการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช ประมาณ 80 %
2. ผลของการสังเกตการปฏิบัติการทดลองโดยใช้แบบสังเกตการปฏิบัติการทดลอง

แผนการสอนที่ 1 (กลุ่มควบคุม)

วิชา ชีววิทยา (ว 042)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน เวลา 5 คาบ

ความคิดรวบยอด

สิ่งมีชีวิตต้องใช้พลังงานจากการสลายโมเลกุลของสารอาหารเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ การสลายโมเลกุลของสารอาหารมีทั้งแบบใช้ออกซิเจนและแบบไม่ใช้ออกซิเจน

การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนเป็นปฏิกิริยาที่มีหลายขั้นตอนเกิดขึ้นต่อเนื่องกันคือ ไกลโคลิซิส การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์เอ วัฏจักรเครบส์ ปฏิกิริยาทั้งสามขั้นตอนดังกล่าวจะให้อิเล็กตรอน (ในรูปของไฮโดรเจนอะตอม) ซึ่งจะมีตัวนำอิเล็กตรอนมารับเข้าสู่กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนต่อไป ผลที่เกิดจากปฏิกิริยาการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน คือ พลังงาน ซึ่งเซลล์จะเก็บเอาไว้ในรูปของ ATP และยังให้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำอีกด้วย ส่วนออกซิเจนที่หายใจเข้าไปจะเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย

สารอาหารหลักที่เซลล์นำมาเป็นแหล่งพลังงานได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โดยเฉพาะกลูโคส นอกจากนี้เซลล์ยังสามารถให้พลังงานจากการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโนอีกด้วย

ไมโทคอนเดรียเป็นแหล่งสำคัญในการเก็บพลังงานที่ได้จากการสลายโมเลกุลของสารอาหารที่มีกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. สรุปปฏิกิริยาและกระบวนการที่เกิดขึ้นในช่วงไกลโคลิซิส การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์เอ และวัฏจักรเครบส์
2. อธิบายความสำคัญและหน้าที่ของตัวนำอิเล็กตรอน

3. ให้เหตุผลได้ว่าเหตุใดปฏิกิริยาการหายใจช่วงการถ่ายทอดอิเล็กตรอนนั้นจึงได้ ATP เกิดขึ้นจำนวนมาก
4. อธิบายบทบาทของออกซิเจนที่เข้าร่วมในปฏิกิริยาการหายใจ
5. อธิบายความเหมาะสมของไมโทคอนเดรียที่เป็นแหล่งเกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอนและเป็นแหล่งที่มีการเก็บพลังงานให้แก่เซลล์
6. บอกได้ว่าอีกเมื่อไรที่ร่างกายจะมีการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน
7. อธิบายขั้นตอนการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโนโดยเปรียบเทียบกับการสลายกลูโคส
8. บอกได้ว่ายูเรียที่ร่างกายขับออกมาเป็นผลจากการสลายกรดอะมิโน

เนื้อหา

นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่กำหนดให้ดังนี้

1. การทดลองเกี่ยวกับการหายใจแบบใช้ออกซิเจนของเมล็ดพืช
2. กระบวนการไกลโคลิซิส
3. การสร้างแอซิติลโคเอเอ็นไซม์เอและวัฏจักรเครบส์
4. กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนและการทำงานของไมโทคอนเดรีย
5. กระบวนการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (กลุ่มควบคุม ชุดที่ 1)

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง กระบวนการไกลโคลิซิส ในหนังสือแบบเรียนชีววิทยา ว 042
3. ครูอภิปรายถึงจุดประสงค์ของการศึกษา เรื่อง ไกลโคลิซิส
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กระบวนการไกลโคลิซิส

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาเนื้อหา เรื่อง กระบวนการไกลโคลิซิส ในหนังสือวิชาชีววิทยา ว 042 แล้วตอบคำถามท้ายบท

2. นักเรียนร่วมกันสรุปปฏิกิริยาและกระบวนการไกลโคลิซิสเมื่อเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามถึงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการไกลโคลิซิส
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ และได้พลังงานออกมาในกระบวนการไกลโคลิซิส
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนสรุปถึงผลที่ได้สุทธิของกระบวนการไกลโคลิซิส
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปถึงผลที่ได้จากการเกิดกระบวนการไกลโคลิซิส

5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา ว 042

การประเมินผล

ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง กระบวนการไกลโคลิซิส
ประมาณ 80 %

กิจกรรมการเรียนการสอน (กลุ่มควบคุม ชุดที่ 2)

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การสร้างแอสติลโคเอนไซม์ เอและวัฏจักรเครบส์ในหนังสือแบบเรียนชีววิทยา ว 042
3. ครูอภิปรายถึงจุดประสงค์ของการศึกษา เรื่อง การสร้างแอสติลโคเอนไซม์ เอและวัฏจักรเครบส์
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง การสร้างแอสติลโคเอนไซม์เอและวัฏจักรเครบส์

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษา เรื่อง การสร้างแอซิติลโคเอนไวม์ เอและ วัฏจักรเครบส์ในหนังสือวิชาชีววิทยา ว 042 แล้วตอบคำถามท้ายบท

2. นักเรียนร่วมกันสรุปปฏิกิริยา และกระบวนการสร้าง แอซิติลโคเอนไวม์ เอและ วัฏจักรเครบส์ เมื่อเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามถึงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสร้าง แอซิติลโคเอนไวม์เอ และวัฏจักรเครบส์

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ และได้พลังงานออกมาในกระบวนการ

3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนสรุปถึงผลที่ได้สุทธิของกระบวนการทั้งสอง

4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา ว 042

การประเมินผล

ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง กระบวนการสร้าง แอซิติลโคเอนไวม์ เอ และวัฏจักรเครบส์ ประมาณ 80 %

กิจกรรมการเรียนการสอน (กลุ่มควบคุม ชุดที่ 3)

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน

2. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ใน หนังสือแบบเรียนชีววิทยา ว 042

3. ครูอภิปรายถึงจุดประสงค์ของการศึกษา เรื่อง กระบวนการ ถ่ายทอดอิเล็กตรอน

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กระบวนการถ่ายทอด อิเล็กตรอน

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาเนื้อหา เรื่อง กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ในหนังสือ วิชาชีววิทยา ว 042 แล้วตอบคำถามท้ายบท
2. นักเรียนร่วมกันสรุปปฏิกิริยาและกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเมื่อเกิดขึ้น อย่างสมบูรณ์

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามถึงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ และได้พลังงานออกมาในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนสรุปถึงผลที่ได้สุทธิของกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน
4. นักเรียน และครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา ว 042

การประเมินผล

ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ประมาณ 80 %

แผนการสอนที่ 2 (กลุ่มควบคุม)

วิชา ชีววิทยา (ว 042)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

สิ่งมีชีวิตหรือเนื้อเยื่อบางอย่างสามารถสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้โดยการหมัก ซึ่งจะทำได้พลังงานน้อยลงผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ เอทานอลหรือกรดแลกติก

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่สลายโมเลกุลของสารอาหารโดยไม่ใช้ออกซิเจน
2. อธิบายผลของการไม่มีออกซิเจนเข้าร่วมในปฏิกิริยาการสลายโมเลกุลกลูโคส
3. บอกเหตุผลได้ว่าเหตุใดการสลายโมเลกุลของสารอาหารโดยกระบวนการหมักได้พลังงานออกมาน้อย

เนื้อหา

นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่กำหนดให้ดังนี้

1. การสลายกลูโคสในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์
2. การสลายกลูโคสในกระบวนการหมักกรดแลกติก

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (กลุ่มทดลอง ชุดที่ 4)

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูให้นักเรียนศึกษา เรื่อง การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในหนังสือแบบเรียนชีววิทยา ว 042

3. ครูอภิปรายถึงจุดประสงค์ของการศึกษา เรื่อง การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาเนื้อหา เรื่อง การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในหนังสือวิชาชีววิทยาแล้วตอบคำถามท้ายบท

2. นักเรียนร่วมกันสรุปปฏิกิริยาและกระบวนการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน เมื่อจบปฏิกิริยาแล้ว

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามถึงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ และได้พลังงานออกมาในกระบวนการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนสรุปถึงผลที่ได้สุทธิของการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนรู้การสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา ว 042

การประเมินผล

ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน ประมาณ 80 %

แผนการสอนที่ 3 (กลุ่มควบคุม)

วิชา ชีววิทยา (ว 042)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การวัดอัตราการหายใจ

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

สิ่งมีชีวิตมีอัตราการใช้ออกซิเจน ออกซิเจนที่สิ่งมีชีวิตใช้นั้นได้มาจากสภาพแวดล้อมโดยการหายใจนำอากาศเข้าไป ถ้ามีการใช้ออกซิเจนมากก็จะมีอัตราการหายใจเร็วซึ่งจะสอดคล้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกาย

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. ทำกิจกรรมเพื่อวัดอัตราการหายใจของสัตว์ที่หายใจแบบแบบใช้ออกซิเจนได้
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของการใช้พลังงานในการดำรงชีวิตของสัตว์ต่างชนิดกันจากข้อมูลแสดงอัตราการหายใจ

เนื้อหา

นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่กำหนดให้ดังนี้

ทำการทดลองเกี่ยวกับการวัดอัตราการหายใจของสัตว์บางชนิดได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (กลุ่มควบคุม ชุดที่ 5)

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูอธิบายวิธีการทดลอง เรื่อง การวัดอัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิตในหนังสือแบบเรียนชีววิทยาให้นักเรียนฟังจนเข้าใจ
3. ครูอภิปรายถึงจุดประสงค์ของการทดลอง เรื่อง การวัดอัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิต
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง อัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิต

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาเนื้อหา เรื่อง การวัดอัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิต ในหนังสือวิชาชีววิทยาแล้วตอบคำถามท้ายบท
2. นักเรียนร่วมกันทำการทดลองตามแบบในหนังสือแล้วบันทึกผลการทดลองไว้

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามถึงผลที่ได้จากการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการวัดอัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิต
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนสรุปผลการทดลอง เรื่อง การวัดอัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิต
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปถึงผลการทดลอง
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา ว 042

การประเมินผล

ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง กระบวนการไกลโคลิซิส ประมาณ 80 %

แผนการสอนที่ 4 (กลุ่มควบคุม)

วิชา ชีววิทยา (ว 042)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง โครงสร้างและกลไกสำหรับการแลกเปลี่ยนก๊าซของคน เวลา 3 คาบ

ความคิดรวบยอด

ร่างกายได้รับออกซิเจนจากสิ่งแวดล้อมภายนอกโดยอาศัยอวัยวะที่ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ อวัยวะที่ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมเกิดที่ผนังของถุงลมในปอด ส่วนสัตว์อัตราที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของอากาศจากภายนอกเข้าสู่ปอดประกอบด้วย รูจมูก โพรงจมูก คอหอย กล่องเสียง หลอดลมคอ หลอดลมแยกเข้าปอด หลอดลมฝอยและถุงลมตามลำดับ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกส่วนประกอบของปอดและลักษณะส่วนประกอบของปอด
2. ทำกิจกรรมเพื่อศึกษาโครงสร้างและลักษณะของปอดหมูหรือปอดวัวทั้งภายในและภายนอก
3. อธิบายเกี่ยวกับกลไกของการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างบรรยากาศกับปอดระหว่างก๊าซในปอดกับเลือดและระหว่างก๊าซในเลือดกับเซลล์
4. อธิบายถึงความเหมาะสมของโครงสร้างของปอดกับหน้าที่ในการหายใจ
5. อธิบายเกี่ยวกับกลไกของการหายใจเข้าหายใจออกและศูนย์ควบคุมการหายใจ
6. บอกสาเหตุและผลที่เกิดจากโรคปอดบางชนิด เช่น โรคปอดบวมและโรคถุงลมพอง

เนื้อหา

นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่กำหนดให้ดังนี้

1. การทดลองศึกษาอวัยวะที่ทำหน้าที่นำอากาศจากภายนอกเข้าสู่ปอดและศึกษาโครงสร้างของปอดทั้งภายในและภายนอก
2. โครงสร้างของปอดคน
3. การแลกเปลี่ยนก๊าซในร่างกายคน
4. ศูนย์ควบคุมการสูดลมหายใจ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (กลุ่มควบคุม ชุดที่ 6)

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูอธิบายวิธีการทดลอง เรื่อง การศึกษาโครงสร้างของปอดหมูให้นักเรียนฟังตามแบบในหนังสือแบบเรียนชีววิทยา
3. ครูอภิปรายถึงจุดประสงค์ของการทดลอง เรื่อง โครงสร้างของปอดหมู
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง โครงสร้างของปอดหมู

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาโครงสร้างของปอดหมูตามวิธีในหนังสือวิชาชีววิทยา
2. นักเรียนตอบคำถามท้ายบท

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามถึงผลที่ได้จากการศึกษา โครงสร้างของปอดหมู
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทดลอง
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนสรุปผลที่ได้จากการศึกษา โครงสร้างของปอดหมู
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปถึงผลที่ได้จากการศึกษา โครงสร้างของปอดหมู

5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา ว 042

การประเมินผล

ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้างของปอดหมู
ประมาณ 80 %

กิจกรรมการเรียนการสอน (กลุ่มควบคุม ชุดที่ 6)

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูอภิปรายถึงจุดประสงค์ของการศึกษา เรื่อง โครงสร้างของปอดคน การแลกเปลี่ยนก๊าซในร่างกายคนและศูนย์ควบคุมการสูดลมหายใจ
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง โครงสร้างของปอดคน การแลกเปลี่ยนก๊าซในร่างกายคนและศูนย์ควบคุมการสูดลมหายใจ

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างของปอดคน การแลกเปลี่ยนก๊าซในร่างกายคนและศูนย์ควบคุมการหายใจ ในหนังสือวิชาชีววิทยา
2. นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามถึงผลที่ได้จากการศึกษา เรื่อง โครงสร้างของปอดคน การแลกเปลี่ยนก๊าซในร่างกายคนและศูนย์ควบคุมการสูดลมหายใจ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ โครงสร้างของปอดคน การแลกเปลี่ยนก๊าซในร่างกายคนและศูนย์ควบคุมการสูดลมหายใจ
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนสรุปถึงผลที่ได้จากการศึกษา เรื่อง โครงสร้างของปอดคน การแลกเปลี่ยนก๊าซในร่างกายคนและศูนย์ควบคุมการหายใจ

5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนรู้การสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา ว 042

การประเมินผล

ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ ประมาณ 80 % จากการศึกษาเรื่อง

1. โครงสร้างของปอดคน
2. การแลกเปลี่ยนก๊าซในร่างกายคน
3. ศูนย์ควบคุมการสูดลมหายใจ

แผนการสอนที่ 5 (กลุ่มควบคุม)

วิชา ชีววิทยา (ว 042)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เวลา 3 คาบ

ความคิดรวบยอด

การแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตใช้โครงสร้างในการแลกเปลี่ยนก๊าซแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด โดยมีความสัมพันธ์กับระบบการลำเลียงสารของร่างกาย ซึ่งโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่มก็เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่และสัมพันธ์กับความต้องการปริมาณออกซิเจนของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกชื่อโครงสร้างที่สิ่งมีชีวิตต่างๆ ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซกับสิ่งแวดล้อม

2. บอกได้ว่าโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซกับสิ่งแวดล้อมมีความเหมาะสมกับหน้าที่และสภาพแวดล้อมอย่างไร

เนื้อหา

นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่กำหนดให้ดังนี้

โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างๆ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (กลุ่มควบคุม ชุดที่ 7)

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูอภิปรายถึงจุดประสงค์ของการศึกษา เรื่อง โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างๆ
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างๆ

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในหนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา
2. นักเรียนตอบคำถามท้ายบท

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามถึงผลที่ได้จากการศึกษา เรื่อง โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างๆ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับหน้าที่และความเหมาะสมในการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างๆ
3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนสรุปถึงผลที่ได้จากการศึกษาเรื่องนี้
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปถึงหน้าที่และความเหมาะสมของโครงสร้างที่ทำการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างๆ
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา ว 042

การประเมินผล

ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ประมาณ 80 %

แผนการสอนที่ 6 (กลุ่มควบคุม)

วิชา ชีววิทยา (ว 042)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การหายใจและการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช

เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

ในพืชก็มีปฏิกิริยาการหายใจเช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ มีโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ ผลผลิตที่ได้จากการเก็บเกี่ยวแล้วยังมีการหายใจเช่นกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกชื่อโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซกับสิ่งแวดล้อมของพืช
2. บอกวิธีการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช

เนื้อหา

นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่กำหนดให้ดังนี้

1. โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช
2. การหายใจของพืชหลังการเก็บเกี่ยว

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (แบบปกติ ชุดที่ 8)

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ครูอภิปรายถึงจุดประสงค์ของการศึกษา เรื่อง การหายใจและการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช การหายใจของพืชหลังการเก็บเกี่ยว

ขั้นปฏิบัติการทดลอง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช การหายใจของพืชหลังการเก็บเกี่ยวในหนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา

2. นักเรียนตอบคำถามท้ายบท

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูซักถามถึงผลที่ได้จากการศึกษา เรื่อง โครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช การหายใจของพืชหลังการเก็บเกี่ยว

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับหน้าที่และความเหมาะสมในการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช

3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนสรุปถึงผลที่ได้จากการศึกษาเรื่องนี้

4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปถึงหน้าที่และความเหมาะสมของโครงสร้างและการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช

5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการเรียนการสอน

หนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา ว 042

การประเมินผล

ผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง การหายใจและการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช ประมาณ 80 %

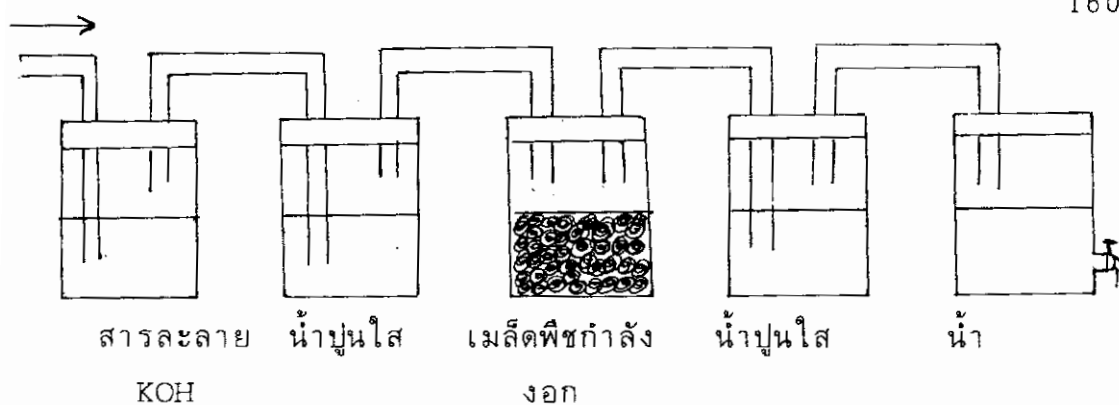
แบบปฏิบัติการทดลองที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้นี้ จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการคิด ตั้งปัญหาการทดลอง หาวิธีการแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐานการทดลอง วางแผนและออกแบบการทดลอง สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนจะไม่ประสบผลสำเร็จในการศึกษาแบบปฏิบัติการทดลองนี้เท่าที่ควร ถ้านักเรียนไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดให้อย่างเคร่งครัด

สถานการณ์ที่กำหนดให้

เมล็ดพืชที่กำลังงอกนั้นเกิดจาก การเจริญเติบโตโดยการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์อย่างรวดเร็ว การแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์นั้นมีการใช้พลังงานในการดำเนินกิจกรรมดังกล่าว ซึ่งพลังงานนี้ได้มาจากกระบวนการสลายสารอาหารที่สะสมไว้ในเมล็ดแบบใช้ออกซิเจนเพื่อเป็นการพิสูจน์ให้เห็นจริงว่า เมล็ดพืชมีการหายใจเพื่อใช้ก๊าซออกซิเจนที่เป็นองค์ประกอบของอากาศในธรรมชาติ เด็กชายญาณพัฒน์จึงทำการทดลองเพื่อตรวจสอบการหายใจของเมล็ดพืชว่ามีการใช้ก๊าซออกซิเจนและตรวจสอบก๊าซที่ได้จากการหายใจของเมล็ดพืชที่กำลังงอกด้วย โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปนมากับอากาศจากสภาวะแวดล้อม แล้วผ่านก๊าซดังกล่าวไปตรวจสอบด้วยน้ำปูนใสแล้วอากาศที่ได้นี้เมล็ดที่กำลังงอกจึงใช้ประโยชน์ก๊าซที่ปล่อยออกมาจากการหายใจนั้นก็ผ่านออกมาแล้วตรวจสอบโดยน้ำปูนใสอีกครั้ง สำหรับทิศทางการไหลของอากาศควบคุมโดยการปล่อยน้ำออกในหลอดทดลองสุดท้ายดังภาพ ในการทดลองครั้งนี้เด็กชายญาณพัฒน์สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่น้ำปูนใสทั้งสองหลอด



ให้นักเรียนตอบคำถามหลังจากศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ตามลำดับต่อไปนี้

- นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่า เมล็ดพืชขณะงอกจะมีการหายใจ
เชื่อ เพราะ.....
ไม่เชื่อ เพราะ.....
- สิ่งที่เราสามารถสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงทำการทดลอง คือ.....
- ก๊าซที่ผ่านเข้าไปในหลอดทดลองที่มีเมล็ดพืชอยู่น่าจะเป็นก๊าซ.....
- ผลที่ได้จากกิจกรรมการงอกของ เมล็ดพืชน่าจะเป็นก๊าซ.....
- นักเรียนคิดว่าน้ำปูนใสในหลอดทดลองก่อนและหลังหลอดทดลองที่มีเมล็ดพืชจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร..... เพราะ.....
- จากสถานการณ์นักเรียนจะกำหนดชื่อเรื่องที่จะทำการทดลองศึกษาได้ว่า.....
- ให้นักเรียนนำเหตุผลข้างต้นมาตั้งเป็นสมมติฐานการทดลองตามปัญหาที่กำหนดขึ้นโดยสมมติฐานนี้สามารถพิสูจน์ได้ด้วยการทดลอง.....
- จากสมมติฐานการทดลองที่นักเรียนตั้งขึ้นสามารถกำหนดตัวแปรได้อย่างไร
ตัวแปรต้น.....
ตัวแปรตาม.....
ตัวแปรควบคุม.....
- ในการทดลองครั้งนี้ นักเรียนจะสังเกตผลการทดลองอะไรบ้าง.....

ถ้ากำหนดสิ่งเหล่านี้ให้

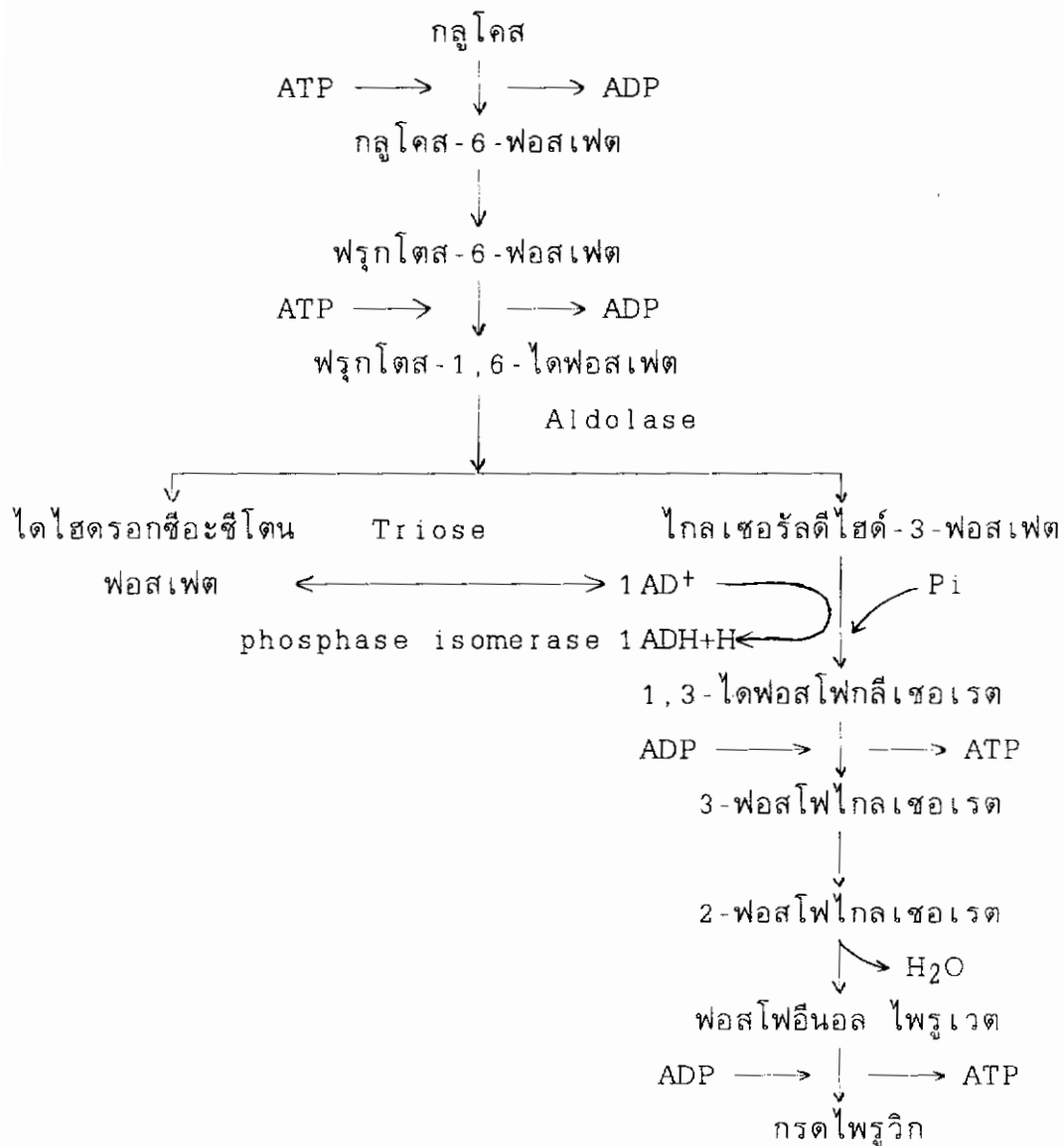
เมล็ดถั่วเขียว 20 เมล็ด, หลอดแก้วรูปตัวแอล(L) 9 หลอด, หลอดทดลอง 5 หลอด, น้ำปูนใส, สารละลายโปรแตสเซียมไฮดรอกไซด์, น้ำกลั่น, จุกอย่างมีรู 5 อัน

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองตามที่นักเรียนได้กำหนดไว้แล้วข้างต้น
ตามแบบฟอร์มดังต่อไปนี้

แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 25..... (ที่ทำการทดลอง)
รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม
วัตถุประสงค์การทดลอง
อุปกรณ์การทดลอง
วิธีการทดลอง
ผลการทดลอง
สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง
ข้อเสนอแนะ.....

ใบงานที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาแผนภาพแสดงกระบวนการสลายโมเลกุลของกลูโคส ในช่วงกระบวนการไกลโคลิซิส แล้วตอบคำถามในตอนท้ายของใบงานตามลำดับ



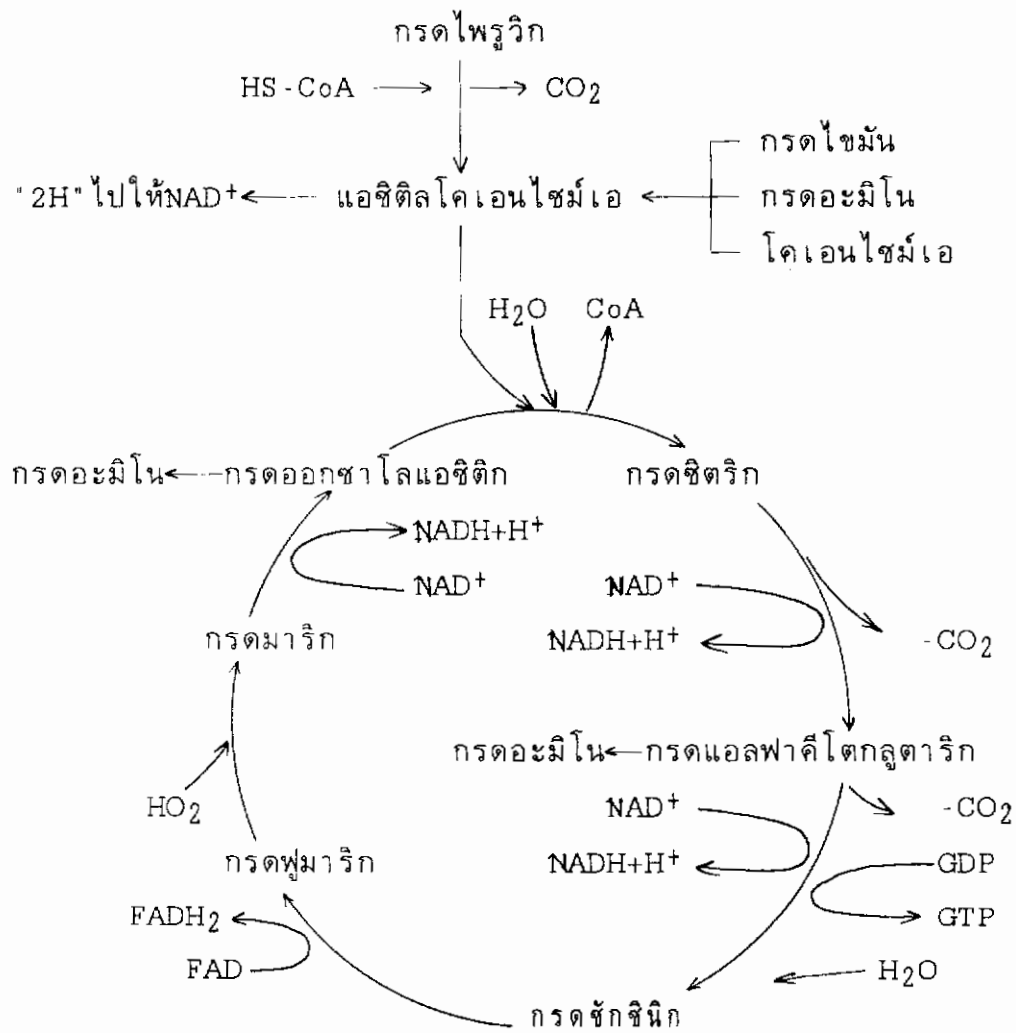
จากแผนภาพแสดงกระบวนการไกลโคลิซิส ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สารตั้งต้นของกระบวนการไกลโคลิซิส คือ
2. กระบวนการนี้เกิดขึ้นบริเวณใด
3. การเกิดฟอสโฟริเลชันโดยใช้ ATP เกิดช่วงแรกระหว่าง กับ
4. จากกระบวนการในข้อ 3 เมื่อเกิดปฏิกิริยาลิ้นสุดแล้ว จะได้ ปล่อยมาให้กับกลูโคส
5. น้ำตาลกลูโคสที่รวมกับสารที่ได้จากข้อ 4 แล้วจะมีพลังงานศักย์เป็นอย่างไร
6. การเปลี่ยนแปลงของกลูโคส-6-ฟอสเฟต เป็น ฟรุคโตส-6-ฟอสเฟต เกิดขึ้นเพราะเหตุใด
7. การเกิดกระบวนการฟอสโฟริเลชันโดยใช้ ATP ช่วงที่สองเกิดขึ้นระหว่าง กับ
8. การสลายน้ำตาลที่มีคาร์บอนอะตอมเป็นองค์ประกอบอยู่ 6 อะตอม ได้เป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอนอะตอมเป็นประกอบ 3 อะตอม คือ สารใดบ้าง
9. ฟอสเฟสไอออนที่เข้ามารวมกับไกลเซอรัลดีไฮด์-3-ฟอสเฟต มาจากไหน
10. ไฮโดรเจนไอออนเกิดขึ้นมาในช่วงใด
11. ไฮโดรเจนไอออนเกิดขึ้นมา จำนวน อะตอมต่อ 1 โมเลกุลของน้ำตาลกลูโคส
12. สารที่เป็นตัวนำอิเล็กตรอนที่มารับไฮโดรเจน คือ
13. การเปลี่ยนแปลงจาก 3-ฟอสโฟไกลเซอเรต เป็น 2-ฟอสโฟไกลเซอเรต เกิดได้อย่างไร
14. กรดไพรูวิกเกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงของฟอสโฟอินอลไพรูเวต อย่างไร

15. จากกระบวนการสลายน้ำตาล 1 โมเลกุล ได้พลังงานออกมาในรูปATP ทั้งหมด โมเลกุล
16. น้ำที่เกิดจากกระบวนการสลายน้ำตาลนี้ เกิดขึ้นในช่วงใด
17. กระบวนการสลายน้ำตาลได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือไม่
18. กระบวนการสลายน้ำตาลนี้ เรียกว่า
19. สรุปผลที่เกิดจากการย่อยสลายน้ำตาล 1 โมเลกุล ใช้พลังงานATP
 โมเลกุล ปล่อยพลังงาน ATP.....โมเลกุล ไฮโดรเจน....อะตอม
 น้ำ.....โมเลกุล

ใบงานที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาแผนภาพการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอ และวัฏจักรเครบส์



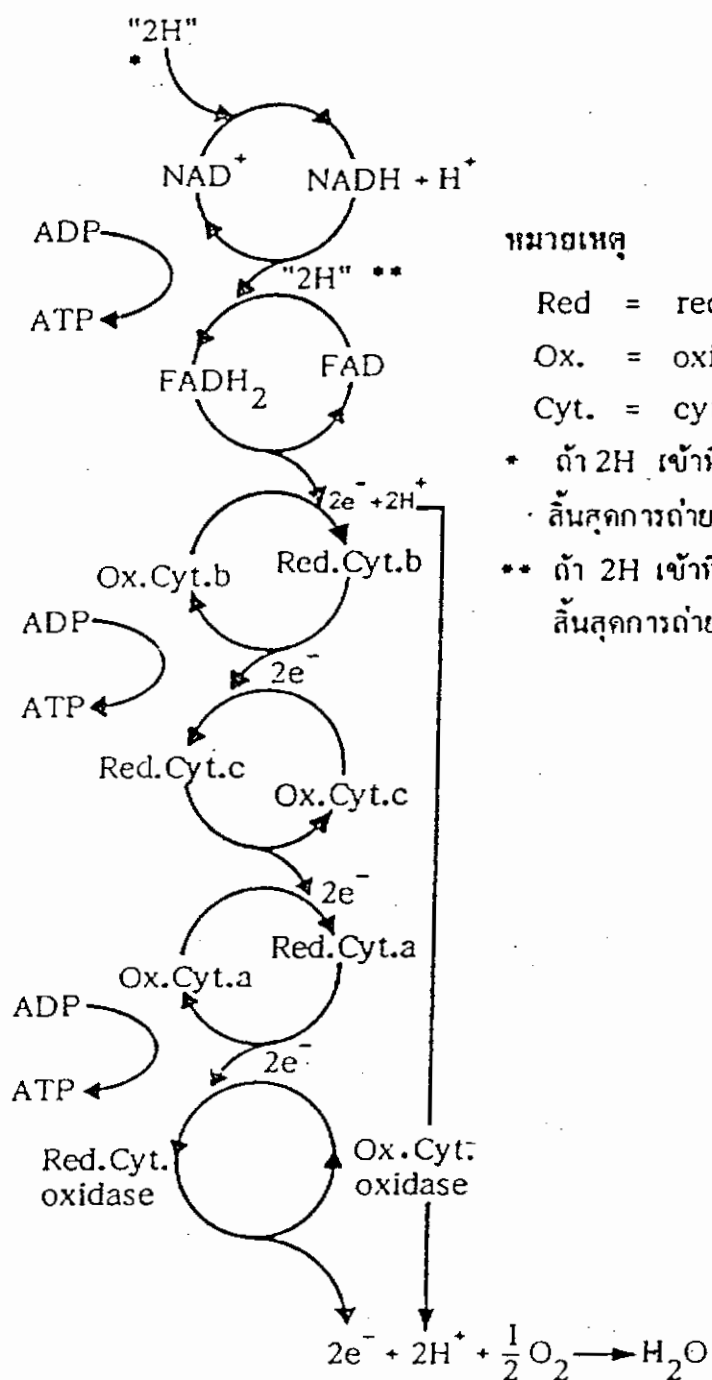
จากแผนภาพการสร้างแอสิติลโคเอนไซม์ เอและวัฏจักรเครบส์ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สารตั้งต้นของกระบวนการสร้างแอสิติลโคเอนไซม์ เอ คือ.....
2. ถ้าน้ำตาลกลูโคส 1 โมเลกุล สลายอย่างสมบูรณ์จะมี สารตั้งต้นของกระบวนการสร้างแอสิติลโคเอนไซม์ เอ มี.....โมเลกุล
3. สารที่เข้าทำปฏิกิริยากับสารตั้งต้นของกระบวนการสร้างแอสิติลโคเอนไซม์ เอ คือ.....
4. ผลที่เกิดจากกระบวนการสร้างแอสิติลโคเอนไซม์ เอ แต่ละรอบจะให้ ไฮโดรเจน อะตอม คาร์บอนไดออกไซด์.....โมเลกุล
5. ในช่วงการเกิดกระบวนการสร้างแอสิติลโคเอนไซม์ เอ มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เรียกปฏิกิริยานี้ว่า.....
6. ในช่วงที่แอสิติลโคเอนไซม์ เอ เข้าสู่วัฏจักรเครบส์ จะเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น เรียกปฏิกิริยานี้ว่า.....
7. แอสิติลโคเอนไซม์ เอ เข้าทำปฏิกิริยากับกรดออกซาลอแอสิติก ได้สารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ 6 อะตอม เรียกว่า.....
8. จากข้อ 7 คาร์บอนอะตอมมาจากแอสิติลโคเอนไซม์ เอ....อะตอมและ มาจากการดออกซาลอแอสิติก.....อะตอม
9. การเปลี่ยนแปลงช่วงกรดซิตริกเป็นกรดแอลฟาดีโทกลูตาริก เรียกปฏิกิริยานี้ว่า.....
10. จากข้อ 9 ผลผลิตที่เกิดขึ้นมาเป็นสารชนิดบ้าง.....
11. สารที่เป็นตัวนำอิเล็กตรอนในช่วงนี้ คือ.....
12. การเปลี่ยนแปลงช่วงกรดแอลฟาดีโทกลูตาริกเป็นกรดซักซินิก มีปฏิกิริยาเกิดขึ้น 2 ปฏิกิริยา คือ.....
13. จากข้อ 12 ผลผลิตที่เกิดขึ้นมาในช่วงนี้มีสารใดบ้าง.....
14. สารที่เป็นตัวนำอิเล็กตรอนช่วงนี้ คือ.....

15. การเปลี่ยนแปลงช่วงกรดซักซินิกเป็นกรดฟูมาริก มีผลผลิตที่เกิดขึ้นมา คือ
16. สารที่เป็นตัวนำอิเล็กตรอนช่วงนี้ คือ
17. ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในช่วงการเปลี่ยนแปลงจากกรดฟูมาริกเป็นกรดมาริก คือ
18. การเปลี่ยนแปลงจากกรดมาริกเป็นกรดออกซาโลแอซิดิก มีผลผลิตที่เกิดขึ้นมา คือ..... ตัวนำอิเล็กตรอน คือ
19. ในช่วงการเกิดปฏิกริยาในวัฏจักรเครบส์ต่อ 1 รอบ ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา..... โมเลกุล
20. การเกิดปฏิกริยาในวัฏจักรเครบส์มีการดึงน้ำเข้าร่วมปฏิกริยา... โมเลกุลต่อรอบ
21. พลังงานที่เกิดมาในรูป GTP ในช่วงวัฏจักรเครบส์.... โมเลกุล/รอบ
22. ไฮโดรเจนถูกปล่อยออกมาในช่วงวัฏจักรเครบส์..... อะตอม/รอบ
23. สารที่เป็นตัวนำอิเล็กตรอนในช่วงวัฏจักรเครบส์ มีสารชนิดใดบ้าง....
.....

ใบงานที่ 3

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาแผนภาพแสดงกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน



หมายเหตุ

Red = reduced

Ox. = oxidized

Cyt. = cytochrome

* ถ้า $2H$ เข้าที่นี้จะได้ 3 ATP เมื่อ

สิ้นสุดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน

** ถ้า $2H$ เข้าที่นี้จะได้เพียง 2 ATP เมื่อ

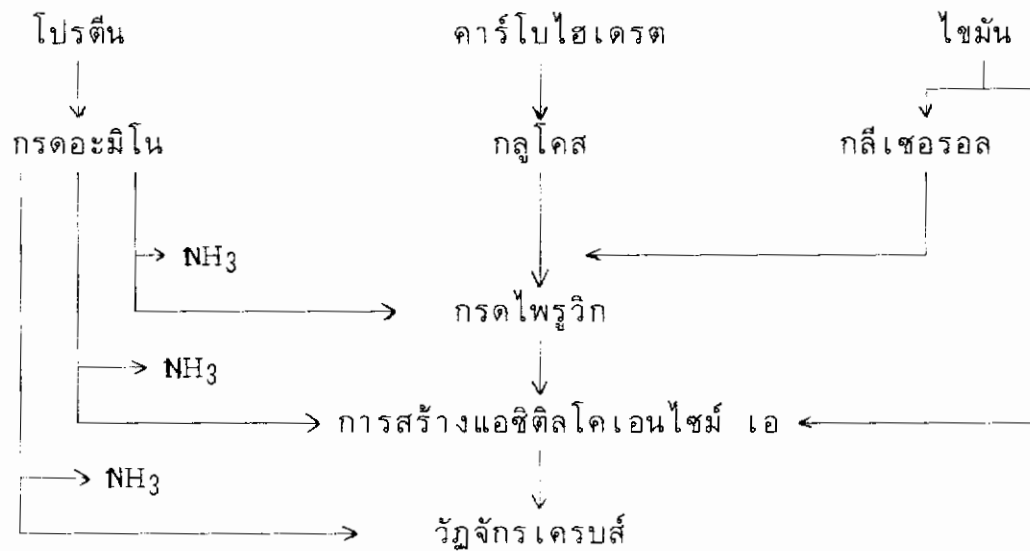
สิ้นสุดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน

จากแผนภาพแสดงกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี

1. สารตั้งต้นของกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้แก่.....
.....
2. อิเล็กตรอนที่เข้าสู่กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนนั้นถูกออกซิไดซ์ออกมาพร้อมกับไฮโดรเจนอะตอม ในการถ่ายทอดอิเล็กตรอนนั้นจะใช้ทั้งหมดหรือไม่.....
ใช้ทั้งอิเล็กตรอนและไฮโดรเจน เพราะ.....
.....
ใช้เฉพาะอิเล็กตรอน เพราะ.....
.....
3. กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเกิดขึ้นบริเวณใด.....
4. พลังงานที่ได้จากกระบวนการสลายสารอาหารจะถูกนำไปใช้ในการทำกิจกรรมโดยตรงทั้งหมดหรือไม่..... เพราะ.....
.....
5. พลังงานที่เกิดจากกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจะได้ออกมาในลักษณะใด.....
6. สารตั้งต้นที่ผ่านกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแล้วให้พลังงานสูง คือ.....
7. $e^- + H^+$ ที่เข้าสู่กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน มีจำนวน.....อะตอม
8. ปฏิกริยาที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงรูปพลังงานเพื่อเก็บสะสมไว้ในเซลล์ ได้แก่.....
9. สารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวรับพลังงานจากการถ่ายทอดอิเล็กตรอน มี.....ชนิด ได้แก่.....
10. สารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวนำอิเล็กตรอนในการถ่ายทอดอิเล็กตรอน มี.....ชนิด ได้แก่.....
11. ตัวรับพลังงานจากการถ่ายทอดอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย คือ.....
.....

ใบงานที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาแผนภาพเกี่ยวกับการสลายกรดไขมันและกรดอะมิโน



แผนภาพแสดงการสลายสารอาหารทั้งสามประเภท

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ตามลำดับ

1. การสลายโปรตีนจะได้พลังงานน้อยกว่าคาร์โบไฮเดรตเพราะ.....
2. การสลายไขมันที่อยู่ในรูปกลีเซอรอลและกรดไขมันได้พลังงานต่างกันเพราะ.....
3. การสลายกรดอะมิโนเพื่อให้ได้พลังงาน จะเข้าสู่กระบวนการสลายในช่วงใด.....
4. กรดยูริกหรือยูเรียได้มาจากการสลายสารใด.....
5. การสลายกรดอะมิโนและกรดไขมันจะเกิดขึ้นเมื่อใด.....
6. การสลายกรดไขมันและกรดอะมิโนได้พลังงานต่างจากการสลายกลูโคสในกรณีที่มีคาร์บอนอะตอมเป็นองค์ประกอบเท่ากัน เพราะ.....
7. ส่วนใดของกรดไขมันที่นำเข้าสู่การสลายเพื่อให้ได้พลังงาน..... และจะมีการนำเข้าสู่กระบวนการสลายครั้งละ..... คาร์บอนอะตอม

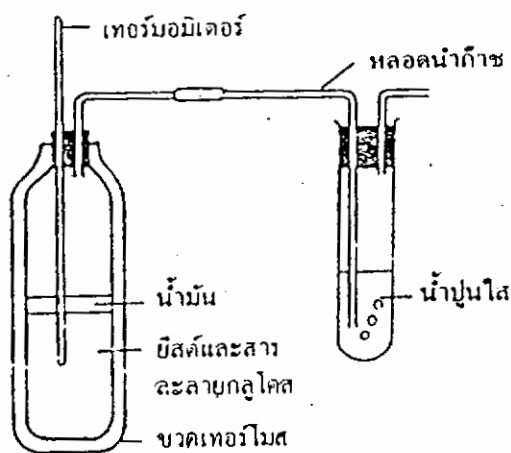
แบบปฏิบัติการทดลองที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ นี้ จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการคิด ตั้งปัญหาการทดลอง หาวิธีการแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐานการทดลอง วางแผนและออกแบบการทดลองสรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนจะไม่ประสบผลสำเร็จในการศึกษาแบบปฏิบัติการทดลองนี้เท่าที่ควร ถ้านักเรียนไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด

สถานการณ์ที่กำหนดให้

ในช่วงเทศกาลต่างๆในหมู่บ้านชนบท ชาวบ้านมักมีการหมักไวน์หรือน้ำข้าวหรืออุ เลี้ยงกันในงานเทศกาลนั้นๆ โดยการใช้ส่วนผสมน้ำตาลหรือใช้ข้าวเหนียวหนึ่งบ้างแล้วแต่ความนิยมของแต่ละหมู่บ้าน การหมักนั้นจะใช้ยีสต์เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาไปลงในน้ำผสมผลไม้ หรือข้าวเหนียวหนึ่งพอประมาณแล้วปิดฝาภาชนะที่ใส่ให้สนิท ถ้าการนั้นใช้เวลาพอเหมาะผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น คือ เอทานอล คาร์บอนไดออกไซด์ แต่ถ้าทิ้งไว้เป็นเวลานานเกินไปผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนเป็นกรดแลกติกแทนเอทานอล เพื่อเป็นการพิสูจน์การทำงานของยีสต์ในขณะที่ไม่มีอากาศถ่ายเท ด้วยการทำการทดลองนำน้ำตาลที่เคี้ยวแล้วไปลงในหลอดทดลองเติมน้ำยีสต์ลงไป แล้วเติมน้ำมันพืชลงไปเพื่อป้องกันการถ่ายเทอากาศ โดยจัดเครื่องมือในการทดลองดังรูป



ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ตามลำดับ

1. นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่าน้ำตาลถูกสลายไม่สมบูรณ์
เชื่อ เพราะ
ไม่เชื่อ เพราะ
2. การย่อยสลายน้ำตาลที่เกิดขึ้นเป็นแบบ
3. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ คือ
4. นักเรียนจะตั้งชื่อของปัญหาที่จะศึกษาได้ว่า
5. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนจะศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารใด
.....
6. ให้นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลอง
-
7. ให้นักเรียนนำเหตุผลข้างต้นมาตั้งเป็นสมมติฐานการทดลองตามปัญหาที่
ศึกษา โดยสมมติฐานนี้สามารถพิสูจน์ได้ด้วยการทดลอง
-
8. จากสมมติฐานการทดลองที่นักเรียนตั้งขึ้นมาสามารถกำหนดตัวแปรได้
ตัวแปรต้น
- ตัวแปรตาม
- ตัวแปรควบคุม

ถ้ากำหนดสิ่งเหล่านี้ให้

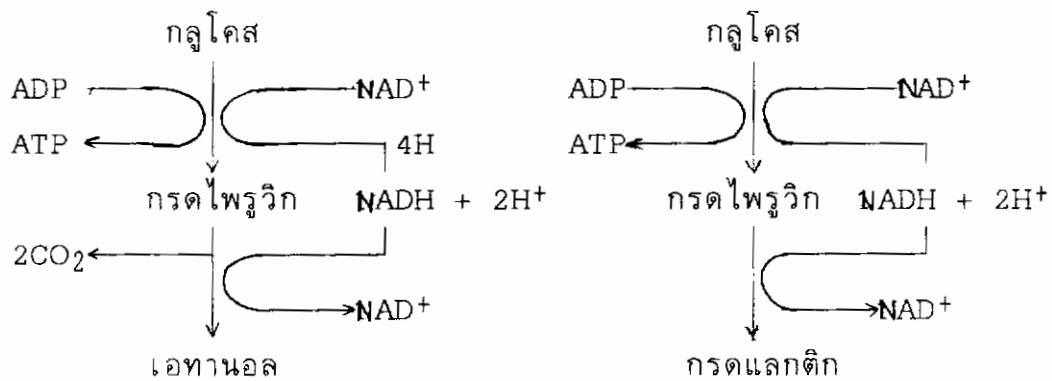
ยีสต์ น้ำตาล น้ำผลไม้หรือข้าวเหนียวหนึ่ง ชวดปากกว้าง เทอร์โมมิเตอร์
หลอดทดลอง จุกยาง น้ำมันพืช หลอดแก้วรูปตัวแอล(L)

ให้นักเรียนวางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
การทดลองและหาคำตอบอธิบายปัญหาที่กำหนดไว้ โดยใช้แบบฟอร์ม ดังนี้

แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง
 วันที่ เดือน พ.ศ.
 รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม
 วัตถุประสงค์การทดลอง
 อุปกรณ์การทดลอง
 วิธีการทดลอง
 ผลการทดลอง
 สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง
 ข้อเสนอแนะ

ใบงานที่ 5

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาแผนภาพแสดงการสลายกลูโคสในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์และกระบวนการหมักกรดแลกติก ดังนี้



แผนภาพแสดงการหมักแอลกอฮอล์

แผนภาพแสดงการหมักกรดแลกติก

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ตามลำดับ

1. การหมักแอลกอฮอล์กับการหมักกรดแลกติกต่างกันอย่างไร.....
2. การหมักแอลกอฮอล์นำไปใช้ประโยชน์ทางด้านใดบ้าง.....
3. การหมักกรดแลกติกเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไร.....
4. กรดแลกติกในร่างกายของคนเราจะพบได้เมื่อไร.....
5. เพราะเหตุใดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนจึงได้พลังงานน้อย.....

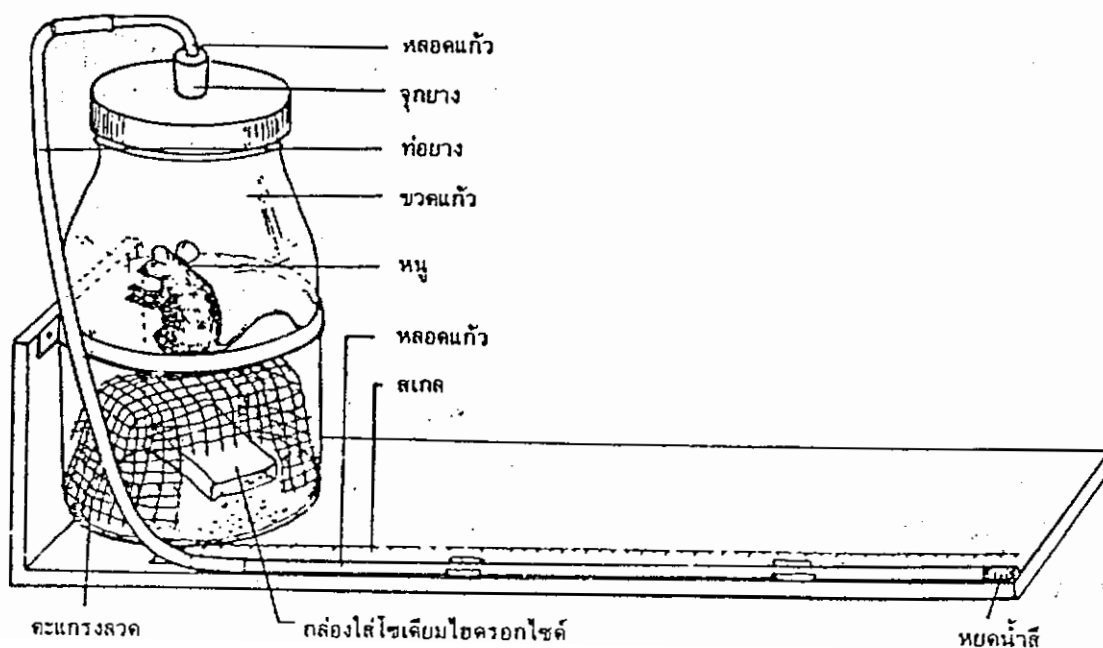
แบบปฏิบัติการทดลองที่ 3

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ นี้ จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการคิด ตั้งปัญหาการทดลอง หาวิธีการแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐานการทดลอง วางแผนและออกแบบการทดลอง สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนจะไม่ประสบผลสำเร็จในการศึกษาแบบปฏิบัติการทดลองนี้เท่าที่ควร ถ้านักเรียนไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด

สถานการณ์ที่กำหนดให้

เด็กชายอัยย์ศึกษาจากหนังสือวิชาชีววิทยาพบว่า พลังงานที่สิ่งมีชีวิตใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆนั้นเป็นผลมาจากกระบวนการเมแทบอลิซึม อัตราการเกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมมีความสัมพันธ์กับอัตราการหายใจ เพื่อนำก๊าซออกซิเจนเข้าไปใช้ในกระบวนการ ดังนั้นเด็กชายอัยย์ต้องการทราบว่าหนูหรือลูกไก่หรือลูกเป็ดหรือสิ่งมีชีวิตต่างๆ จะมีอัตราการหายใจสัมพันธ์กับอัตราการทำกิจกรรมของร่างกายหรือไม่ เด็กชายอัยย์ทำการพิสูจน์ได้ด้วยการทำการทดลองศึกษาอัตราการหายใจโดยจัดเครื่องมือการทดลองดังรูป



ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้ตามลำดับ

1. นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่า การทำกิจกรรมต่างๆของสิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์กับการใช้ก๊าซออกซิเจน
เชื่อ เพราะ.....
ไม่เชื่อ เพราะ
2. นักเรียนต้องการวัดอัตราการเกิดเมแทบอลิซึม ได้จากสิ่งใด.....
.....
3. สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันแต่น้ำหนักตัวเท่ากัน จะมีอัตราการเกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมเท่ากันหรือไม่..... เพราะ.....
4. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนจะกำหนดปัญหาการทดลองได้อย่างไร.....
.....
5. จากข้อ 4 นักเรียนศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสิ่งใด
6. ให้นักเรียนนำเหตุผลข้างต้นมาตั้งสมมติฐานการทดลองตามปัญหาที่ศึกษาโดยสมมติฐานการทดลองสามารถพิสูจน์ได้ด้วยการทดลอง
7. ให้นักเรียนตั้งวัตถุประสงค์ของการทดลอง
8. จากสมมติฐานการทดลองนักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรได้อย่างไร
ตัวแปรต้น
- ตัวแปรตาม
- ตัวแปรควบคุม

ถ้ากำหนดสิ่งต่อไปนี้ให้

สัตว์ทดลอง (หนู ลูกไก่ ลูกเป็ด) ชุดเครื่องมือวัดอัตราการหายใจ เครื่องชั่ง
อย่างหยาบ โซเดียมไฮดรอกไซด์ น้ำสี วาสลิน

ให้นักเรียนวางแผนและออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
การทดลองและหาคำตอบอธิบายปัญหาที่กำหนดไว้ โดยใช้แบบฟอร์มดังนี้

แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง

วันที่ เดือน พ.ศ.

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

วัตถุประสงค์การทดลอง

อุปกรณ์การทดลอง

วิธีการทดลอง

ผลการทดลอง

สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

แบบปฏิบัติการทดลองที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้นี้ จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการคิด ตั้งปัญหาการทดลอง หาวิธีการแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐาน การทดลอง วางแผนและออกแบบการทดลอง สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนจะไม่ประสบผลสำเร็จในการศึกษาแบบปฏิบัติการทดลองนี้เท่าที่ควร ถ้านักเรียนไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด

สถานการณ์ที่กำหนดให้

เด็กชายอัยย์ศึกษา เรื่องอัตราการหายใจของคนหรือสิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์กับการทำกิจกรรม เพศและวัยด้วย ดังนั้นถ้าผู้หญิงกับผู้ชายที่มีอายุเท่ากันและมีการทำกิจกรรมเหมือนกัน อัตราการหายใจของทั้งสองคนจะเหมือนหรือไม่ เด็กชายอัยย์จึงทำการทดลอง เพื่อเป็นการพิสูจน์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่หายใจออกมาขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาพปกติและหลังจากออกกำลังกายระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายที่อายุเท่ากัน ซึ่งตรวจปริมาณก๊าซโดยการหายใจผ่านหลอดกาแฟลงไปในสารละลายบรอมไทมอลบลูหรือฟีนอล์ฟทาลีน แล้วเปรียบเทียบลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสารละลาย

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าอัตราการหายใจของผู้หญิงกับผู้ชายเท่ากันหรือไม่
เพราะ
2. อัตราการหายใจมีความสัมพันธ์กับอัตราการใช้พลังงานอย่างไร
.....
3. การทำกิจกรรมต่างๆของร่างกายส่งผลถึงการใช้ออกซิเจนหรือไม่
เพราะ
4. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนจะกำหนดปัญหาการทดลองได้อย่างไร
.....

5. จากปัญหาการทดลองจะศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสิ่งใด
6. ให้นักเรียนนำเหตุผลข้างต้นมาตั้งเป็นสมมติฐานการทดลองตามปัญหาที่ศึกษา
โดยสมมติฐานนี้สามารถพิสูจน์ได้ด้วยการทดลอง
7. ให้นักเรียนตั้งวัตถุประสงค์การทดลอง
8. จากสมมติฐานการทดลองนักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรได้อย่างไร
ตัวแปรต้น
- ตัวแปรตาม
- ตัวแปรควบคุม

ถ้ากำหนดสิ่งต่อไปนี้ให้

ผู้หญิง 1 คน ผู้ชาย 1 คน, หลอดกาแฟ 10 หลอด, สารละลายบรมไทมอลบลู,
ถังสำหรับวัดความจุปอด 1 ใบ

ให้นักเรียนวางแผนและออกแบบการทดลอง โดยใช้แบบฟอร์มดังนี้

แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง

วันที่ เดือน พ.ศ.

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

วัตถุประสงค์การทดลอง

อุปกรณ์การทดลอง

วิธีการทดลอง

ผลการทดลอง

สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

แบบปฏิบัติการทดลองที่ 5

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้นี้ จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการคิด ตั้งปัญหาการทดลอง หาวิธีการแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐาน การทดลอง วางแผนและออกแบบการทดลอง สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนจะไม่ประสบผลสำเร็จในการศึกษาแบบปฏิบัติการทดลองนี้เท่าที่ควร ถ้านักเรียนไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัด

สถานการณ์ที่กำหนดให้

หนูเป็นสัตว์เลื้อยคลานด้วยน้ำนมเหมือนกับคนและสัตว์ชั้นสูงอื่นๆอีกหลายชนิด การหายใจเพื่อลำเลียงอากาศเข้าไปใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซนั้น หนูใช้ปอดเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างอากาศในสภาวะแวดล้อมกับเส้นเลือดฝอยที่ผนังถุงลม ซึ่งโครงสร้างที่ทำหน้าที่ในลำเลียงอากาศจากสภาพแวดล้อมภายนอกร่างกายเข้าไปที่ปอดประกอบด้วย รูจมูก โพรงจมูก คอหอย กล่องเสียง หลอดลมคอ หลอดลมแยกเข้าปอด หลอดลมฝอยและถุงลม เพื่อความเข้าใจ เด็กชายญาณพัฒน์จึงทำการทดลองผ่าตัดหนูนาเพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างต่างๆเกี่ยวกับทางเดินอากาศของหนู การผ่าเริ่มผ่าจากบริเวณทวารหนักจนถึงปากทางด้านท้อง แล้วศึกษาลักษณะของกระบังลมตำแหน่งของปอด โพรงจมูก หลอดลมคอ หลอดลมแยกเข้าปอด หลอดลมฝอยซึ่งผ่าไปตามแนวของหลอดลมโดยสังเกตจากแว่นขยายและดูลักษณะของถุงลมในปอด

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ตามลำดับ

1. นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่า อวัยวะที่เป็นโครงสร้างในการลำเลียงอากาศจากสภาวะแวดล้อมผ่านเข้าปอดของ หนูเหมือนกับคน
เชื่อ เพราะ
ไม่เชื่อ เพราะ

2. นักเรียนคิดว่า โครงสร้างของปอดหนูกับปอดหมูเหมือนกันหรือไม่
เพราะ
3. หนูมีกล้ามเนื้อกระบังลมหรือไม่.....
4. จากสถานการณ์ถ้านักเรียนทำการทดลองศึกษาอวัยวะที่เป็นทางผ่านของอากาศในหนู นักเรียนจะศึกษาอวัยวะอะไรบ้าง
5. นักเรียนจะตั้งชื่อของปัญหาที่จะศึกษาได้ว่า
6. ให้นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลอง
7. ให้นักเรียนนำเหตุผลข้างต้นมาตั้งเป็นสมมติฐานการทดลองตามปัญหาที่ศึกษา โดยสมมติฐานนี้สามารถพิสูจน์ได้ด้วยการทดลอง.....
.....
8. จากสมมติฐานการทดลองที่นักเรียนตั้งขึ้นมาสามารถกำหนดตัวแปรได้
ตัวแปรต้น
ตัวแปรตาม
ตัวแปรควบคุม

ถ้ากำหนดสิ่งเหล่านี้ให้

หนูทดลอง, ชุดผ่าตัด, เข็มหมุด, ฟอรั่มาริน, ถูมียาว, แวนชยาย

ให้นักเรียนวางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานการทดลองและหาคำตอบอธิบายปัญหาที่กำหนดไว้ โดยใช้แบบฟอร์ม ดังนี้

แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง

วันที่ เดือน พ.ศ.

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

วัตถุประสงค์การทดลอง

อุปกรณ์การทดลอง

วิธีการทดลอง

ผลการทดลอง

สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

แบบปฏิบัติการทดลองที่ 6

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการคิด ตั้งปัญหาการทดลอง หาวิธีการแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐาน การทดลอง วางแผนและการออกแบบการทดลอง สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนจะไม่ประสบผลสำเร็จในการศึกษาแบบปฏิบัติการทดลองนี้เท่าที่ควร ถ้านักเรียนไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดให้อย่างเคร่งครัด

สถานการณ์ที่กำหนดให้

ในโลกเรามีสิ่งมีชีวิตอยู่มากมาย การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตอยู่ได้และสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตได้อย่างเหมาะสมนั้น มีการนำพลังงานที่เกิดจากการสลายสารอาหารในระดับเซลล์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน การที่ออกซิเจนจากสภาพแวดล้อมจะเข้าไปในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดได้นั้นจะต้องมีการเคลื่อนที่ผ่านสิ่งผนังเซลล์ซึ่งกันระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสภาพภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งโครงสร้างที่ทำหน้าที่เป็นทางผ่านให้ก๊าซออกซิเจนเข้าสู่เซลล์ได้นั้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดและตามสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่

ให้นักเรียนตอบคำถามหลังจากศึกษาสถานการณ์ตามที่กำหนดให้แล้ว ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่า สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันจะมีโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซต่างกัน
เชื่อ เพราะ.....
ไม่เชื่อ เพราะ.....
2. จากสถานการณ์นักเรียนคิดว่าจะศึกษาโครงสร้างใดของสิ่งมีชีวิต.....
.....
3. นักเรียนจะตั้งปัญหาเพื่อการศึกษาหาข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างไร.....

4. ให้นักเรียนนำเหตุผลข้างต้นมาตั้งเป็นสมมติฐานการทดลอง ตามปัญหาที่ศึกษา โดยสมมติฐานนี้สามารถพิสูจน์ได้ด้วยการทดลอง.....
5. จากสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้นสามารถกำหนดตัวแปรได้อย่างไร
ตัวแปรต้น.....
ตัวแปรตาม.....
ตัวแปรควบคุม.....

ถ้ากำหนดสิ่งเหล่านี้ให้

สิ่งมีชีวิต (ไส้เดือนดิน กุ้ง ปู ปลา แมลง) ชุดผ้าตัด ผาตัดตัดแมลง เลนส์ขยาย กล้องจุลทรรศน์ กล้องสเตอริโอสโคป เข็มหมุด สไลด์

ให้นักเรียนวางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานการทดลองและหาคำตอบอธิบายปัญหาที่กำหนดไว้ ดังนี้

1. ศึกษาลักษณะอวัยวะหรือปลานาเรียนส่วนใด.....
2. ไส้เดือนดินจะศึกษาลักษณะส่วนใดบ้าง มีวิธีการอย่างไร.....
3. กุ้ง ปู ปลา ศึกษาส่วนใดบ้าง มีวิธีการอย่างไร.....
4. แมลง ศึกษาส่วนใดบ้าง.....มีวิธีการอย่างไร.....

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองโดยใช้แบบฟอร์ม ดังนี้

แบบปฏิบัติการ เรื่อง
วันที่ เดือน พ.ศ.
รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม
วัตถุประสงค์ของการทดลอง.....
อุปกรณ์การทดลอง
วิธีการทดลอง.....
ผลการทดลอง.....
สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง.....
ข้อเสนอแนะ.....

แบบปฏิบัติการทดลองที่ 7

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการคิด ตั้งปัญหาการทดลอง หาวิธีการแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐาน การทดลอง วางแผนและการออกแบบการทดลอง สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนจะไม่ประสบผลสำเร็จในการศึกษาแบบปฏิบัติการทดลองนี้เท่าที่ควร ถ้านักเรียนไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดให้อย่างเคร่งครัด

สถานการณ์ที่กำหนดให้

เด็กชายเจมเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อ่านหนังสือเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า พืชสามารถหายใจได้เช่นเดียวกับสัตว์เหมือนกันไม่ใช่มีแต่การสังเคราะห์แสงเท่านั้น ซึ่งการหายใจนี้เซลล์พืชแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนจากอากาศ เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสลายสารอาหารให้ได้พลังงานมาใช้ในกิจกรรมต่างๆในการดำรงชีวิต โครงสร้างที่ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของอากาศจากสภาวะแวดล้อมที่สำคัญของพืช คือ ปากใบและเซลล์ส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซมากที่สุดกลุ่มหนึ่ง คือ สปันจ์เซลล์ในชั้นมีโซฟิลล์ของใบ ดังนั้นเด็กชายเจมจึงทำการทดลองโดยการนำเอาใบพืชไปตัดตามขวางให้เป็นชิ้นบางๆแล้วเลือกเอาชิ้นที่บางที่สุดสังเกตจากการลอยบนผิวน้ำของชิ้นส่วนนั้นๆนำชิ้นพืชไปวางบนสไลด์ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ แล้วบันทึกภาพไว้ด้วยการวาดรายละเอียดลักษณะและโครงสร้างของเซลล์ต่างๆ

ให้นักเรียนตอบคำถามหลังจากศึกษาสถานการณ์ตามที่กำหนดให้แล้วดังนี้

1. นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่า พืชมีการหายใจ
เชื่อ เพราะ
ไม่เชื่อ เพราะ
2. เซลล์ที่ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซพบได้บริเวณใด
3. ทางผ่านของอากาศเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซที่พบมาก คือ
4. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนตั้งข้อปัญหาที่ศึกษาว่าอย่างไร

5. ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลองตามปัญหาที่ศึกษาโดยเขียนใน โดย
สมมติฐานนี้สามารถพิสูจน์ได้ด้วยการทดลอง
6. จากสมมติฐานการทดลองที่นักเรียนตั้งขึ้นสามารถกำหนดตัวแปรได้อย่างไร
ตัวแปรต้น
ตัวแปรตาม
ตัวแปรควบคุม

ถ้ากำหนดสิ่งเหล่านี้ให้ ดังนี้

ใบพืช มีดโกนคมๆ สไลด์ กระชกปิดสไลด์ กล้องจุลทรรศน์

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองโดยใช้แบบฟอร์ม ดังนี้

แบบปฏิบัติการ เรื่อง
วันที่ เดือน พ.ศ.
รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม
วัตถุประสงค์ของการทดลอง
อุปกรณ์การทดลอง
วิธีการทดลอง
ผลการทดลอง
สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง
ข้อเสนอแนะ

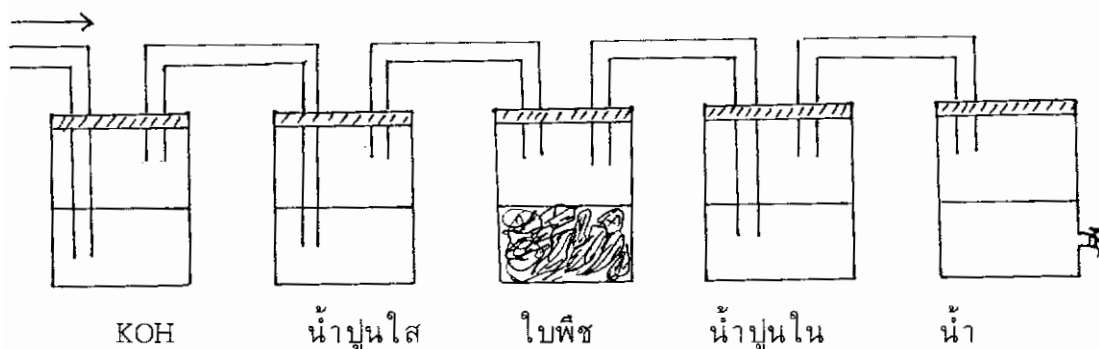
แบบปฏิบัติการทดลองที่ 8

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการคิด ตั้งปัญหาการทดลอง หาวิธีการแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐาน การทดลอง วางแผนและการออกแบบการทดลอง สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนจะไม่ประสบผลสำเร็จในการศึกษาแบบปฏิบัติการทดลองนี้เท่าที่ควร ถ้านักเรียนไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดให้อย่างเคร่งครัด

สถานการณ์ที่กำหนดให้

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวจากพืชไม่ว่าจะเป็นผล ใบ ลำต้น ราก เมื่อถูกเก็บออกมาแล้วผลิตภัณฑ์นั้นยังมีชีวิตอยู่ นั่นคือ เซลล์ของผลิตภัณฑ์ยังหายใจอยู่หรือมีการแลกเปลี่ยนก๊าซได้อยู่ซึ่งเป็นการดึงเอาก๊าซออกซิเจนจากอากาศในธรรมชาติไปใช้ในการสลายสารอาหารที่มีการสะสมอยู่ เพื่อให้ได้พลังงานออกมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ ต่อไป จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นเด็กชายเจมจึงทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ความจริงว่าพืชหลังการเก็บเกี่ยวแล้วยังมีการหายใจอยู่ โดยการนำเอาใบพืชจำนวนหนึ่งมาใส่ลงในกระตักกันความร้อนซึ่งจัดการทดลองดังรูปเพื่อตรวจก๊าซที่ได้จากกระบวนการด้วยน้ำปูนใสและวัดความร้อนที่เกิดด้วยเทอร์โมมิเตอร์



ให้นักเรียนตอบคำถามหลังจากศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วดังนี้

1. นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่า ผลผลิตจากพืชหลังการเก็บเกี่ยวมีการหายใจ
เชื่อ เพราะ
ไม่เชื่อ เพราะ.....
2. ผลผลิตจากพืชหลังการเก็บเกี่ยวได้แก่
3. ผลที่สังเกตได้ว่าการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น คือ
4. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนตั้งชื่อปัญหาที่ศึกษาว่าอย่างไร.....
.....
5. ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลองตามปัญหาที่ศึกษา โดยสมมติฐานนี้
สามารถพิสูจน์ได้ด้วยการทดลอง.....
.....
6. จากสมมติฐานการทดลองที่นักเรียนตั้งขึ้นสามารถกำหนดตัวแปรได้หรือไม่
ตัวแปรต้น.....
ตัวแปรตาม.....
ตัวแปรควบคุม.....

ถ้ากำหนดสิ่งเหล่านี้ให้ ดังนี้

ใบพืช ชุดทดลองการหายใจหลังการเก็บเกี่ยว

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองโดยใช้แบบฟอร์ม ดังนี้

แบบปฏิบัติการ เรื่อง

วันที่ เดือน พ.ศ. 25.....

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

วัตถุประสงค์ของการทดลอง.....

อุปกรณ์การทดลอง

วิธีการทดลอง.....

ผลการทดลอง.....

สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

ข้อเสนอแนะ.....

ภาคผนวก ค

- **แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา**
- **แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา**

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจ

2. ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ

3. ให้เวลาในการทำข้อสอบ 40 นาที ข้อสอบบางข้อง่าย บางข้ออาจยากนักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไป

4. การตอบ ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากข้อ ก, ข, ค หรือ ง โดยขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมให้ตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง (*) ข้อใดไม่ใช่แมลง

ก. มด ข. ผีเสื้อ ค. ตั๊กแตน ง. ตะขาบ

เฉลย คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง. แต่นักเรียนเลือกข้อ ก. ให้ขีดเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ (*)

ก	ข	ค	ง
X			

ถ้าต้องการ เปลี่ยนคำตอบใหม่ให้ทำเครื่องหมาย = ทับข้อเดิมให้ชัดเจนแล้วขีดข้อใหม่

ข้อ (*)

ก	ข	ค	ง
X			X

5. นักเรียนควรคิดให้รอบคอบเสียก่อน เพราะการเดาไม่ช่วยให้คะแนนดีขึ้นเลย

6. อย่าขีดเขียนเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบ

ขอให้นักเรียนทุกคน

1. กระบวนการใด ที่ไม่เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ?
 - ก. ไกลโคลิซิส
 - ข. วัฏจักรเครบส์
 - ค. การสลายกรดไขมัน
 - ง. การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์เอ
2. เมื่อกระบวนการไกลโคลิซิสจบสิ้นลงจะได้สารชนิดใดเป็นผลผลิต ?
 - ก. กรดแลกติก
 - ข. กรดนิวคลีอิก
 - ค. กรดไพรูวิก
 - ง. กรดอะซิติก
3. กระบวนการใดต่อไปนี้จะให้พลังงานในรูป ATP สูงสุด ?
 - ก. ไกลโคลิซิส
 - ข. วัฏจักรเครบส์
 - ค. การถ่ายทอดอิเล็กตรอน
 - ง. การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์เอ
4. ยูเรียหรือกรดยูริก ที่ถูกขับออกมาจากร่างกายเป็นผลมาจากการสลายสารในข้อใด ?
 - ก. กรดไพรูวิก
 - ข. กรดไขมัน
 - ค. กรดอะมิโน
 - ง. กรดอะซิติก
5. กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจะไม่เกิดขึ้นถ้าขาดสารใด ?

ก. ATP	ข. กลูโคส
ค. น้ำ	ง. ออกซิเจน

8. จงศึกษาตารางแสดงค่าของพลังงานศักย์ของสารต่างๆ

สาร	E_0 (mV)
NADH	-320
FAD	-150 ถึง +70
Cytochrom b	-77 ถึง +75
Cytochrom c	+235
Cytochrom a	+380
H ₂ O	+820

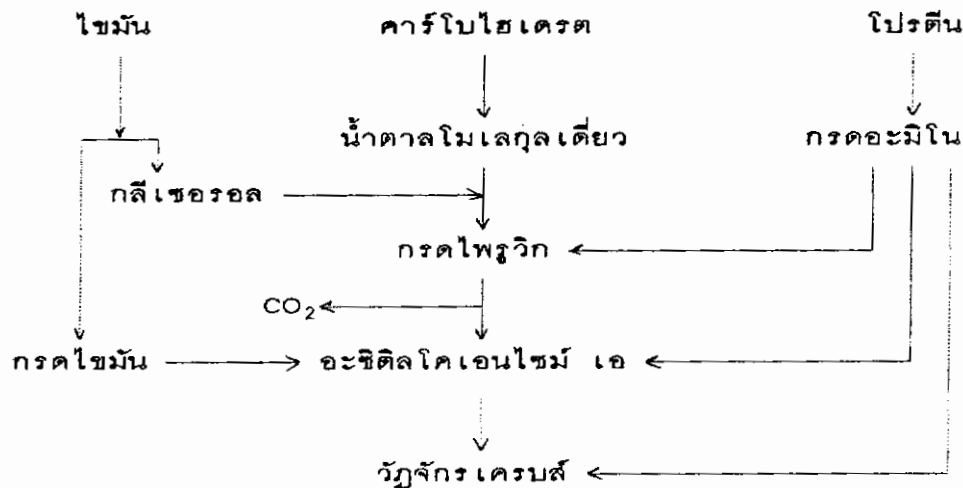
จากตารางสารชนิดใดมีความเสถียรภาพน้อยที่สุด ?

- ก. H₂O ข. FAD
ค. NAD ง. Cytochrom b

9. ในร่างกายของคนเราเซลล์ใดจะพบไมโทคอนเดรียมากเพราะเหตุใด ?

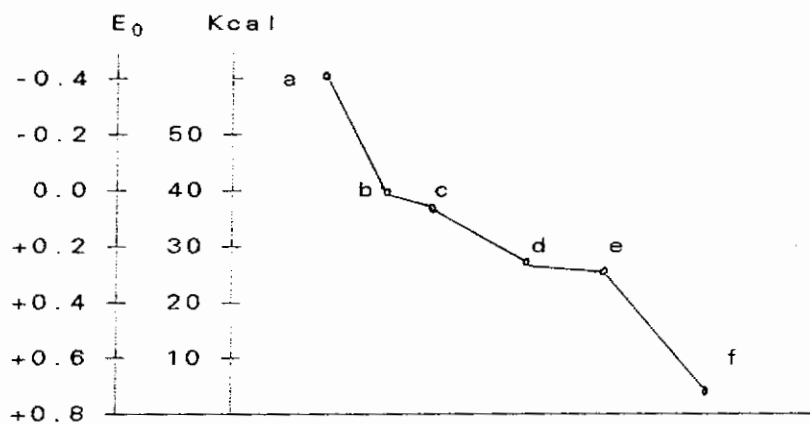
- ก. เซลล์ตับ เพราะทำหน้าที่ทำลายเม็ดเลือดแดงที่หมดอายุแล้ว
ข. เซลล์เม็ดเลือดแดง เพราะมีการเคลื่อนที่เพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนก๊าซตลอดเวลา
ค. เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ เพราะทำหน้าที่หดตัวและคลายตัวเพื่อสูบฉีดเลือดตลอดเวลา
ง. เซลล์กล้ามเนื้อลาย เพราะทำหน้าที่หดตัวและคลายตัวเพื่อทำกิจกรรมต่างๆตลอดเวลา

10. จากแผนภาพการย่อยสลายสารอาหารประเภทใดไม่ผ่านกระบวนการไกลโคลิซิส ?



ก. ไขมัน ข. โปรตีน ค. กลูโคส ง. ไขมันและโปรตีน

11. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานศักย์กับพลังงานที่ได้จากการปล่อยออกมาเมื่อสารนั้นมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี



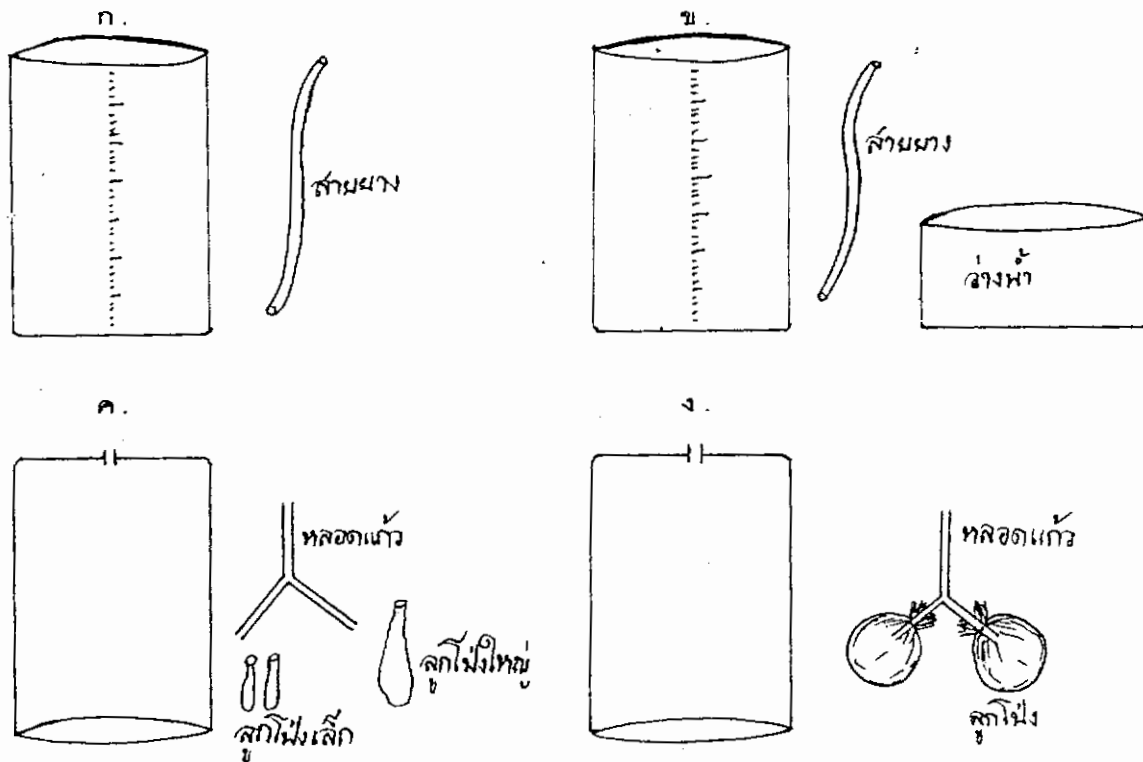
ช่วงใดมีการปล่อยพลังงานออกมาน้อยที่สุด ?

ก. a-b ข. b-c ค. d-e ง. e-f

12. นักกรีฑาวิ่ง 200 เมตร ต้องการที่จะเพิ่มพลังงานให้กับร่างกายเพื่อเป็นการเตรียมพร้อมในการแข่งขันนักกรีฑาคนนั้นควรรับประทานอาหารเสริมชนิดใดจึงจะได้พลังงานเพิ่มได้เร็วที่สุด ?

ก. นมเปรี้ยว ข. น้ำเกลือแร่ ค. นมสด ง. กลูโคส

31. ถ้าต้องการวัดความจุปอดควรเลือกใช้อุปกรณ์ในข้อใด ?



คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ข้างล่างแล้วตอบคำถามข้อ 32-33

เด็กชายอัยย์ทำการทดลองโดยการหายใจออกในขณะที่สภาพร่างกายปกติผ่านหลอดกาแฟลงไปในสารละลายไบคาร์บอเนต ซึ่งเป็นอินดิเคเตอร์ที่มีความไวต่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ หลังจากนั้นเด็กชายอัยย์ไปออกกำลังกายจนเหนื่อยมากๆ แล้วกลับมาหายใจออกผ่านหลอดกาแฟลงไปในสารละลายไบคาร์บอเนตอีกครั้ง และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสีสารละลายไบคาร์บอเนตระหว่างขณะที่ร่างกายมีสภาพปกติกับหลังออกกำลังกาย

32. จากสถานการณ์นักเรียนจะตั้งชื่อเรื่องว่าอย่างไร ?

- ก. ขบวนการหายใจ
- ข. ขบวนการย่อยสลายสารอาหาร
- ค. การวัดค่าพลังงานที่ใช้ในกิจกรรม
- ง. การปริมาตรคาร์บอนไดออกไซด์

33. นักเรียนตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้ว่าอย่างไร ?
- ก. ถ้าร่างกายมีกิจกรรมต่างกัน ดังนั้นอัตราการเกิดขบวนการหายใจจะต่างกัน
 - ข. ถ้าร่างกายมีกิจกรรมต่างกัน ดังนั้นการใช้พลังงานในการทำกิจกรรมก็จะต่าง
 - ค. ถ้าร่างกายมีกิจกรรมต่างกัน ดังนั้นอัตราการย่อยสลายสารอาหารจะต่างกัน
 - ง. ถ้าร่างกายมีกิจกรรมต่างกัน ดังนั้นค่าของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จะต่างกัน
34. จากการชันสูตรศพของผู้เสียชีวิตแพทย์พบว่า ถุงลมปอดทะลุและสีคล้ำๆ ถุงลมทะลุอยากทราบว่าการเสียชีวิตคนนี้เกิดจากสาเหตุใด ?
- ก. สำลักควันไฟตาย
 - ข. ติดเฮโรอีนอย่างหนัก
 - ค. ติดกัญชาอย่างหนัก
 - ง. ติดยาบ้าอย่างหนัก
35. การหายใจของพืชข้อใดกล่าวถูกต้อง ?
- ก. พืชมีการหายใจตอนกลางคืนมากกว่ากลางวัน
 - ข. พืชมีการหายใจตอนกลางวันมากกว่ากลางคืน
 - ค. พืชมีการหายใจปกติเหมือนกันตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน
 - ง. ในขณะที่พืชมีกระบวนการสังเคราะห์แสงนั้นพืชจะลดกระบวนการหายใจ
36. ข้อใดกล่าวถึงบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืชได้ดีที่สุด ?
- ก. ชั้นมิโซฟิลล์ของใบมีช่องว่างมากทำให้มีอากาศมาสะสมไว้มากจึงมีการแพร่ของอากาศเข้าสู่เซลล์ได้มาก
 - ข. สปันจ์เซลล์ในชั้นมิโซฟิลล์เซลล์เกาะตัวกันอย่างหลวมๆ ทำให้มีการแพร่ของอากาศจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์ได้ดี
 - ค. ช่องว่างระหว่างเซลล์นี้จะมีความชื้นใกล้ถึงรอยเปื้อนชื้นทำให้ผิวของสปันจ์เซลล์เปียกชื้นเหมาะสมกับการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ดี
 - ง. ใบของพืชมีพื้นที่ของผิวทั้งหมดมากทำให้ใบมีพื้นที่สัมผัสกับอากาศมากกว่าลำต้นและรากจึงมีการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ดี

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา

2. ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 60 ข้อ

3. ให้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที ข้อสอบบางข้อง่าย บางข้ออาจยาก นักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไป

4. การตอบ ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก, ข, ค หรือ ง โดยขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมให้ตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง (*) ข้อใดไม่ใช่แมลง

ก. มด ข. ผีเสื้อ ค. ตั๊กแตน ง. ตะขาบ

เฉลย คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง. แต่นักเรียนเลือกข้อ ก. ให้ขีดเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ (*)

ก	ข	ค	ง
X			

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้ทำเครื่องหมาย=ทับข้อเดิมให้ชัดเจนแล้วขีดข้อใหม่

ข้อ (*)

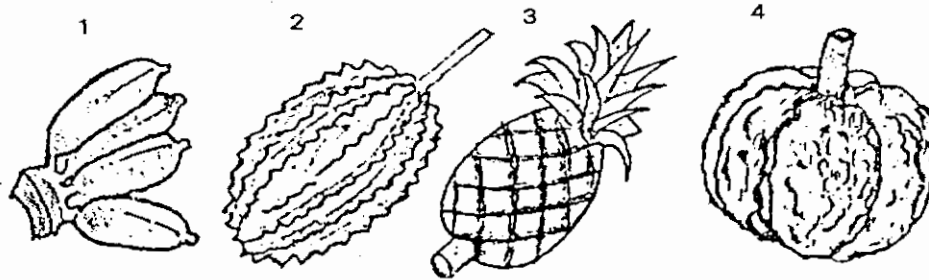
ก	ข	ค	ง
X			X

5. นักเรียนควรคิดให้รอบคอบเสียก่อน เพราะการเดาไม่ช่วยให้คะแนนดีขึ้นเลย

6. อย่าขีดเขียนเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบ

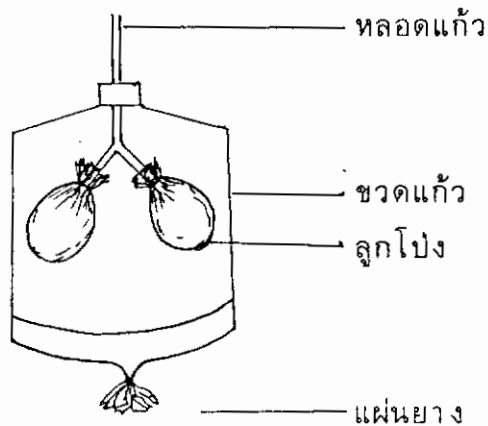
ขอขอบคุณนักเรียนทุกคน

1. ข้อใดอธิบายผลไม้ 1 , 2 , 3 และ 4 ได้ชัดเจนที่สุด



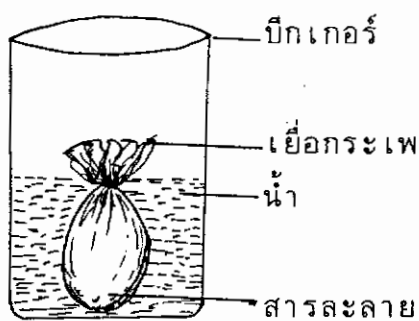
- ก. ผลไม้ที่ 1 เมื่อสุกแล้วหอม ข. ผลไม้ที่ 2 มีผิวขรุขระ
ค. ผลไม้ที่ 3 เป็นผลไม้ชนิดผลรวม ง. ผลไม้ที่ 4 เมื่อสุกจะมีสีเหลือง

2. จากภาพการทดลองข้างล่าง ข้อใดเป็นการทดลองที่สังเกตได้



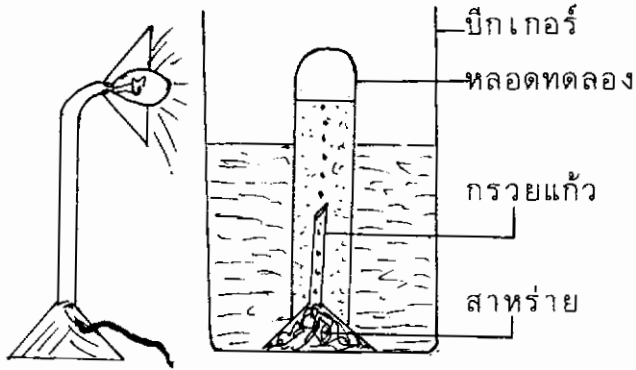
- ก. ขนาดของลูกโป่ง
ข. อากาศในหลอดแก้ว
ค. ตำแหน่งของแผ่นยาง
ง. ปริมาตรอากาศในขวดแก้ว

3. จากภาพข้างล่างผลการทดลองดูได้จากสิ่งใด



- ก. ปริมาณน้ำในบีกเกอร์
ข. ขนาดของเยื่อกระเพาะหมู
ค. ระดับน้ำในเยื่อกระเพาะหมู
ง. ความเข้มข้นของน้ำในบีกเกอร์

4. จากภาพข้างล่างผลของการทดลองดูได้จากสิ่งใด



- ก. ฟองอากาศที่เกิดขึ้น
- ข. ฟองก๊าซเกิดจากสาหร่าย
- ค. ก๊าซที่ได้จะไปแทนที่ของน้ำ
- ง. ก๊าซที่ได้เป็นก๊าซออกซิเจน

5. ญาณพัฒน์ไปเดินเล่นในห้องนา พบกับตัวหนึ่งอยู่ริมคันนา ข้อใดอธิบายกบที่ ญาณพัฒน์สังเกตเห็นได้ดีที่สุด

- ก. กบมีน้ำหนัก 2 ชีด
- ข. กบกำลังวางไข่
- ค. กบกำลังหาอาหารให้ลูก
- ง. กบมีขาหลังยาวและมีผิวสีเหลือง

6. ถ้านักเรียนจะวัดอุณหภูมิของคนไข้จะเลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่มีค่าอ่าน อุณหภูมิช่วงใด

- ก. 0-100 °C
- ข. 0-45 °C
- ค. 35-42 °C
- ง. 35-75 °C

7. การทดลองเพื่อศึกษาการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสจากน้ำลายจะต้อง เตรียมน้ำลายในการทดลอง 2 cm³ จะเลือกใช้อุปกรณ์ในข้อใดเหมาะสมที่สุด

- ก. กระบอกตวงขนาด 2.5 cm³
- ข. ปีเปตขนาด 2.5 cm³
- ค. หลอดฉีดยาขนาด 2.5 cm³
- ง. หลอดหยดจำนวน 10 หยด/1cm³

8. การศึกษาวงจรชีวิตของผีเสื้อแต่ต้องการทราบการเจริญของหนอนผีเสื้อโดยการนำหนอนผีเสื้อมาชั่ง ก่อนชั่งนักเรียนจะอย่างไร

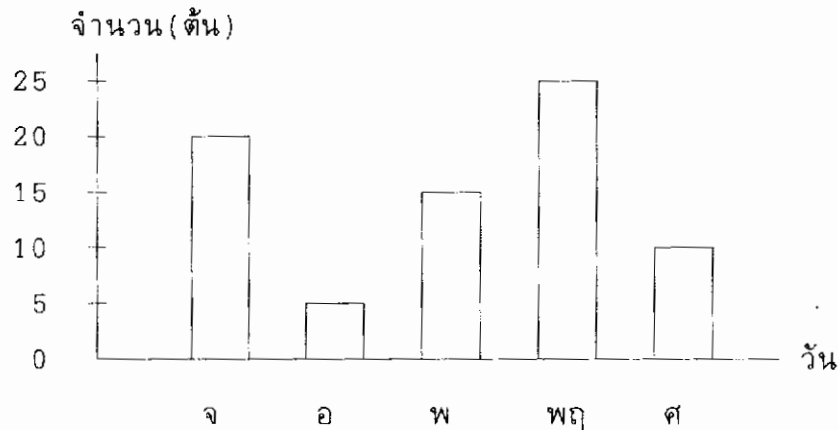
- ก. ตรวจสอบเครื่องชั่งให้เรียบร้อย
- ข. ตรวจสอบเข็มอ่านค่าให้ตรงเลขศูนย์
- ค. ตั้งเครื่องชั่งให้อยู่ในระดับสายตาพอดี
- ง. เตรียมเครื่องชั่งให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์ทุกครั้ง

9. จากข้อ 8 นอกจากใช้เครื่องชั่งน้ำหนักเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตแล้วยังสามารถเลือกใช้วิธีการใดศึกษาได้อีก
- สังเกตการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย
 - ใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวก่อนและหลังศึกษา
 - วัดขนาดรอบตัวของหนอนทั้งก่อนและหลังศึกษา
 - นับจำนวนปล้องตลอดลำตัวของหนอนก่อนและหลังศึกษา
10. ในการศึกษาลักษณะของปอดสัตว์ชั้นสูง จะใช้เครื่องมือในข้อใดตรวจดูลักษณะของถุงลม
- แว่นขยาย
 - กล้องจุลทรรศน์
 - กล้องสเตอริโอสโคป
 - สามารถตรวจดูได้ด้วยตาเปล่า
11. ข้อใดจัดเป็นพวกแมลงทั้งหมด
- ตัวสามงา ไรแดง เพลี้ยจักจั่น
 - ปลวก มด หมัด
 - แมลงวันทอง แมงมุม ตั๊กแตน
 - ด้วงงวง เหย็บ ผีเสื้อ
12. ข้อใดเป็นการเรียงลำดับจากพืชชั้นต่ำไปหาพืชชั้นสูงได้ถูกต้อง
- มอส ทางกระรอก หวายทะนอย
 - ซ็องนางคลี่ หน้าทอดป่อง เฟิน
 - สร้อยสุกรม ดินตุ๊กแก หน้าหางม้า
 - ผักแว่น ประ สงสองใบ
13. ข้อใดไม่เข้าพวก
- ไฮดรา กัลปังหา แมงกะพรุน
 - ปลิง ไส้เดือนดิน แม่เพรียง
 - ปูนา แมงป่องช้าง แมงดาทางกลม
 - ตุ่นปากเป็ด ค้างคาวกิตติ ชะนี
14. ข้อใดอยู่ในกลุ่มเดียวกันทั้งหมด
- มอส ข้าวตอกฤาษี ลิเวอร์เวิร์ต
 - มอส หวายทะนอย ทางกระรอก
 - ว่านหางจระเข้ หน้าหางม้า ดินตุ๊กแก
 - ผักแว่น สร้อยสุกรม ผักกูดน้ำ

15. ข้อใดแตกต่างจากพวก

- ก. หนู ข. คางคาว ค. วาฬ ง. จระเข้

16. แผนภูมิแสดงการงอกของต้นถั่วในแต่ละวันเป็นเวลา 5 วัน



อยากทราบว่าต้นถั่วงอกโดยเฉลี่ยวันละกี่ต้น

- ก. 10 ต้น ข. 15 ต้น ค. 20 ต้น ง. 25 ต้น

17. แม่ไก่ตัวหนึ่งมีลูก 10 ตัว เป็นตัวผู้ 4 ตัว เมื่อลูกไก่มีอายุถึงวัยเจริญพันธุ์ เจ้าของเลือกไก่ตัวผู้ที่มีลักษณะเด่นไว้ทำพันธุ์ 1 ตัว ส่วนไก่ตัวเมียเลี้ยงไว้เป็นแม่พันธุ์ทุกตัว ดังนั้นเจ้าของไก่จะเหลือไก่ทั้งหมดกี่ตัว

- ก. 6 ตัว ข. 7 ตัว ค. 8 ตัว ง. 9 ตัว

18. ภูเขาสูงข้างเป็นภูเขาที่มีป่าไม้สมบูรณ์เป็นเนื้อที่ประมาณ 1,250 ไร่ ต่อมาถูกชาวบ้านบุกรุกทำลายป่าเพื่อใช้พื้นที่ทำการเกษตรเสียประมาณ 500 ไร่ ในปีต่อมาป่าถูกไฟป่าเผาไปอีกประมาณ 352 ไร่ ภูเขาสูงข้างจะเหลือป่าไม้อีกกี่เปอร์เซ็นต์

- ก. 30 % ข. 32 % ค. 35 % ง. 40 %

19. จากข้อ 18 ภูเขาสูงข้างถูกชาวบ้านบุกรุกทำลายไปที่เปอร์เซ็นต์

- ก. 30 % ข. 32 % ค. 32 % ง. 40%

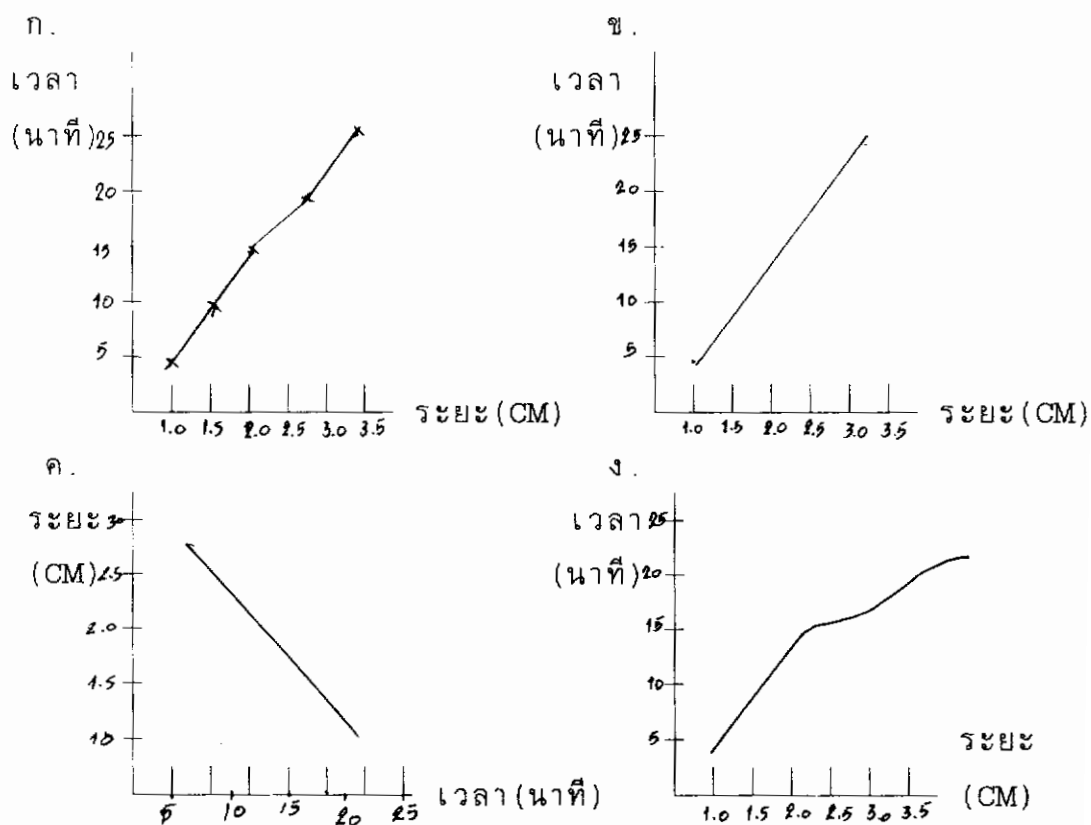
20. ชาวไร่ปลูกอ้อยไว้ประมาณ 1,435 ไร่ ปรากฏว่ามีช้างโขงหนึ่ง 10 เชือก ลงมาจากภูเขาในตอนกลางคืนแล้วกินอ้อยไปประมาณ 540 ไร่ อ้อยในไร่จะเหลืออยู่ประมาณกี่ เปอร์เซ็นต์ หลังจากถูกช้าง 10 เชือก กินแล้ว

- ก. 60.25% ข. 62.37% ค. 63.27% ง. 65%

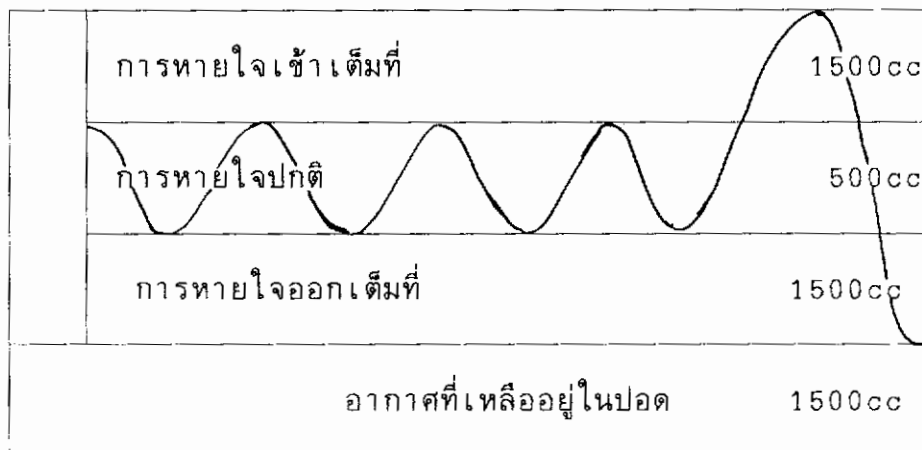
21. ในการทดลองวัดอัตราการหายใจของสัตว์ โดยวัดการเคลื่อนที่ของตำแหน่งน้ำสีในหลอดแก้วได้ดังนี้

เวลา (นาที)	ตำแหน่งสี (cm)
5	1.0
10	1.5
15	2.0
20	2.6
25	3.1

ถ้าเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของตำแหน่งน้ำสีกับเวลาจะได้ดังรูปใด



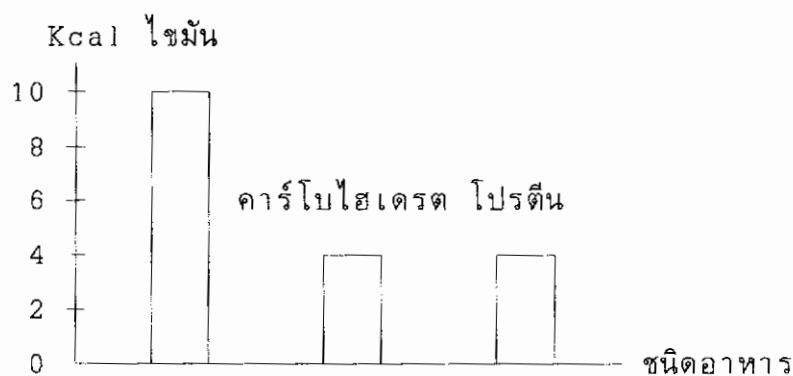
22. กราฟแสดงความจุของปอดและปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าออก



ข้อใดบรรยายลักษณะของการหายใจเข้าและออกได้ดีที่สุด

- ก. การหายใจในสภาพปกติจะมีอากาศถ่ายเทประมาณ 500 cc
- ข. การหายใจในสภาพปกติจะมีอากาศเปลี่ยนแปลงคงที่ตลอดเวลา
- ค. การหายใจจะมีอากาศตกค้างอยู่ในปอด ประมาณ 1500 cc ตลอดเวลา
- ง. การหายใจเข้าและออกเต็มที่ ปอดจะมีความจุอากาศประมาณ 3500 cc

23. จากแผนภูมิแสดงค่าพลังงานจากอาหารหลัก ข้อใดเป็นเหตุผลที่เลือกใช้แผนภูมิแบบนี้



- ก. เปรียบเทียบกันได้ชัดเจนและเป็นที่ยอมรับ
- ข. ดูได้ชัดเจนและเป็นที่ยอมรับ
- ค. ง่ายต่อการเข้าใจและเป็นที่ยอมรับ
- ง. สะดวกกว่าแบบอื่นและเป็นที่ยอมรับ

24. ในการทดลองเพื่อเป็นการทดสอบการทำงานของน้ำย่อยที่ย่อยแป้ง โดยหยดน้ำย่อยลงในหลอดทดลองที่บรรจุแป้งอยู่ทุกหลอดจนครบ 4 หลอด แล้วหยดไอโอดีนลงไปสังเกตการเปลี่ยนแปลงทุก 5 นาที นักเรียนจะบันทึกผลการทดลองลงตารางในข้อใด

ก.

หลอดทดลองที่	เวลา	สีที่ปรากฏ

ข.

สีที่ปรากฏ				
เวลา	หลอดที่1	หลอดที่2	หลอดที่3	หลอดที่4

ค.

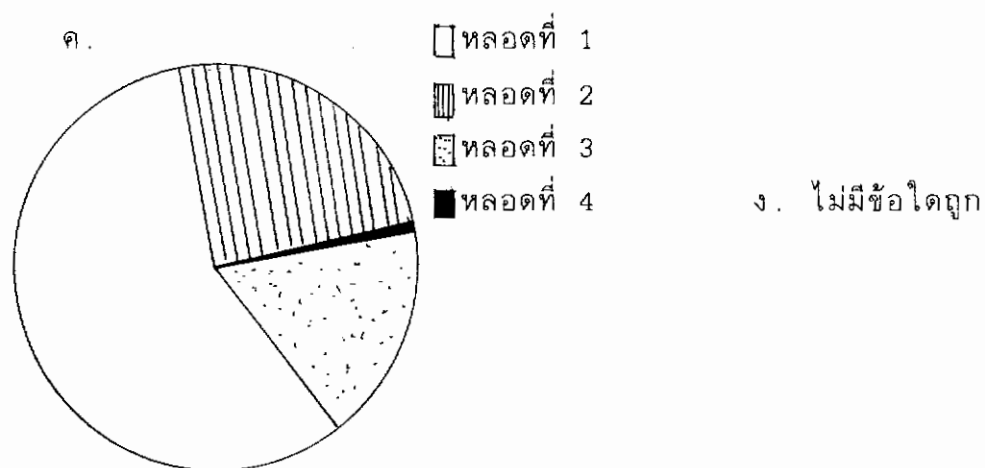
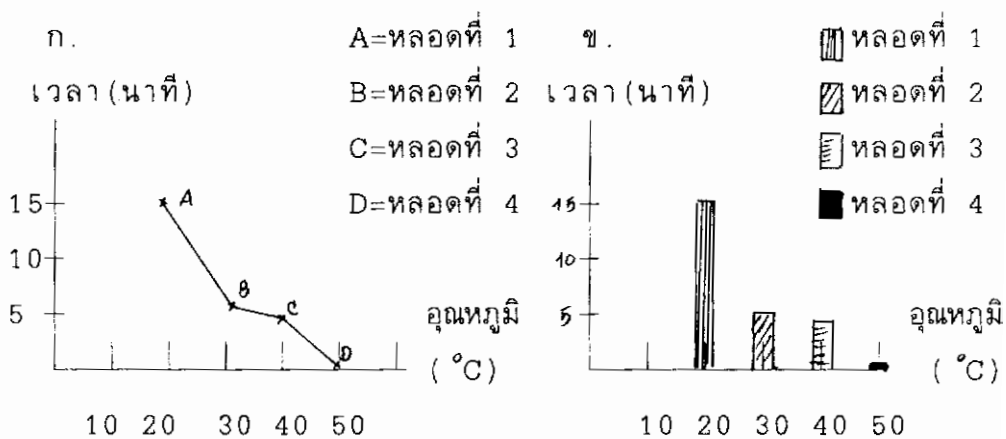
น้ำแป้ง+น้ำย่อย+ไอโอดีน				
	หลอดที่1	หลอดที่2	หลอดที่3	หลอดที่4
เวลา				
สีที่ปรากฏ				

ง.

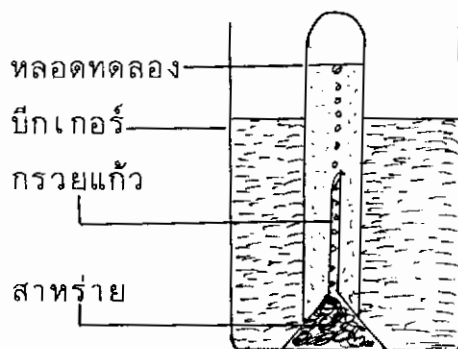
สีที่ปรากฏ				
หลอดที่	0 นาที	นาที	นาที	นาที

25. ตารางแสดงผลการทดลองการย่อยของเอนไซม์ที่อุณหภูมิต่างๆ กัน ดังนี้

หลอดที่	อุณหภูมิ	เวลาที่ใช้ย่อยสาร
1	20 °C	15 นาที
2	30 °C	6 นาที
3	40 °C	5 นาที
4	50 °C	ไม่เปลี่ยนแปลง



26. รินของเหลว 2 ชนิดปริมาณเท่ากันใส่ลงในท่อเยื่อกระเพาะหมูขนาดเท่ากันแล้วผูกปากท่อให้แน่นสนิทนำไปแช่ไว้ในบีกเกอร์ที่มีน้ำกลั่นทิ้งไว้ประมาณ 3 ชั่วโมง สังเกตการเปลี่ยนแปลงพบว่าท่อที่ 1 มีปริมาณเพิ่มมากกว่าท่อที่ 2 การทดลองนี้อธิบายได้อย่างไร
- ก. ของเหลวทั้ง 2 ชนิดมีความเข้มข้นต่างกัน
 ข. น้ำมีการแพร่เข้าไปในท่อที่ 1 มากกว่าท่อที่ 2
 ค. ผนังของกระเพาะหมูของท่อที่ 1 ยอมให้น้ำเคลื่อนที่เข้าไปได้มากกว่าท่อที่ 2
 ง. ผนังของกระเพาะหมูของท่อที่ 1 อาจมีรอยรั่วเกิดขึ้นจึงทำให้น้ำเคลื่อนที่เข้าไปได้มากกว่าท่อที่ 2
27. มีฝนตกหนักก่อนหน้านี้ 2 วัน ปรากฏว่าไก่เดินหิวตกทางตมมีการเคลื่อนไหวช้ามาก นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด
- ก. ไก่ปรับตัวไม่ทันสภาพอากาศ
 ข. ไก่เป็นโรคหวัด
 ค. ไก่เป็นโรคหิวตกโรคอย่างเฉียบพลัน
 ง. ไก่เปลี่ยนภavnานไป
28. จากการทดลองดังแผนภาพข้างล่างนี้นักเรียนจะอธิบายได้อย่างไร



- ก. การทดลองการสังเคราะห์แสง
 ข. ก๊าซที่ได้จากการทดลองเบาคว่าน้ำ
 ค. เกิดฟองก๊าซขึ้นไปที่น้ำในหลอดทดลอง
 ง. ก๊าซที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเป็นออกซิเจน
29. เมื่อมีฝนตกลงมาใหม่ๆ พอถึงเวลากลางคืนเราเปิดไฟฟ้า ปรากฏว่าที่บริเวณแสงไฟมีแมลงบินมาอยู่มากมาย นักเรียนมีความคิดอย่างไร
- ก. แมลงที่บินมาเล่นแสงไฟส่วนใหญ่เป็นพวกแมงเม่า
 ข. แมงเม่าที่บินมาเล่นแสงไฟเป็นพวกตัวแม่ของปลวกออกวางไข่
 ค. แมงเม่าที่บินมาเล่นแสงไฟจะบินอยู่ระยะหนึ่งแล้วปีกของมันก็หลุดออก
 ง. แมงเม่าที่ปีกหลุดออกแล้วจะถูกพวกคางคก กบ ไก่ จับกินเป็นอาหาร

30. ในการใช้สารสกัดจากสะเดาฉีดแปลงผัก เพื่อป้องกันแมลงมารบกวนแทนการใช้ยาฆ่าแมลงซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้และสภาพแวดล้อม นักเรียนคิดว่าผลจะเป็นอย่างไร

- ก. การใช้ช่วงแรกยังมีแมลงรบกวนอยู่มาก
- ข. หลังจากใช้ไปได้ 1 สัปดาห์ปริมาณแมลงที่มารบกวนจะน้อยลง
- ค. เมื่อใช้ไประยะหนึ่งหนอนดักแด่ไม่มีการลอกคาบและตายในที่สุด
- ง. ผลของสารสกัดจากสะเดาไปจับที่บริเวณผิวของหนอนดักแด่ไม่ให้มีการลอกคาบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตารางเปรียบเทียบปริมาณและมูลค่าของการนำเข้าสารกำจัดแมลงระหว่างปี 2528-2531 แล้วตอบคำถามข้อ 33-34

ปี พ.ศ.	2528	2529	2530	2531
ปริมาณ(ตัน)	6250	6206	6673	8034
มูลค่า(ล้านบาท)	773	778	765	1137

31. ถ้าในปี พ.ศ. 2531 มีการสั่งสารกำจัดแมลงเข้ามาเป็น 9500 ตัน คิดเป็นมูลค่านำเข้าเป็นเงินเท่าไร

- ก. 1250 ล้านบาท ข. 1304 ล้านบาท
- ค. 1334 ล้านบาท ง. 1343 ล้านบาท

32. ถ้าในปี พ.ศ. 2528 มีมูลค่านำเข้าสารกำจัดแมลงเป็นเงิน 500 ล้านบาท สารกำจัดแมลงที่นำเข้ามาจะเป็นเท่าไร

- ก. 4024 ตัน ข. 4040 ตัน
- ค. 4042 ตัน ง. 4050 ตัน

35. ขนาดของร่างกายในช่วงอายุเท่าไรที่มีการเพิ่มขนาดขึ้นมากที่สุด
 ก. 0-2 ปี ข. 8-10 ปี ค. 12-14 ปี ง. 14-16 ปี
36. การทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชชนิดหนึ่ง มีปริมาณฮอร์โมนในอาหารต่างกัน 4 สูตรและอาหารที่บรรจุลงไปขวดเลี้ยงเนื้อเยื่อมีปริมาณเท่ากัน ขนาดของเนื้อเยื่อที่ใช้เพาะเลี้ยงก็มีขนาดเท่ากัน โดยตัดจากส่วนของพืชในส่วนเดียวกัน สมมติฐานการทดลองนี้ตรงกับข้อใด
 ก. สารอาหารที่พืชใช้ในการเจริญเติบโตต่างกัน
 ข. ความเข้มข้นของสารอาหารมีผลต่อการเจริญของเนื้อเยื่อพืช
 ค. ปริมาณของฮอร์โมนในอาหารมีผลต่อการเจริญของเนื้อเยื่อพืช
 ง. การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพืชต่างกันเมื่อเลี้ยงในอาหารที่ต่างกัน
37. การทดลองเพาะเห็ดฟาง 2 แปลงในพื้นที่เดียวกัน เวลาเดียวกัน อาหารเสริมและปริมาณน้ำที่ใช้เหมือนกัน วัสดุที่ใช้ในการเพาะเป็นต้นข้าวและต้นถั่วผสมเปลือกของฝักถั่ว ใช้เวลาในการเพาะ 2 สัปดาห์ การทดลองนี้จะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
 ก. ความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของเห็ดฟาง
 ข. การเจริญเติบโตของเห็ดฟางต่างกันเมื่อใช้วัสดุเพาะต่างกัน
 ค. ความชื้นและอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด
 ง. ส่วนผสมระหว่างวัสดุเพาะกับอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดต่างกัน
38. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนรากในอาหารปลอดเชื้อ 3 สูตร เพื่อดูการเกิดแคลลัสแบ่งขวดเลี้ยงเนื้อเยื่อออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 5 ขวด โดยชุดที่ 1 เลี้ยงไว้ในที่มีแสงพอและชุดที่ 2 เลี้ยงไว้ในที่ไม่มีแสงการทดลองทำในห้องเดียวกันสภาพแวดล้อมต่างๆเหมือนกันทุกอย่าง สมมติฐานการทดลองนี้จะตั้งว่าอย่างไร
 ก. แสงมีผลต่อการเกิดแคลลัสของเนื้อเยื่อ
 ข. การเกิดแคลลัสของเนื้อเยื่อขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแสง
 ค. แสงเป็นปัจจัยที่ทำให้แคลลัสของเนื้อเยื่อมีลักษณะต่างกัน
 ง. การเกิดแคลลัสของเนื้อเยื่อในที่ที่มีแสงและในที่มืดต่างกัน

39. การทดลองเพาะเมล็ดพืช 3 ชนิด คือ ข้าวโพด มะม่วง พุทรา เมล็ดที่นำมาเพาะเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์มากเหมาะต่อการขยายพันธุ์แบบการเพาะเมล็ด การเพาะควบคุมสิ่งต่างๆ ดังนี้ ดิน ภาชนะเพาะ ปริมาณน้ำที่ให้ และออกซิเจน เป็นต้น การทดลองนี้จะตั้งสมมติฐานการทดลองว่าอย่างไร
- ก. เมล็ดพืชต่างชนิดกันมีอัตราการงอกต่างกัน
 - ข. เมล็ดพืชต่างกันใช้เวลาในการงอกต่างกัน
 - ค. เมล็ดพืชต่างชนิดกันมีปัจจัยในการงอกต่างกัน
 - ง. เมล็ดพืชต่างชนิดกันมีระยะในการพักตัวต่างกัน
40. เด็กชายญาณพัฒน์นำต้นไม้ 3 ชนิด คือ ต้นกล้วย ต้นมะละกอและต้นปอไปล่อหอยโข่ง เพื่อดักจับหอยโข่งที่สระน้ำแห่งหนึ่ง การดักหอยนั้นทำในสระน้ำเดียวกัน ในเวลาเดียวกันข้อใดน่าจะเป็นสมมติฐานของเหตุการณ์นี้
- ก. ต้นไม้ทั้งสามชนิดเป็นอาหารของหอยโข่ง
 - ข. ต้นไม้แต่ละชนิดสามารถใช้ดักจับหอยโข่งได้ต่างกัน
 - ค. ต้นมะละกอสามารถใช้ดักจับหอยโข่งได้ผลดีที่สุด
 - ง. ยางจากต้นพืชเป็นปัจจัยสำคัญในการดึงดูดให้หอยโข่งมาเกาะต่างกัน
41. ข้อใดเป็นการอธิบายความหมายของคำว่า "การกลืนอาหาร" ได้ถูกต้อง
- ก. เป็นการเคลื่อนที่ของอาหารจากปากลงสู่กระเพาะอาหาร
 - ข. เป็นการเคลื่อนที่ของอาหารในหลอดอาหารแบบลูกคลื่นเป็นช่วงๆ
 - ค. เป็นการเคลื่อนที่ของอาหารโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อหลอดอาหาร
 - ง. เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อหลอดอาหารเพื่อให้อาหารเคลื่อนที่ลงสู่กระเพาะ
42. ข้อใดใช้อธิบายความหมายของคำว่า "ความดันออสโมซิส" ได้ถูกต้อง
- ก. การแพร่ของน้ำผ่านผนังเลือกผ่านเข้าไปรวมกับสารละลาย
 - ข. แรงดันเกิดขึ้นเมื่อปริมาณสารละลายในภาชนะเยื่อเลือกผ่านเพิ่มขึ้น
 - ค. แรงดันที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำผ่านผนังกั้นระหว่างตัวทำละลายกับตัวถูกละลาย
 - ง. แรงดันภายในภาชนะที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของน้ำผ่านเยื่อเลือกผ่านเข้าไปรวมกับสารละลาย

43. ข้อใดอธิบายความหมายของคำว่า "อัตราการงอกของเมล็ด" ได้ถูกต้อง
- ความสามารถในการงอกของแต่ละเมล็ดในการเพาะแต่ละครั้ง
 - ความสามารถในการเจริญของเอ็มบริโอที่มีการเปลี่ยนแปลงกลายเป็นต้น
 - จำนวนเมล็ดที่เอ็มบริโอเจริญออกมานอกเปลือกหุ้มเมล็ดต่อจำนวนเมล็ดทั้งหมด
 - จำนวนเมล็ดที่มีการงอกออกมานอกเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดทั้งหมด
44. ข้อใดอธิบายความหมายของคำว่า "การหายใจเข้า" ได้ถูกต้อง
- กล้ามเนื้อกระบังลมหดตัวทำให้น้ำทรวงมีลักษณะพองออก
 - น้ำทรวงพองออกและกระดูกซี่โครงยกตัวสูงขึ้นทำให้ช่องอกขยายออก
 - กล้ามเนื้อที่ยึดกระดูกซี่โครงยกกระดูกซี่โครงขึ้นทำให้ช่องอกขยายออก
 - กล้ามเนื้อกระบังลมและกล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงทำงานประสานกันอย่างต่อเนื่องจนทำให้อากาศภายนอกเคลื่อนที่เข้าสู่ปอด
45. ข้อใดอธิบายความหมายของคำว่า "ความดันเลือด" ได้ถูกต้อง
- ความดันที่เกิดขึ้นในขณะที่หัวใจบีบตัวและคลายตัว
 - แรงดันของน้ำเลือดที่เคลื่อนที่จากหัวใจเข้าสู่เส้นเลือด
 - ความดันเลือดสูงสุดขณะที่หัวใจบีบตัวและต่ำสุดขณะที่หัวใจคลายตัว
 - ความดันเลือดที่มีแรงดันสูงสุดและเบาที่สุดประมาณ 120/80 มิลลิเมตรปรอท
46. ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุมของการทดลองเพาะเมล็ดถั่วเขียวบนสำลีชุบน้ำซึ่งวางอยู่ที่ก้นภาชนะ 2 ใบ หุ้มด้วยกระดาษดำ แต่ละใบใส่เมล็ดถั่วเขียว 25 เมล็ด ใบที่ 1 เก็บไว้ในตู้เย็นช่องธรรมดา ใบที่ 2 วางไว้ที่อุณหภูมิห้องหลังจากนั้น 5 วัน ปรากฏว่าใบที่เก็บไว้ในตู้เย็นเมล็ดถั่วไม่งอกเลย ส่วนใบที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเมล็ดถั่วเขียวมีการงอก 20 เมล็ด
- ปริมาณแสง น้ำ และอายุเมล็ดถั่วเขียว
 - สิ่งแวดล้อม จำนวน ขนาด และอายุเมล็ดถั่วเขียว
 - ปริมาณแสง ปุ๋ย จำนวน ชนิด และอายุเมล็ดถั่วเขียว
 - สิ่งแวดล้อม ปริมาณแสง น้ำ และจำนวนเมล็ดถั่วเขียว

47. การทดลองตามวิธีการข้างล่างนี้ ตัวแปรต้น คือ ข้อใด

วิธีการทดลอง

1. เตรียมดิน 2 กระป๋องกระป๋องที่ 1 ไม้ใส่ปุ๋ย กระป๋องที่ 2 ใส่ปุ๋ย
 2. ปลุกต้นโหระพาขนาดเท่ากัน กระป๋องละต้น
 3. วางไว้ในที่มีแสงสว่างส่องถึง
 4. รดน้ำต้นโหระพาทั้ง 2 กระป๋องปริมาณเท่าๆ กันทุกวัน
 5. บันทึกผลการทดลองเป็นเวลา 10 วัน
- ก. ดิน ข. น้ำ ค. ปุ๋ย ง. ต้นโหระพา

48. ข้อใดเป็นตัวแปรตามของการทดลองนี้ คือ ถ้านำเมล็ดถั่วฝักยาวมาทดลองตามชุดต่างๆ ดังนี้

การทดลองที่ 1 แช่เมล็ดถั่วฝักยาวไว้ในน้ำ 2 ชั่วโมง

การทดลองที่ 2 แช่เมล็ดถั่วฝักยาวไว้ในกรดมาโลนิก 2 % นาน 2 วัน

การทดลองที่ 3 อบเมล็ดถั่วฝักยาวที่ 120 °C นาน 48 ชั่วโมง

หลังจากนั้นนำเมล็ดถั่วฝักยาวทั้ง 3 ชุดมาแช่ในสารละลาย TTC 0.4% นานเท่าๆกัน แล้วบันทึกผลการเปลี่ยนสีของเมล็ดถั่วฝักยาว

- ก. การเปลี่ยนสีของเมล็ดถั่วฝักยาว
- ข. การเจริญเปลี่ยนแปลงของเมล็ดถั่วฝักยาว
- ค. การเปลี่ยนแปลงลักษณะของเมล็ดถั่วฝักยาว
- ง. สภาพเปลือกของเมล็ดถั่วฝักยาวมีการเปลี่ยนแปลง

49. การทดลองโดยการนำเอาหลอดทดลองมา 4 หลอด แต่ละหลอดบรรจุ น้ำแป้งสูก 0.5% และน้ำลายในปริมาณที่เท่ากันทุกหลอดแล้วหยดสารละลายไอโอดีน 1 % ลงไป นำหลอดทดลองไปวางไว้ในอุณหภูมิที่ต่างกัน คือ 0 °C, 37 °C, 20 °C และ 100 °C เป็นเวลา 5 นาที แล้วบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงในแต่ละหลอดทดลอง ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุมของการทดลอง

ก. น้ำลาย น้ำแป้ง

ข. ขนาดหลอดทดลอง น้ำแป้ง จำนวนหยดของไอโอดีน

ค. ปริมาณน้ำลาย น้ำแป้ง เวลา จำนวนหยดของไอโอดีน

ง. ปริมาณน้ำลาย น้ำแป้ง ขนาดหลอดทดลอง จำนวนหยดของไอโอดีน

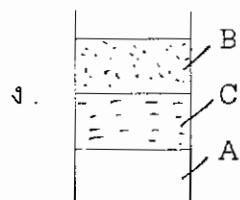
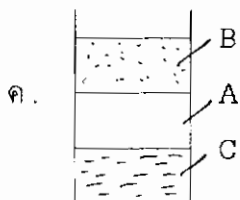
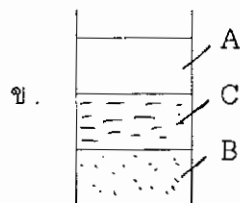
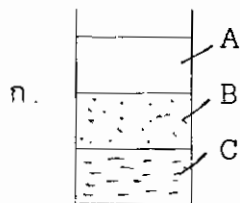
53. ด.ช.ญาณพัฒน์อายุ 15 ปี ด.ช.พัฒนพงษ์อายุ 13 ปี ทำการวัดปริมาณของน้ำนมวัวได้ผลดังนี้

ชื่อคน	อุปกรณ์ที่ใช้	ปริมาณน้ำนม (cm ³)
ญาณพัฒน์	กระบอกตวง	525
พัฒนพงษ์	บีกเกอร์	520

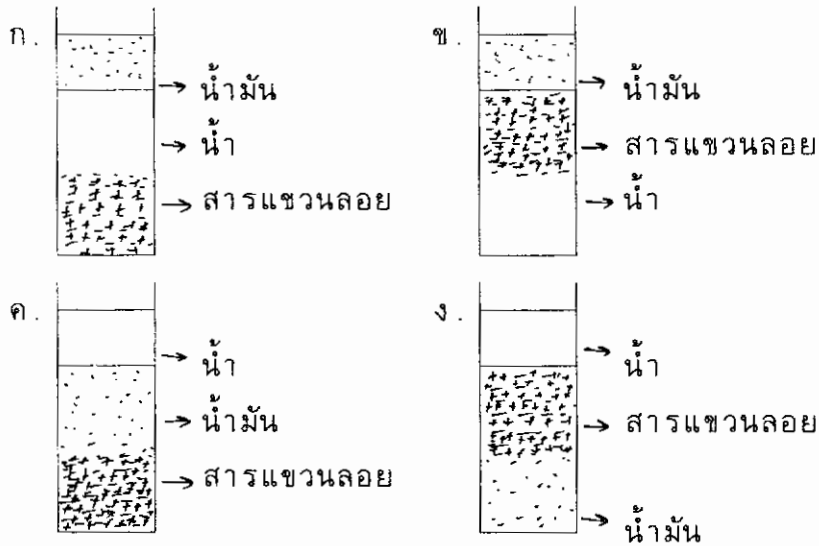
ผลการวัดปริมาณน้ำนมวัวของเด็กชายญาณพัฒน์ถูกต้องกว่า เด็กชายพัฒนพงษ์ เพราะเหตุใด

- พัฒนพงษ์อ่านค่าตัวเลขในระดับที่ไม่เหมาะสม
 - พัฒนพงษ์เติมน้ำนมวัวลงบีกเกอร์ไม่ได้ระดับของขีดที่อ่านปริมาณ
 - พัฒนพงษ์ใช้บีกเกอร์ตวงน้ำนมหลายครั้งแต่ละครั้งการอ่านค่าไม่ละเอียดพอ
 - พัฒนพงษ์อาจตั้งบีกเกอร์ไม่ตรงในขณะตวงน้ำนมโดยเอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง
54. ปฏิบัติการกลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ต้องใช้พลังงานกระตุ้นประมาณ 18 กิโลแคลอรีต่อ 1 โมล แต่ถ้าต้องการปฏิกิริยาเกิดขึ้นที่ระดับอุณหภูมิห้องได้ จะต้องทำอย่างไร
- อัดออกซิเจนลงในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพื่อเร่งปฏิกิริยา
 - เติมน้ำคั้นจากพืชอ่อนๆสดๆ ลงไปในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
 - ทำให้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เจือจางลงมากๆ โดยการเติมน้ำ
 - ใส่น้ำคั้นจากยอดพืชอ่อนๆที่ต้ม ที่อุณหภูมิ 60-70 °C ปล่อยไว้ให้เย็นแล้วเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงไป

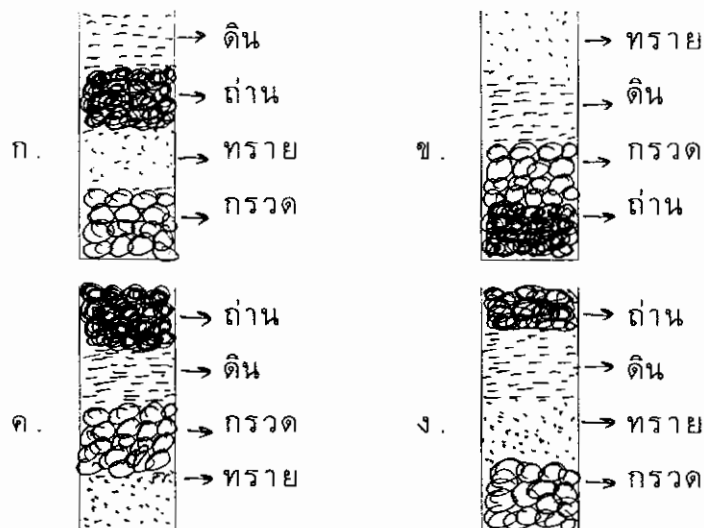
55. ถ้าต้องการศึกษาเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของพืช ควรทำตามข้อใด
- ตัดใบตามขวางแล้วนำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์
 - นำใบไม้มาแล้วใช้มีดคมๆ ตัดตามขวางวางบนสไลด์ตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์
 - นำใบไม้มา 3 ชนิดใช้มีดคมๆ ตัดตามขวางวางบนสไลด์ตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์
 - นำใบไม้มาใช้มีดคมๆ ตัดตามขวางบนสไลด์ หยดสีย้อมลงไปแล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์
56. ถ้าของเหลว A มีความหนาแน่น 0.5 g/cm^3 ของเหลว B มีความหนาแน่น 2.5 g/cm^3 ของเหลว C มีความหนาแน่น 5 g/cm^3 เมื่อเทของเหลวทั้ง 3 ชนิด รวมกันในภาชนะนักเรียนบอกชั้นตอนการเทของเหลวตามลำดับ จะมีลักษณะดังรูปใด



57. นักเรียนคนหนึ่งเทน้ำมันและน้ำผสมกับสารแขวนลอย รวมกันในภาชนะเดียวกันควรใช้วิธีการเทสารก่อน-หลัง จะมีลักษณะดังรูปใด



58. ครูสาธิตการทดลอง โดยผสมถ่าน ทราย ดิน และกรวด แล้วเทลงในกระบอกน้ำ ทันทีที่เทของผสมหมด จะเห็นลักษณะเช่นใด



คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลในตารางแล้วตอบคำถามข้อที่ 59

รายการ	มวล (g)	ปริมาตร (cm ³)	มวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร (g/cm ³)
ดินน้ำมันก้อนที่ 1	15	4.0	3.8
ดินน้ำมันก้อนที่ 2	20	5.1	3.9
ดินน้ำมันก้อนที่ 3	25	6.2	4.0

59. ถ้านำมวลและปริมาตรของดินน้ำมันในตารางมาเขียนกราฟแล้ว ข้อความใดกล่าวสรุปได้ถูกต้อง
- วัตถุที่มีมวลน้อยลงปริมาตรคงที่
 - วัตถุที่มีปริมาตรเพิ่มขึ้นมวลจะลดลง
 - มวลและปริมาตรของวัตถุสัมพันธ์กัน
 - วัตถุที่มีมวลเพิ่มขึ้นปริมาตรจะเพิ่มขึ้นด้วย
60. ถ้าปริมาณของสิ่งหนึ่งเพิ่มขึ้น แล้วอีกสิ่งหนึ่งเพิ่มปริมาณขึ้นตาม หรือ ปริมาณของสิ่งหนึ่งลดลงแล้วปริมาณของอีกสิ่งลดลงด้วย ข้อความนี้ สอดคล้องกับลักษณะใด
- พลังงานศักย์
 - สิ่งแวดล้อม
 - ระบบนิเวศน์
 - ความสมดุลย์

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

- แบบประเมินแผนการสอน
- แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
- แบบประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา

แบบประเมินแผนการสอนวิชาชีววิทยา
โดย ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาชีววิทยา

การประเมินแผนการสอนวิชาชีววิทยา แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง
 การหายใจ แบ่งได้ดังนี้

1. ด้านความเหมาะสมของเนื้อหาวิชา

1.1 ความเหมาะสมของแผนการสอนต่อเนื้อหาวิชาชีววิทยา
 เรื่อง การหายใจ

1.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนต่อเนื้อหา
 วิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจ

2. ด้านความสอดคล้องของเนื้อหาวิชา

2.1 ความสอดคล้องของแผนการสอนต่อเนื้อหาวิชาชีววิทยา
 เรื่อง การหายใจ

2.2 ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนต่อเนื้อหา
 วิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจ

การลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาชีววิทยา มีเกณฑ์ดังนี้

+1 = มีความเหมาะสมของเนื้อหาวิชา ความสอดคล้องของเนื้อหา
 วิชา

0 = ไม่แน่ใจ

-1 = ไม่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา

ตาราง 13 แสดงการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแผนการสอนวิชา
ชีววิทยา เรื่อง การหายใจ

แผนการสอน	ด้านความเหมาะสม			ด้านความสอดคล้อง		
	+1	0	-1	+1	0	-1
แผนการสอนที่ 1						
กิจกรรมการสอนที่ 1						
กิจกรรมการสอนที่ 2						
กิจกรรมการสอนที่ 3						
กิจกรรมการสอนที่ 4						
กิจกรรมการสอนที่ 5						
แผนการสอนที่ 2						
กิจกรรมการสอนที่ 6						
กิจกรรมการสอนที่ 7						
แผนการสอนที่ 3						
กิจกรรมการสอนที่ 8						
แผนการสอนที่ 4						
กิจกรรมการสอนที่ 9						
แผนการสอนที่ 5						
กิจกรรมการสอนที่ 10						
แผนการสอนที่ 6						
กิจกรรมการสอนที่ 11						

ระเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

โดย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาชีววิทยา

แบบประเมินนี้เป็นกรประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจ โดยแบ่งคุณลักษณะที่ต้องการประเมินออกได้ดังนี้

- 1 หมายถึง ลักษณะของการเลือกใช้คำถามที่เหมาะสม
- 2 หมายถึง ตัวเลือกมีความสอดคล้องกับปัญหาที่ถาม
- 3 หมายถึง ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในแบบทดสอบ

เกณฑ์การประเมินของผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาชีววิทยามีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- ถ้าท่านแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้น สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง +1
- ถ้าท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้น สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง 0
- ถ้าท่านแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้น ไม่สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง -1

ในการประเมินแบบทดสอบครั้งนี้ให้ท่านแก้ไขลงในแบบทดสอบได้ตามที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม เพื่อที่จะได้ปรับปรุงแบบทดสอบให้มีความเหมาะสมง่ายต่อการทำความเข้าใจและชัดเจนยิ่งขึ้น

แบบประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางชีววิทยา

โดย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาชีววิทยา

แบบประเมินนี้เป็นการประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา โดยแบ่งคุณลักษณะที่ต้องการประเมินออกได้ ดังนี้

- 1 หมายถึง ลักษณะของการเลือกใช้คำถามที่เหมาะสม
- 2 หมายถึง ตัวเลือกมีความสอดคล้องกับปัญหาที่ถาม
- 3 หมายถึง ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในแบบทดสอบ

เกณฑ์การประเมินของผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาชีววิทยามีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- ถ้าท่านแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้น สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง +1
- ถ้าท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้น สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง 0
- ถ้าท่านแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้น ไม่สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง -1

ในการประเมินแบบทดสอบครั้งนี้ให้ท่านแก้ไขลงในแบบทดสอบได้ตามที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม เพื่อที่จะได้ปรับปรุงแบบทดสอบให้มีความเหมาะสมต่อการทำความเข้าใจและชัดเจนยิ่งขึ้น

ตาราง 15 แสดงจำนวนข้อสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา
ในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา

ทักษะกระบวนการ	ข้อที่
การสังเกต	1 - 10
การวัด	11 - 20
การจำแนกประเภท	21 - 30
การคำนวณ	31 - 40
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	41 - 50
การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	51 - 60
การพยากรณ์	61 - 70
การตั้งสมมติฐาน	71 - 80
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	81 - 90
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	91 - 100
การทดลอง	101 - 110
การตีความหมายข้อมูล	111 - 120

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ - นามสกุล	สถานที่ทำงาน
1. อาจารย์ ดร. สนอง ทองปาน	มหาวิทยาลัยสยาม
2. อาจารย์ ดร. เปรมจิตร บุญสาย	หัวหน้าฝ่ายพัฒนาวิชาการ สำนักงาน สามัญศึกษา จังหวัดปราจีนบุรี
3. อาจารย์ ดร. สุนันทา มั่นสมงคล	โรงเรียนสาธิต มศว. ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)
4. อาจารย์ ปิยรัตน์ ไชยกันยา	โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี
5. อาจารย์ ชาดรี เกิดธรรม	โรงเรียนวิเศษไชยชาญ"ตันติวิทยาภูมิ"
6. อาจารย์ จิต นวนแก้ว	โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายวิโรจน์ ชื่อสกุล เกลยสุข

เกิดวันที่ 29 มีนาคม 2506

สถานที่เกิดบ้านเลขที่ 77 หมู่ที่ 3 ตำบลบ้านขวาง อำเภอมหาราช จังหวัด

พระนครศรีอยุธยา

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 181 หมู่ 13 ตำบลเรณู อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม

ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 4

สถานที่ทำงานในปัจจุบัน โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร

จังหวัดนครพนม

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2520 ประถมศึกษาปีที่ 7 โรงเรียนวัดกลาง ตำบลบ้านขวาง
อำเภอมหาราช จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

พ.ศ. 2525 มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม
อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง

พ.ศ. 2529 วท.บ. คณะวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) จากมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา

พ.ศ. 2540 กศ.ม. คณะศึกษาศาสตร์ เอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
(ชีววิทยา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับ
การสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ

บทคัดย่อ
ของ
วิโรจน์ เฉลยสุข

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
มกราคม 2541

การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาชีววิทยา และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียน เรณูนครวิทยานุกูล จังหวัดนครพนม จำนวน 72 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่าง ง่ายเป็นกลุ่มทดลอง 36 คนและกลุ่มควบคุม 36 คน การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผน การวิจัย Randomized Control Group Pretest-Posttest Design กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยแบบปฏิบัติการทดลอง กลุ่มควบคุมได้รับการสอน แบบปกติ ใช้เวลาสอนกลุ่มละ 18 คาบๆละ 50 นาที การวิเคราะห์ข้อมูลทาง สถิติใช้ t-test independent ในรูป Different-Score และ t-test Dependent

ผลการวิจัย สรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติสูงกว่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาที่สอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติสูงกว่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A COMPARISON OF LEARNING ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC PROCESS
SKILLS OF MATHAYOM SUKSA V STUDENTS IN BIOLOGICAL ON
RESPIRATION LESSON TAUGHT BY USING EXPERIMENTAL
UNITS AND THE TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT
BY
VIROD CHALERY SUK

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
January 1998

The purpose of this study was to compare Mathayom Suksa students' Scientific Achievement in Biology and Scientific Process Skill Taught by Eperimental method and the teacher's manual.

The samples were 72 students of mathayomsuksa v Ranunakonwittayanukul school, Nakonpanom who had enrolled in the science-mathematics program during the first semester of 1997 academic year. They were randomly divided into two groups, the experimental group and the control group. Each group consisted of 36 students. Both groups Pretest-Posttest design was used in experiment. The experimental group was taught by using experimental method ; whereas, the control group was taught by using the teacher's manual. Each group was taught for 18 50-minuted periods. The statistical data was analyzed by using t-test independent in the form of Different-Scores and t-test Dependent.

The findings of this research revealed that:

1. The Biological Achievement of the experimental group was significantly higher than the control group at the .01 level.
2. The Biological Scientific Process skills of the experimental group was significantly higher than the control group at the .01 level.
3. The Biological Scientific Process skills of the experinemtal group was significantly improved at the .01 level.
4. The Biological Scientific Process skills of the control group was significantly improved at the .01 level.