

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND

การศึกษาค้นคว้าของครูและนักเรียนเกี่ยวกับอุปกรณ์และวัสดุประกอบปฏิบัติการ
ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ที่ใช้ในการสอนวิชาชีววิทยาระดับ มศ. 4

ปริญญานิพนธ์

ของ

น.เมธ ทัศเกาทอง

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

28 สิงหาคม 2517

นางสาว

อรอุมา ช่างเหล็ก, ประธาน
กรรมการ

2

ประกาศคุณูปการ

การทำปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้เพราะผู้เขียนได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำอย่างดียิ่งจาก อาจารย์ คร.ทวี หอมขง หัวหน้าคณะปรับปรุงหลักสูตร สาขาชีววิทยา อาจารย์ศรีโรจน์ ปวนะฤทธิ ผู้อำนวยการสาขาชีววิทยา อาจารย์ จิตไสย คุนคุงรัตน์ หัวหน้าฝ่ายสาขาประเมินผล และอาจารย์บุญเรือง แก้วสะอาด หัวหน้าฝ่ายออกแบบและสร้างอุปกรณ์ แห่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณสุจิตรา เทียนสรรพค์ ผู้ให้ความช่วยเหลือในการ วาดภาพประกอบแบบสอบถาม ครูโรงเรียนคำเนินการสอน 10 โรงเรียน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและแนะนำเป็นอย่างดีเกี่ยวกับแบบสอบถามและแบบสำรวจรวมทั้งนักเรียน มก.4 ทุกคนของโรงเรียนคำเนินการสอนที่ได้ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม สุดท้ายนี้ผู้เขียนขอขอบคุณ อาจารย์พิศาล สร้อยขุหร่า อาจารย์ปราชญา กล้ามจัญ อาจารย์สาธิตี ตั้งคจิวงกูร และคุณพงษ์ชัย ศรีพันธ์ ผู้ให้ความช่วยเหลือ ในการทำปฏิญานิพนธ์ด้วยดีตลอดมา.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ความมุ่งหมายในการศึกษาคนควา	3
	ความสำคัญในการศึกษาคนควา	4
	ขอบเขตของการศึกษาคนควา	4
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	4
2	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคนควา	6
3	อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	
	อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา	12
	มวลประชากร	14
	การสำรวจความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับอุปกรณ์ชีววิทยา	
	การสร้างแบบสอบถาม	15
	การรวบรวมข้อมูล	16
	การวิเคราะห์ข้อมูล	16
	การสำรวจวัสดุประกอบปฏิบัติการชีววิทยาชั้น มศ.4	
	การสร้างแบบสำรวจ	18
	การรวบรวมข้อมูล	19
	การวิเคราะห์ข้อมูล	19
4	ผลการศึกษาคนควา	
	ความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของอุปกรณ์	21
	ความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของอุปกรณ์	59
	ความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับขอบกพร่องของอุปกรณ์	94
	ผลการสำรวจวัสดุประกอบปฏิบัติการชีววิทยาชั้น มศ.4	130

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล	148
อภิปรายผล	150
ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการแก้ไขอุปกรณ	155
ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดหาวัสดุประกอบปฏิบัติการ	161
ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาคนควาต่อไป	162
บรรณานุกรม	164
ภาคผนวก	167

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของ เครื่องมือวัดปริมาณของการคาร์บอนไดออกไซด์	29
2 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของ เครื่องมือวัดปริมาณของการคาร์บอนไดออกไซด์	30
3 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของที่วางหลอดทดสอบ..	31
4 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของที่วางหลอดทดสอบ	32
5 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของสวิงตักเพลงตอน...	33
6 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของสวิงตักเพลงตอน	34
7 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของ กรอบไม้หนีบกระดาษ	35
8 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของกรอบไม้หนีบกระดาษ ...	36
9 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของแผงอัดพันธุ์ไม้	37
10 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของแผงอัดพันธุ์ไม้	38
11 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของออสโมมิเตอร์	39
12 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของออสโมมิเตอร์	40
13 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของ ชุดตะเกียงอัลกอฮอลล์	41
14 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดตะเกียงอัลกอฮอลล์ ...	42
15 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของแผนพลาสติกคลุม...	43

ตาราง	หน้า
16	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของแผนพลาสติกคลุม 44
17	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของ เครื่องมือวัดปริมาณการออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ 45
18	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของ เครื่องมือวัดปริมาณการออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ 46
19	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของ เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 47
20	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของ เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 48
21	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของปอดเทียม 49
22	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของปอดเทียม 50
23	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของ เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน 51
24	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของ เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน 52
25	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของซีโคร่งเทียม 53
26	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของซีโคร่งเทียม 54
27	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของโปโตมิเตอร์ 55
28	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของโปโตมิเตอร์ 56
29	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของตู้ถ่ายเชื้อ 57
30	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของตู้ถ่ายเชื้อ 58

ตาราง	หน้า
31' แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของ เครื่องมือวัดปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	67
32 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของ เครื่องมือวัดปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	68
33 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของที่วางหลอดทดสอบ	69
34 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของที่วางหลอดทดสอบ	70
35 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของสวิงตักแพลงตอน	71
36 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของสวิงตักแพลงตอน	71
37 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของกรอบไม้หนีบกระดาษ	72
38 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของกรอบไม้หนีบกระดาษ	73
39 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของแฉกฉักพันธุ์ไม้	74
40 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของแฉกฉักพันธุ์ไม้	74
41 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของออสโมมิเตอร์	75
42 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของออสโมมิเตอร์	76
43 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของชุดตะเกียงอัลกอฮอลด์	77
44 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของชุดตะเกียงอัลกอฮอลด์	78
45 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของแผ่นพลาสติกหุ้ม	79
46 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของแผ่นพลาสติกหุ้ม	79
47 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของ เครื่องมือวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์	80

48	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของ เครื่องมือวัดปริมาณการออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์	81
49	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของ เครื่องมือเก็บการคาร์บอนไดออกไซด์	82
50	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของ เครื่องมือเก็บการคาร์บอนไดออกไซด์	83
51	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของปอดเทียม	84
52	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของปอดเทียม	85
53	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของ เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	86
54	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของ เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	87
55	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของซีโครงเทียม	88
56	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของซีโครงเทียม	89
57	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของโปโคมิเตอร์	90
58	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของโปโคมิเตอร์	91
59	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของตู้ถ่ายเชื้อ	92
60	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของตู้ถ่ายเชื้อ	93
61	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับขอบฟรองของ เครื่องมือวัดปริมาตรของการคาร์บอนไดออกไซด์	102

62	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ เครื่องมือวัดปริมาณการคายคาร์บอนไดออกไซด์	103
63	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของที่วางหลอดทดสอบ	104
64	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของที่วางหลอดทดสอบ	105
65	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของสวิงคัทเพลงคอน	106
66	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของสวิงคัทเพลงคอน	106
67	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของกรอบไม้ไม้ประชากร	107
68	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของกรอบไม้ไม้ประชากร	108
69	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของแผงอัดพันธุ์ไม้	109
70	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของแผงอัดพันธุ์ไม้	110
71	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของออสโมมิเตอร์	111
72	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของออสโมมิเตอร์	112
73	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของชุดตะเกียงอัลกอฮอลล์	113
74	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของชุดตะเกียงอัลกอฮอลล์	114
75	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของแผนพลาสติกคลุม	115
76	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของแผนพลาสติกคลุม	115
77	แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ เครื่องมือวัดปริมาณการคายออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์	116
78	แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ เครื่องมือวัดปริมาณการคายออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์	117

ตาราง	หน้า
79 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	118
80 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	119
81 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของปอดเทียม	120
82 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของปอดเทียม	121
83 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	122
84 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	123
85 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของซีเอนด์ ครึ่งเทียม	124
86 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของซีเอนด์ ครึ่งเทียม	125
87 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของโป้โคมิตเตอร์	126
88 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของโป้โคมิตเตอร์	127
89 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของตุล่ายเชื้อ	128
90 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของตุล่ายเชื้อ	129
91 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความสละวและประโยชน์ที่ได้รับจาก การจัดหาวัสดุประกอบปฏิบัติการ	133

บัญชีภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1 เครื่องมือวัดปริมาตรของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	168
2 สวิตช์แก๊สทอน	169
3 ที่วางหลอดทดสอบ	170
4 กรอบไม้หนีบกระดาษ	171
5 แฉกฉีกพันขุไม้	172
6 ออสโมมิเตอร์	173
7 ชุดตะเกียงอัลกอฮอล์ (ขาตั้ง, ตะเกียงอัลกอฮอล์, ที่บังลม)	174
8 แผนพลาสติกหุ้ม	175
9 เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	176
10 ขีไครงเทียม	177
11 ปอดเทียม	178
12 เครื่องมือทดสอบการหายใจแบบไมโครออกซิเจน	179
13 เครื่องมือวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์	180
14 โปโรมิเตอร์	181
15 ชุดถ่ายเชื้อ	182
16 ภาพรูปลายเส้นแบบต่างๆที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน	183
17 แสดงแผนภาพรูปลายเส้นที่โคจรรอบออกเป็นพวงๆโดยวิธีของ MISTER L's SYSTEM และ PROFESSOR K's SYSTEM ..	184

บทที่ ๑

บทนำ

การศึกษาวิชาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบันนี้เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงไปในแนวทางใหม่ ทั้งที่กำลังเป็นอยู่ในต่างประเทศหลายประเทศ การศึกษาแนวใหม่นี้เป็นการปรับปรุงวิธีการสอนโดยพยายามสอดคล้องวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) ลงไป มีการพัฒนาแนวการสอนใหม่ ๆ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนขบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น อาทิ การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (inquiry method) ก็จะเห็นได้จากตัวอย่างการสอนวิชาชีววิทยาคตามแนวของต่างประเทศ เช่น BSCS (Biology Science Curriculum Study) ของประเทศสหรัฐอเมริกา หรือตามแนวของ Nuffield Biology Project ของประเทศสหราชอาณาจักรอังกฤษ

การสอนวิชาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาในอดีตหรือจนกระทั่งในปัจจุบันนี้ก็ยังใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเป็นส่วนใหญ่ อาจมีการปฏิบัติการบ้างแต่ค่อนข้างน้อยหรือไม่เลย สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้สภาพการเรียนการสอนเป็นเช่นนี้ ก็อาจเป็นเพราะทางโรงเรียนขาดอุปกรณ์สำหรับทดลอง ทั้งนี้อาจสืบเนื่องมาจากทางโรงเรียนไม่มีงบประมาณเพียงพอที่จะจัดหาอุปกรณ์ได้ เพราะส่วนใหญ่ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีราคาแพง ส่วนสาเหตุอีกประการหนึ่งอาจเป็นเพราะครูไม่มีเวลาในการเตรียมอุปกรณ์การสอนหรือขาดทักษะในการใช้ ชุด ชัยพิพัฒน์ (ชุด ชัยพิพัฒน์, 2508:233-235) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับเรื่องปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับอุปกรณ์การสอนไว้ว่า โรงเรียนในต่างจังหวัดและโรงเรียนราษฎร์ไม่อาจสอนภาคปฏิบัติการได้ เพราะขาดแคลนอุปกรณ์และกำลังเงิน การขาดอุปกรณ์การสอนภาคปฏิบัติการและครูจะเห็นการสอนปฏิบัติการ อาจเป็นสาเหตุทำให้นักเรียนขาดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ไป อรรถสิทธิ์ พินิจรัตน์ (อรรถสิทธิ์ พินิจรัตน์, 2512:82) ได้ทำการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ มีความสนใจ มีความชื่นชมในวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของไทย ทางกระทรวงศึกษาธิการ ได้มีความห่วงใยอยู่มากโดยจะเห็นได้จากการวางหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ใหม่เมื่อปี พ.ศ. 2503 โดยวางจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้ (ประมวลการสอน, 2503:176)

1. ให้มีความรู้ความเข้าใจหลักทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และให้ฝึกหัดในการใช้ วัสดุทางวิทยาศาสตร์ สำหรับเป็นพื้นฐานที่จะศึกษาในชั้นสูงต่อไป
2. ให้เป็นพื้นฐานที่จะช่วยในการประกอบอาชีพ
3. ให้มีความรู้ความเข้าใจในสิ่งแวดล้อมและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็น ประโยชน์ต่อชีวิตและความสุขของสังคม พร้อมทั้งนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ปรับปรุง ความเป็นอยู่
4. ปลุกฝังให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหาโดยระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์
5. ให้มีทัศนคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์
6. ให้รู้จักสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

หลักสูตรดังกล่าวซึ่งใช้มาเป็นเวลาสิบปีเศษจนถึงปัจจุบันนั้น สมควรจะได้รับ การปรับปรุงแก้ไข ในระยะต่อมารัฐบาลไทยได้ร่วมกับโครงการพัฒนาการแห่งสหประชาชาติ (UNDP) โดยองค์การศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) เป็นผู้ดำเนินงานแทน ได้ตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อดำเนินการ ส่งเสริมและพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แผนใหม่

การพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งได้เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ พ.ศ. 2514 มาจนถึงปัจจุบันนี้ ได้วางหลักสูตรขึ้นใหม่พร้อมทั้ง เขียนแบบเรียนและคู่มือครูชั้น มศ. 4-5 สำหรับแบบเรียนและคู่มือครูชั้น มศ. 4 ได้จัดทำพิมพ์ เสร็จเรียบร้อยแล้วเมื่อต้นปีการศึกษา 2516 และนำไปใช้ในโครงการดำเนินการสอนใน โรงเรียน 10 โรงด้วยกัน

แบบเรียนชีววิทยาคตามแนวใหม่มีปฏิบัติการสอดแทรกอยู่เกือบทุกบท อุปกรณ์ส่วนใหญ่ทางสถาบันเป็นผู้ออกแบบและสร้างขึ้นแล้วแจกจ่ายให้โรงเรียนดำเนินการสอนทุกโรงเรียน อุปกรณ์การสอนที่ทางสถาบันสร้างขึ้นนั้นส่วนใหญ่สร้างขึ้นด้วยวัสดุที่หาง่ายและราคาถูก ซึ่งทดลองใช้แล้วโดยลดี แต่ยังไม่ทราบคุณภาพของอุปกรณ์เหล่านั้นในการดำเนินการสอนจริงในโรงเรียนว่าเหมาะสมหรือไม่เพียงใด อุปกรณ์นี้มีความสำคัญมาก หากคุณภาพไม่ดีพอหรือไม่เหมาะสมต่อการทดลองเฉพาะบทเรียนก็อาจทำให้นักเรียนเสียเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์ มนุษย์ ปิยารามนัท (มนุษย์ ปิยารามนัท, 2513: 129) ได้ทำการวิจัยพบว่า สาเหตุที่ครูไม่ใช้อุปกรณ์การสอนสืบเนื่องมาจากอุปกรณ์นั้นไม่เหมาะสมกับบทเรียน

ผู้วิจัยจึงเห็นว่า การติดตามผลการใช้อุปกรณ์การสอนวิชาชีววิทยาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรใหม่ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะเป็นเครื่องมือให้เห็นว่าอุปกรณ์เหล่านั้นมีคุณภาพดีเพียงใด ควรจะได้รับการปรับปรุงแก้ไขหรือดัดแปลงมากน้อยแค่ไหน ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่าการวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิชาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาในอนาคต และจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงหลักสูตรชีววิทยาของสถาบันด้วย

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสำรวจความคิดเห็นของครูและนักเรียนในโรงเรียนทดลองเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในเรื่องต่อไปนี้

- ก. ความเหมาะสมของอุปกรณ์
- ข. คุณภาพของอุปกรณ์
- ค. ข้อบกพร่องของอุปกรณ์

2. เพื่อสำรวจวัสดุประกอบแบบปฏิบัติการในวิชาชีววิทยาระดับ มศ. 4 ที่ใช้อยู่แล้ว และวินิจฉัยว่าควรจะเป็นหรือเปลี่ยนแปลงวัสดุชนิดใดบ้าง

3. เพื่อเป็นแนวทางเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์

ความสำคัญในการศึกษาค้นคว้า

1. จากการสำรวจปัญหาและอุปสรรคของการใช้อุปกรณ์การสอนแต่ละชนิด ข้อมูลที่ได้สามารถใช้เป็นเครื่องมือประกอบการพิจารณาหาทางแก้ไขอุปกรณ์ชีววิทยาให้ใช้โดยดียิ่งขึ้น

2. จะเป็นแนวทางในการจัดเตรียมอุปกรณ์การสอนวิชาชีววิทยาในแต่ละบทให้เหมาะสมกับการใช้ การดำเนินการเรียนการสอน

3. จะเป็นแนวทางในการเสนอแนะการนำวัสดุราคาถูกลงมาใช้ทำอุปกรณ์การสอนวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในอนาคต

4. จะเป็นแนวทางในการเสนอแนะวิธีการใช้ให้ชัดเจนมากขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. การติดตามผลการใช้อุปกรณ์การสอนวิชาชีววิทยาในชั้น มศ.4 บางชนิด ของสถาบันที่สอนในโรงเรียนดำเนินการสอน 10 โรงเรียน

2. ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า คือ ปีการศึกษา 2516 ตั้งแต่ 17 พฤษภาคม 2516 ถึง 27 กุมภาพันธ์ 2517

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. โรงเรียนดำเนินการสอน หมายถึง โรงเรียนต่อไปนี้

1. โรงเรียนมัธยมสาธิตวิทยาลัยวิชาการศึกษาปทุมวัน
2. โรงเรียนสวนกุหลาบ
3. โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย
4. โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
5. โรงเรียนสาธิตน้ำผึ้ง
6. โรงเรียนมัธยมสาธิตวิทยาลัยครูพระนคร
7. โรงเรียนสตรีวิทยา

8. โรงเรียนศึกษานารี
9. โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ
10. โรงเรียนมัธยมสาธิตวิทยาลัยวิชาการศึกษาระสาณมิตร

2. สถาบัน หมายถึง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ใช้อักษรย่อว่า สสวท

3. อุปกรณ์การสอนชีววิทยา หมายถึง อุปกรณ์ที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างขึ้นที่ได้ส่งไปยังโรงเรียนดำเนินการสอน 10 แห่ง
เพื่อใช้สอนวิชาชีววิทยา

4. วัสดุประกอบการปฏิบัติการ หมายถึง วัสดุที่ได้แนะนำไว้ในคู่มือครูเพื่อ
ให้ครูหรือนักเรียนจัดหาไว้ใช้ศึกษาหรือประกอบการทดลอง

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

ปัจจุบันนี้ โรงเรียนต้องจัดระบบการเรียนการสอนให้แก่นักเรียนเพื่อให้เรียนรู้ได้ทันกับความเจริญก้าวหน้าอย่างมากมายของโลก วัสดุและอุปกรณ์การสอนมีบทบาทสำคัญต่อการสอนโดยทั่ว ๆ ไป ค่าย กรมวิชาการ (วิชาการ, กรม, 2504:1) ได้ให้ความหมายอุปกรณ์การสอนไว้ว่า "อุปกรณ์การสอน" หมายถึง วัสดุ วัตถุ สิ่งของ ภาพ เครื่องมือ เครื่องใช้ ตลอดจนสถานที่ สถานที่ และกิจกรรมต่าง ๆ ที่ช่วยให้การเรียนการสอนบังเกิดผลดี

ฮาาสและแพคเกอร์ (Haas and Packer, 1955:18) ได้ให้ความหมายโสทัดณวัสดุไว้ว่า โสทัดณวัสดุหรืออุปกรณ์การสอนเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งซึ่งช่วยให้ครูถ่ายทอดสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นความจริง ให้ผู้เรียนมีทักษะ ทักษะคิด ความรู้ ความเข้าใจ และความซาบซึ้งเป็นต้น

คินเดอร์ (Kinder, 1959:8) กล่าวว่า "การใช้โสทัดณศึกษาเท่านั้นที่โรงเรียนหวังว่าจะช่วยจัดเตรียมเด็กแต่ละคนให้มีทั้งนิสัย ความเข้าใจ ทักษะคิด และความสามารถที่จะคิดแบบมีวิจารณญาณได้"

โนเอลและเลียมาร์ค (Noel and Leonard, 1962:16) ได้ให้ความหมายโสทัดณศึกษาว่า หมายถึงการเตรียมแผนงานและการใช้อุปกรณ์อย่างระมัดระวังตั้งแต่นั้นจนมาจนถึงระดับวิทยาลัย

ซาร์ง บักรรี (ซาร์ง บักรรี, 2506:203) ได้ให้ความหมายอุปกรณ์การศึกษาไว้ว่าเป็นทุกสิ่งทุกอย่างที่ช่วยส่งเสริมการเรียนการสอนให้ดีขึ้น และแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. เครื่องมือ เครื่องใช้ (equipment)
 2. วัสดุในการสอน (supplies and materials) หมายถึง วัสดุสิ้นเปลือง
 3. อุปกรณ์การสอน (instructional materials or teaching aids)
- ได้แก่ อุปกรณ์โสตทัศนศึกษา

ในวงการศึกษามีผู้นิยมเรียกอุปกรณ์การสอนว่า โสตทัศนวัสดุหรือโสตทัศนอุปกรณ์ (audio-visual materials หรือ audio-visual aids) และเรียกการเรียนการสอนเกี่ยวกับอุปกรณ์การสอนว่า "โสตทัศนศึกษา" (audio-visual education) กรมวิชาการ (วิชาการ, กรม, 2504:1)

โสตทัศนวัสดุมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท เกอ โคฟเฟอร์ (de Kieffer, 1965:9-54) ได้จัดแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. วัสดุประเภทไม่ใช้เครื่องฉาย (non-projected materials)
 - 1) วัสดุประเภทจัดแสดง (illustration materials)
 - 2) รูปภาพ (flat pictures)
 - 3) แผนภูมิ และแผนสถิติ (charts - graphs)
 - 4) ของจริง ของจำลอง หุ่น ของตัวอย่าง
 - 5) ลูกโลก แผนที่
 - 6) แผ่ป้ายสาธิต (demonstration board)
 - 7) กิจกรรมต่าง ๆ
2. วัสดุที่ใช้กับเครื่องฉาย (projected materials) ซึ่งได้แก่
 - 1) เครื่องฉายภาพยนตร์ และฟิล์มภาพยนตร์
 - 2) เครื่องฉายสไลด์และฟิล์มสตริป สไลด์และฟิล์มสตริป
 - 3) เครื่องฉายวัสดุทึบแสง
 - 4) เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง

3. โสตทัศนวัสดุและเครื่องมือซึ่งรวมถึงโทรทัศน์ (audio-materials and equipment including television) ได้แก่ เครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องบันทึกเสียง วิทยุ และโทรทัศน์

ชญ์ แสงทักษิ (ชญ์ แสงทักษิ, 2509:28) กล่าวถึงอุปกรณ์การสอนว่า การเลือกอุปกรณ์การสอนให้ตรงกับบทเรียน การเตรียมอุปกรณ์การสอนให้พร้อม และข้อควรระวัง การแสดงในชั้นเรียน จะต้องให้เด็กมองเห็นทั่ว และได้ยินชัดเจนทั่วถึง ใช้เวลานานพอควรและควรมีการติดตามผล

การใช้โสตทัศนวัสดุ การรู้จักเลือกใช้ นับว่ามีความสำคัญต่อการสอน แมคคลัสกี (Mc Clusky, 1947:15) ได้กล่าวว่า "การสอนโดยใช้คำพูดเพียงอย่างเดียว บทเรียนที่สอนไปจะเลือนหายไปอย่างรวดเร็ว และการสอนแบบนี้เป็นการสอนที่สิ้นเปลืองที่สุด การใช้โสตทัศนวัสดุจะช่วยจัดความสัมพันธ์ได้และยังช่วยให้ครูที่สอนก็อยู่แล้วสอนดียิ่งขึ้น"

โนเอล (Noel, 1962:23) กล่าวว่า โสตทัศนวัสดุเป็นเพียงเครื่องมือที่ช่วยในการสอนเท่านั้น ตัวของโสตทัศนวัสดุเองไม่สามารถที่จะไปถึงจุดหมายของการเรียนการสอนได้ ครูจะต้องเป็นผู้รู้จักเลือกและใช้ให้ตรงกับจุดหมายที่วางไว้ ดังนั้นในการเตรียมและการใช้โสตทัศนวัสดุแต่ละชิ้น ครูจะต้องมีความรู้ความเข้าใจ และทักษะในการเลือกใช้เป็นอย่างดี

เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ในการเลือกโสตทัศนวัสดุประกอบการสอน โนเอล (Noel, 1962:26-28) ได้กล่าวว่า โสตทัศนวัสดุควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีความเหมาะสมกับระดับอายุและระดับสติปัญญาของนักเรียน
2. เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของนักเรียน
3. เหมาะสมกับความต้องการและความสนใจของนักเรียน
4. เหมาะสมกับเรื่องที่สอน

5. ตรงกับจุดมุ่งหมายในการสอน
6. มีลักษณะที่น่าสนใจ
7. ไม่ทำให้เสียเวลาในการใช้มากเกินไป
8. ให้ความสนุกสนานอย่างง่ายและไม่ซับซ้อนเกินไป
9. เป็นแบบง่าย ๆ
10. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น
 1. ช่วยในการเสริมสร้างทัศนคติที่ดีแก่นักเรียน
12. ช่วยเพิ่มทักษะให้แก่นักเรียน
13. ให้นิสัยต่อการเรียนการสอนมากที่สุด
14. ราคาไม่แพงจนเกินไป

ไฮสกี และกษะ (Heiss et al.. 1950:288-289) ได้ให้ข้อคิดในการใช้
 โสตทัศนวัสดุไว้ 4 ประการ ดังนี้

1. การใช้โสตทัศนวัสดุ ไม่เป็นการประกันว่าจะต้องประสบความสำเร็จในการสอน
 โสตทัศนวัสดุจะต้องปรับปรุงให้เหมาะสมกับวุฒิภาวะทางด้านสติปัญญาของเด็ก ให้สมกับธรรมชาติ
 และขอบเขตแห่งประสบการณ์เดิมที่เด็กมี และยิ่งกว่านั้น โสตทัศนวัสดุแต่ละชิ้นก็มีขอบเขต
 เฉพาะตัวของมัน

2. โสตทัศนวัสดุมีไ้หมายความว่า จะเป็นสิ่งที่ใช้แทนการพูด การเขียน ที่เด็ก
 จะได้รับความรู้หรือประสบการณ์โดยตรง โสตทัศนวัสดุเป็นแต่เพียงสิ่งที่ช่วยการเรียนรู้ให้ดีขึ้น
 เท่านั้น

3. โสตทัศนวัสดุไม่ควรนำมาใช้เพื่อความสนุกเพลิดเพลิน หรือใช้แทนการทำงาน
 หรือความคิด แต่ใช้เพื่อก่อให้เกิดความสนใจที่จะทำงานมากขึ้น มีความหมายมากขึ้น และกระตุ้น
 ให้เด็กมีกิจกรรมและความคิดกว้างขวางขึ้น

4. ประสิทธิภาพของสื่อทัศนวัสดุต้นแปรโดยตรงกับปริมาณของความเป็นจริง กล่าวคือ การนำของจริงมาประกอบการสอนจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้รูปภาพหรือสไลด์ แต่ถ้าไม่มีของจริง รูปภาพหรือสไลด์ก็จะมีประสิทธิภาพมากกว่า คือว่าการไม่ใช้อุปกรณ์เลย

สถาบันซึ่งทำการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป มักจะต้องคำนึงถึงอุปกรณ์การสอนภาคปฏิบัติเป็นเรื่องสำคัญ โกรบแมนและคณะ (Grobman et al., 1964:9) กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์ที่จะให้ได้นั้น จะต้องมีการปฏิบัติการจนกว่าพอที่จะมีเครื่องมือพร้อมมูลสำหรับการทดลอง นอกจากนี้ในการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวใหม่มีความจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงรากาอุปกรณ์เป็นสำคัญ โดยพยายามจัดหาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่จะใช้สอนในแบบปฏิบัติการให้มีราคาถูก

ศูนย์การสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแมริแลนด์ (Science Teaching Center, U.S.A., 1972:VI) ได้ทำคู่มือเกี่ยวกับการสร้างอุปกรณ์การสอนวิชาชีววิทยาราคาถูกขึ้น โดยมี Dr. J. David Lockard เป็นผู้ริเริ่มในการจัดตั้งโครงการผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ราคาถูกขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อวิเคราะห์อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติการ โดยคำนึงถึงความสำคัญที่มีต่อนักเรียนในการนำมาใช้กับวิชาชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาประเทศ
2. เพื่อปรับปรุงอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ราคาถูกให้ดีขึ้นเท่าที่จะทำได้
3. เพื่อออกแบบการสร้างอุปกรณ์ราคาถูกโดยจัดทำเป็นหนังสือคู่มือ

สภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไปของประเทศไทยเป็นที่ทราบกันทั่วไปว่าครูไม่ค่อยใช้อุปกรณ์การสอนมากนัก จะมีอยู่ก็เป็นจำนวนน้อย ทั้งนี้เพราะขาดแคลนอุปกรณ์จากทักษะในการทำและการใช้ นอกจากนี้ครูยังไม่มีเวลาเพียงพออีกด้วย

วีรพรณ อุประคำ (วีรพรณ อุประคำ, 2511:134) ได้วิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับการใช้วัสดุทัศนศึกษาของโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดภาคเหนือ ได้สรุปผลการค้นคว้าว่า ครูทุกคนชอบใช้อุปกรณ์การสอน เพราะอุปกรณ์การสอนช่วยให้เด็กสนใจเรียนและตั้งใจเรียนมากขึ้น บางครั้งครูไม่ชอบใช้อุปกรณ์การสอนเพราะไม่มีเวลาวางพื่อที่จะเตรียม

วิจิต สุวรรณรัตน์ (วิจิต สุวรรณรัตน์, 2513:99) ได้ศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการเลือก การผลิตและการใช้วัสดุทัศนศึกษาของครูที่สอนในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าปัญหาสำคัญอันดับแรกคือ สภาพความเหมาะสมของห้องเรียนในการใช้วัสดุทัศนศึกษา ปัญหาสำคัญรองลงมาก็คือ ทักษะในการใช้วัสดุทัศนศึกษาประเภทเครื่องมือ

วัสดุที่ใช้ในการสอนปฏิบัติการชีววิทยาสวนใหญ่มักจะได้แก่ ตัวอย่างสัตว์พืช ที่ครูและนักเรียนจัดหามาใช้ในการศึกษาปฏิบัติการ ศูนย์ชีววิทยาแห่งเมืองครอยดอน (Croydon Biology Center, UK) ผลิตเอกสารทำเป็นรายการวัสดุต่างๆที่ศูนย์มีอยู่และพร้อมที่จะให้บริการแก่ครูในเมืองครอยดอน BSCS - Newsletter (BSCS Newsletter, vol.22, 1970) ได้ทำรายการวัสดุต่างๆ รวมทั้งพืชและสัตว์ที่ใช้ในแบบเรียนชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาของ BSCS

ทวี หอมขง (Twee Hormchong, 1971 : 10-11) ได้รายงานว่าการทรวางแหล่งอุปกรณ์และวัสดุทางชีววิทยานับว่าเป็นประโยชน์ตอครูชีววิทยาและการปรับปรุงหลักสูตร

การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการติดตามผลการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์เท่าที่ผู้เขียนได้ศึกษาเอกสารแล้วไม่พบว่ามีผู้ใดในประเทศไทยเคยทำการศึกษาตามแนวของผู้เขียนมาก่อน ส่วนเอกสารจากต่างประเทศนั้นผู้เขียนไม่สามารถค้นหาจากห้องสมุดต่างๆได้

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา คืออุปกรณ์ชีววิทยาระดับ มศ. 4 ในโครงการดำเนินการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่วนใหญ่ของอุปกรณ์ทางสถาบันผลิตขึ้นเอง จำนวนอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมดมี 15 ชนิดดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (aerobic respiratory apparatus) เครื่องมือชนิดนี้ทาง สสวท เป็นผู้สร้างเอง โดยดัดแปลงมาจากเครื่องมือในหนังสือ BSCS (blue version) (BSCS, 1968:21) ดังภาพที่ 1
2. สวิงตักแพลงก์ตอน (heavy plankton net) อุปกรณ์นี้ทาง สสวท ได้นำแบบการสร้างมาจากหนังสือ catalog ของ Turttox (Turttox, 1969:524) อุปกรณ์หมายเลข 150A435 ดังภาพที่ 2
3. ที่วางหลอดทดสอบ (test tube rack) อุปกรณ์ชนิดนี้ทาง สสวท ออกแบบและสร้างขึ้นเอง โดยใช้วัสดุที่หาง่ายและสามารถทำใช้ได้เอง ดังภาพที่ 3
4. กรอบไม้จักระ (quadrat) อุปกรณ์ชนิดนี้ทาง สสวท ได้ออกแบบและสร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการศึกษาเรื่องประชากร ดังภาพที่ 4
5. แมงอัทพ์นักรูโม (flower press) อุปกรณ์ชนิดนี้ทาง สสวท ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการศึกษาเรื่องอนุกรมวิธาน ดังภาพที่ 5
6. ออสโมมิเตอร์ (osmometer) เป็นเครื่องมือที่ทาง สสวท จัดทำขึ้นโดยใช้อุปกรณ์ที่ซื้อและสร้างขึ้นเองประกอบขึ้นเป็นเครื่องมือทดลองเกี่ยวกับขบวนการออสโมซิส ส่วนประกอบและวิธีการเป็นแบบที่ใช้กันในสากล เช่นได้นำกล่าวไว้ในหนังสือ Biology ของ Pascoe (Pascoe, 1966:36) ดังภาพที่ 6

7. ชุดกะเบียงอัลกอฮอล์ (ชาตัง, ตะเกียงอัลกอฮอล์, ที่บังลม) อุปกรณ์ชนิดนี้ทาง สสวท จัดทำขึ้นเป็นชุดโดยใช้อุปกรณ์ที่ซื้อและอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเอง สำหรับใช้ในการทดลองที่ต้องการความร้อน ดังภาพที่ 7

8. แผ่นพลาสติกกด (indented plastic plate) อุปกรณ์ชนิดนี้ทาง สสวท ไล้ ออกแบบและสร้างขึ้นเองโดยดัดแปลงมาจากแผ่นกระเบื้องหลุมซึ่งมีใช้กันโดยทั่ว ๆ ไป คือเปลี่ยนมาทำด้วยพลาสติกซึ่งมีราคาถูกและไม่แตกง่าย และสามารถทำใช้กันได้เอง ดังภาพที่ 8

9. เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นเครื่องมือที่ทาง สสวท ได้นำเอาอุปกรณ์ที่ทางฝ่ายและมีราคาถูกมาจัดทำเป็นเครื่องมือสำหรับใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างลมหายใจเข้าและลมหายใจออก เครื่องมือชนิดนี้ทาง สสวท ดัดแปลงมาจากเครื่องมือในหนังสือ Nuffield Biology เล่ม 3 (Nuffield, 1966:1-2) ดังภาพที่ 9

10. ซี่โครงเทียม (artificial rib) เป็นอุปกรณ์ที่ทาง สสวท สร้างขึ้น โดยดัดแปลงมาจากอุปกรณ์ในหนังสือ Nuffield Biology เล่ม 3 (Nuffield, 1966:16-19) ดังภาพที่ 10

11. ปอดเทียม (artificial lung) เป็นอุปกรณ์ที่ทาง สสวท สร้างขึ้นโดยดัดแปลงมาจากอุปกรณ์ในหนังสือ Innovation in Equipment and Techniques for The Biology Teaching Laboratory (BSCS, 1969:102-103) ดังภาพที่ 11

12. เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiratory apparatus) เครื่องมือชนิดนี้ทาง สสวท สร้างขึ้นเองโดยดัดแปลงมาจากเครื่องมือในหนังสือ Nuffield Biology เล่ม 3 (Nuffield, 1966:42-43) ดังภาพที่ 12

13. เครื่องมือวัดปริมาตรก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ (volumeter) เครื่องมือชนิดนี้ทาง สสวท สร้างขึ้นเองโดยดัดแปลงมาจากเครื่องมือในหนังสือ Innovation in Equipment and Techniques for The Biology Teaching Laboratory (BSCS, 1969:56-57) ดังภาพที่ 13

14. โปโตมิเตอร์ (potometer) เป็นเครื่องมือที่ทาง สสวท จัดทำขึ้นโดยใช้อุปกรณ์ที่ซื้อมาและสร้างขึ้นเอง ประกอบขึ้นเป็นเครื่องมือทดลองเกี่ยวกับ ขบวนการคายน้ำของพืช ส่วนประกอบและวิธีการเป็นแบบที่ใช้กันโดยทั่วไป เช่น ใค้มีกล่าวไว้ในหนังสือ Nuffield Biology เล่ม 3 (Nuffield, 1966:160) ดังภาพที่ 14

15. ตู้ถ่ายเชื้อ (transfer hood) เครื่องมือชนิดนี้ทาง สสวท สร้างขึ้นเองโดยดัดแปลงมาจากอุปกรณ์ในหนังสือ Innovation in Equipment and Techniques for The Biology Teaching Laboratory (BSCS, 1969 : 14) ดังภาพที่ 15 อุปกรณ์นี้ได้เพิ่มเครื่องให้ความร้อน เพื่อใช้สำหรับเป็นตู้เพาะเลี้ยงเชื้อต่างๆเช่น แบคทีเรีย ยีสต์ รา เป็นต้น หรือการทดลองที่ต้องการมีการควบคุมอุณหภูมิ เครื่องมือที่แสดงไว้ในภาพที่ 1-15 มีรายละเอียดในการสร้างทาบภาพ

(ดูภาคผนวก)

มวลประชากร มวลประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยบุคคลต่อไปนี้

1. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนดำเนินการสอน 10 โรงเรียน

ได้แก่

1. โรงเรียนมัธยมสาธิตวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร	62 คน
2. โรงเรียนสตรีวิทยา	75 "
3. โรงเรียนสายน้ำผึ้ง	66 "
4. โรงเรียนศึกษานารี	62 "
5. โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย	80 "
6. โรงเรียนสวนกุหลาบ	66 "
7. โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ	54 "
8. โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา	75 "
9. โรงเรียนมัธยมสาธิตวิทยาลัยครูพระนคร	40 "
10. โรงเรียนมัธยมสาธิตวิทยาลัยวิชาการศึกษาปทุมวัน	53 "
รวม	625 คน

2. ครูสอนวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลักสูตรใหม่โรงเรียนละ 1

คน รวม 10 คน

การสำรวจความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับอุปกรณ์ชีววิทยา

ในการสำรวจความคิดเห็นของครูและนักเรียนในโรงเรียนทดลองเกี่ยวกับอุปกรณ์ชีววิทยาที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งไปใช้ในโรงเรียนทดลอง 10 โรงเรียน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถาม (แสดงในภาคผนวก) ในแบบสอบถามนี้จะสำรวจเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

1. ความเหมาะสมของอุปกรณ์
2. คุณภาพของอุปกรณ์
3. ขอบการครองของอุปกรณ์

การสร้างแบบสอบถาม

การสร้างแบบสอบถามสำหรับใช้เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดำเนินการเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแบบสอบถามและเรื่องปัญหาเกี่ยวกับการเลือก การเตรียม และการใช้อุปกรณ์การสอน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม
2. เมื่อสร้างแบบสอบถามเสร็จแล้ว จึงนำมาพิจารณาพร้อมกับฝ่ายวัดผลและฝ่ายจัดหาอุปกรณ์ของสาขาชีววิทยา หลังจากพิจารณาพร้อมกันและแก้ไขจนเห็นว่าเหมาะสมแล้วจึงได้แบบสอบถามที่มีลักษณะดังนี้

แบบสอบถามเป็นแบบให้เลือกตอบแต่ละข้อ คำถามจะมีรายการคำตอบ ซึ่งมีทั้งมาตราส่วนประมาณค่าและรายการคำตอบให้เลือกตอบ เมื่อผู้ตอบพิจารณาแล้วเห็นว่าตนมีความเห็นหรือการกระทำที่สอดคล้องกับรายการคำตอบใดก็เลือกตอบในรายการคำตอบนั้นโดยวิธีการ

วิธีการแบบสอบถาม

- ก. การเครื่องหมายคำตอบลงในช่องมาตราส่วนประมาณค่าในช่องที่ต้องการ
 - ข. การเครื่องหมายคำตอบลงในวงตรงกับรายการคำตอบที่ต้องการ
- แบบเลือกตอบนี้ยังมีที่ว่างสำหรับให้ผู้ตอบเขียนข้อเสนอนแนะเพิ่มเติมจากที่มีอยู่ในแบบสอบถามอีกด้วย

การรวบรวมข้อมูล

การแจกแบบสอบถามรวมทั้งวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิจัยครั้งนี้มีวิธีการพอสรุปได้ดังนี้

1. แบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับกรณีทั้ง 15 ชนิด จัดทำเป็น 15 ฉบับ โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 7 หรือ 8 ฉบับ โดยกำหนดให้นักเรียนแต่ละคนแสดงความคิดเห็นเพียงชุดเดียวสำหรับครูแต่ละคนให้แสดงความคิดเห็นทั้ง 2 ชุด
2. ผู้เขียนได้นำแบบสอบถามมาให้ฝ่ายวิเคระห์ของสาขาชีววิทยาเพื่อแจกจ่ายไปยังโรงเรียนทดลอง 7 โรง ในวันเดียวกันกับที่ได้มีการสอบไล่วิชาชีววิทยา โดยมีผู้คุมสอบของสสวท เป็นผู้นำไปแจกพร้อมทั้งเก็บแบบสอบถามคืน สำหรับอีก 3 โรง ผู้เขียนนำไปแจกและรับกลับเอง
3. แบบสอบถามครูผู้สอนวิชาชีววิทยาจำนวน 10 ชุด ผู้เขียนนำไปแจกให้ครูด้วยตัวเองและกำหนดวันรับกลับคืนเป็นรายบุคคลไป

การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามดำเนินเป็นขั้น ๆ ดังต่อไปนี้

1. แบบสอบถามชนิดให้ เลือกตอบใช้วิธีหาอัตราส่วนร้อยละของคำตอบในแต่ละข้อ
2. ข้อมูลที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า ตามวิธีของ Best (Best, 1959: 188-190) คือ เมื่อหาความถี่ของแต่ละข้อแล้วจะจัดทำตามลำดับดังนี้

2.1 แปลงความถี่ในแต่ละข้อเป็นอัตราส่วนร้อยละของจำนวนความถี่ทั้งหมดในข้อนั้น ๆ

2.2 คูณอัตราส่วนร้อยละในแต่ละข้อด้วยค่าน้ำหนักประจำข้อดังนี้

มากที่สุด	เท่ากับ	5
มาก	"	4
ปานกลาง	"	3
น้อย	"	2
น้อยที่สุด	"	1

2.3 รวมผลลัพธ์ที่ได้ทั้ง 6 ช่อง ของคำตอบหนึ่ง ๆ เป็นค่าความสำคัญที่ผู้ตอบ
ประเมินในแต่ละรายการ

2.4 ในการพิจารณาค่าความสำคัญว่าจะอยู่ในระดับใด ถือเกณฑ์ดังนี้

สำคัญมากที่สุด	เท่ากับ	450-500
สำคัญมาก	"	350-449.99
สำคัญปานกลาง	"	250-349.99
สำคัญน้อย	"	150-249.99
สำคัญน้อยที่สุด	"	100-149.99

3. เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม โดยคำนวณหาการร้อยละและความสำคัญ
ของคำตอบแต่ละข้อ แลวนำมาจัดเรียงลำดับตามความสำคัญมากน้อย หลังจากนั้นให้หาค่าเฉลี่ย
ของการร้อยละและความสำคัญ นำคำตอบที่จัดอยู่ในอันดับหนึ่ง อันดับสอง และอันดับสุดท้ายมา
เป็นผลการศึกษาค้นคว้า แลวนำเอาค่าเฉลี่ยของค่าความสำคัญมาใช้สรุปเป็นความคิดเห็นโดย
ส่วนรวมที่ครูและนักเรียนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมและคุณภาพของอุปกรณ์ สำหรับ
ขอบกพร่องของอุปกรณ์แต่ละชนิดที่ครูและนักเรียนพบเมื่อนำมาใช้ ใช้วิธีคำนวณหาการร้อยละของ
คำตอบแต่ละข้อของแบบสอบถามแลวนำมาเรียงลำดับจากสูงมาต่ำและหาค่าเฉลี่ยของการร้อยละ
นำเอาคำตอบที่จัดอยู่ในอันดับหนึ่ง อันดับสอง และอันดับสุดท้ายมาเป็นผลการศึกษาค้นคว้า แลว
นำเอาค่าเฉลี่ยของการร้อยละมาใช้สรุปเป็นการร้อยละของจำนวนครูและนักเรียนที่พบขอบกพร่อง
ของอุปกรณ์ชนิดนั้น ๆ เมื่อได้นำไปใช้

การสำรวจวัดประกอบปฏิบัติการชีววิทยาชัน มศ. 4

ในการสำรวจความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความสะดวกและประโยชน์ที่ได้รับจากการ
จัดทำวัดประกอบปฏิบัติการวิชาชีววิทยาที่โคกกำหนดไว้ในคู่มือคู่มือ นั้น ใช้แบบสำรวจ (แสดงใน
ภาคผนวก) เป็นเครื่องมือในการศึกษา

การสร้างแบบสำรวจ ดำเนินการเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. ทำการสร้างแบบสำรวจวัตถุประสงค์ประกอบปฏิบัติการ ซึ่ง เป็นวัตถุประสงค์ที่ได้อธิบายไว้ในคู่มือครูทั้งหมด โดยกำหนดเกณฑ์ในการสร้าง ดังนี้

1.1 รายการวัตถุประสงค์ประกอบปฏิบัติการที่กำหนดไว้ในคู่มือครูตรงตามหัวข้อกิจกรรมในแต่ละบท

1.2 ผู้จัดทำ ได้แก่ ครูหรือนักเรียน

1.3 ความสะดวกในการจัดทำ

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5 ชนิดของวัสดุที่ควรเพิ่มเติม

2. นำแบบสำรวจที่สร้างขึ้นมาพิจารณาร่วมกับฝ่ายวัดผลและฝ่ายจัดหาอุปกรณ์ของสาขาวิชาชีววิทยา

หลังจากพิจารณาร่วมกันและเห็นชอบเห็นว่าเหมาะสมแล้วจึงได้แบบสำรวจที่มีลักษณะดังนี้

มีรายการวัตถุประสงค์ประกอบปฏิบัติการที่ให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น หรือขอเท็จจริง โดยมีรายการคำตอบซึ่งมีทั้งมาตราส่วนประมาณค่าและรายการคำตอบให้เลือกตอบ เมื่อผู้ตอบพิจารณาและเห็นว่าตนมีความคิดเห็นสอดคล้องกับรายการคำตอบใด ก็เลือกตอบในรายการคำตอบนั้นโดยวิธีกา

วิธีตอบแบบสำรวจ

ก. กาเครื่องหมายคำตอบลงในช่องมาตราส่วนประมาณค่าในช่องที่ต้องการคำตอบที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่านี้ใช้สำหรับสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับ ความสะดวกในการจัดทำ และประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดหาวัตถุประสงค์ประกอบปฏิบัติการ

ข. กาเครื่องหมายคำตอบลงในช่องให้ตรงกับรายการคำตอบที่ต้องการ ซึ่งได้แก่คำตอบเกี่ยวกับผู้จัดหาวัตถุประสงค์ประกอบปฏิบัติการ คือ ครู หรือนักเรียน

แบบสำรวจที่มีช่องว่างให้ผู้ตอบเขียนข้อเสนอแนะเกี่ยวกับชนิดของวัสดุที่ควรเพิ่ม และข้อเสนอแนะอื่น ๆ

การรวบรวมข้อมูล

แบบสำรวจวัสดุประกอบปฏิบัติการจำนวน 10 ชุด ผู้เขียนนำไปแจกให้ครูช่วยตัวเองและกำหนดวันรับคืนเป็นรายบุคคลไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แบบสำรวจชนิดให้เลือกตอบใช้วิธีหาความถี่ของแต่ละข้อ ซึ่งได้แก่จำนวนครูหรือจำนวนนักเรียน
2. ข้อมูลที่เป็นมาคราส่วนประมาณค่าเมื่อหาความถี่ของแต่ละคำตอบแล้ว คุณความถี่ในแต่ละของควยกานำหนักประจำของ แล้วหาค่าเฉลี่ยของคำตอบ
3. ในการพิจารณาว่าคำตอบอยู่ในระดับใด ถือเกณฑ์ดังนี้

ความสะดวกในการจัดหา กำหนดตัวเลขดังนี้

4	เท่ากับ	สะดวกอย่างยิ่ง
3	"	สะดวกมาก
2	"	สะดวกพอควร
1	"	ไม่ค่อยจะสะดวก
0	"	ไม่สะดวกอย่างยิ่ง

ประโยชน์ที่ได้รับ กำหนดตัวเลขดังนี้

4	เท่ากับ	ได้รับประโยชน์อย่างยิ่ง
3	"	ได้รับประโยชน์มาก
2	"	ได้รับประโยชน์พอควร
1	"	ได้รับประโยชน์น้อย
0	"	ไม่ได้รับประโยชน์เลย

4. นำค่าเฉลี่ยของคำตอบที่เป็นความคิดเห็นของครูที่มีต่อวัสดุแต่ละชนิดตามรายการมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ในการจัดหาวัสดุเหล่านั้นว่ามีความสะดวกในการจัดหาเพียงใดและได้รับประโยชน์มากน้อยเพียงใด จากคำตอบที่ได้รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เป็นสิ่งที่ช่วยในการวินิจฉัยถึงวัสดุที่ควรที่จะเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลง

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND

บทที่ 4

ผลการศึกษาค้นคว้า

ความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับอุปกรณ์ชีววิทยา

ก. ความเหมาะสมของอุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนมีความคิดเห็นว่ามีค่าความจำเป็นในการนำมาใช้จัดอยู่ในระดับปานกลาง คือ มีค่าความสำคัญ 325.56 และมีความเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอนจัดอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน คือ มีค่าความสำคัญ 324.47 สำหรับจำนวนอุปกรณ์ นักเรียนมีความเห็นว่ามีค่าความเหมาะสมน้อย คือ มีค่าความสำคัญ 235.49 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 10 รายการแล้ว จะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือ มีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 1)

ครูสอนมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมกับความต้องการและความสนใจของนักเรียนในระดับดีมาก คือ มีค่าความสำคัญ 433.29 และเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอนในระดับดีมาก คือ มีค่าความสำคัญ 399.96 ในแง่จำนวนอุปกรณ์ ครูเห็นว่ามีค่าความเหมาะสมน้อย คือ มีค่าความสำคัญ 247.28 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 10 รายการแล้ว ผลปรากฏว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือ มีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 2)

2. ที่วางหลอดทดสอบ นักเรียนมีความคิดเห็นว่ามีค่าความจำเป็นในการนำมาใช้ในเรื่องระบบนิเวศน์ซึ่งจัดว่ามีค่าความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง คือ มีค่าความสำคัญ 347.83 และยังมีความจำเป็นที่จะต้องนำไปใช้ในบทอื่น ๆ อีกด้วย คือ มีค่าความสำคัญ 347.99 ในแง่จำนวนของที่ใส่หลอดทดสอบ นักเรียนมีความเห็นว่ายังไม่เหมาะสม คือ มีค่าความสำคัญ 236.36 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 9 รายการแล้วจะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือ ระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 3)

ครูสอนมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นที่ต้องใช้ในการศึกษาเรื่องระบบนิเวศน์มาก คือ มีค่าความสำคัญ 399.96 และมีความจำเป็นในการนำไปใช้ในบทอื่นมากเช่นกัน คือ มีค่า

ความสำคัญ 388.85 เกี่ยวกับเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องที่ใส่หลอดทดสอบครูมีความเห็นว่า มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 266.64 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้วจะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 4)

3. สวิตช์กเพลงตอน นักเรียนมีความเห็นว่า ขนาดความกว้างของสวิตช์กเพลงตอนมีความเหมาะสมดีมาก คือมีค่าความสำคัญ 421.11 และสอดคล้องกับการศึกษาในเรื่องระบบนิเวศน์จัดอยู่ในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 315.83 ในแง่จำนวนนักเรียนมีความเห็นว่าเหมาะสมจัดอยู่ในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 261.68 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 11 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 5)

ครูมีความเห็นว่าความกว้างของปากสวิงและความหนาของสวิงมีความเหมาะสมจัดอยู่ในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 340.00 สำหรับผ้าในลอนที่นำมาใช้ครูก็มีความเห็นว่าเหมาะสมจัดอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 320.00 แต่ครูมีความเห็นว่ามีความจำเป็นในการนำมาใช้น้อย คือมีค่าความสำคัญ 240.00 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 11 รายการแล้วจะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 6)

4. กรอบไม้ชั้นประชากร นักเรียนมีความเห็นว่าตรงกับจุดมุ่งหมายในการสอนจัดอยู่ในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 317.11 มีความจำเป็นในการนำมาใช้ทดลองในเรื่อง "ประชากร" จัดอยู่ในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 310.64 ในแง่ความเหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของนักเรียนจัดอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 228.98 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 10 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 7)

ครูมีความเห็นว่าอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับเนื้อหาของบทเรียนมาก คือมีค่าความสำคัญ 366.63 มีความเหมาะสมกับความต้องการและความสนใจของนักเรียนจัดอยู่ในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 322.49 สำหรับเวลาที่ใช้ในการเตรียมอุปกรณ์ครูก็มีความเห็นว่า

มีความเหมาะสมในระดับปานกลางเช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 266.64 เมื่อพิจารณาจากความสำคัญเฉลี่ยทั้ง 10 รายการแล้ว จะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 8)

5. แผนกจัดพัสดุ นักเรียนมีความเห็นว่า ขนาดความยาวของแผนกจัดพัสดุไม่มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง คือ มีค่าความสำคัญ 315.49 และมีความสอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียนจัดอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 310.30 ในแง่จำนวนนักเรียนมีความเห็นว่า มีจำนวนเพียงพอในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 253.73 เมื่อพิจารณาจากความสำคัญเฉลี่ยทั้ง 7 รายการแล้ว จะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 9)

ครูมีความเห็นว่า แผนกจัดพัสดุไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียนมาก คือมีค่าความสำคัญ 375.00 ในแง่ขนาดความกว้างและความยาวมีความเหมาะสมดีมาก คือมีค่าความสำคัญ 375.00 เช่นกัน สำหรับเวลาในการใช้แผนกจัดพัสดุไม่มากพอ คือมีค่าความสำคัญ 350.00 แต่ในแง่จำนวน ครูมีความเห็นว่า มีจำนวนเพียงพอในระดับปานกลาง คือ มีค่าความสำคัญ 300.00 เพื่อพิจารณาความเฉลี่ย 7 รายการแล้ว จะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 10)

6. ออสโมมิเตอร์ นักเรียนมีความเห็นว่า เป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นในการนำมาใช้ในการทดลองมาก คือมีค่าความสำคัญ 374.13 และเห็นว่าตรงกับจุดมุ่งหมายในการสอนมากด้วย คือมีค่าความสำคัญ 350.79 ในแง่จำนวน นักเรียนมีความเห็นว่า มีจำนวนเพียงพอในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 273.45 เมื่อพิจารณาความเฉลี่ยทั้ง 10 รายการแล้ว จะเห็นว่า อยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือมีค่าระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 11)

ครูมีความเห็นว่า เป็นอุปกรณ์ที่นักเรียนมีความต้องการและสนใจมาก ตรงกับจุดมุ่งหมายในการสอนและมีความจำเป็นในการนำมาใช้มากเช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 388.85 ในแง่ความเหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นนี้กับความสอดคล้องกับเนื้อเรื่องที่สอนในบทเรียน ครูมีความเห็นว่า มีความเหมาะสมมาก คือมีค่าความสำคัญ 377.74 เมื่อพิจารณาความเฉลี่ยทั้ง 10 รายการแล้ว จะเห็นว่าอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 350.00-449.99 (ตารางที่ 12)

7. ชุดตะเกียงอัลกอฮอล นักเรียนมีความเห็นว่า ขนาดของตะเกียงอัลกอฮอลมีความเหมาะสมดีมาก คือมีค่าความสำคัญ 364.52 ขนาดของตะแกรงลวดมีความเห็นว่าเหมาะสมปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 340.64 ในแง่จำนวน นักเรียนมีความเห็นว่ามีความเหมาะสมปานกลางเช่นกัน คือ มีค่าความสำคัญ 318.60 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 4 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 13)

ครูมีความเห็นว่า ขนาดของตะแกรงลวดที่วัดมีความเหมาะสมดีมาก คือมีค่าความสำคัญ 384.85 สำหรับความกว้างของที่ตั้งลม ครูก็เห็นว่ามีความเหมาะสมมากเช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 366.63 แต่เรื่องขนาดของตะเกียงอัลกอฮอลเห็นว่ามีความเหมาะสมปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 266.64 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 4 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 14)

8. แผนพลาสติกคลุม นักเรียนมีความเห็นว่า จำนวนหลุมบนแผนพลาสติกคลุมมีความเหมาะสมปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 320.57 เกี่ยวกับความหนาของแผนพลาสติกคลุมก็เห็นว่ามีความเหมาะสมปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 317.46 และความลึกของหลุมก็มีความเหมาะสมปานกลางเช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 266.06 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 8 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 15)

ครูมีความเห็นว่ามีความจำเป็นในการนำมาใช้มาก คือมีค่าความสำคัญ 411.07 เกี่ยวกับความหนา ครูเห็นว่ามีความเหมาะสมดีมาก เช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 377.74 สำหรับจำนวนแผนพลาสติกคลุม ครูมีความเห็นว่าจำนวนเพียงพอปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 345.80 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 8 รายการแล้ว จะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 16)

9. เครื่องมือวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ นักเรียนมีความเห็นว่า เป็นอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนมาก คือมีค่าความสำคัญ 366.35 และยังเหมาะสมกับพื้นฐานความรู้ของนักเรียนมากด้วย คือมีค่าความสำคัญ 362.67 ในแง่จำนวนนักเรียนเห็นว่ามีความเหมาะสมน้อย คือมีค่าความสำคัญ 226.92 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 8 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 17)

ครูมีความเห็นว่า เป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นในการนำมาใช้มาก คือมีค่าความสำคัญ 371.30 เป็นอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 342.74 แต่เวลาในการดำเนินการทดลองครูมีความเห็นว่ายังไม่เหมาะสม คือมีค่าความสำคัญ 242.76 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 8 รายการแล้วจะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 18)

10. เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนมีความเห็นว่าสอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียนมาก คือมีค่าความสำคัญ 362.72 และมีความเหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนมากเช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 360.16 แต่ในแง่ของจำนวนยังเห็นว่ามีจำนวนน้อย คือมีค่าความสำคัญ 238.93 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 19)

ครูมีความเห็นว่า นำมาใช้กับนักเรียนในระดับนี้ได้ดีมาก และมีความจำเป็นที่ต้องนำมาใช้ในบทเรียนนี้อย่างมากด้วย คือมีค่าความสำคัญ 383.18 นอกจากนี้ครูยังเห็นว่า อุปกรณ์สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียนและเหมาะสมกับพื้นฐานความรู้ของนักเรียนมากเช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 366.52 เกี่ยวกับจำนวนและเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง ครูเห็นว่ามีความเหมาะสมในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 316.54 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 20)

11. ปกติเยี่ยม นักเรียนมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนมาก คือ มีค่าความสำคัญ 387.17 และมีความจำเป็นที่ต้องนำมาใช้ในบทเรียนนี้มากเช่นกัน คือ มีค่าความสำคัญ 367.56 ในแง่จำนวนนักเรียนมีความเห็นว่า มีความเหมาะสมปานกลาง คือ มีค่าความสำคัญ 202.57 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 8 รายการแล้ว จะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือ มีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 21)

ครูมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนและสอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียนมาก คือ มีค่าความสำคัญ 437.50 นอกจากนี้ยังนำมาใช้กับนักเรียนในระดับนี้ได้มากอีกด้วย คือ มีค่าความสำคัญ 425.00 แต่ในแง่จำนวน ครูมีความเห็นว่าเหมาะสมในระดับปานกลาง คือ มีค่าความสำคัญ 300.00 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 8 รายการจะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 22)

12. เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน นักเรียนมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนมาก คือ มีค่าความสำคัญ 362.41 และมีความเห็นว่ามีความจำเป็นที่ต้องนำมาใช้ในบทเรียนนี้มากด้วย คือ มีค่าความสำคัญ 359.58 แต่ในแง่จำนวนเห็นว่ามีค่าความเหมาะสมปานกลาง คือ มีค่าความสำคัญ 214.41 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้วจะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 23)

ครูมีความเห็นว่า อุปกรณ์มีขนาดเหมาะสมมากที่สุด คือมีค่าความสำคัญ 475.00 และเห็นว่ามีค่าความเหมาะสมกับพื้นฐานความรู้ของนักเรียนมากที่สุดด้วย คือมีค่าความสำคัญ 450.00 แต่ในแง่จำนวน ยังเห็นว่ามีจำนวนน้อย คือมีค่าความสำคัญ 175.00 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 24)

13. ซีโกรงเทียม นักเรียนมีความเห็นว่า เป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นที่
 ต้องนำมาใช้ในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 333.85 และสอดคล้องกับเนื้อเรื่อง
 ในบทเรียนในระดับปานกลางเช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 326.09 ในแง่จำนวน นักเรียน
 เห็นว่ามีจำนวนน้อย คือมีค่าความสำคัญ 227.85 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 8 รายการแล้ว
 จะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือระหว่าง 250-349.99
 (ตารางที่ 25)

ครูมีความเห็นว่า อุปกรณ์ที่มีความจำเป็นในการนำมาใช้มาก คือมีค่าความ
 สำคัญ 412.50 ในแง่สภาพ ลักษณะและรูปร่าง รวมทั้งขนาด ครูเห็นว่ามีเหมาะสม
 ปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 337.50 นอกจากนี้ครูเห็นว่ามีเหมาะสมกับพื้นความรู้
 เดิมของนักเรียนจัดอยู่ในระดับปานกลางอีกด้วย คือมีค่าความสำคัญ 337.50 เช่นกัน
 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 8 รายการแล้วจะเห็นว่ามีค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง"
 คือ ระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 26)

14. โปโตมิเตอร์ นักเรียนมีความเห็นว่า เป็นอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อเรื่อง
 ในบทเรียนมาก คือ มีค่าความสำคัญ 398.90 และเห็นว่ามีค่าจำเป็นในการนำมาใช้มาก
 เช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 367.70 สำหรับเวลาที่ใช้ในการทดลอง เห็นว่ามีค่าเหมาะสม
 ปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 299.96 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้ว จะเห็นว่า
 ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือ มีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99
 (ตารางที่ 27)

ครูมีความเห็นว่า เป็นอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับนักเรียนใน
 ระดับนี้มาก คือมีค่าความสำคัญ 399.96 ในแง่ความสอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียนกับ
 ความจำเป็นที่ต้องนำมาใช้ในบทเรียนนี้ ครูก็มีความเห็นว่ามีค่าเหมาะสมก็มาก เช่นกัน
 คือมีค่าความสำคัญ 388.85 แต่ในแง่จำนวนอุปกรณ์ครูเห็นว่ามีจำนวนเหมาะสมปานกลาง
 คือมีค่าความสำคัญ 299.97 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้ว จะเห็นว่า ค่าความ
 สำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 28)

15. ดูภายใน นักเรียนเห็นว่า มีขนาดความยาวเหมาะสมดีมาก คือมีค่าความสำคัญ 433.46 และใช้ไคยลต์กับนักเรียนในระดับนี้มากด้วย คือมีค่าความสำคัญ 374.38 ในแง่จำนวน เห็นว่ามีน้อย คือมีค่าความสำคัญ 243.96 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้วจะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 29)

ครูมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ไคยลต์กับนักเรียนในระดับนี้ คือมีค่าความสำคัญ 411.07 และเห็นว่ามีผลสอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียนมาจนกัน คือมีค่าความสำคัญ 399.96 ในแง่จำนวน ครูเห็นว่ามีจำนวนน้อย คือมีค่าความสำคัญ 188.87 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้ว จะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 30)

ตารางที่ 1 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของเครื่องมือวัดปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

อันดับ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่างๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า
		น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	
ความสำคัญ		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ความสำคัญ
1	ความจำเป็นในการนำอุปกรณ์มาใช้ในการทดลองในบทเรียนนี้	7.47	16.01	34.16	28.11	14.23	325.56
2	ตรงกับจุดมุ่งหมายในการสอน	5.69	16.37	36.29	32.38	9.25	324.47
3	นักเรียนมีความต้องการและสนใจอุปกรณ์นี้	7.47	15.65	37.01	32.38	7.47	317.07
4	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้	6.40	14.59	43.77	26.69	8.54	316.35
5	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องที่สอนในบทเรียน	6.76	19.21	43.77	22.77	7.11	303.12
6	ขนาดของอุปกรณ์	7.82	20.99	39.85	23.84	7.47	302.06
7	มีเวลาสำหรับการทดลองเพียงพอ	11.74	25.62	38.43	18.14	6.04	281.03
8	มีเวลาที่พอใช้ในการเตรียมอุปกรณ์เพียงพอ	15.30	29.18	35.58	16.37	3.55	263.63
9	ประสบการณ์เดิมของนักเรียน	15.65	27.75	40.92	11.74	3.91	260.42
10	จำนวนอุปกรณ์ที่มีเพียงพอแล้ว	30.96	24.19	27.04	13.87	3.91	235.49
	ค่าเฉลี่ย 10 รายการ	11.52	20.95	37.68	23.62	7.14	292.92

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 281 คน

ตารางที่ 2 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของเครื่องมือวัดปริมาณของการคาร์บอนไดออกไซด์

อันดับ	ความสำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่างๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า
			น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	
			ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1		นักเรียนมีความต้องการและสนใจอุปกรณ์นี้	-	-	11.11	44.44	44.44	433.29
2		ตรงกับจุดมุ่งหมายในการสอน	-	-	33.33	33.33	33.33	399.96
3		สอดคล้องกับเนื้อเรื่องที่สอนในบทเรียน	11.11	-	22.22	44.44	22.22	366.63
4		นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	11.11	-	33.33	33.33	22.22	355.52
5		ประสบการณ์เดิมของนักเรียน	-	22.22	44.44	11.11	22.22	333.30
6		ความจำเป็นในการนำอุปกรณ์มาใช้ในการทดลองในบทเรียนนี้	22.22	11.11	-	55.55	11.11	322.21
7		ขนาดของอุปกรณ์	11.11	22.22	22.22	33.33	11.11	311.08
8		มีเวลาที่ต้องใช้ในการเตรียมอุปกรณ์เพียงพอ	-	22.22	55.55	22.22	-	299.97
9		มีเวลาสำหรับใช้ทำการทดลองเพียงพอ	11.11	22.22	55.55	11.11	-	266.64
10		จำนวนอุปกรณ์ที่มีเพียงพอแล้ว	55.55	11.11	22.22	11.11	-	247.28
		ค่าเฉลี่ย 10 รายการ	13.22	11.11	29.97	28.88	16.66	308.86

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 3 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของทิวาหวลอคทคสอบ

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่างๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	มีความจำเป็นที่ต้องใช้ใบห่ออื่น	6.42	9.28	33.57	36.07	14.64	347.99
2	มีความจำเป็นที่ต้องใช้ใบห่อเรียนนี้	3.50	8.21	30.71	36.07	17.50	347.83
3	ความสูงของทิวาหวลอคทคสอบ	3.57	11.07	44.28	27.14	13.92	336.71
4	ความยาวของทิวาหวลอคทคสอบ	3.21	13.92	43.57	27.50	11.78	330.66
5	ความกว้างของทิวาหวลอคทคสอบ	8.57	15.35	39.28	23.21	13.57	317.80
6	ความหนาของของที่ใช้หลอคทคสอบ	6.78	23.57	39.64	23.21	6.78	299.58
7	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของของที่ใช้หลอค ทคสอบ	10.00	21.78	36.78	23.57	7.85	297.43
8	จำนวนทิวาหวลอคทคสอบที่ให้เพียงพอแล้ว	11.42	27.14	33.57	21.42	6.42	284.19
9	จำนวนของที่ใช้หลอคทคสอบ	13.21	32.50	22.14	18.92	3.21	236.36
	ค่าเฉลี่ย 9 รายการ	7.85	18.09	35.94	26.34	10.63	311.17

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 280 คน

ตารางที่ 4 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของตัวว่างหลอกทดสอบ

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ความจำเป็นที่จะต้องใช้ในบทเรียนนี้	-	11.11	33.33	55.55	11.11	399.96
2	มีความจำเป็นที่ต้องใช้ในบทอื่น	-	11.11	11.11	55.55	22.22	388.85
3	ความสูงของตัวว่างหลอกทดสอบ	-	-	55.55	44.44	-	344.41
4	ความยาวของตัวว่างหลอกทดสอบ	-	11.11	44.44	44.44	-	333.30
5	ความกว้างของตัวว่างหลอกทดสอบ	-	11.11	55.55	33.33	-	322.19
5	จำนวนตัวว่างหลอกทดสอบให้เพียงพอแล้ว	-	22.22	44.44	22.22	11.11	322.19
6	จำนวนของที่ใช้หลอกทดสอบ	-	22.22	44.44	33.33	-	311.08
7	ความห่างของช่องที่ใช้หลอกทดสอบ	-	22.22	66.66	11.11	-	288.86
8	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องที่ใช้หลอก ทดสอบ	-	33.33	66.66	-	-	266.64
	ค่าเฉลี่ย 9 รายการ	-	16.04	46.90	33.33	4.93	330.83

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 5 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของสวิตช์เพลงตอน

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ความกว้างของปากสวิง (เส้นผ่าศูนย์กลาง)	5.88	8.23	64.11	14.11	30.00	421.11
2	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน	8.23	15.88	37.05	29.41	9.41	315.83
3	ความจำเป็นที่จะต้องใช้ในบทเรียนนี้	7.64	15.88	40.58	25.88	10.00	314.63
3	ความยาวของดุน้ำในลอน	5.29	16.47	45.29	24.70	8.23	314.05
3	ความหนาของขอบ (จากปากสวิงถึงดุน้ำในลอน)	4.11	14.70	50.58	24.11	6.47	314.04
4	ชนิดของน้ำในลอนที่นำมาใช้ทำสวิง(ทนทาน)	4.70	20.58	42.35	25.29	7.05	309.32
5	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	10.00	14.70	42.94	22.94	9.41	307.03
6	น้ำในลอนช่วยกรองน้ำออกได้ดี	7.05	25.29	34.11	22.94	10.58	304.62
7	ความยาวของโชทองเหลือง	8.82	13.52	48.23	24.70	4.70	302.85
8	มีเวลาในการใช้สวิตช์เพลงตอนเพียงพอ	12.35	21.76	38.23	21.76	5.88	287.00
9	มีจำนวนเพียงพอ	17.05	28.23	34.70	15.88	4.11	261.68
	ค่าเฉลี่ย 11 รายการ	8.28	17.74	43.47	22.88	9.62	313.83

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 170 คน

ตารางที่ 6 แสดงความถี่เห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของสวิตช์เพลงตอน

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ความกว้างของปากสวิง (เส้นผ่าศูนย์กลาง)	—	—	60.00	40.00	—	340.00
1	ความหนาของขอบ (จากปากสวิงถึงถุงน้ำในลอน)	—	—	60.00	40.00	—	340.00
2	ความหนาของน้ำในลอนที่นำมาใช้ทำสวิง	—	—	80.00	20.00	—	320.00
3	น้ำในลอนกรองน้ำได้ดี	—	—	100.00	—	—	300.00
3	ความยาวของโซ่ของเหล็ก	—	40.00	20.00	40.00	—	300.00
3	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	—	40.00	20.00	40.00	—	300.00
4	ความยาวของถุงน้ำในลอน	—	40.00	40.00	20.00	—	280.00
5	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน	20.00	—	80.00	—	—	260.00
5	มีจำนวนเพียงพอ	20.00	—	80.00	—	—	260.00
5	มีเวลาในการใช้สวิตช์เพลงตอนเพียงพอ	—	40.00	60.00	—	—	260.00
6	ความจำเป็นที่จะต้องใช้ในบทเรียนนี้	—	60.00	40.00	—	—	240.00
	ค่าเฉลี่ย 11 รายการ	3.63	20.00	58.18	18.18	—	290.90

1
ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 5 คน

ตารางที่ 7 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของกรอบไม้้นั้ประชากร

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่างๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ตรงกับจุดมุ่งหมายในการสอน	7.35	15.80	38.60	28.30	9.92	317.11
2	ความจำเป็นในการนำมาใช้ใน การทดลองในบทเรียนนี้	11.79	14.70	36.76	24.63	12.13	310.64
3	มีเวลาในการเตรียมอุปกรณ์เพียงพอ	5.88	20.22	46.69	16.54	10.66	305.85
4	ขนาดของอุปกรณ์	8.45	13.97	49.26	22.42	5.88	303.25
5	จำนวนอุปกรณ์ที่ให้เพียงพอแล้ว	11.76	19.48	38.60	22.42	7.72	294.80
6	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องที่สอนในบทเรียน	9.92	22.79	35.66	26.10	5.51	294.43
7	มีเวลาสำหรับทำการทดลองเพียงพอ	12.13	19.48	41.17	19.48	7.72	291.12
8	นักเรียนมีความต้องการและสนใจ อุปกรณ์นี้	11.76	16.54	37.50	22.72	8.08	288.62
9	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	13.97	16.54	43.01	21.32	5.14	287.33
10	ประสบการณ์เดิมของนักเรียน	22.94	27.20	33.82	9.92	1.10	228.98
	ค่าเฉลี่ย 10 รายการ	12.09	18.17	36.76	25.19	7.38	292.21

¹ คาสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 272 คน

ตารางที่ 8 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของกรอบไม้ชั้นประชากร

อันดับ	ความสำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่ารวม
			น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	
			รอยละ	รอยละ	รอยละ	รอยละ	รอยละ	ร้อยละ
1		สอดคล้องกับเนื้อเรื่องที่สอนในบทเรียน	—	—	33.33	66.66	—	66.63
2		นักเรียนมีความต้องการและสนใจอุปกรณ์นี้	11.11	22.22	11.11	44.44	11.11	22.49
2		นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	11.11	—	44.44	44.44	—	322.19
3		ตรงกับจุดมุ่งหมายในการสอน	11.11	11.11	33.33	44.44	—	311.08
3		ความจำเป็นในการนำมาใช้ทำการทดลองในบทเรียนนี้	11.11	—	55.55	33.33	—	311.08
4		ประสบการณ์เดิมของนักเรียน	—	22.22	55.55	22.22	—	299.97
4		ขนาดของอุปกรณ์	—	22.22	55.55	22.22	—	299.97
4		จำนวนอุปกรณ์ที่ให้เพียงพอแล้ว	11.11	—	66.66	22.22	—	299.97
5		มีเวลาสำหรับทำการทดลองเพียงพอ	—	33.33	44.44	11.11	11.11	266.๐4
5		มีเวลาที่ต้องใช้ในการเตรียมใช้อุปกรณ์เพียงพอ	11.11	44.44	55.55	—	—	266.64
ค่าเฉลี่ย 10 รายการ			6.66	14.44	45.55	31.10	2.22	310.22

หาดิธิติภิกจากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 9 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของแมงอักษุไม้

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ความยาวของแมงอักษุไม้	4.44	11.11	56.29	20.74	7.40	315.49
2	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน	5.18	20.74	40.74	25.18	8.17	310.30
3	ความกว้างของแมงอักษุไม้	5.92	11.85	56.29	18.51	7.40	309.53
4	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	9.62	14.07	50.37	14.81	11.11	303.66
5	ความจำเป็นในการนำมาใช้ในบทเรียน	6.66	19.25	46.66	20.74	6.66	301.40
6	เวลาในการใช้แมงอักษุไม้	10.37	29.62	43.70	11.85	4.44	270.31
7	มีจำนวนเพียงพอ	16.29	25.18	43.70	14.07	0.74	253.73
ค่าเฉลี่ย 7 รายการ		14.06	18.83	48.25	17.98	6.55	294.91

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 135 คน

ตารางที่ 10 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของแผนกทัศนศิลป์

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน	—	25.00	—	50.00	25.00	375.00
1	ความกว้างของแผนกทัศนศิลป์	—	—	50.00	25.00	25.00	375.00
1	ความยาวของแผนกทัศนศิลป์	—	—	50.00	25.00	25.00	375.00
2	เวลาในการใช้แผนกทัศนศิลป์	—	25.00	25.00	25.00	25.00	350.00
3	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	25.00	—	25.00	25.00	25.00	325.00
3	ความจำเป็นในการนำมาใช้ในบทเรียน	—	25.00	50.00	—	25.00	325.00
5	มีจำนวนเพียงพอ	—	25.00	50.00	25.00	—	300.00
ค่าเฉลี่ย 7 รายการ		3.57	14.28	35.71	25.00	21.42	346.42

การสถิติศึกษาจากจำนวนครู 4 คน

ตารางที่ 11 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของ ออสมิเตอร์

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ความจำเป็นในการนำอุปกรณ์มาใช้ทำการทดลอง ในบทนี้	1.06	6.71	31.80	37.80	22.61	374.13
2	ตรงกับจุดมุ่งหมายในการสอน	1.76	8.48	32.15	46.28	11.30	356.79
3	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	2.12	8.12	38.51	34.98	16.25	355.06
4	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องที่สอนในบทเรียน	3.18	10.95	39.22	32.86	13.78	343.08
5	ขนาดของอุปกรณ์	3.88	7.77	43.46	33.56	11.30	340.54
6	นักเรียนมีความต้องการและสนใจอุปกรณ์นี้	2.12	9.54	35.68	42.04	7.06	331.90
7	ประสบการณ์เดิมของนักเรียน	8.12	20.84	39.22	25.08	6.71	301.33
8	มีเวลาสำหรับทำการทดลองเพียงพอ	9.54	25.44	39.22	19.43	6.36	287.52
9	มีเวลาในการเตรียมอุปกรณ์เพียงพอ	8.48	27.20	36.74	23.67	3.88	287.18
10	จำนวนอุปกรณ์ที่ให้เพียงพอแล้ว	16.25	27.91	29.32	19.08	7.42	273.45
	ค่าเฉลี่ย 10 รายการ	5.73	15.33	36.61	31.55	10.74	325.10

ค่าเฉลี่ยคิดจากจำนวนนักเรียน 283 คน

ตารางที่ 12 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของ ออสโมเตอร์

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	นักเรียนมีความต้องการและสนใจอุปกรณ์นี้	—	11.11	22.22	33.33	33.33	388.85
1	ตรงกับจุดมุ่งหมายในการสอน	—	—	33.33	44.44	22.22	388.85
1	ความจำเป็นในการนำมาใช้ทำการทดลองในบทเรียนนี้	—	11.11	11.11	55.55	22.22	388.85
2	นักเรียนในระดันี้สามารถใช้ได้ดี	—	11.11	11.11	66.66	11.11	377.74
2	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องที่สอนในบทเรียน	—	11.11	11.11	66.66	11.11	377.74
3	ประสบการณ์เดิมของนักเรียน	—	11.11	22.22	55.55	11.11	366.63
3	ขนาดของอุปกรณ์	—	—	44.44	44.44	11.11	366.63
4	มีเวลาสำหรับการทดลองเพียงพอ	11.11	11.11	44.44	22.22	11.11	311.08
5	มีเวลาในบทเรียนเตรียมอุปกรณ์เพียงพอ	11.11	11.11	55.55	11.11	11.11	299.97
6	จำนวนอุปกรณ์ที่ให้เพียงพอแล้ว	22.22	22.22	11.11	44.44	—	277.75
ค่าเฉลี่ย 10 รายการ		4.44	10.00	26.66	44.44	14.44	354.40

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 13 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของ ชุดตะเกียงอัลกอฮอล

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ขนาดของตะเกียงอัลกอฮอล	6.31	3.50	44.56	28.07	21.05	364.52
2	ขนาดของตะแกรงลวด (กว้าง ๕ ยาว)	1.75	12.28	43.15	29.12	13.68	340.64
3	ความกว้างของพื้นตั้ง	4.56	21.40	35.78	27.71	10.52	318.14
4	จำนวนชุดตะเกียงอัลกอฮอลที่ให้เพียงพอแล้ว	9.82	15.78	35.78	28.07	10.52	313.60
	ค่าเฉลี่ย 4 รายการ	5.59	13.22	39.80	28.22	13.92	334.29

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 285 คน

ตารางที่ 14 แสดงความถี่เห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดตะเกียงอัลกอซอล

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ขนาดของตะแกรงลวด (กว้าง ยาว)	—	—	44.44	22.22	33.33	388.85
2	ความกว้างของที่ตั้ง	—	11.11	44.44	11.11	33.33	366.63
3	จำนวนชุดตะเกียงอัลกอซอลที่ให้เพียงพอแล้ว	22.22	11.11	33.33	—	33.33	311.08
4	ขนาดของตะเกียงอัลกอซอล	11.11	11.11	22.22	22.22	33.33	266.64
	ค่าเฉลี่ย 4 รายการ	8.33	8.33	36.11	13.89	33.33	358.30

คำสถิติได้จากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 15 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของแผนพลาตติกลุม

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	จำนวนหลุมบนแผนพลาตติกลุม	6.22	11.67	45.13	29.18	7.78	320.57
2	ความหนาของแผนพลาตติกลุม	5.05	11.67	50.97	25.29	7.00	317.46
3	จำนวนแผนพลาตติกลุมที่ให้เพียงพอแล้ว	10.11	16.73	43.96	22.56	6.61	297.94
4	ความจำเป็นในการนำมาใช้	4.28	16.73	38.13	29.57	11.28	293.73
5	ความยาวของแผนพลาตติกลุม	13.22	18.67	36.18	25.29	6.61	293.31
6	ความกว้างของแผนพลาตติกลุม	15.55	17.12	41.24	20.22	5.87	287.55
7	ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของหลุม	14.00	31.12	31.51	17.12	6.22	270.35
8	ความลึกของหลุม	14.59	31.51	32.68	16.34	5.05	266.06
ค่าเฉลี่ย 8 รายการ		10.35	19.40	39.98	23.20	7.05	293.49

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 257 คน

ตารางที่ 16 แสดงความถี่เห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของแผ่นพลาสติกหุ้ม

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ความจำเป็นในการนำมาใช้	—	—	22.22	44.44	33.33	411.07
2	ความหนาของแผ่นพลาสติกหุ้ม	—	—	44.44	33.33	22.22	377.74
3	ความยาวของแผ่นพลาสติกหุ้ม	—	—	44.44	44.44	11.11	366.63
4	ความกว้างของแผ่นพลาสติกหุ้ม	—	11.11	33.33	44.44	11.11	355.52
5	ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของหลุม	—	11.11	44.44	33.33	11.11	344.41
5	ความลึกของหลุม	—	11.11	44.44	33.33	11.11	344.41
6	จำนวนหลุมบนแผ่นพลาสติกหุ้มแต่ละแผ่น	11.11	11.11	44.44	22.22	11.11	311.08
7	จำนวนแผ่นพลาสติกหุ้มที่ใช้เพียงพอแล้ว	44.44	—	22.22	22.22	11.11	255.53
	ค่าเฉลี่ย 8 รายการ	6.94	5.56	37.50	34.72	15.28	345.80

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 17 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของเครื่องมือวัดปริมาณ
ก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน	0.34	7.26	34.74	40.45	16.85	366.35
2	เหมาะกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน	5.16	32.65	41.16	32.15	7.93	362.67
3	ความจำเป็นที่จะต้องใช้ในการศึกษาเรื่องนี้	5.11	9.56	50.51	36.55	20.31	361.16
4	ขนาดของอุปกรณ์	9.55	15.81	40.13	25.60	8.63	307.54
5	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	12.70	21.10	36.55	22.46	6.82	289.57
6	มีเวลาในการเตรียมอุปกรณ์เพียงพอ	10.03	25.85	40.12	21.45	2.41	280.22
7	มีเวลาสำหรับการทดลองเพียงพอ	10.62	26.26	40.12	19.03	3.70	278.81
8	มีจำนวนเพียงพอ	35.54	24.22	23.41	10.72	5.86	226.92
	คิดเฉลี่ย 8 รายการ	10.47	19.92	35.42	25.56	8.55	309.16

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 289 คน

ตารางที่ 18 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของเครื่องมือวัดปริมาณทาง
ออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ความจำเป็นที่จะต้องใจในบทเรียนนี้	—	14.28	14.28	57.12	14.28	371.30
2	สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน	—	14.28	42.84	28.56	14.28	342.74
3	ขนาดของเครื่องมือ	—	14.28	57.12	14.28	14.28	328.42
3	เหมาะสมกับความรู้เดิมของนักเรียน	—	14.28	57.12	14.28	14.28	328.42
4	มีจำนวนเพียงพอ	14.28	28.56	42.84	14.28	—	257.64
4	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	14.28	28.56	42.84	14.28	—	257.64
4	มีเวลาในการเตรียมอุปกรณ์เพียงพอ	14.28	42.84	28.56	14.28	—	257.04
5	มีเวลาสำหรับการทดลองเพียงพอ	14.28	42.84	28.56	14.28	—	242.76
	ค่าเฉลี่ย 8 รายการ	7.14	24.99	39.27	21.42	7.14	298.17

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 7 คน

ตารางที่ 19 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของเครื่องมือเก็บข้อมูล
การรับโอนไตออกไซด์

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน	11.11	5.94	33.71	47.21	11.78	362.72
2	เหมาะสมกับความรู้เดิมของนักเรียน	2.60	6.59	35.57	37.80	17.10	360.16
3	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	4.72	9.65	40.13	33.07	12.15	358.19
4	ความจำเป็นที่ต้องใช้บทเรียน	4.72	11.41	42.00	33.07	8.44	328.94
5	มีเวลาสำหรับทำการทดลองเพียงพอ	8.55	21.55	44.13	20.33	5.10	292.12
6	มีจำนวนเพียงพอ	26.65	28.15	28.25	12.53	4.07	238.93
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	9.45	13.61	37.02	30.40	9.52	322.16

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 269 คน

ตารางที่ 20 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของเครื่องมือเก็บ
 การคาร์บอนไดออกไซด์

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	—	—	33.32	49.98	16.66	383.18
1	ความจำเป็นที่ต้องใช้ในบทเรียนนี้	—	—	33.32	49.98	16.66	383.18
2	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน	—	16.66	16.66	49.98	16.66	366.52
2	เหมาะกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน	—	16.66	16.66	49.98	16.66	366.52
3	มีจำนวนเพียงพอ	16.66	16.66	16.66	33.32	16.66	316.54
3	มีเวลาสำหรับการทดลองเพียงพอ	—	16.66	49.98	33.32	—	316.54
ค่าเฉลี่ย 6 รายการ		2.78	11.11	27.76	44.43	13.80	355.41

ทำสถิติจากจำนวนครู 6 คน

ตารางที่ 21 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของ ปอดเทียม

อันดับ	ความ	สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในด้านต่างๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า
				น้อย	น้อย	ปาน	มาก	มาก	
				ที่สุด	น้อย	กลาง	มาก	ที่สุด	
				ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	สำคัญ
1			สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน	2.94	5.88	21.56	41.16	28.43	386.17
2			ความจำเป็นที่ต้องใช้ในบทเรียนนี้	5.22	7.51	24.18	40.52	22.54	367.56
3			นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	9.15	6.53	26.14	34.96	23.20	356.47
4			มีสภาพ ลักษณะ และรูปร่างเหมาะสม	6.53	9.15	31.37	32.67	20.26	350.92
5			เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน	8.16	13.07	34.64	33.00	11.11	325.77
5			มีเวลาสำหรับทำการทดลองเพียงพอ	12.41	10.45	35.62	22.22	19.28	325.45
6			ขนาดของปอดเทียม	7.84	17.64	35.94	25.81	12.74	317.88
7			มีจำนวนเพียงพอ	45.42	23.52	16.99	11.11	2.94	202.57
			ค่าเฉลี่ย 8 รายการ	12.21	11.72	28.31	30.18	17.56	329.09

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 306 คน

ตารางที่ 22 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของปกเทียม

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน	—	—	12.50	37.50	50.00	437.50
1	เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน	—	—	12.50	37.50	50.00	437.50
2	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	—	—	12.50	50.00	37.00	425.00
2	ขนาดของปกเทียม	—	—	12.50	50.00	37.50	425.00
3	มีภาพ ลัทธิ และรูปร่างเหมาะสม	—	12.50	—	50.00	37.50	412.50
3	ความจำเป็นที่ต้องใช้ในบทเรียนนี้	—	12.50	—	50.00	37.50	412.50
4	มีเวลาสำหรับทำการทดลองเพียงพอ	12.50	—	12.50	50.00	25.00	375.00
5	มีจำนวนเพียงพอ	12.50	12.50	37.50	37.50	—	300.00
	ค่าเฉลี่ย 8 รายการ	3.13	4.69	12.50	45.31	34.38	403.13

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 8 คน

ตารางที่ 23 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของเครื่องมือทดสอบ
การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน	1.20	6.85	35.08	41.93	14.91	362.41
2	ความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจในบทเรียนนี้	3.22	6.45	34.67	38.30	17.33	359.98
3	มีสภาพ ลักษณะ และรูปร่างเหมาะสม	7.66	13.70	37.90	26.20	14.51	326.11
4	เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน	5.64	12.09	48.79	26.61	6.85	316.88
5	ขนาดของเครื่องมือ	9.67	22.17	37.90	24.19	6.04	294.67
6	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	6.04	15.32	37.90	25.16	7.84	290.22
7	มีเวลาสำหรับการทดลองเพียงพอ	12.09	27.82	35.48	21.37	3.22	277.75
8	มีเวลาเตรียมอุปกรณ์เพียงพอ	16.12	25.00	40.32	14.91	3.62	264.82
9	มีจำนวนเพียงพอ	36.69	27.41	23.33	9.67	2.82	214.41
	ค่าเฉลี่ย 9 รายการ	10.93	17.62	36.92	25.57	8.77	300.80

ค่าสถิติศึกษาจากจำนวนนักเรียน 240 คน

ตารางที่ 24 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของเครื่องมือทดลอง
การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

อันดับ		มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า
ความสำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	น้อยที่สุดร้อยละ					ความสำคัญ
1	ขนาดของเครื่องมือ	-	-	12.50	62.50	25.00	475.00
2	เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน	-	-	25.00	62.50	12.50	450.00
3	สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน	-	-	12.50	75.00	12.50	400.00
4	ควรมีจำเป็นที่จะต้องใช้ในบทเรียนนี้	-	-	12.50	87.50	-	387.50
5	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	-	12.50	12.50	62.50	12.50	375.00
6	มีสภาพ ลักษณะ และรูปร่างเหมาะสม	-	-	25.00	62.50	12.50	362.50
7	มีเวลาในการเตรียมอุปกรณ์เพียงพอ	-	12.50	50.00	25.00	12.50	337.50
8	มีเวลาสำหรับทำการทดลองเพียงพอ	-	-	87.50	12.50	-	312.50
9	มีจำนวนเพียงพอ	37.50	50.00	12.50			175.00
ค่าเฉลี่ย 9 รายการ		4.16	8.33	27.77	50.00	9.72	363.89

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 8 คน

ตารางที่ 25 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของ ชีโครงเทียม

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		รอยละ	รอยละ	รอยละ	รอยละ	รอยละ	
1	ความจำเป็นที่ต้องใช้ในบทเรียนนี้	8.83	12.72	30.74	31.09	16.60	333.85
2	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน	9.54	17.31	23.32	35.33	14.13	326.09
3	มีเวลาสำหรับการทดลองเพียงพอ	16.96	15.90	36.39	18.02	12.72	293.61
4	เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน	12.01	20.14	42.75	20.14	4.94	285.80
5	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	19.43	18.02	30.03	21.90	10.60	282.52
6	ขนาดของชีโครงเทียม	14.13	24.73	34.98	20.49	5.65	279.14
7	มีสภาพ ลักษณะ และรูปร่างที่เหมาะสม	21.55	19.43	30.30	18.72	9.89	275.86
8	มีจำนวนเพียงพอ	32.86	26.50	26.14	8.83	5.65	227.85
	ค่าเฉลี่ย 8 รายการ	16.91	19.34	31.84	21.82	10.02	288.09

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 283 คน

ตารางที่ 26 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของอีโคโนมิก

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ความจำเป็นที่ต้องใช้ในบทเรียนนี้	12.50	25.00	25.00	25.00	12.50	412.50
2	มีสภาพ ลักษณะ และรูปร่างที่เหมาะสม	—	25.00	37.50	12.50	25.00	337.50
2	ขนาดของอีโคโนมิก	—	12.50	50.00	25.00	12.50	337.50
2	เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน	—	12.50	50.00	25.00	12.50	337.50
3	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน	—	12.50	37.50	37.50	12.50	350.00
4	นักเรียนในระดับนี้สามารถเข้าใจได้	—	12.50	62.50	12.50	12.50	325.00
4	มีเวลาสำหรับการทดลองเพียงพอ	—	12.50	62.50	12.50	12.50	325.00
5	มีจำนวนเพียงพอ	—	37.50	50.00	12.50	—	275.00
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	1.56	18.75	46.08	20.31	12.50	337.50

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 8 คน

ตารางที่ 27 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของ โปโตมิเตอร์

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน	0.65	6.90	20.61	38.48	28.94	398.90
2	ความจำเป็นที่ต้องใช้ในบทเรียนนี้	2.30	8.88	28.28	39.80	20.72	367.70
3	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้	2.30	11.18	31.57	33.22	21.71	360.80
4	เหมาะสมกับกิจกรรมที่เล่นของนักเรียน	2.63	0.00	43.09	31.57	13.01	344.99
5	มีจำนวนเพียงพอ	10.19	17.43	32.56	26.64	13.15	324.06
6	มีเวลาสำหรับการทดลองเพียงพอ	9.86	22.36	34.21	25.00	8.55	299.96
ค่าเฉลี่ย 6 รายการ		4.55	12.50	33.05	32.34	17.70	349.40

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 304 คน

ตารางที่ 28 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของ โปรแกรมเตอร์

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	—	—	22.22	55.55	22.22	399.96
2	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน	—	—	22.22	66.66	11.11	388.85
2	ความจำเป็นที่ต้องใช้ในบทเรียนนี้	—	11.11	11.11	55.55	22.22	388.85
3	ใช้เวลาส่วนริ้วการทดลองเพียงพอ	—	11.11	33.33	55.55	—	344.41
4	เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน	11.11	11.11	11.11	66.66	—	333.30
5	มีจำนวนเพียงพอ	11.11	22.22	33.33	22.22	11.11	299.97
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	3.70	9.26	22.22	53.70	11.11	359.22

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 29 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของ ตู้ถ่ายเชื้อ

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ความยาวของตู้ถ่ายเชื้อ	3.80	7.33	45.17	28.95	14.67	433.46
2	นักเรียนในระดับนี้สามารถใช้ได้ดี	3.47	13.12	35.13	32.20	15.05	374.38
3	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน	2.70	8.49	26.25	42.05	19.69	368.28
4	มีเวลาสำหรับทำการทดลองเพียงพอ	13.89	22.39	31.66	18.91	13.12	358.48
4	ความจำเป็นในการถ่ายเชื้อในบทเรียน	3.86	9.26	30.88	36.67	19.30	358.20
5	ความกว้างของตู้ถ่ายเชื้อ	3.08	8.10	42.85	30.50	15.44	347.03
6	ความสูงของตู้ถ่ายเชื้อ	3.06	6.94	45.55	30.50	13.12	341.99
7	เหมาะสมกับพัฒนาความรู้เดิมของนักเรียน	5.01	13.51	44.01	25.48	11.96	325.78
8	มีจำนวนเพียงพอ	38.99	30.11	15.83	9.65	5.40	243.96
ค่าเฉลี่ย 9 รายการ		8.74	13.25	35.25	28.41	14.19	350.17

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 259 คน

ตารางที่ 30 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความเหมาะสมของ ชุดถ่ายเชิ้อ

อันดับ ความ สำคัญ	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในแง่ต่าง ๆ	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	นักเรียนในระดัมนี้อาจใช้ได้ก็	—	—	11.11	66.66	22.22	411.07
2	สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน	—	—	22.22	55.55	22.22	399.96
2	เหมาะสมกับความรู้เดิมของนักเรียน	—	—	22.22	55.55	22.22	399.96
2	ความกว้างของชุดถ่ายเชิ้อ	—	—	22.22	55.55	22.22	399.96
2	ความยาวของชุดถ่ายเชิ้อ	—	—	22.22	55.55	22.22	399.96
2	ความสูงของชุดถ่ายเชิ้อ	—	—	22.22	55.55	22.22	399.96
3	ความจำเป็นในการนำเอามาใช้ในบทเรียน	—	—	33.33	55.55	11.11	377.74
4	มีเวลาสำหรับการทดลองเพียงพอ	22.22	33.33	33.33	—	11.11	244.42
5	มีจำนวนเพียงพอ	44.44	33.33	11.11	11.11	—	188.87
	ค่าเฉลี่ย 9 รายการ	7.41	7.41	22.22	46.67	17.28	357.99

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 9 คน

ข. คุณภาพของอุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้มีความชำนาญในการใช้มาก คือมีค่าความสำคัญ 354.00 และช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณาในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 345.46 สำหรับผลการทดลองนั้นได้ผลกึ่งปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 277.55 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 31)

ครูมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้ คือมีค่าความสำคัญ 366.63 และยังช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น คือมีค่าความสำคัญ 355.52 แต่ช่วยลดคำบรรยายได้น้อย คือมีค่าความสำคัญ 244.42 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้วจะเห็นว่าคุณภาพของอุปกรณ์มีค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 32)

2. ที่วางหลอดทดสอบ นักเรียนเห็นว่าที่วางหลอดทดสอบมีความทนทานดีมาก คือมีค่าความสำคัญ 361.02 และให้ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายมากเช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 357.08 นักเรียนเห็นด้วยที่ว่าใช้วางหลอดทดสอบได้หลายชนิด ซึ่งเห็นด้วยในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 250.30 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้ว จะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 33)

ครูมีความเห็นว่าที่วางหลอดทดสอบเก็บรักษาได้ง่ายดีมาก คือมีค่าความสำคัญ 411.07 นอกจากนี้ยังสามารถวางเรียงตามความต้องการได้มากยิ่งขึ้น คือมีค่าความสำคัญ 388.85 แต่ครูมีความเห็นในระดับปานกลางว่าใช้วางหลอดทดสอบได้หลายชนิด คือมีค่าความสำคัญ 288.86 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้ว จะเห็นว่าคุณภาพของอุปกรณ์มีค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือมีค่าความสำคัญอยู่ระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 34)

3. สวิตช์เพลงตอน นักเรียนมีความเห็นว่านำมาใช้ก็สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำได้ก็ปานกลาง คมมีค่าความสำคัญ 317.59 และเห็นว่าสวิงนี้ช่วยกรองน้ำออกทำให้เพลงตอนลงไปอยู่ในหลอดทดสอบได้อย่างหนาแน่นได้ก็ปานกลาง คมมีค่าความสำคัญ 311.00 นอกจากนี้ก็นักเรียนยังเห็นว่าสวิงมน้ำได้ก็ปานกลางอีกด้วย คมมีค่าความสำคัญ 298.17 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 3 รายการแล้วจะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คมมีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 35)

ครูมีความเห็นว่า สวิงมน้ำได้ก็ปานกลาง คมมีค่าความสำคัญ 350.00 และเห็นว่าช่วยกรองน้ำออกทำให้เพลงตอนลงไปอยู่ในหลอดทดสอบได้อย่างหนาแน่นได้ก็ปานกลางเช่นกัน คมมีค่าความสำคัญ 320.00 ในแง่การใช้ก็สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำนั้นใช้ได้ก็ในระดับปานกลาง คมมีค่าความสำคัญ 300.00 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 3 รายการแล้วจะเห็นว่าคุณภาพของอุปกรณ์มีค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คมมีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 36)

4. กรอบไม้กับประชากร นักเรียนมีความเห็นว่า อุปกรณ์นี้นำมาใช้ได้ผลดีปานกลาง คมมีค่าความสำคัญ 327.87 และช่วยให้มีความชำนาญในการใช้ได้ดีในระดับปานกลางด้วย คมมีค่าความสำคัญ 326.50 นอกจากนี้ยังเห็นว่าช่วยลดค่าบรรยายได้ดีในระดับปานกลางด้วย คมมีค่าความสำคัญ 282.30 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" ก็ระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 37)

ครูมีความเห็นว่าช่วยอย่างมากว่ามีผลดีต่อการเรียนการสอนในระยะเวลาอันสั้น คมมีค่าความสำคัญ 366.63 ในแง่ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความพอใจและช่วยให้ทำกิจกรรมด้วยตัวเองนั้น ช่วยได้ก็ในระดับปานกลาง คมมีค่าความสำคัญ 344.41 และยังช่วยลดค่าบรรยายได้ดีในระดับปานกลางด้วย คมมีค่าความสำคัญ 266.64 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้วจะเห็นว่าคุณภาพของอุปกรณ์มีค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" ก็ระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 38)

5. แสงอักษิณ นักเรียนมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้มีความชำนาญในการใช้ไคติในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 322.04 นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนอยากสะสมพันธุ์ไม้ไคติในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 310.31 และใช้ไคติตามที่คาดไว้ในระดับปานกลางด้วย คือมีค่าความสำคัญ 296.88 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 4 รายการแล้วจะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 39)

ครูมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสได้สะสมพันธุ์ไม้ไคติมาก คือมีค่าความสำคัญ 425.00 นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนอยากสะสมพันธุ์ไม้ไคติและมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือไคติมากขึ้น คือมีค่าความสำคัญ 425.00 ในแง่การใช้เห็นว่าไคติดีมากด้วย คือมีค่าความสำคัญ 375.00 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 4 รายการแล้วจะเห็นว่าคุณภาพของอุปกรณ์มีค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 40)

6. ออสโมทีอร์ นักเรียนมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้ความคิดพิจารณาและมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือไคติมาก คือมีค่าความสำคัญ 355.77 นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตัวเองไคติในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 339.51 ในแง่ที่ช่วยลดคำบรรยาย เห็นว่าช่วยไคติในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 334.89 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้วจะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 41)

ครูมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความพอใจและช่วยให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตัวเองไคติมาก คือมีค่าความสำคัญ 377.74 และยังช่วยให้เข้าใจเนื้อหาไคติมากขึ้นด้วย คือมีค่าความสำคัญ 366.63 ในแง่ผลการทดลอง เห็นว่าไคติในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 266.64 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้วจะเห็นว่า คุณภาพของอุปกรณ์มีค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 42)

7. ชุดตะเกียงอัลกอฮุล นักเรียนมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์ในการนำไปใช้ทำการทดลองในเขตต่าง ๆ ที่ต้องการใช้ความร้อนอย่างมาก โดยมีค่าความสำคัญ 393.12 นอกจากนี้ยังเห็นด้วยอย่างมากว่ามีอันตรายน้อยกว่าเตาชนิดอื่น ๆ โดยมีค่าความสำคัญ 365.90 และเห็นว่ามีเพียงลมช่วยไม่ให้ไฟดับได้ก็ปานกลาง โดยมีค่าความสำคัญ 332.93 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 7 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" โดยมีค่าความสำคัญอยู่ระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 43)

ครูมีความเห็นว่า มีเพียงลมช่วยไม่ให้ไฟดับได้ก็มาก. โดยมีค่าความสำคัญ 422.18 นอกจากนี้ยังเห็นว่าคุณภาพดีมากในด้านจุดและดับไฟได้ง่าย เก็บรักษาง่าย และไม่สกปรก โดยมีค่าความสำคัญ 422.18 ในแง่อันตราย ครูเห็นด้วยในระดับปานกลางว่า มีอันตรายน้อยกว่าเตาชนิดอื่น โดยมีค่าความสำคัญ 311.08 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 7 รายการแล้วจะเห็นว่า คุณภาพของอุปกรณ์มีค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" โดยมีค่าความสำคัญระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 44)

8. แผ่นพลาสติกหลุม นักเรียนมีความเห็นว่ามีน้ำหนักเบาจึงสะดวกในการเคลื่อนย้ายได้ก็มาก โดยมีค่าความสำคัญ 380.55 และเห็นด้วยอย่างมากว่าไม่แตกง่าย โดยมีค่าความสำคัญ 370.76 แต่เห็นด้วยในระดับปานกลางว่าสิ้นเปลืองสารน้อย - โดยมีค่าความสำคัญ 347.02 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 4 รายการแล้วจะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" โดยมีค่าความสำคัญระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 45)

ครูมีความเห็นว่าช่วยในการเปรียบเทียบสีของสารที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างดีที่สุด คือมีค่าความสำคัญ 455.51 และเห็นด้วยอย่างมากว่า ไม่แตกง่าย โดยมีค่าความสำคัญ 433.29 นอกจากนี้ยังเห็นว่าน้ำหนักเบาจึงมีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายได้ก็มาก โดยมีค่าความสำคัญ 411.07 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 4 รายการแล้วจะเห็นว่าคุณภาพของอุปกรณ์มีค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" โดยมีค่าความสำคัญอยู่ระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 46)

9. เครื่องมือวัดปริมาณการออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ นักเรียนมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้มีความชำนาญในการใช้เครื่องมือได้มาก คือมีค่าความสำคัญ 370.85 และยิ่งช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณาได้มากอีกด้วย คือมีค่าความสำคัญ 354.61 แต่ในแง่ผลการทดลอง นักเรียนเห็นว่าทดลองได้ผลไม่ดี คือมีค่าความสำคัญ 237.65 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 6 รายการแล้ว จะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 47)

ครูมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลองมาก คือมีค่าความสำคัญ 371.30 และช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 285.24 แต่ในแง่ผลการทดลองครูมีความเห็นว่าทดลองได้ผลไม่ดีตามที่คาดไว้ คือมีค่าความสำคัญ 156.52 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้วจะเห็นว่าคุณภาพของอุปกรณ์นี้มีค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 48)

10. เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณาได้มาก คือมีค่าความสำคัญ 362.73 และช่วยให้มีความรู้ความชำนาญในการใช้เครื่องมืออย่างมากด้วย คือมีค่าความสำคัญ 360.50 แต่มีความเห็นว่าจะส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลองในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 333.05 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 49)

ครูมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลองกับช่วยให้มีความคิดพิจารณาได้เป็นอย่างมาก คือมีค่าความสำคัญ 399.84 นอกจากนี้ยังเห็นว่าช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้นและทำการทดลองได้ผลดีตามที่คาดไว้เป็นอย่างมาก คือมีค่าความสำคัญ 383.18 และยิ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้นกับมีความรู้ความชำนาญในการใช้เครื่องมือได้เป็นอย่างดีเช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 356.52 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้วจะเห็นว่าคุณภาพของอุปกรณ์นี้มีค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 50)

11. ปกกเทียบ นักเรียนมีความเห็นว่าช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้นมาก คือมีค่าความสำคัญ 384.26 และยังช่วยให้มีความรักพิชารณาได้มากยิ่งขึ้น ก่อนมีค่าความสำคัญ 374.55 ในแง่ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้นนั้น เห็นว่าช่วยให้ได้กัในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 233.12 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 10 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 51)

ครูมีความเห็นว่า เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้นและช่วยให้มีความรักพิชารณาได้มากที่สุด คือมีค่าความสำคัญ 400.00 นอกจากนี้ยังใช้ได้นานและส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลองมากยิ่งขึ้น คือมีค่าความสำคัญ 437.50 กับทั้งยังช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญในการใช้เครื่องมือได้เป็นอย่างดี คือมีค่าความสำคัญ 362.50 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้ว จะเห็นว่าคุณภาพของอุปกรณ์นี้มีค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 52)

12. เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน นักเรียนมีความเห็นว่า เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้นมาก คือมีค่าความสำคัญ 364.87 ช่วยให้เข้าใจได้เร็วขึ้นในระดับปานกลางก่อนมีค่าความสำคัญ 347.11 และในแง่ผลการทดลองเห็นว่าใช้ได้นานกัในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 314.27 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้วจะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 53)

ครูมีความเห็นว่า เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้นมาก คือมีค่าความสำคัญ 400.00 นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมให้อยากทดลองมากขึ้นและเข้าใจเนื้อหาได้มากยิ่งขึ้นด้วย คือมีค่าความสำคัญ 387.50 ในแง่ผลการทดลอง ครูเห็นว่าทดลองได้นานกัในระดับปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 337.50 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้วจะเห็นว่าคุณภาพของอุปกรณ์นี้มีค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" ก่อนมีค่าความสำคัญระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 54)

13. ซีโครงเทียม นักเรียนมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้มีความคิดพิจารณาได้ก็ปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 321.35 และช่วยให้เข้าใจได้เร็วขึ้นปานกลางเช่นกัน คือมีค่าความสำคัญ 304.04 นอกจากนี้ยังช่วยให้มีความชำนาญในการใช้เครื่องมือได้ก็ปานกลางด้วย คือมีค่าความสำคัญ 282.98 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 55)

ครูมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญในการใช้เครื่องมือได้ดีมาก คือมีค่าความสำคัญ 400.00 และยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้นปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 337.50 ในแง่ผลการทดลอง ครูเห็นว่าทดลองแล้วได้ผลดีปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 300.00 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้วจะเห็นว่าคุณภาพของอุปกรณ์นี้มีความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญปานกลาง" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 250-349.99 (ตารางที่ 56)

14. โปโตมิเตอร์ นักเรียนมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้นมาก คือมีค่าความสำคัญ 381.52 และส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลองมากด้วย คือมีค่าความสำคัญ 372.84 ในแง่ผลการใช้เห็นว่าทดลองได้ผลดีปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 343.35 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้วจะเห็นว่า ค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 57)

ครูมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้นมาก คือมีค่าความสำคัญ 381.52 และส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลองมากด้วย คือมีค่าความสำคัญ 372.84 แต่ในแง่ผลการทดลอง เห็นว่าทดลองได้ผลดีปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ 343.35 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้วจะเห็นว่าคุณภาพของอุปกรณ์นี้มีความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 58)

15. ผู้ถ่ายสื่อ นักเรียนมีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง
 มาก คือมีค่าความสำคัญ 375.20 และช่วยเพิ่มความคิดพิจารณาได้มากขึ้น คือมีค่าความ
 สำคัญ 364.39 ในด้านผลการทดลอง เห็นว่าทดลองแล้วได้ผลดีปานกลาง คือมีค่าความสำคัญ
 335.13 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 5 รายการแล้วจะเห็นว่าค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก"
 คือมีค่าความสำคัญระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 59)

ครูมีความเห็นว่า อุปกรณ์นี้ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณาได้มาก คือมีค่า
 ความสำคัญ 433.29 และใช้ได้ดีมากด้วย คือมีค่าความสำคัญ 399.97 นอกจากนี้ยังช่วย
 ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย คือมีค่าความสำคัญ 377.74 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย
 5 รายการแล้วจะเห็นว่าคุณภาพของอุปกรณ์มีค่าความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ "สำคัญมาก" คือมีค่าความ
 สำคัญระหว่าง 350-449.99 (ตารางที่ 60)

ตารางที่ 31 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือวัดปริมาณของ
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

อันดับ ความ สำคัญ		มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ	3.20	11.74	29.89	38.79	16.37	354.08
2	ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	3.20	7.82	41.63	34.87	12.45	345.46
3	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	3.55	11.74	34.87	40.92	8.89	339.77
4	ช่วยให้นักเรียนเกิดความพอใจและขยันให้ทำ กิจกรรมด้วยตัวเอง	8.89	12.81	28.11	32.02	18.14	337.62
5	ช่วยให้เข้าใจได้เร็วขึ้น	6.04	18.50	37.36	32.38	5.69	313.09
6	ให้ความคิดรวบยอดที่ง่ายและไม่ซับซ้อนจนเกินไป	7.82	16.72	39.50	30.96	4.98	308.50
7	ช่วยลดคำบรรยาย	11.03	15.65	36.29	28.46	8.54	307.74
8	มีสภาพ ลักษณะ และรูปร่างเป็นที่น่าพอใจ	7.82	24.91	42.70	17.43	5.69	283.31
9	ได้ผลดีตามแผนการที่วางไว้	15.30	24.91	33.45	19.57	6.76	277.55
ค่าเฉลี่ยทั้ง 9 รายการ		7.42	16.08	35.97	30.60	9.72	318.63

การสถิติศึกษาจากจำนวนนักเรียน 281 คน

ตารางที่ 32 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือวัดปริมาณของ
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ	—	33.33	11.11	11.11	44.44	366.63
2	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	11.11	11.11	11.11	44.44	22.22	355.52
3	ช่วยให้นักเรียนมีความคิด รู้จักพิจารณา	11.11	11.11	11.11	55.55	11.11	344.41
4	ช่วยให้เข้าใจได้เร็วขึ้น	11.11	22.22	22.22	22.22	22.22	322.19
5	ให้ความคิดรวบยอดซึ่งง่ายและไม่ซับซ้อนจนเกินไป	11.11	11.11	33.33	44.44	—	311.08
6	ช่วยให้นักเรียนเกิดความพอใจและขยันให้ทำ กิจกรรมด้วยตัวเอง	11.11	22.22	22.22	11.11	33.33	311.08
7	ได้ผลดีตามแผนการที่วางไว้	11.11	22.22	33.33	33.33	—	287.86
8	มีลักษณะ รูปร่าง เป็นที่น่าพอใจ	33.33	22.22	—	44.44	—	255.53
9	ช่วยลดค่าบรรยาย	44.44	—	22.22	33.33	—	244.42
ค่าเฉลี่ยทั้ง 9 รายการ		16.04	17.28	18.51	33.33	14.81	310.96

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 33 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของที่ว่างหลอกทดสอบ

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	มีความทนทานไม่ชำรุดง่าย	8.57	13.57	36.87	31.07	10.71	361.02
2	ให้ความสะดวกเมื่อต้องการเคลื่อนย้ายหลอกทดสอบ	3.92	5.00	37.50	37.14	16.42	357.08
3	เก็บรักษาง่าย	4.64	10.35	32.85	35.71	16.42	348.47
4	ช่วยบังคับไม่ให้หลอกทดสอบหล่นแตกได้ง่าย	6.42	13.92	37.85	33.57	11.78	340.99
5	ให้ความสะดวกในการนั่งหลอกทดสอบให้แห้ง	8.21	12.50	28.57	36.07	14.64	336.40
6	เมื่อว่างหลอกทดสอบแล้วสามารถสังเกตสารที่อยู่ ในหลอกทดสอบ ได้ชัดเจน	6.78	17.85	32.85	27.14	15.35	326.34
7	สามารถจัดให้ที่ว่างหลอกทดสอบเอียงตาม ความต้องการได้	15.71	20.35	32.85	22.14	10.00	293.52
8	ที่ว่างหลอกทดสอบไม่ล้มได้ง่าย	19.64	19.28	36.42	17.85	6.78	272.76
9	ว่างหลอกทดสอบได้หลายขนาด	16.07	31.78	27.85	19.28	5.00	250.30
	ค่าเฉลี่ยทั้ง 9 รายการ	9.99	16.06	33.67	28.88	11.90	320.76

การสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 280 คน

ตารางที่ 34 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของที่ว่างหลอกทดสอบ

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	เก็บรักษาง่าย	—	—	22.22	44.44	33.33	411.07
2	สามารถจัดให้ที่ว่างหลอกทดสอบเอียงตาม ความต้องการได้	11.11	—	11.11	66.66	11.11	388.85
3	เมื่อวางหลอกทดสอบแล้ว สามารถสังเกตเห็น ที่อยู่ในหลอกทดสอบได้อย่างชัดเจน	—	—	22.22	55.55	22.22	377.74
4	ช่วยบังคับไม่ให้หลอกทดสอบแตกได้	—	—	33.33	55.55	11.11	366.63
4	มีความทนทานไม่ชำรุดง่าย	—	—	44.44	44.44	11.11	366.63
5	ให้ความสะดวกเมื่อต้องการเคลื่อนย้าย หลอกทดสอบ	—	—	44.44	33.33	22.22	344.41
5	ให้ความสะดวกในการตั้งหลอกทดสอบให้แห้ง	—	—	44.44	33.33	22.22	344.41
6	ที่ว่างหลอกทดสอบไม่ลมนง่าย	—	—	77.77	11.11	11.11	333.30
7	วางหลอกทดสอบได้หลายขนาด	—	33.33	55.55	—	11.11	286.86
ค่าเฉลี่ย 9 รายการ		1.23	3.70	39.50	38.26	17.28	357.98

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 35 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของ สวีตคักเพลงคอน

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ใช้คักสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำได้	6.47	13.52	44.70	26.47	8.82	317.59
2	ช่วยกรองน้ำออกทำให้เพลงคอนลงไปอยู่ในหลอด ทดสอบได้อย่างหนาแน่น	8.23	11.76	47.64	25.29	7.05	311.08
3	สวิงจนน้ำได้	10.00	22.35	37.05	20.58	10.00	298.17
ค่าเฉลี่ย 3 รายการ		8.22	15.87	43.13	24.11	8.62	311.82

การสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 170 คน

ตารางที่ 36 แสดงความถึกเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของ สวีตคักเพลงคอน

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	สวิงจนน้ำได้	-		60.00	40.00	-	340.00
2	ช่วยกรองน้ำออกทำให้เพลงคอนลงไปอยู่ใน หลอดทดสอบได้อย่างหนาแน่น	-		80.00	20.00	-	320.00
3	ใช้คักสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำได้	-		60.00	20.00	-	300.00
ค่าเฉลี่ย 3 รายการ		-					320.00

การสถิติได้จากจำนวนครู 5 คน

ตารางที่ 37 แสดงความกีดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของ กรอบไม้พับประชากร

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ได้ผลดีตามที่คาดไว้	11.39	20.58	39.33	24.63	4.04	327.87
2	ช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ	4.77	16.91	37.50	29.04	11.76	326.50
3	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	8.82	11.39	41.17	30.51	8.08	317.55
4	ช่วยให้นักเรียนมีความคิด พิจารณา	7.35	12.86	44.85	29.41	5.51	312.81
5	ช่วยให้เข้าใจได้เร็วขึ้น	7.35	16.91	38.97	30.14	6.61	311.69
6	ช่วยให้นักเรียนเกิดความพอใจและช่วยทำให้ ทำกิจกรรมด้วยตัวเอง	13.60	18.01	36.76	22.05	9.55	295.85
7	ให้ความคิดรวบยอดที่ง่ายและไม่ซับซ้อนจนเกินไป	9.19	20.22	43.01	23.52	4.04	292.94
8	มีสภาพ ลักษณะและรูปร่างเป็นที่น่าพอใจ	11.76	20.58	43.75	19.11	4.77	284.46
9	ช่วยลดความบรรยาย	11.20	25.00	38.97	20.58	4.41	282.30
	ค่าเฉลี่ย 9 รายการ	9.47	18.05	40.47	25.44	9.35	305.77

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 272 คน

ตารางที่ 38 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของ กรอบไม้ไม้ประชากร

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ช่วยให้เข้าใจได้เร็วขึ้น	11.11	33.33	22.22	33.33	—	366.63
2	ช่วยให้นักเรียนเกิดความพอใจและช่วยทำให้ ทำกิจกรรมด้วยตัวเอง	—	22.22	22.22	44.44	11.11	344.41
3	ช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ	11.11	11.11	22.22	55.55	—	322.19
4	เกิดความคิดรวบยอดซึ่งง่ายและไม่ซับซ้อน จนเกินไป	11.11	11.11	33.33	44.44	—	311.08
5	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	11.11	—	55.55	33.33	—	311.08
6	ช่วยให้นักเรียนมีความศรัทธา	11.11	22.22	22.22	44.44	—	299.97
7	มีสภาพ ลักษณะ และรูปร่างเป็นที่น่าพอใจ	—	22.22	66.66	11.11	—	288.86
8	ใช้สะดวก เหนือกว่าที่วางไว้	—	22.22	66.66	11.11	—	288.86
9	ช่วยลดค่าบรรยาย	22.22	11.11	44.44	22.22	—	266.64
	ค่าเฉลี่ย 9 รายการ	8.64	17.28	39.50	33.33	1.23	311.08

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 39 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของ แผนงัดพันธุ์ไม้

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ	9.62	12.59	36.29	28.88	12.59	322.04
2	ส่งเสริมให้นักเรียนอยากสะสมพันธุ์ไม้	11.85	14.07	36.29	27.40	10.37	310.31
3	ช่วยให้นักเรียนได้สะสมพันธุ์ไม้ได้ดี	8.14	17.03	41.48	25.18	8.14	308.11
4	ใช้ได้ตามแผนที่คาดไว้	11.11	17.72	44.44	16.29	10.37	296.88
ค่าเฉลี่ย 4 รายการ		10.18	15.35	39.62	24.43	10.36	309.33

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 135 คน

ตารางที่ 40 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของ แผนงัดพันธุ์ไม้

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนได้สะสมพันธุ์ไม้ได้ดี	—	—	25.00	25.00	50.00	425.00
2	ส่งเสริมให้นักเรียนอยากสะสมพันธุ์ไม้	—	—	25.00	25.00	50.00	425.00
3	ช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ	—	—	25.00	25.00	50.00	425.00
4	ใช้ได้ตามที่คาดไว้	—	25.00	25.00	—	50.00	375.00
ค่าเฉลี่ย 4 รายการ		—	6.25	25.00	18.75	50.00	412.50

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 4 คน

ตารางที่ 41 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของ ออสโมมิเตอร์

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนมีความคิด พิจารณา	3.53	7.77	34.27	38.16	16.25	355.77
2	ช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ	1.76	8.83	34.98	41.34	13.07	355.77
3	ช่วยให้นักเรียนเกิดความพอใจและช่วยให้นักเรียน ทำกิจกรรมด้วยตัวเอง	5.30	12.01	35.33	32.50	14.84	339.51
4	ได้ผลตามแผนการที่วางไว้	4.59	10.95	37.45	35.33	11.66	338.46
5	ช่วยให้เข้าใจได้เร็วขึ้น	3.53	11.30	38.51	36.39	10.24	338.42
6	ให้ความคิดรวบยอดซึ่งง่ายและไม่ซับซ้อนจนเกินไป	4.94	10.24	38.16	35.33	11.30	337.72
7	มีสภาพ ลักษณะและรูปร่างเป็นที่น่าพอใจ	5.65	13.07	34.62	35.33	11.30	335.27
8	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น	2.82	4.94	36.74	36.74	11.30	326.38
9	ช่วยลดค่าบรรยาย	7.06	10.95	36.12	36.09	12.85	334.89
	ค่าเฉลี่ย 9 รายการ	4.44	10.09	36.12	36.09	12.85	334.89

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 203 คน

ตารางที่ 42 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของ ออสมิเตอร์

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนเกิดความพอใจและช่วยให้นักเรียน ทำกิจกรรมด้วยตัวเอง	—	—	33.33	55.55	11.11	377.74
2	ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	—	—	33.33	66.66	—	366.63
3	ให้ความคิดรวบยอดที่ง่ายและไม่ซับซ้อนเกินไป	—	—	55.55	44.44	—	344.41
3	มีสภาพ ลักษณะ และรูปร่างเป็นที่น่าพอใจ	—	11.11	44.44	33.33	11.11	344.41
3	ช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ	—	11.11	33.33	55.55	—	344.41
4	ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	—	11.11	44.44	44.44	—	333.30
5	ช่วยลดค่าบรรยาย	11.11	—	55.55	33.33	—	311.08
6	ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้เร็วขึ้น	—	—	66.66	33.33	—	299.97
7	ได้ผลตามที่คาดไว้	22.22	22.22	33.33	11.11	11.11	266.64
	ค่าเฉลี่ย 9 รายการ	3.71	6.17	44.44	41.97	3.70	332.06

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 43 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของชุดตะเกียงอัลกอซอล์

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	หนูไม่ใช้ในการทดลองบทต่าง ๆ ที่ต้องการ ใช้ความร้อน	1.40	4.91	24.91	36.14	32.63	393.12
2	มีอันตรายน้อยกว่าเตาชนิดอื่น ๆ	2.10	11.57	30.17	40.35	15.78	365.90
3	เก็บรักษาง่าย	2.80	6.66	37.54	38.94	14.03	354.65
4	จุดและดับไฟได้ง่าย	3.85	11.22	33.68	35.78	15.43	347.60
5	สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อย	3.50	8.77	38.59	36.14	12.98	346.27
6	ไม่สกปรก	2.80	12.63	39.29	34.03	11.22	338.15
7	มีที่บังลมช่วยไม่ให้ไฟดับได้ง่าย	7.01	12.63	37.19	26.66	16.49	332.93
	ค่าเฉลี่ย 7 รายการ	3.61	9.74	34.45	35.40	16.91	354.09

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 285 คน

ตารางที่ 44 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของ รุกตะเกียงอัลกอฮัด

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	มีที่นั่งลมช่วยไม่ให้ไฟดับได้ง่าย	—	—	11.11	55.55	33.33	422.18
1	รูกและดับไฟได้ง่าย	—	—	11.11	55.55	33.33	422.18
1	เก็บรักษาง่าย	—	—	11.11	55.55	33.33	422.18
1	ไม่สกปรก	—	—	11.11	55.55	33.33	422.18
2	นำไปใช้ในการทดลองบทอื่น ๆ ที่ต้องการ ใช้ความร้อน	11.11	—	22.22	33.33	33.33	377.74
3	สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อย	11.11	11.11	22.22	33.33	22.22	344.41
4	มีอันตรายน้อยกว่าใช้เตาชนิดอื่น ๆ	11.11	22.22	11.11	33.33	22.22	311.08
	ค่าเฉลี่ย 7 รายการ	4.76	4.76	14.28	46.03	30.16	388.85

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 45 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของ แผนพลาสติกหลุม

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	เบาจึงสะดวกในการเคลื่อนย้าย	2.33	4.28	29.96	37.35	26.07	380.55
2	ไม่แตกง่าย	0.77	7.78	34.63	33.46	23.34	370.76
3	ช่วยในการเปรียบเทียบสีของสารที่เปลี่ยนแปลง ไว้อย่างดี	4.28	8.56	28.01	37.74	21.40	363.63
4	ช่วยให้การสังเกตสีของสารน้อยเพราะมีหลุมเล็ก	7.78	10.11	29.57	32.29	20.23	347.02
	ค่าเฉลี่ย 4 รายการ	3.84	7.68	30.53	35.20	22.75	365.54

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 257 คน

ตารางที่ 46 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของ แผนพลาสติกหลุม

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ช่วยในการเปรียบเทียบสีของสารที่เปลี่ยนแปลง ไว้อย่างดี	=	—	22.22	33.33	44.44	455.51
2	ไม่แตกง่าย	—	—	11.11	44.44	44.44	433.29
3	ช่วยให้สังเกตสีของสารน้อยเพราะหลุมมีขนาดเล็ก	—	—	22.22	33.33	44.44	422.18
4	เบา จึงสะดวกในการเคลื่อนย้าย	—	—	22.22	44.44	33.33	411.07
	ค่าเฉลี่ย 4 รายการ	—	—	19.44	38.89	41.66	430.51

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 47 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือวัดปริมาณ
ก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญในการ ใช้เครื่องมือ	4.49	13.14	27.33	30.10	24.91	370.85
2	ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	3.11	8.30	36.33	35.29	16.95	354.61
3	ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง	5.53	10.38	28.71	36.33	19.03	352.89
4	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น	4.64	11.76	33.56	32.87	16.60	343.52
5	ช่วยให้เข้าใจได้เร็วขึ้น	7.95	14.18	31.14	33.56	13.14	329.67
6	ใช้ได้ตามเวลาที่คาดไว้	25.25	20.06	32.87	15.22	6.57	237.65
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	8.53	12.98	31.67	30.57	16.22	331.53

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 209 คน

ตารางที่ 48 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือวัดปริมาณ
ทักษะออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง	—	—	42.84	42.84	14.28	371.30
2	ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญในการ ใช้เครื่องมือ	14.28	14.28	42.84	28.56	—	285.24
3	ช่วยให้เข้าใจได้เร็วขึ้น	14.28	28.56	42.84	14.28	—	257.04
3	ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	14.28	28.56	42.84	14.28	—	257.04
4	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	14.28	28.56	57.12	—	—	242.76
5	ใช้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้	57.12	28.56	14.28	—	—	156.52
ค่าเฉลี่ย 6 รายการ		19.04	21.42	40.46	16.66	2.38	261.64

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 7 คน

ตารางที่ 49 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือเก็บ
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	2.23	5.94	36.05	38.28	17.47	362.73
2	ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญ ในการใช้เครื่องมือ	5.20	5.94	30.48	39.77	18.58	360.50
3	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	4.46	10.03	23.79	45.35	16.35	359.40
4	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้น	2.97	7.43	34.57	39.77	15.24	356.82
5	ใช้ได้ตามแผนที่คาดไว้	5.57	12.26	35.68	31.22	15.24	338.21
6	ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง	6.69	9.66	27.85	36.80	15.24	333.05
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	4.65	8.67	31.53	38.66	16.48	351.79

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 269 คน

ตารางที่ 50 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือเก็บ
การรวบรวมได้ออกใช้

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง	—	—	16.66	66.64	16.66	399.84
1	ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	—	—	16.66	66.64	16.66	399.84
2	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	—	—	16.66	83.30	—	383.18
2	ใช้ได้ผลดีตามที่คาดไว้	—	—	16.66	83.30	—	383.18
3	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้น	—	—	33.32	66.64	—	366.52
3	ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญใน การใช้เครื่องมือ	—	—	33.32	66.64	—	366.52
ค่าเฉลี่ย 6 รายการ		—	—	22.21	72.19	5.55	383.18

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 6 คน

ตารางที่ 51 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของ ปอกเทียม

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	5.55	4.90	18.62	41.50	29.41	384.26
2	ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	2.94	3.92	29.08	41.17	22.87	374.55
3	ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง	4.90	7.18	26.79	38.23	22.87	367.44
4	ใช้ได้ตามเวลาที่คาดไว้	7.51	6.53	24.83	37.25	23.85	363.31
5	ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญในการใช้เครื่องมือ	6.20	14.05	36.92	28.75	14.05	330.31
6	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้น	5.55	4.24	19.28	43.46	27.45	233.12
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	5.44	6.80	25.92	38.39	23.42	342.16

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 306 คน

ตารางที่ 52 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของ ปอศ.เทียม

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้น	—	—	12.50	25.00	62.50	450.00
1	ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	—	—	12.50	25.00	62.50	450.00
2	ใช้ได้ตามเวลาที่คาดไว้	—	12.50	—	25.00	62.50	437.50
2	ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง	—	12.50	—	25.00	62.50	437.50
3	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	12.50	—	—	37.50	50.00	412.50
4	ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญ ในการใช้เครื่องมือ	12.50	12.50	12.50	25.00	37.50	362.50
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	4.17	6.25	6.25	27.08	56.25	425.00

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 8 คน

ตารางที่ 53 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือทดลอง
การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	4.03	6.45	29.43	37.50	21.77	364.87
2	ช่วยให้เข้าใจเร็วขึ้น	5.24	7.66	35.83	37.09	14.11	347.11
3	ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง	7.25	9.27	31.04	33.87	18.54	347.09
4	ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญ ในการใช้เครื่องมือ	6.45	7.66	35.08	36.29	14.51	344.72
5	ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	4.03	9.27	39.91	33.06	13.70	343.04
6	ใช้โดยสะดวกที่คาดไว้	6.65	18.95	37.50	26.61	10.08	314.27
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	5.77	9.87	34.80	34.07	15.45	343.52

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 248 คน

ตารางที่ 54 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือทดลองการหายใจ
แบบไม่ใช้ออกซิเจน

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้น	—	—	12.50	75.50	12.50	400.00
2	ส่งเสริมให้นักเรียนขยายทดลอง	—	12.50	—	75.00	12.50	387.50
3	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	—	12.50	—	75.00	12.50	387.50
4	ช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ	—	12.50	12.50	62.50	12.50	375.00
5	ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	—	12.50	12.50	62.50	12.50	375.00
6	ใช้ได้ผลตามที่คาดไว้	—	12.50	25.00	50.00	12.50	337.50
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	—	10.41	8.33	66.66	12.50	377.08

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 8 คน

ตารางที่ 55 . แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของ ซีไอกรงเทียม

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1.	ช่วยให้เด็กมีความคิดพิจารณา	12.72	12.72	32.50	27.91	14.19	321.35
2.	ช่วยให้เข้าใจได้เร็วขึ้น	20.82	12.36	22.96	28.62	15.19	304.84
3.	ช่วยให้เด็กเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	21.55	12.72	22.96	28.97	13.78	298.65
4.	ได้ผลตามที่คาดไว้	18.02	19.08	23.32	26.50	13.07	298.09
5.	ช่วยส่งเสริมให้เด็กเรียนอย่างทดลอง	15.54	22.26	29.68	20.49	12.01	291.11
6.	ช่วยให้เด็กมีความรู้ความชำนาญ ในการใช้เครื่องมือ	18.37	19.08	34.27	17.66	10.60	282.98
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	17.84	16.37	27.61	25.00	13.06	299.50

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 283 คน

ตารางที่ 56 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของ ซีโองรเทียม

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญใน ในการใช้เครื่องมือ	12.50	25.00	37.50	12.50	12.50	400.00
2	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	—	25.00	37.50	12.50	25.00	337.50
3	ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	12.50	12.50	37.50	62.50	25.00	325.00
3	ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง	—	25.00	50.00	—	25.00	325.00
4	ช่วยให้เข้าใจได้เร็วขึ้น	12.50	25.00	37.50	—	25.00	300.00
4	รู้ได้ผลตามที่คาดไว้	12.50	37.50	12.50	12.50	25.00	300.00
ค่าเฉลี่ย 6 รายการ		8.33	25.00	35.42	8.33	22.92	331.25

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 8 คน

ตารางที่ 57 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของ โปโตมิเตอร์

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	2.30	6.57	25.00	39.47	26.64	381.52
2	ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง	2.63	11.18	23.20	37.50	25.65	372.84
3	ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญ ในการใช้อุปกรณ์	1.97	7.56	30.92	35.19	24.34	371.55
3	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้น	1.31	8.88	26.97	42.76	20.06	371.32
4	ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	1.97	7.23	31.90	40.46	18.42	366.07
5	ใช้โดยสถานที่จำกัด	6.25	14.14	28.94	31.25	19.40	343.35
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	2.74	9.26	27.82	37.77	22.42	367.78

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 304 คน

ตารางที่ 58 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของ โปโตมิเตอร์

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	—	—	22.22	44.44	33.33	411.07
1	ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง	—	—	22.22	44.44	33.33	411.07
2	ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญ ในการใช้เครื่องมือ	—	—	33.33	44.44	22.22	308.85
3	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้น	—	—	33.33	55.55	11.11	377.74
3	ใช้ได้ตามเวลาที่คาดไว้	—	—	33.33	55.55	11.11	377.74
3	ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	—	—	33.33	55.55	11.11	377.74
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	—	—	26.93	50.00	20.37	390.70

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 59 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของ คู่มือช่วยสอน

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด	
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง	4.24	6.17	27.02	35.13	27.41	375.20
2	ช่วยให้เด็กมีความคิดพิจารณา	5.40	5.01	30.11	38.61	20.84	364.39
3	ช่วยให้เด็กเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	5.40	6.94	30.50	33.97	23.16	362.46
4	ช่วยให้เด็กมีความรู้ความชำนาญ ในการใช้เครื่องมือ	7.33	9.26	33.20	30.11	20.07	346.24
5	ใช้ได้ผลตามที่คาดไว้	10.03	11.19	30.88	31.27	16.60	333.13
	ค่าเฉลี่ย 5 รายการ	6.48	7.71	30.34	33.81	21.62	356.28

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 259 คน

ตารางที่ 60 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพของ ศึกษานิเทศก์

อันดับ ความ สำคัญ	คุณภาพของอุปกรณ์	มาตราส่วนประมาณค่า					ค่า ความ สำคัญ
		น้อย ที่สุด ร้อยละ	น้อย ร้อยละ	ปาน กลาง ร้อยละ	มาก ร้อยละ	มาก ที่สุด ร้อยละ	
1	ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	—	—	22.22	22.22	55.55	433.29
2	ใช้ได้ตามตามที่คาดไว้	—	—	33.33	33.33	33.33	399.97
3	ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง	—	—	22.22	55.55	22.22	399.96
4	ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญใน การใช้เครื่องมือ	11.11	—	22.22	33.33	33.33	377.75
5	ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	—	—	33.33	55.55	11.11	377.74
	ค่าเฉลี่ย 5 รายการ	2.22	—	26.66	40.00	31.11	397.74

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 9 คน

ค. ขอบกพร่องของอุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการวิเคราะห์แบบสอบถาม ปรากฏว่า นักเรียนร้อยละ 61.20 และ 51.24 พบว่าอุปกรณ์ชนิดนี้มีรอยร้าวที่ฝาจุกและรอยต่อระหว่างสายพลาสติกตามลำดับ นักเรียนร้อยละ 50.53 เห็นว่าหลอดก๊อชยาโอนเอนไปมาได้เพราะไม่มีอะไรยึด และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้ว นักเรียนร้อยละ 41.53 เห็นว่าอุปกรณ์นี้มีข้อบกพร่อง (ตารางที่ 61)

ครูร้อยละ 88.88 เห็นว่าหลอดก๊อชยาโอนเอนไปมาได้เพราะไม่มีอะไรยึด ครูร้อยละ 77.77 ได้ทำการทดลองแล้วพบว่า สารละลายที่ใส่ยีสต์ลงในหลอดแก้ว ครูร้อยละ 66.66 เห็นว่ากระบอกสุบในหลอดก๊อชยาไม่สามารถบังคับให้อยู่กับที่ได้ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้ว ปรากฏผลคือ ครูร้อยละ 58.01 เห็นว่าอุปกรณ์นี้มีข้อบกพร่อง (ตารางที่ 62)

2. ที่วางหลอดทดสอบ นักเรียนร้อยละ 60.71 ได้พบข้อบกพร่องหลังจากที่ได้นำมาใช้คือใช้ใส่หลอดทดสอบไม่ได้ทุกชนิด (เนื่องจากใส่หลอดทดสอบขนาดใหญ่ลงในช่องใส่หลอดทดสอบไม่ได้ หรือ ใส่ได้แต่ไม่ถึงช่องข้างล่าง) นักเรียนร้อยละ 59.64 แสดงความเห็นว่าเป็นหลอดทดสอบไม่ได้ทุกชนิด (เพราะหลอดทดสอบขนาดใหญ่วางคว่ำลงในช่องใส่หลอดทดสอบไม่ได้) - และนักเรียนร้อยละ 53.57 มีความเห็นด้วยว่าเนื่องจากขนาดของช่องใส่หลอดทดสอบไม่เท่ากันจึงทำให้ใส่ไม่สะดวก (เนื่องจากใส่หลอดทดสอบใหญ่ ๆ หลาย ๆ หลอดไม่ได้) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 3 รายการแล้วพบว่านักเรียนร้อยละ 57.97 มีความเห็นว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีข้อบกพร่อง (ตารางที่ 63)

ครูร้อยละ 66.66 ได้แสดงความกึกเห็นว่า เนื่องจากขนาดของช่องใส่หลอดทดสอบแต่ละช่องไม่เท่ากันจึงทำให้ใส่ไม่สะดวก (เนื่องจากใส่หลอดทดสอบใหญ่ ๆ หลาย ๆ หลอดไม่ได้) และใช้หลอดทดสอบไม่ได้ทุกชนิด (เพราะหลอดทดสอบขนาดใหญ่วางคว่ำลงในช่องใส่หลอดทดสอบไม่ได้) และครูร้อยละ 55.55 ได้พบข้อบกพร่องคือใช้ใส่หลอดทดสอบไม่ได้ทุกชนิด (เนื่องจากใส่หลอดทดสอบขนาดใหญ่ลงในช่องใส่หลอดทดสอบไม่ได้)

หรือใส่ได้แต่ไม่ถึงช่องข้างล่าง) และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 3 รายการแล้วพบว่า ครูร้อยละ 62.95 มีความเห็นว่าอุปกรณ์นี้มีข้อบกพร่อง (ตารางที่ 64)

3. สวิงตักแพลงตอน เมื่อนักเรียนนำอุปกรณ์นี้ไปใช้แล้วปรากฏว่า นักเรียนร้อยละ 58.82 มีความเห็นว่าสวิงนี้ใช้ตักแพลงตอนได้เฉพาะบริเวณใกล้ ๆ ขอบบ่อหรือสระ เพราะไม่มีค้ำ ข้อบกพร่องอื่น ๆ ที่นักเรียนพบคือ นักเรียนร้อยละ 42.49 พบว่า โช้ทองเหลืองมักชดเป็นก้อน และนักเรียนร้อยละ 38.23 พบว่าสายโช้ทองเหลืองหลุดจากขอบ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 3 รายการแล้ว ปรากฏผลคือ นักเรียนร้อยละ 46.51 เห็นว่าอุปกรณ์นี้มีข้อบกพร่อง (ตารางที่ 65)

ครูร้อยละ 60.00 ได้ให้ความเห็นว่า สวิงนี้ใช้ตักแพลงตอนได้บริเวณใกล้ ๆ ขอบบ่อหรือสระ เพราะไม่มีค้ำ นอกจากนี้ครูยังพบข้อบกพร่องจากการนำสวิงนี้มาใช้คือ ครูร้อยละ 20.00 มีความเห็นว่าโช้ไม่สะดวกเพราะโช้ทองเหลืองมักชดเป็นก้อน แต่ไม่มีครูคนใดพบเลยว่าสายโช้ทองเหลืองหลุดจากขอบ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 3 รายการแล้ว ปรากฏผลคือ ครูร้อยละ 26.66 เห็นว่าอุปกรณ์นี้มีข้อบกพร่อง (ตารางที่ 66)

4. กรอบไม้ฉัฏประชากร นักเรียนพบปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้อุปกรณ์นี้คือ นักเรียนร้อยละ 35.70 ได้ให้ความเห็นว่าปัญหาที่มีกลุ่มประชากรอยู่กระจัดกระจายไม่เหมาะแก่การใช้กรอบไม้ฉัฏประชากร และนักเรียนร้อยละ 38.60 มีความเห็นว่ากลุ่มประชากรมีจำนวนชนิดมากเกินไปทำให้การนับประชากรลำบาก มีนักเรียนเพียงร้อยละ 22.79 ที่ได้ให้ความเห็นว่า มีขนาดใหญ่เกินไปไม่เหมาะกับชนิดของกลุ่มประชากร และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้ว ปรากฏผลคือ นักเรียนร้อยละ 29.83 เห็นว่าอุปกรณ์นี้มีปัญหาในการใช้ (ตารางที่ 67)

ครูได้พบปัญหาในการใช้อุปกรณ์นี้คือ ครูร้อยละ 44.44 ได้ให้ความเห็นว่า มีกลุ่มประชากรอยู่กระจัดกระจายจึงไม่เหมาะแก่การใช้กรอบไม้ฉัฏประชากร ครูร้อยละ 33.33 เห็นว่าจำนวนสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีน้อยเกินไปที่จะใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการนับประชากร และมีครู

เพียงร้อยละ 11.11 มีความเห็นว่ากรอบไม้มีประชากรมีขนาดเล็กเกินไปไม่เหมาะสมกับชนิดของกลุ่มประชากร เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้ว ปรากฏผลว่า ครูร้อยละ 18.51 เห็นว่ากรอบไม้มีประชากรมีปัญหและชอบบทร้องในการนำมาใช้ (ตารางที่ 68)

5- แมงอึกพิณใบ นักเรียนพบชอบบทร้องเมื่อนำอุปกรณ์นี้ไปใช้ คือ นักเรียนร้อยละ 41.48 เห็นว่าเพราะครูยกยอการวางไม้แน่นจึงทำให้เวลานักเรียนเอื้อมแล้วเสียรูปทรงไป นักเรียนร้อยละ 39.29 ให้ความเห็นว่า การวางไม้ต่างเกินไปทำให้ปะกบได้ไม่แน่นพอ และนักเรียนร้อยละ 33.33 มีความเห็นว่า แมงอึกพิณใบไม่ทำด้วยไม้จริงจึงมีน้ำหนักเบาทำให้ปะกบพิณใบได้ไม่แน่น และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 4 รายการแล้ว ปรากฏผลคือ นักเรียนร้อยละ 37.95 เห็นว่าอุปกรณ์มีชอบบทร้อง (ตารางที่ 69)

ครูได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับชอบบทร้องของอุปกรณ์นี้คือ ครูร้อยละ 50.00 ให้ความเห็นว่าการวางไม้ต่างเกินไปและมีน้ำหนักเบาทำให้ปะกบได้ไม่แน่นพอ ครูร้อยละ 25.00 เห็นว่าทำด้วยไม้จริงไม่แข็งแรง และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 4 รายการแล้ว ปรากฏผลคือ ครูร้อยละ 31.25 เห็นว่าแมงอึกพิณใบมีชอบบทร้อง (ตารางที่ 70)

6. ออสโมมิเตอร์ ปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อได้ทำการทดลองคือ นักเรียนร้อยละ 52.65 ให้ความเห็นว่า เพราะปิดกระดุมเซลล์โพลีเมอร์แบบสนิทกับปากกรวยจึงทำให้ของเหลวไม่เข้าหาหินได้ นักเรียนร้อยละ 40.98 เห็นว่ากระดุมเซลล์โพลีเมอร์คุณภาพไม่ดีพอ และนักเรียนร้อยละ 20.84 เห็นว่าปัญหาในการทดลองเกิดจากการใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลน้อยเกินไป และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 10 รายการแล้ว ปรากฏผลคือ นักเรียนร้อยละ 38.81 เห็นว่าอุปกรณ์มีชอบบทร้อง (ตารางที่ 71)

ครูได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้อุปกรณ์นี้คือ ครูร้อยละ 66.66 มีความเห็นว่ากระดุมเซลล์โพลีเมอร์คุณภาพไม่ดีพอ ซากง่ายเมื่อถูกน้ำ และนักเรียนมีกระดุมเซลล์โพลีเมอร์แบบสนิทกับปากกรวย ใส่ปากกรวยเข้าไปในปากคีมที่ติดอยู่บนแผงปากคีมพร้อม ๆ กันจนเข้ากันได้โดยสะดวก และครูร้อยละ 55.35 เห็นว่าน้ำซึมเข้าออกผ่านกระดุมเซลล์โพลีเมอร์ ทำให้เสียเวลาในการทดลอง และครูเพียงร้อยละ 11.11 พบชอบบทร้อง คือ ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลน้อยเกินไป และน้ำหนักของเหลวในปากเกรอร์อยู่สูงกว่าบริเวณที่ผู้กระโดด

เซลล์เพนจึงทำให้ของเหลวมีโอกาสซึมเข้าหากันได้ง่าย และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 10 รายการปรากฏผลคือ ครูร้อยละ 30.06 พบปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลองโดยใช้ ออสโมมิเตอร์ (ตารางที่ 72)

7. ชุดตะเกียงอัลกอฮอล์ (ที่บึงลม, ขาตั้ง, ตะเกียงอัลกอฮอล์) นักเรียน เห็นว่าอุปกรณ์นี้มีปัญหาคือ นักเรียนร้อยละ 53.33 เห็นว่าให้ความร้อนไม่พอเมื่อต้องการ ความร้อนสูงทำให้สิ้นเปลืองเวลาในการทดลอง และนักเรียนร้อยละ 34.03 เห็นว่ามีข้อ บกพร่องคือ ขาตั้งไม่แข็งแรงทำให้ล้มง่าย นักเรียนร้อยละ 21.40 ให้ความเห็นว่าที่บึงลม สูงเกินไปทำให้ก๊อขวางการวางหรือยกวัตถุออกจากขาตั้ง และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 6 รายการแล้วปรากฏผลคือ นักเรียนร้อยละ 33.10 เห็นว่าชุดตะเกียงอัลกอฮอล์มีข้อบกพร่อง (ตารางที่ 73)

ครูร้อยละ 55.55 มีความเห็นว่าอุปกรณ์นี้มีปัญหาคือ ให้ความร้อนไม่เพียงพอ เมื่อต้องการความร้อนสูงทำให้สิ้นเปลืองเวลาในการทดลอง ครูร้อยละ 33.33 เห็นว่ามีข้อ บกพร่องคือ ตะเกียงอัลกอฮอล์อยู่ห่างจากตะแกรงลวดทำให้วัตถุได้รับความร้อนน้อย และครู ร้อยละ 22.22 มีความเห็นว่าขาตั้งไม่แข็งแรงทำให้ล้มง่าย และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 6 รายการแล้ว ปรากฏผลคือ ครูร้อยละ 24.07 เห็นว่าชุดตะเกียงอัลกอฮอล์มีข้อบกพร่อง (ตารางที่ 74)

8. แผ่นพลาสติกหลุม ปัญหาที่นักเรียนพบเมื่อนำไปใช้ คือ นักเรียนร้อยละ 39.68 ได้ให้ความเห็นว่าสื่อบางอย่างคือแผ่นพลาสติกหลุมทำให้สังเกตสีอื่นไม่ชัดเจน และนักเรียนร้อยละ 36.96 เห็นว่ามีน้ำหนักเบาเกินไป ดังนั้นเวลาใช้จึงมักเลื่อนที่ได้ง่ายทำให้สารเคมีปนกัน นักเรียนร้อยละ 24.12 พบว่าสารเคมีทำปฏิกิริยากับพลาสติกทำให้แผ่นพลาสติกหลุมเสีย เมื่อ พิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 3 รายการแล้วปรากฏผลคือ นักเรียนร้อยละ 33.59 เห็นว่าอุปกรณ์นี้มี ข้อบกพร่อง (ตารางที่ 75)

ครูมีความเห็นว่า แผ่นพลาสติกหลุมเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีข้อบกพร่องเลย (ตาราง ที่ 76)

9. เครื่องมือวัดปริมาณการออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ นักเรียนร้อยละ 78.54 และ 75.08 พบว่าผ่าซอกบึกไม่สนิทและรอยต่อระหว่างผ่าซอกและหลอดพลาสติกไม่แน่น จึงมีรูรั่วตามลำดับ นักเรียนร้อยละ 33.21 ได้พบข้อบกพร่องอีกคือ ผ่าซอกแตกง่าย และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 13 รายการแล้วปรากฏผลคือ นักเรียนร้อยละ 55.60 เห็นว่าอุปกรณ์นี้ข้อบกพร่อง (ตารางที่ 77)

ครูร้อยละ 100.00 ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่องของอุปกรณ์ว่า ผ่าซอกบึกไม่สนิท รอยต่อระหว่างผ่าซอกและหลอดพลาสติกไม่แน่นจึงมีรูรั่ว หลอดแก๊สที่ติดบนสเกลแตกง่าย การบีบผ่าซอกลำบากเพราะเป็นเกลียวต้องยกออกจากที่ และสารดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (โซดาแอสเคเนา) เป็นอันตรายต่อสัตว์และผู้ทดลอง ครูร้อยละ 42.84 ได้พบปัญหาในการทำทดลอง คือ ขวดใส่สัตว์เล็กผ่าซอกแตกง่าย ลูกสูบในหลอดคิดยาไม่อยู่กับที่ วางขวดใส่สัตว์เข้าประจำที่ได้ยาก เมื่อปรับระดับหยดน้ำสียค่น้ำสีจะขาดเป็นตอน ๆ สัตว์มีอาการซึม นอกจากนี้ครูร้อยละ 42.84 ยังพบปัญหาอีกคือ เมื่อทำการทดลองไปได้ระยะหนึ่งขวดจะมีฝ้าขึ้นเป็นอุปสรรคต่อการสังเกตอาการของสัตว์ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 13 รายการแล้วปรากฏผลคือ ครูร้อยละ 86.80 เห็นว่าอุปกรณ์นี้ข้อบกพร่อง (ตารางที่ 78)

10. เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนร้อยละ 57.62 ได้ให้ความเห็นว่า ไม่สะดวกในการหาขวดที่เหมาะสมที่จะนำมาติดเข้ากับเหียนไซ นักเรียนร้อยละ 39.03 เห็นว่าปัญหาในการทำทดลองอีกอย่างหนึ่งคือ ถังน้ำมีขนาดเล็กไม่สมกับกระบอกเก็บก๊าซ ทำให้ทดลองไม่สะดวก และนักเรียนอีกร้อยละ 24.90 เห็นว่าสายยางยาวเกินไปจึงมักหล่นออกนอกอ่างน้ำ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 4 รายการแล้ว ปรากฏผลคือ นักเรียนร้อยละ 29.16 เห็นว่าอุปกรณ์นี้ข้อบกพร่อง (ตารางที่ 80)

11. ปกปิดเทียน นักเรียนร้อยละ 54.24 มีความเห็นว่าอุปกรณ์มีขนาดเล็กเกินไป เห็นไม่ทั่วทั้งชิ้น นักเรียนร้อยละ 52.61 เห็นว่าอุปกรณ์ไม่แสดงให้เห็นลักษณะโครงร่างของกระบังลมที่มีลักษณะเป็นจริงในธรรมชาติ นักเรียนร้อยละ 50.32 ได้เห็นขอบกพร่อง อีกคือลูกโป่งที่ใช้แทนกระบังลมขนาดเล็กง่าย และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 6 รายการแล้วปรากฏผล คือ นักเรียนร้อยละ 42.09 เห็นว่าอุปกรณ์มีขอบกพร่อง (ตารางที่ 31)

ครูร้อยละ 67.50 ได้ให้ความเห็นว่าอุปกรณ์ในการทำทดลองคือ ลูกโป่งที่ใช้แทนกระบังลมขนาดเล็กง่าย ครูร้อยละ 25.00 ได้ทำการทดลองแล้วเห็นขอบกพร่องคือมีรูรั่ว บริเวณที่เสียบหลอดแก้วรูปตัว X และลูกโป่งที่ถูกติดกับหลอดแก้วรูปตัว X หลวม เพราะยางที่ใช้รั้งเสื่อมคุณภาพ นอกจากนี้ยังไม่แสดงให้เห็นโครงร่างของกระบังลมที่มีลักษณะเป็นจริงตามธรรมชาติได้ และครูอีกร้อยละ 12.50 เห็นว่าอุปกรณ์ในการทำอุปกรณ์คือ ลูกโป่งที่ใช้แทนถุงลมขนาดเล็กง่าย กลองพลาสติกเกิดรอยร้าวและแตกง่าย และเมื่อลูกโป่งขาด ไม่สามารถแก้ไขได้เอง เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 6 รายการแล้วปรากฏผลคือ ครูร้อยละ 25.00 เห็นว่าอุปกรณ์มีขอบกพร่อง (ตารางที่ 32)

12. เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน นักเรียนร้อยละ 67.74 ให้ความเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่องที่ได้ทำการทดลองว่า ไลก้าออกซิเจนออกไม่หมดจึงทำให้ผลการทดลองผิดพลาด นักเรียนร้อยละ 56.04 พบว่ามีรูรั่วที่จุดที่ยางบริเวณที่เสียบเทอร์โมมิเตอร์ และนักเรียนร้อยละ 35.48 ให้ความเห็นว่าในการใช้แต่ละครั้งต้องสิ้นเปลืองไฟ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้วจะเห็นว่า นักเรียนร้อยละ 40.33 เห็นว่าอุปกรณ์มีขอบกพร่อง (ตารางที่ 33)

ครูร้อยละ 50.00 เห็นขอบกพร่องในการทดลองคือ สารละลายที่ใส่ยีสต์ล้นออกทางหลอดพลาสติก ครูร้อยละ 37.50 พบอุปกรณ์ในการทำทดลองคือ แก้วเทอร์มอสแตกหรือร้าวได้ง่าย และครูร้อยละ 12.50 มีความเห็นว่าแก้วเทอร์มอส (ทำด้วยพลาสติก) เก็บความร้อนได้ไม่ดี และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 9 รายการแล้วปรากฏผลคือ ครูร้อยละ 25.00 เห็นว่าอุปกรณ์มีขอบกพร่อง (ตารางที่ 34)

13. ซีโครงเทียม นักเรียนร้อยละ 70.31 มีความเห็นว่าความไม่สะดวกในการนำอุปกรณ์นี้มาใช้คือ ไม่ได้เขียนกำกับไว้ว่าโครงสร้างแต่ละส่วนของอุปกรณ์นั้นแทนอวัยวะส่วนใด ทำให้นักเรียนไม่สะดวกในการสังเกตหรือเมื่อต้องการทดลองด้วยตนเอง นักเรียนร้อยละ 59.36 มีความเห็นว่าไม่ที่แทนกระดูกอก กระดูกซี่โครง และกระดูกสันหลังมีสีเหมือนกันจึงทำให้ไม่สะดวกในการสังเกต นักเรียนร้อยละ 44.87 เห็นว่าอุปกรณ์ในการใช้อีกอย่างหนึ่งคือแถบยางยึดที่ใส่แทนกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงเมื่อใช้แล้วเสื่อมคุณภาพ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 4 รายการแล้วปรากฏผลคือ นักเรียนร้อยละ 57.86 เห็นว่าอุปกรณ์นี้มีข้อบกพร่อง (ตารางที่ 85)

ครูร้อยละ 62.50 มีความเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่องของอุปกรณ์ว่า ไม่ได้เขียนกำกับว่าโครงสร้างของอุปกรณ์แต่ละส่วนแทนอวัยวะส่วนใดทำให้นักเรียนเกิดความไม่สะดวกในการสังเกตหรือเมื่อต้องการทดลองด้วยตนเอง ครูร้อยละ 50.00 เห็นว่าไม่ที่แทนกระดูกอก กระดูกซี่โครง และกระดูกสันหลังมีสีเหมือนกันทำให้ไม่สะดวกในการสังเกต และครูร้อยละ 25.00 ให้ความเห็นว่าอุปกรณ์ในการใช้อุปกรณ์นี้คือ แถบยางยึดที่ใส่แทนกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงมีสีเดียวกันทำให้นักเรียนสังเกตการทำงานของกล้ามเนื้อได้ยากกว่าที่ได้เห็นเป็นสีต่างกัน และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย 4 รายการแล้วปรากฏผลคือ ครูร้อยละ 40.63 เห็นว่าอุปกรณ์นี้มีข้อบกพร่อง (ตารางที่ 86)

14. โป้โคมิเตอร์ นักเรียนร้อยละ 61.51 พบข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเมื่อทำการทดลองคือ นักเรียนกรอกน้ำไม่ดีเกิดมีฟองอากาศภายในหลอดแคลพิลลารี นักเรียนร้อยละ 45.06 พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นอีกคือ นักเรียนใช้ปากคีบหนีบบริเวณหลอดพลาสติกใต้ถึงไม่ทำให้น้ำเข้าสู่ท่อไซเลมไม่สะดวก ทำให้การทดลองเกิดผลช้าหรือไม่เกิดผลเลย นักเรียนร้อยละ 26.97 พบข้อบกพร่องคือ สกรูยึดแซนกับขาตั้งในแนวค้ำเป็นเหล็กกับเหล็กทำให้ยึดกันได้ไม่แน่นแซนจึงไหลลื่นลงมาได้ง่าย และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 6 รายการแล้วปรากฏผลคือ นักเรียนร้อยละ 42.43 เห็นว่าอุปกรณ์นี้มีข้อบกพร่อง (ตารางที่ 87)

ครูร้อยละ 44.44 ให้ความเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่องของอุปกรณ์ว่า ใส่หลอด แคมฟิลาไว้เข้าไปในปากคืบที่ติดอยู่บนแผงปากคืบพร้อม ๆ กันสองอันทำให้ไม่สะดวก และ นักเรียนใช้ปากคืบหนีบริเวณหลอดพลาสติกได้ปลายกิ่งไม้ทำให้น้ำเข้าสู่ท่อไซเลมได้ไม่สะดวก ดังนั้นผลการทดลองจึงเกิดซ้ำหรือไม่เกิดผลเลย ครูร้อยละ 33.33 มีความเห็นว่า อุปกรณ์ในการทดลองคือ ไม่มีภาชนะพอเหมาะที่จะใส่น้ำสำหรับใช้กรอกเข้าไปในหลอดแคมฟิลา (มีถึง น้ำก้นเกินไป) กรอกน้ำไม่ดีทำให้เกิดมีฟองอากาศภายในหลอดแคมฟิลา และเห็นว่าอุปกรณ์นี้มีข้อบกพร่องคือ สกรูที่ยึดแขนกับขาตั้งในแนวคืบเป็นหลักกับหลักทำให้ยึดกันได้ไม่แน่น แขนจึงไหลลื่นลงมาได้ง่าย และครูเพียงร้อยละ 11.11 เห็นว่าข้อบกพร่องในการทดลองอีกอย่างหนึ่งคือ ปลายกิ่งไม้ไม่ถึงระดับน้ำทำให้น้ำสปีในปีกเกอร์ไม่ขึ้นไปตามหลอดแคมฟิลา และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 6 รายการแล้วผลปรากฏว่า ครูร้อยละ 33.33 มีความเห็นว่าอุปกรณ์มีข้อบกพร่อง (ตารางที่ 88)

15. ตู้ถ่ายเชื้อ นักเรียนร้อยละ 74.51 เห็นว่าปัญหาในการทดลองคือ ไม่สามารถเห็นการถ่ายเชื้อได้ทั่วถึงเพราะมีฝาที่เป็นกระจกปิดเปิดด้านบนเพียงด้านเดียว ด้านหลังส่วทำด้วยไม้ฉีก นักเรียนร้อยละ 57.91 พบข้อบกพร่องคือ ฝาปิดเปิดช่องสำหรับสอดมือเข้าไปถ่ายเชื้อปิดไม่สนิททำให้การถ่ายเชื้อเกิดการปนเปื้อนเพราะจุลินทรีย์จากภายนอกเข้าไปได้ และนักเรียนร้อยละ 29.34 เห็นว่าฝาปิดเปิดช่องชำรุดง่าย เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 7 รายการแล้วปรากฏผลว่า นักเรียนร้อยละ 44.89 เห็นว่าอุปกรณ์มีข้อบกพร่อง (ตารางที่ 89)

ครูร้อยละ 88.88 เห็นว่าอุปกรณ์ในการทดลองคือนักเรียนไม่สามารถมองเห็นการสาธิตการถ่ายเชื้อได้ทั่วถึงเพราะมีฝากระจกปิดเปิดด้านบนเพียงด้านเดียว ด้านข้างหลังส่วทำด้วยไม้ฉีก ครูร้อยละ 33.33 มีความเห็นว่าฝาปิดเปิดช่องปิดไม่สนิททำให้เชื้อจุลินทรีย์จากภายนอกเข้าไปได้ ครูร้อยละ 22.22 พบข้อบกพร่องอีกคือ ฝาปิดเปิดช่องชำรุดง่ายและเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยทั้ง 7 รายการแล้วผลปรากฏว่า ครูร้อยละ 36.50 เห็นว่าอุปกรณ์มีข้อบกพร่อง (ตารางที่ 90)

ตารางที่ 61 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของเครื่องมือวัดปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
		มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
1	ฝาจุกมีรูรั่ว	61.20	38.98
2	รอยต่อระหว่างหลอดพลาสติกและหลอดแก้วเชื่อมกันไม่สนิท	51.24	48.75
3	หลอดฉีดยาอินเอนไปมาได้เพราะไม่มีอะไรยึดไว้	50.53	49.40
4	กระบอกสูบในหลอดฉีดยาไม่สามารถบังคับให้อยู่กับที่ได้	39.14	60.85
5	สเกลสั้นเกินไป	37.36	62.63
6	สารละลายนำตาลที่ใส่ยีสต์ล้นหลอดแก้ว	37.09	62.90
7	ปฏิกิริยาเร็วเกินไปทำให้บันทึกผลไม่สะดวก	36.29	63.70
8	หลอดพลาสติกมีรู (อาจเกิดจากการฉีกขาด)	31.67	68.32
9	ความไม่ชัดเจนของหยดน้ำสี	29.18	70.81
เฉลี่ย 9 รายการ		41.53	58.46

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 281 คน

ตารางที่ 62 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของเครื่องมือวัดปริมาณ
ของการขาดเรียนออกไรต์

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
		ร้อยละ	ร้อยละ
1	หลอดฉีดยาโชนเอนไปมาได้เพราะไม่มีอะไรยึดไว้	88.88	11.11
2	สารละลายนำตาลที่ใส่ยีสต์คนหลอดแก้ว	77.77	22.22
3	กระบอกสูบในหลอดฉีดยาไม่สามารถบังคับให้อยู่กับที่ได้	66.66	33.33
3	สเกลสั้นเกินไป	66.66	33.33
3	ความไม่ชัดเจนของหยคน้ำสี	66.66	33.33
4	ฝาจุกป็นรูรั่ว	55.55	44.44
4	ปฏิกิริยาเร็วเกินไปทำให้บันทึกผลไม่สะดวก	55.55	44.44
5	หลอดพลาสติกกรั่ว (อาจเกิดจากการฉีกขาด)	22.22	77.77
5	รอยต่อระหว่างสายพลาสติกและหลอดแก้วเชื่อมกันไม่สนิท	22.22	77.77
	ค่าเฉลี่ย 9 รายการ	58.01	41.97

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 63 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ ที่วางหลอดทดสอบ

ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
	มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
ใช้หลอดทดสอบไม่ได้ทุกชนิด (เนื่องจากใช้หลอดทดสอบขนาดใหญ่ลงในช่องใช้หลอดทดสอบไม่ได้ หรือใส่ได้แต่ไม่ถึงช่องข้างล่าง	60.71	39.28
ใช้หลอดทดสอบไม่ได้ทุกชนิด (เพราะหลอดทดสอบขนาดใหญ่วางคว่ำลงในช่องใช้หลอดทดสอบไม่ได้)	59.64	40.35
ขนาดของช่องใช้หลอดทดสอบแต่ละช่องไม่เท่ากันทำให้ใช้ไม่สะดวก(เนื่องจากใช้หลอดทดสอบใหญ่ ๗ หลอด ๗ หลอดไม่ได้)	53.57	46.47
ค่าเฉลี่ย 3 รายการ	57.97	42.01

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 280 คน

ตารางที่ 64 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของที่ว่างหลอกทดสอบ

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญห ร้อยละ	ไม่มีปัญห ร้อยละ
1	ขนาดของช่องใส่หลอกทดสอบแต่ละช่องไม่เท่ากันทำให้ใช้ไม่สะดวก (เนื่องจากใช้หลอกทดสอบขนาดใหญ่หลาย ๆ หลอกไม่ได้)	66.66	33.33
2	ใช้ผังหลอกทดสอบไม่ได้ทุกชนิด (เพราะหลอกทดสอบขนาดใหญ่วาง คว่ำลงในช่องใส่หลอกทดสอบไม่ได้)	66.66	33.33
3	ใช้ใส่หลอกทดสอบไม่ได้ทุกชนิด (เนื่องจากใส่หลอกทดสอบขนาดใหญ่ ลงในช่องใส่หลอกทดสอบไม่ได้ หรือใส่ได้แต่ไม่ถึงช่องข้างล่าง)	55.55	44.44
	ค่าเฉลี่ย 3 รายการ	62.95	37.03

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 65 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับขอบกพร่องของ สวิตช์แผงตอน

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
		มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
		ร้อยละ	ร้อยละ
1	สวิตช์แผงตอนได้เฉพาะบริเวณใกล้ ๆ ขอบบ่อหรือสระเพราะไม่มีค้ำ	58.82	41.17
2	สายโซ่ของเหล็กมักขดเป็นก้อนทำให้ไขไม่สะดวก	42.45	57.50
3	สายโซ่ของเหล็กหลุดจากขอบ	38.23	61.76
	ค่าเฉลี่ย 3 รายการ	46.51	53.47

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 170 คน

ตารางที่ 66 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับขอบกพร่องของสวิตช์แผงตอน

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
		ร้อยละ	ร้อยละ
1	สวิตช์แผงตอนได้เฉพาะบริเวณใกล้ ๆ ขอบบ่อหรือสระเพราะไม่มีค้ำ	60.00	40.00
2	สายโซ่ของเหล็กมักขดเป็นก้อนทำให้ไขไม่สะดวก	20.00	80.00
3	สายโซ่ของเหล็กหลุดจากขอบ	-	100.00
	ค่าเฉลี่ย 3 รายการ	26.66	73.33

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 5 คน

ตารางที่ 67 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของกรอบไม้นับประชากร

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
		มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
1	กลุ่มประชากรอยู่กระจัดกระจาย	39.70	60.29
2	กลุ่มประชากรมีจำนวนชนิดมากเกินไป	38.60	61.39
3	จำนวนประชากรในแต่ละชนิดมีน้อยเกินไป	30.51	69.48
4	ไม่มีกลุ่มประชากรสำหรับใช้ในการสืบตัวอย่าง	23.89	76.10
5	ขนาดเล็กเกินไปไม่เหมาะสมกับชนิดของอุปกรณ์	23.52	76.47
6	ขนาดใหญ่เกินไปไม่เหมาะสมกับชนิดของกลุ่มประชากร	22.79	77.20
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	29.83	70.15

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 272 คน

ตารางที่ 68 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของกรอบไม้นับประชากร

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
1	กลุ่มประชากรอยู่กระจัดกระจาย	44.44	55.55
2	จำนวนประชากรแต่ละชนิดมีน้อยเกินไป	33.33	66.66
3	ไม่มีกลุ่มประชากรสำหรับใช้ในการค้นคว้าอย่าง	22.22	77.77
4	ขนาดเล็กเกินไปไม่เหมาะกับชนิดของกลุ่มประชากร	11.11	88.88
5	ขนาดใหญ่เกินไปไม่เหมาะกับชนิดของกลุ่มประชากร	—	100.00
6	กลุ่มประชากรมีจำนวนชนิดมากเกินไป	—	100.00
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	18.51	81.47

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 69 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของแผนกทัศนศิลป์

อันดับ กับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
		มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
1	หมุดที่ยึดตารางไม้ไม่แน่นทำให้เวลามัดสายเชือกแล้วเสียรูปทรงไป (โยเย)	41.48	58.51
2	ตารางไม้ห่างไปทำให้ปะกบได้ไม่แน่นพอ	39.25	60.74
3	แผนกทัศนศิลป์ทำถ้วยไม้ไม่ดีจึงไม่แข็งแรง	37.77	62.22
4	แผนกทัศนศิลป์ (ทำถ้วยไม้ไม่ดี) จึงมีน้ำหนักเบาทำให้ปะกบทัศนศิลป์ ได้ไม่แน่น	33.33	66.66
	ค่าเฉลี่ย 4 รายการ	37.95	62.03

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 135 คน

ตารางที่ 70 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของแผนกทัศนศึกษา

อันดับ กับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
1	ตารางไม่ทางเดินไปทำให้ปะกบได้ไม่แน่นอน	50.00	50.00
1	แผนกทัศนศึกษา (ทำด้วยไม้อัด) จึงมีน้ำหนักเบาทำให้ปะกบทัศนศึกษาได้ไม่แน่นอน	50.00	50.00
2	แผนกทัศนศึกษาทำด้วยไม้อัดจึงไม่แข็งแรง	25.00	75.00
3	หมุดที่ยึดตารางไม่มั่นคงทำให้เวลาเลิกสายเชือกแล้วเสียรูปทรงไป (โยเย)	—	100.00
ค่าเฉลี่ย 4 รายการ		31.25	68.75

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 4 คน

ตารางที่ 71 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ ออสโมมิเตอร์

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
		มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
1	นักเรียนมีกระดาษเช็ดโลเฟนไม่แนบสนิทกับปากกรวยทำให้ของเหลวซึมเข้าหากันได้	52.67	47.34
2	กระดาษเช็ดโลเฟนมีคุณภาพไม่ดีพอซาก่ายเมื่อถูกน้ำ	40.98	59.01
3	น้ำซึมผ่านกระดาษเช็ดโลเฟนได้ช้าทำให้เสียเวลาในการทดลอง	37.80	62.19
4	กระดาษเช็ดโลเฟนมีจำนวนไม่เพียงพอ	35.33	64.66
5	การจัดระดับน้ำหรือของเหลวในบีกเกอร์สูงกว่าบริเวณที่กระดาษเช็ดโลเฟนทำให้ของเหลวมีโอกาสซึมเข้าหากันได้ง่าย	34.27	65.72
6	ใส่น้ำเชื่อมในกรวยแล้วนอยเกินไปไม่พบนกระเปาะทำให้เห็นผลการทดลองไม่ชัดเจน	32.50	67.49
7	สกรูยึดแขนกับขาตั้งในแนวตั้งเป็นเหล็กกับเหล็กทำให้ยึดกันได้ไม่แน่น แขนจึงไหลลื่นลงมาได้ง่าย	28.26	71.73
8	ใส่ก้านกรวยเข้าไปในปากคิ๊บที่ติดอยู่บนแผงปากคิ๊บพร้อม ๆ กัน 2 อัน ทำได้ไม่สะดวก	27.91	72.08
9	เกลียวระหว่างฐานและขาตั้งในแนวตั้งของขาตั้งคล้อยเกลียวได้ง่าย	27.56	72.43
10	ความเข้มข้นของน้ำตาลน้อยเกินไป	20.84	79.15
	ค่าเฉลี่ย 10 รายการ	33.81	66.18

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 283 คน

ตารางที่ 72 แสดงความบกพร่องของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ ออสโมมิเตอร์

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญห ร้อยละ	ไม่มีปัญห ร้อยละ
1	กระดามเซลล์โพลีมีคุณภาพไม่ดีพอราคาถูกง่ายเมื่อถูกน้ำ	66.66	33.33
1	นักเรียนเปิดกระดามเซลล์โพลีไม่เหมาะสมกับปากกรวยผักบัว ทำให้ของเหลวซึมเข้าหากันได้	66.66	33.33
1	ใส่ก้านกรวยเข้าไปในปากคีมที่ติดอยู่บนแผงปากคีมพร้อม ๆ กัน 2 อันทำให้ไม่สะดวก	66.66	33.33
2	น้ำซึมเข้าออกผ่านกระดามเซลล์โพลีได้ช้าทำให้เสียเวลาใน การทดลอง	55.55	44.44
3	กระดามเซลล์โพลีมีจำนวนไม่เพียงพอ	33.33	66.66
3	สกรูที่บีบแน่นกับขาตั้งในแนวตั้งเป็นหลักกับเหมาทำให้ยึดกันได ไม่แน่น แขนจึงไหลลื่นลงมาได้ง่าย	33.33	66.66
4	ใส่น้ำเชื่อมในกรวยแก้วน้อยเกินไปไม่พบนกระเปาะทำให้เห็นผลการ ทดลองไม่ชัดเจน	22.22	77.77
4	เกลียวระหว่างฐานและขาตั้งในแนวตั้งของขาตั้งยึดกรวยผักบัว คลายเกลียวได้ง่าย	22.22	77.77
5	ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลน้อยเกินไป	11.11	88.88
5	การจัดระดับน้ำหรือของเหลวในเมกเกอร์อยู่สูงกว่าบริเวณที่นก กระดามเซลล์โพลี ทำให้ของเหลวมีโอกาสซึมเข้าหากันได้ง่าย	11.11	88.88
ค่าเฉลี่ย 10 รายการ			61.11

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 73 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของชุดตะเกียงอัลกอฮอล์

อันดับ กับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
		มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
1	ให้ความร้อนไม่เพียงพอเมื่อต้องการความร้อนสูงทำให้สิ้นเปลือง เวลาในการทำการศึกษาทดลอง	53.33	46.66
2	ขาตั้งไม่แข็งแรงทำให้ล้มง่าย	34.03	65.96
2	ฐานขาตั้งเป็นวงกลมทำให้กีดขวางการยกตะเกียงเข้าหรือออกขณะ ที่มีวัตถุวางอยู่บนขาตั้ง	34.03	65.96
3	ตะเกียงอัลกอฮอล์ลอยห่างจากตะแกรงลวดมากทำให้วัตถุได้รับความ ร้อนน้อย	28.07	71.92
4	ที่บังลมสูงเลยขาตั้งทำให้กีดขวางในการสังเกตการทดลอง	27.71	72.28
5	ที่บังลมสูงเกินไปทำให้กีดขวางในการวางหรือยกวัตถุจากขาตั้ง	21.40	78.59
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	33.10	66.88

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 285 คน

ตารางที่ 74 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ ชุดตะเกียงอัลกอฮอล

อันดับ กับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
1	ให้ความร้อนไม่เพียงพอเมื่อต้องการความร้อนสูงทำให้สิ้นเปลือง เวลาในการทำการทดลอง	55.55	44.44
2	ตะเกียงอัลกอฮอลอยู่ห่างจากตะแกรงลวดทำให้วัตถุได้รับความร้อน น้อย	33.33	66.66
2	ขาตั้งเป็นวงกลมทำให้กีดขวางการยกตะเกียงเข้าหรือออกขณะที่ ยังมีวัตถุวางอยู่บนขาตั้ง	33.33	66.66
3	ขาตั้งไม่แข็งแรงทำให้ล้มง่าย	22.22	77.77
4	ที่บังลมสูงเกินไปทำให้กีดขวางการวางหรือยกวัตถุจากขาตั้ง	-	100.00
5	ที่บังลมสูงเลยขาตั้งทำให้กีดขวางในการสังเกตการทดลอง	-	100.00
		24.07	75.92

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 75 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของแผ่นพลาสติกหุ้ม

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
		มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
		ร้อยละ	ร้อยละ
1	สีบางอย่างติดแผ่นพลาสติกหุ้มทำให้สังเกตเห็นไม่ชัดเจน	39.68	60.31
2	เบาเกินไป เวลาใช้จึงมักเลื่อนที่ได้ง่าย (ทำให้สารเคมีปนกัน)	36.96	63.03
3	สารเคมีทำปฏิกิริยากับพลาสติกทำให้แผ่นพลาสติกหุ้มเสีย	24.12	75.87
	ค่าเฉลี่ย 3 รายการ	33.59	66.40

ค่าสถิติได้จากจำนวนนักเรียน 257 คน

ตารางที่ 76 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ แผ่นพลาสติกหุ้ม

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
		ร้อยละ	ร้อยละ
1	เบาเกินไป เวลาใช้จึงมักเลื่อนที่ได้ง่าย ทำให้สารเคมีปนกัน	—	100.00
2	สารเคมีทำปฏิกิริยากับพลาสติกทำให้แผ่นพลาสติกหุ้มเสีย	—	100.00
3	สีบางอย่างติดแผ่นพลาสติกหุ้มทำให้สังเกตเห็นไม่ชัดเจน	—	100.00
	ค่าเฉลี่ย 3 รายการ	—	100.00

ค่าสถิติได้จากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 77 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของเครื่องมือวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
		มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
		ร้อยละ	ร้อยละ
1	ฝาขวดปิดไม่สนิท	78.54	21.45
2	รอยต่อระหว่างฝาขวดและหลอดพลาสติกไม่แน่นจึงมีรูรั่ว	75.80	24.91
3	สัตว์มีอาการซึมทำให้ผลการทดลองเกิดซ้ำ	72.31	27.68
4	เมื่อใส่หลอดจึ้นคียบาปรับหยคน้ำสีทำให้หยคน้ำสีชาคเป็นตอนๆอ่านไม่สะดวก	63.32	36.67
5	สารดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(โซดาแฉกเผา)เป็นอันตรายต่อสัตว์และบุุคคลอง	62.62	37.37
6	การวางขวดใส่สัตว์เข้าประจำที่ไม่สะดวก	58.47	41.52
7	ขวดใส่สัตว์มีขนาดเล็กทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนน้อยเกินไปสำหรับสัตว์ที่ใช้ทำการทดลองนาน ๆ	54.67	45.32
8	ฝาขวดเป็นเกลียวปิดลำบากต้องยกขวดออกจากที่	52.94	47.05
9	หลอดจึ้นคียบาไม่สามารถบังคับให้อยู่กับที่ได้	43.94	56.05
10	หลอดแคลพิลลารีที่ติดอยู่เหนือสเกลแตกง่าย	43.59	56.40
10	การใส่หลอดแคลพิลลารีลงในครีปเหนือสเกลทำได้ไม่สะดวก	43.59	56.40
11	เมื่อทำการทดลองไปไคระยะหนึ่งขวดมีฝ้าขุ่นมัวเป็นอุปสรรคในการสังเกตอาการของสัตว์	40.48	59.51
12	ฝาขวดแตกง่าย	33.21	66.79
	ค่าเฉลี่ย 13 รายการ	55.60	44.39

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 289 คน

ตารางที่ 78 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของเครื่องมือวัดปริมาณการออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
		ร้อยละ	ร้อยละ
1	ฝาขวดปิดไม่สนิท	100.00	—
1	รอยต่อระหว่างฝาขวดและหลอดพลาสติกไม่แน่นจึงมีรูรั่ว	100.00	—
1	หลอดแคลพิลลารีที่ติดอยู่เหนือสเกลแตกง่าย	100.00	—
1	ฝาขวดเป็นเกลียวปิดลำบากต้องยกขวดออกจากที่	100.00	—
1	สารดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (โซดาแอสคา) เป็นอันตรายต่อสัตว์และผู้ทดลอง	100.00	—
2	ขวดใส่สัตว์มีขนาดเล็กทำให้ปริมาณการออกซิเจนมีน้อยเกินไปสำหรับสัตว์ที่ใช้ทำการทดลองนาน ๆ	85.68	14.28
2	ฝาขวดแตกง่าย	85.68	14.28
2	หลอดฉีดยาไม่สามารถบังคับให้อยู่กับที่ได้	85.68	14.28
2	การวางขวดใส่สัตว์เข้าประจำที่ทำได้ไม่สะดวก	85.68	14.28
2	เมื่อใช้หลอดฉีดยาปรับระดับของหยคน้ำสีทำให้หยคน้ำสีขาดเป็นตอน ๆ ไม่สะดวกในการอ่าน	85.68	14.28
2	สัตว์มีอาการซึมทำให้ผลการทดลองเกิดช้า	85.68	14.28
3	การใส่หลอดแคลพิลลารีลงในครีปเหนือสเกลทำได้ไม่สะดวก	71.42	28.56
4	เมื่อทำการทดลองไปได้ระยะหนึ่งขวดจะมีฝ้าขุ่นมัวเป็นอุปสรรคต่อการสังเกตอาการของสัตว์	42.84	57.12
	ค่าเฉลี่ย 13 รายการ	86.80	13.18

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 7 คน

ตารางที่ 79 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของเครื่องมือ
เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
		มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
1	ไม่สะดวกในการหาหลอดที่เหมาะสมที่จะนำมาติดเข้ากับ เทียนไข	57.62	42.37
2	มีอ่างน้ำขนาดเล็กเกินไปไม่เหมาะสมกับกระบอกเก็บก๊าซ จึงทำให้การทดลองไม่สะดวก	39.03	60.96
3	เมื่อสอดสายยางเข้าข้างใต้กระบอกเก็บก๊าซแล้วกระบอก เก็บก๊าซมักจะเอียงและล้ม	36.05	63.94
4	สายยางยาวเกินไปจึงมักหล่นออกนอกอ่างน้ำขณะที่สอดสาย ยางเข้าใต้กระบอกเก็บก๊าซ	24.90	75.09
	ค่าเฉลี่ย 4 รายการ	39.40	60.59

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 269 คน

ตารางที่ 80 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของเครื่องมือ
เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
		ร้อยละ	ร้อยละ
1	ไม่สะดวกในการหาหลอดที่เหมาะสมที่จะนำมาติดเข้ากับ เทียนไข	66.64	33.32
2	มีอ่างขนาดเล็กเกินไปไม่เหมาะสมกับกระบอกเก็บก๊าซ จึงทำให้การทดลองไม่สะดวก	49.98	49.98
3	สายยางยาวเกินไปจึงมักหล่นออกนอกอ่างนำขณะที่สอดสายยาง เข้าในกระบอกเก็บก๊าซ	-	100.00
3	เมื่อสอดสายยางเข้าข้างในกระบอกเก็บก๊าซแล้วกระบอกเก็บ ก๊าซมักเอียงและล้ม	-	100.00
	ค่าเฉลี่ย 4 รายการ	29.16	70.83

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 6 คน

ตารางที่ 81 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ ปอดเทียม

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
		มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
		ร้อยละ	ร้อยละ
1	มีขนาดเล็กเกินไปจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถเห็นได้ทั่วทั้งชั้น	54.24	45.75
2	ไม่ได้แสดงให้เห็นลักษณะโครงสร้างของกระบังลมที่มีลักษณะเป็นจริงตามธรรมชาติ(ในธรรมชาติกระบังลมจะมีลักษณะโค้งขึ้นไม่ใช่แบนเหมือนอย่างอุปกรณ์)	52.61	47.38
3	ลูกโป่งที่ใช้แทนกระบังลมขาดง่าย	50.32	49.67
4	มีรูรั่วบริเวณที่เสียบหลอดแก้วรูปตัว Y	41.50	58.94
5	ลูกโป่งที่ผูกติดกับหลอดแก้วรูปตัว Y หลวมเพราะยางที่รัดอยู่เสื่อมคุณภาพ	38.23	61.76
6	เมื่อลูกโป่งขาดไม่สามารถแก้ไขได้เอง	37.90	62.09
7	กลองพลาสติกมักเกิดรอยร้าวหรือแตกง่าย	36.92	63.07
8	ลูกโป่งที่ใช้แทนถุงลมขาดง่าย	31.37	68.62
	ค่าเฉลี่ย 8 รายการ	42.89	57.16

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 306 คน

ตารางที่ 82 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับขอบทระองของ ปอดเทียม

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
		ร้อยละ	ร้อยละ
1	ลูกโป่งที่ใส่แทนกระบังลมราคาถูก	87.50	12.50
2	มีรูรับบริเวณที่เสียบหลอดแกวรูปตัว X	25.00	75.00
2	ลูกโป่งที่ผูกติดกับหลอดแกวรูปตัว X หลวมเพราะยางที่รัดอยู่ เสื่อมคุณภาพ	25.00	75.00
2	ไม่ได้แสดงให้นักเรียนเห็นลักษณะโครงสร้างของกระบังลม ที่มีลักษณะเป็นจริงตามธรรมชาติได้ (ในธรรมชาติกระบังลมจะมี ลักษณะเป็นรูปโค้งขึ้น ไม่ใช่แบนเหมือนอย่างอุปกรณ์)	25.00	75.00
3	ลูกโป่งที่ใส่แทนถุงลมราคาถูก	12.50	87.50
3	กล่องพลาสติกเกิดมีรอยร้าวหรือแตกง่าย	12.50	87.50
3	เมื่อลูกโป่งขาดไม่สามารถแก้ไขได้เอง	12.50	87.50
4	มีขนาดเล็กเกินไปจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถมองเห็นทั่วทั้งชิ้น	-	100.00
	ค่าเฉลี่ย 8 รายการ	25.00	75.00

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 8 คน

ตารางที่ 83 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของเครื่องมือ
ทดลองการหายใจแบบไม้ออกซิเจน

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
		มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
1	โล่กาชออกซิเจนออกไม่หมดทำให้ผลการทดลองผิดพลาด	67.74	32.25
2	จุกยางบริเวณที่เสียบเทอร์โมมิเตอร์มีรูรั่ว	56.04	43.95
3	จุกยางบริเวณที่เสียบสายยางมีรูรั่ว	54.03	45.96
4	แก้วเทอร์มอสทำด้วยพลาสติกเก็บความร้อนได้ไม่ดี	49.59	50.40
5	เมื่อเทอร์โมมิเตอร์แตกหรือชำรุดไม่สามารถเปลี่ยนเองได้	47.17	52.87
6	สารละลายน้ำตาลที่ใส่ยีสต์ล้นออกทางหลอดพลาสติก	43.54	56.45
7	แก้วเทอร์มอสแตกหรือร้าวได้ง่าย	40.72	59.27
7	ออกซิเจนมีโอกาสดูดสารละลายทางหลอดพลาสติก ที่ไขเป็นหลอดนำก๊าซได้	40.72	59.27
8	ในการทดลองแต่ละครั้งต้องสิ้นเปลืองเทียนในฉารณีกวแก้ว เทอร์มอส	35.48	64.51
	ค่าเฉลี่ย 9 รายการ	48.33	51.65

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 248 คน

ตารางที่ 84 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของเครื่องมือ
ทดลองการหายใจแบบไมโครออกซิเจน

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
		ร้อยละ	ร้อยละ
1	สารละลายนำตาลที่ใส่ยีสต์ล้นออกทางหลอดพลาสติก	50.00	50.00
2	แก้วเทอร์มอสแตกหรือร้าวได้ง่าย	37.50	62.50
3	จุกยางบริเวณที่เสียบเทอร์โมมิเตอร์มีรูรั่ว	25.00	75.00
3	จุกยางบริเวณที่เสียบสายยางมีรูรั่ว	25.00	75.00
3	เมื่อเทอร์โมมิเตอร์แตกหรือชำรุดไม่สามารถเปลี่ยนเองได้	25.00	75.00
3	ไลกาชออกซิเจนออกไม่หมดทำให้ผลการทดลองผิดพลาด	25.00	75.00
4	แก้วเทอร์มอสทำด้วยพลาสติกเก็บความร้อนไม่ดี	12.50	87.50
4	กาชออกซิเจนมีโอกาสเข้าไปสู่สารละลายทางหลอดพลาสติก ที่ใช้เป็นหลอดนำก๊าซได้	12.50	87.50
4	ในการทดลองแต่ละครั้งต้องสิ้นเปลืองเทปในการฉีกปาก แก้วเทอร์มอส	12.50	87.50
	ค่าเฉลี่ย 9 รายการ	25.00	75.00

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 8 คน

ตารางที่ 85 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ ซีโครงเทียม

ชั้น กับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
		มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
1	ไม่ได้เขียนกำกับไว้ว่า โครงสร้างแต่ละส่วนแทนอวัยวะส่วนใด ทำให้นักเรียนเกิดความไม่สะดวกในการสังเกตหรือเมื่อต้อง การทดลองด้วยตัวเอง	70.31	29.68
2	ไม่ที่แทนกระดูกอก กระดูกซี่โครง และกระดูกสันหลังมีสีเหมือน กันทำให้ไม่สะดวกในการสังเกต	59.36	40.63
3	แถบยางยืดที่ใช้แทนกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงมีสีเดียวกัน อาจทำให้นักเรียนสังเกตการทำงานของกล้ามเนื้อได้ยากกว่า ที่จะได้เห็นเป็นสีต่างกัน	56.89	43.10
4	แถบยางยืดที่ใช้แทนกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงเมื่อใช้แล้วเสื่อม คุณภาพ	44.87	55.12
	ค่าเฉลี่ย 4 รายการ	57.86	42.13

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 283 คน

ตารางที่ 86 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับขอบพระองค์ของ ซีโครงเต็ม

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญหาร้อยละ	ไม่มีปัญหาร้อยละ
1	ไม่ได้เขียนกำกับไว้ว่าโครงสร้างแต่ละส่วนแทนอวัยวะส่วนใด ทำให้นักเรียนเกิดความไม่สะดวกในการสังเกตหรือเมื่อ ต้องการทดลองด้วยตัวเอง	62.50	37.50
2	ไม่ที่ชี้แทนกระดูกอก กระดูกสันหลัง และกระดูกซี่โครง มีสีเหมือนกันทำให้ไม่สะดวกในการสังเกต	50.00	50.00
3	แถบยางยืดที่ชี้แทนกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง มีสีเดียวกัน อาจทำให้นักเรียนสังเกตการทำงานของกล้ามเนื้อได้ยาก กว่าที่เห็นเป็นสีต่างกัน	25.00	75.00
4	แถบยางยืดที่ชี้แทนกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงเมื่อใช้แล้ว เสียคุณภาพ	25.00	75.00
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	40.63	59.38

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 8 คน

ตารางที่ 87 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ โป้โคมิเตอร์

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
		มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
1	กรรอกน้ำไม่ทำให้เกิดฟองอากาศภายในหลอดแคพพิลลารี	61.51	38.48
2	นักเรียนใช้ปากคีบหนีบบริเวณสายยางใต้กึ่งไม้ ทำให้น้ำเขาสูทอ ไซเลมได้ไม่สะดวก ทำให้ผลการทดลองเกิดขึ้นหรือไม่เกิดผล เลย	45.06	54.93
3	ไม่มีภาชนะที่พอเหมาะที่จะใส่น้ำสำหรับใช้กรอกเข้าในหลอด แคพพิลลารี (มีถึงน้ำที่ขึ้นเกินไป)	43.09	56.90
4	กึ่งไม้ไม่ถึงระดับน้ำทำให้น้ำสีในบีกเกอร์ไม่ขึ้นไปตามหลอด แคพพิลลารี	39.80	60.19
5	ใส่หลอดแคพพิลลารีเข้าไปในปากคีบที่อยู่บนขาตั้งพร้อม ๆ กันสองอันทำได้ไม่สะดวก	38.15	61.84
6	สกรูที่ยึดแขนกับขาตั้งในแนวตั้งเป็นเหล็กกับเหล็กทำให้ยึด กันได้ไม่แน่น แขนจึงไหลเลื่อนมาได้ง่าย	26.97	73.02
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	42.43	57.56

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 304 คน

ตารางที่ 88 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ โปโตมิเตอร์

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
		ร้อยละ	ร้อยละ
1	ใส่หลอดแคพพิลลารีเข้าไปในปากคีมที่ติดอยู่บนแผงปากคีม พร้อมๆกันสองอันทำได้ไม่สะดวก	44.44	55.55
1	นักเรียนใช้ปากคีมหนีบบริเวณสายยางใต้ปลายกิ่งไม้ ทำให้น้ำเขาสูทอไซเคมโคไม่สะดวก(ทำให้ผลการทดลอง เกิดซ้ำหรือไม่เกิดผลเลย)	44.44	55.55
2	ไม่มีภาชนะที่พอเหมาะที่จะใส่น้ำสำหรับใช้กรอกเข้าไปใน หลอดแคพพิลลารี (มีถึงน้ำที่ต้นเกินไป)	33.33	66.66
2	กรอกน้ำไม่ดีทำให้เกิดฟองอากาศภายในหลอดแคพพิลลารี	33.33	66.66
2	สกรูที่ยึดแขนกับขาตั้งในแนวตั้งเป็นเกลียวกับเกลียวทำให้ยึด กันโคไม่แน่น แขนจึงไหลลั่นลงมาได้ง่าย	33.33	66.66
3	กิ่งไม้ไม่ถึงระดับน้ำทำให้น้ำสไล่นิกเกอร์ไม่ขึ้นไปตามหลอด แคพพิลลารี	11.11	88.88
	ค่าเฉลี่ย 6 รายการ	33.33	66.66

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 9 คน

ตารางที่ 89 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับขอบพระองค์ของ ตู้ถ่ายเชื้อ

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนนักเรียน	
		มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
1	นักเรียนไม่สามารถมองเห็นการสาธิตได้ทั่วถึงเพราะมีฝา กระຈกปิดเปิดค่านบนเพียงค่านเดียว ค่านข้างทั้งสี่ทำด้วยไม้อัด	74.51	25.48
2	ฝาปิดเปิดของสำหรับสอดมือเข้าไปภายในตู้เปิดไม่สนิททำให้ การถ่ายเชื้อเกิดการผิดพลาด(เชื้อจุลินทรีย์จากภายนอกเข้าไปได้)	57.91	42.08
3	ไม่สามารถปรับอุณหภูมิภายในตู้ถ่ายเชื้อได้ตามต้องการ	40.54	59.45
4	ฝาปิดเปิดของมีขนาด(กว้าง/ยาว)เล็กทำให้สอดมือเข้าไป ไม่สะดวก	40.15	59.84
5	สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการที่จะใช้ขอบพีช(ดอก ล่าต้นหรือใบ พีช)ในตู้ถ่ายเชื้อควรใช้พลังงานความร้อนจากแสงแดดตาม ธรรมชาติจะประหยัดกว่า	38.22	61.77
6	ฝาค่านบนปิดไม่สนิททำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าไปได้ขณะที่ต้องการ ถ่ายเชื้อ	33.59	66.40
7	ฝาปิดเปิดของชำรุดง่าย	29.34	70.65
	ค่าเฉลี่ย 7 รายการ	44.89	55.09

ค่าสถิติคิดจากจำนวนนักเรียน 259 คน

ตารางที่ 90 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ ชุดถ่ายเชิ้อ

อันดับ ร้อยละ	ชนิดของปัญหา	จำนวนครู	
		มีปัญหา ร้อยละ	ไม่มีปัญหา ร้อยละ
1	นักเรียนไม่สามารถมองเห็นการสาธิตการถ่ายเชิ้อได้ทั่วถึง เพราะมีฝากระจกปิดเปิดด้านบนเพียงด้านเดียว ด้านข้าง ทั้งสี่ทำด้วยไม้อัด	88.88	11.11
2	ฝาปิดเปิดของสำหรับสอดมือเข้าไปถ่ายเชิ้อปิดไม่สนิท ทำให้การถ่ายเชิ้อเกิดการผิดพลาด(เชื้อจุลินทรีย์จากภายนอก เข้าไปได้)	33.33	66.66
2	ฝาปิดเปิดของมีขนาด(กว้าง/ยาว)เล็กทำให้สอดมือเข้าไป ไม่สะดวก	33.33	66.66
2	สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการที่จะใช้ขอพืช(ดอก ลำต้น ใบพืช)ในชุดถ่ายเชิ้อ ควรใช้พลังงานความร้อนจากแสงแดด ตามธรรมชาติจะประหยัดกว่า	33.33	66.66
3	ฝาปิดเปิดของชำรุดง่าย	22.22	77.77
3	ฝาด้านบนปิดไม่สนิททำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าไปได้ในขณะที่ ต้องการถ่ายเชิ้อ	22.22	77.77
3	ไม่สามารถปรับอุณหภูมิภายในชุดถ่ายเชิ้อได้ตามต้องการ	22.22	77.77
	ค่าเฉลี่ย 7 รายการ	36.50	63.44

ค่าสถิติคิดจากจำนวนครู 9 คน

ผลการสำรวจทัศนคติของนักวิชาการชีววิทยาชั้น มศ. 4

ผลการสำรวจความคิดเห็นของครู เกี่ยวกับความสะดวกและประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดทำ วัสดุประกอบปฏิบัติการวิชาชีววิทยาชั้น มศ. 4 ดังแสดงในตารางที่ 91 พอสรุปได้ดังนี้

วัสดุที่ใช้ประกอบกิจกรรมใบหน้าที่ 2 ซึ่งได้แก่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่องระบบนิเวศน์ ในธรรมชาติ ระบบนิเวศน์จำลอง อิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพต่อสิ่งมีชีวิต ครูมีความเห็นว่ามี ความสะดวกในการจัดหาและได้รับประโยชน์อย่างมาก แต่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ แบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต ครูเห็นว่าวัสดุบางอย่างเช่น เครื่องในสัตว์พอที่จะจัดหาได้และมีประโยชน์ พอควร เชื่อเห็ดฟางและผักกาดเป็นวัสดุที่จัดหาไม่สะดวกและมีประโยชน์พอควร สำหรับปลวก เห็ด ฟางข้าว กากาก กลวยไม้ที่ติดกับต้นไม้ใหญ่ ครูมีความเห็นว่าจัดหาได้สะดวกและได้รับประโยชน์ อย่างมาก วัสดุเหล่านี้ส่วนใหญ่ครูให้นักเรียนเป็นผู้จัดหา

วัสดุที่ใช้ประกอบกิจกรรมใบหน้าที่ 4 ซึ่งได้แก่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง ความหนาแน่น ของประชากร และอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่อประชากร ครูมีความเห็นว่ามีความสะดวกในการจัดหา และได้รับประโยชน์อย่างมาก วัสดุส่วนใหญ่ครูให้นักเรียนเป็นผู้จัดหา

วัสดุที่ใช้ประกอบกิจกรรมใบหน้าที่ 5 ซึ่งได้แก่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง ความคิด ริเริ่มในการจัดจำพวกโดยใช้ลักษณะที่คล้ายคลึงกัน การพิจารณาลักษณะโครงสร้างภายนอก และ Dichotomous Key ครูมีความเห็นว่าจัดหาได้สะดวกและมีประโยชน์มาก วัสดุส่วนใหญ่ครูใ้ นักเรียนเป็นผู้จัดหา นอกจากนี้แผนภาพรูปลายเส้นในคู่มือครู (ทั้งภาพที่ 16-17) ครูทุกคนเป็นผู้จัดหา

วัสดุที่ใช้ประกอบกิจกรรมใบหน้าที่ 6 ซึ่งได้แก่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง กลอง จุลทรรศน์และการค้นพบหน่วยของสิ่งมีชีวิต เซลล์คืออะไร โครงสร้างของเซลล์ภายใต้กล้อง จุลทรรศน์ ครูมีความเห็นว่าจัดหาได้สะดวกและมีประโยชน์มาก วัสดุที่ครูเป็นฝ่ายจัดหาคือ ชิ้นไม้คอร์ก ที่ผ่าขวาง ๆ สำหรับวัสดุอื่น ๆ ครูและนักเรียนช่วยกันจัดหา

วัสดุที่ใช้ประกอบกิจกรรมใบหน้าที่ 7 ซึ่งได้แก่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง น้ำเป็น ตัวช่วยในการลำเลียงสาร ครูมีความเห็นว่าจัดหาได้สะดวกและได้รับประโยชน์อย่างมาก วัสดุนี้ ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันจัดหา

วัสดุที่ใช้ประกอบกิจกรรมใบหน้าที่ 8 ซึ่งได้แก่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง โครงสร้าง ภายนอกของใบ การทดสอบการโบยไฮเดรทไนไม การทดสอบก๊าซที่พืชดูดเอาไว้ การทดสอบก๊าซ

ที่เกิดจากการสังเคราะห์แสง การทดสอบว่าแสงสว่างเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างคาร์โบไฮเดรตของพืช ครุมีความเห็นว่าวัสดุเหล่านี้จัดหาได้สะดวกและได้รับประโยชน์อย่างมาก วัสดุเหล่านี้ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันจัดหา

วัสดุที่ใช้ประกอบกิจกรรมในบทที่ 9 ได้แก่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง อาหารประเภทที่พืชพลังงาน การทดสอบไขมัน การทดสอบโปรตีน ครุมีความเห็นว่าจัดหาได้สะดวกและได้รับประโยชน์อย่างมาก วัสดุเหล่านี้ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันจัดหา

วัสดุที่ใช้ประกอบกิจกรรมในบทที่ 10 ได้แก่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง การย่อยในปาก ได้แก่ พาราฟินหรือขี้ผึ้ง ครุเห็นว่า เป็นวัสดุที่พอจะหาได้ แต่ได้รับประโยชน์อย่างมาก วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง การย่อยในกระเพาะ ครุมีความเห็นว่าจัดหาได้สะดวกและได้รับประโยชน์อย่างมาก วัสดุเหล่านี้ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันจัดหา

วัสดุที่ใช้ประกอบกิจกรรมในบทที่ 11 ได้แก่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง การหายใจ คืออะไร ครุเห็นว่าจัดหาได้สะดวกและได้รับประโยชน์มาก แต่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง การวัดอัตราการหายใจ ซึ่งได้แก่สัตว์เล็ก ๆ เช่น หนอน ฅ หรือเขียด ครุมีความเห็นว่าจัดหาได้สะดวกมากแต่ได้รับประโยชน์อย่างมาก สัตว์เล็ก ๆ เหล่านี้ส่วนใหญ่ครูให้นักเรียนเป็นผู้จัดหา สำหรับเทียนไข อ่างน้ำ ลวด ส่วนใหญ่ครูเป็นผู้จัดหา

วัสดุที่ใช้ประกอบกิจกรรมในบทที่ 12 ได้แก่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง เลือดคน หัวใจ ระบบเส้นเลือดและการหมุนเวียน ครุมีความเห็นว่ามีความสะดวกในการจัดหาและได้รับประโยชน์อย่างมากด้วย วัสดุเหล่านี้ส่วนใหญ่ครูให้นักเรียนเป็นผู้จัดหา

วัสดุที่ใช้ประกอบกิจกรรมในบทที่ 14 ได้แก่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง การทดลองการคายน้ำ การสูญเสียน้ำของพืชในรูปของไอน้ำ การวัดอัตราการคายน้ำของพืช ปัจจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับการคายน้ำ ครุมีความเห็นว่ามีความสะดวกในการจัดหาและได้รับประโยชน์อย่างมาก วัสดุส่วนใหญ่ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันจัดหา วัสดุบางอย่างเช่น ใบไม้สด กิ่งไม้ขนาดเล็กพอเหมาะ กับใบโศมนิเตอร์ ส่วนใหญ่ครูให้นักเรียนเป็นผู้จัดหา

วัสดุที่ใช้ประกอบกิจกรรมในบทที่ 15 ได้แก่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง สิ่งมีชีวิตมาจากไหน การสืบพันธุ์แบบสร้างสปอร์ การสืบพันธุ์แบบแตกหน่อ การสืบพันธุ์แบบแยกตัวเอง และโครงสร้างของดอก ครุมีความเห็นว่ามีความสะดวกในการจัดหาและได้รับประโยชน์อย่างมาก

วัสดุส่วนใหญ่ที่ครูจัดหาได้แก่ ผ้าเช็ดหน้า ผ้าเช็ดเท้า น้ำกลั่น ไฮดร่า ขวดพลาสติกวางพร้อมทั้งฝาปิด พลาสติกเรียบ สำหรับวัสดุอื่น ๆ ครูและนักเรียนช่วยกันจัดหา สำหรับวัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษา เรื่อง การสืบพันธุ์แบบสืบซึ่งได้แก่ เพิร์น ครูมีความเห็นว่า จัดหาได้สะดวกมากแต่ได้รับประโยชน์เพียงปานกลาง วัสดุชนิดนี้ครูและนักเรียนช่วยกันจัดหา

วัสดุที่ใช้ประกอบกิจกรรมในบทที่ 16 ได้แก่วัสดุที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง การเจริญในเนื้อเยื่อของพืช การเจริญในระยะเอมบริโอของพืช การเจริญหลังจากระยะเอมบริโอ ครูมีความเห็นว่ามีความสะดวกในการจัดหาและได้รับประโยชน์อย่างมาก สำหรับตารางบันทึกข้อมูล การเปลี่ยนแปลงซึ่งใช้เป็นวัสดุประกอบการศึกษาเรื่อง การเจริญในระยะเอมบริโอของสัตว์ ครูมีความเห็นว่าพอที่จะจัดหาได้และเห็นว่าได้รับประโยชน์อย่างมาก วัสดุเหล่านี้ส่วนใหญ่ครูให้นักเรียนเป็นผู้จัดหา

ตารางที่ 91 แสดงความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความสะดวกและประโยชน์ที่ได้รับในการจัดทำวัสดุประกอบวิทยุการศึกษา

บท ที่	กิจกรรม	ผู้จัดทำ			ไม่ได้ จัดทำ	ความสะดวกในการจัดทำ					ค่า เฉลี่ย	ประโยชน์ที่ได้รับ					ค่า เฉลี่ย
		ครู	นักเรียน	ครูและ นักเรียน		4	3	2	1	0		4	3	2	1	0	
2	2.3 การศึกษาระบบนิเวศน์ในธรรมชาติ	1	8	-	-	4	3	2	-	-	3	3	4	2	-	-	3
		3	6	-	-	6	1	2	-	-	3	3	4	2	-	-	3
		1	7	-	1	6	1	1	1	-	4	3	3	2	-	-	3
	2.4 ศึกษาแบบจำลองนิเวศน์จำลอง	1	8	-	-	4	4	-	1	-	3	4	3	2	-	-	3
		1	8	-	-	2	5	-	1	1	3	1	3	5	-	-	3
	2.5 อิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพต่อสิ่งแวดล้อม	2	6	1	-	5	4	-	-	-	4	4	3	2	-	-	3
		3	5	1	-	5	2	1	1	-	3	5	3	1	-	-	3
		-	9	-	-	4	2	2	1	-	3	5	3	1	-	-	3

ตารางที่ 91 (ต่อ)

บท ที่	กิจกรรม	วัตถุประสงค์/ขอบเขต/วิธีการ	ผู้จัดทำ			ไม่ได้ จัดทำ	ความสะดวกในการจัดทำ						ค่า เฉลี่ย	ประโยชน์ที่ได้รับ					ค่า เฉลี่ย
			ครู	นักเรียน			ครูและ นักเรียน	4	3	2	1	0		4	3	2	1	0	
				ความถี่	ความถี่														
2.6 ความสัมพันธ์ แบบต่างๆ ของสิ่ง มีชีวิต	-เครื่องในสัตว์ -เชื้อเห็ดฟาง -ยากันเบื้อน -ปลวก -เห็ด -ฟางขาว -กาฝาก -ปุ๋ยคอก -ปุ๋ยหมัก -ดิน	4 4 2 3 - - 1	4 2 5 6 5 6 6	1 1 - - 1 - 1	- 2 2 - - - 1	2 - - 3 3 3 4	1 - 2 3 - 1 - 2	3 2 1 - - 1 - 2	2 1 1 3 3 3 3	1 1 1 1 2 1 3 2	5 2 - 2 3 1 2 4	2 2 5 1 - - - 1	- 1 - - - - - 1	2 2 -					

ตารางที่ 91 (ต่อ)

บท ที่	กิจกรรม	วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ	ผู้จัดทำ			ไม่ได้ จัดทำ	ความสละสลวยในการจัดทำ					ประโยชน์ที่ได้					ค่า เฉลี่ย	
			ครู เตรียม ความรู้	นักเรียน เตรียม ความรู้	ครูและ นักเรียน รวม ความรู้		4	3	2	1	0	4	3	2	1	0		
4.6	อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่อประชากร	-ปลาทางบก 6 ปี	1	8	-	-	6	1	2	-	-	3	6	1	2	1	0	3
		-สาหร่ายทางกระบอก	1	8	-	-	7	1	1	-	-	4	6	1	2	-	-	
5	5.3 ความคิดริเริ่มในการจัดทำพวงไวยใช้ลักษณะหลายคัลลิ่ง	-กระดุมสี, ขนาดต่าง ๆ กัน	4	3	1	1	4	2	2	-	-	3	3	4	-	1	-	3
		-แผนภาพรูปร่างเส้นในคู่มือครู หน้า 5/3, 5/4	8	-	-	1	3	1	3	1	-	3	1	4	1	2	-	
5.5	การพิจารณาโครงร่างภายนอก	-กิ่ง ใบ และดอกของพืชชนิดต่าง ๆ	2	4	3	-	5	3	1	-	-	3	5	3	1	-	-	3

ตารางที่ 91 (ต่อ)

บท ที่	กิจกรรม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้จัดทำ			ไม่ได้		ความพึงพอใจในการจัดทำ					ค่า เฉลี่ย	ประโยชน์ที่ได้รับ					ค่า เฉลี่ย		
			ครู	นักเรียน	ครูและ นักเรียน	ครู จัดทำ	นักเรียน	ครู จัดทำ	4	3	2	1		0	ค่า เฉลี่ย	4	3	2		1	0
	5.8 Dichotomous Key	- ตัวอย่างพืชเพื่อให้นักเรียนใช้ Key เช่น ผักตบ, พลับพลึง กลวยไม่ พืชรักษา ตัว	2	4	3	-	7	2	-	-	-	-	4	2	6	1	-	-	3		
6	6.1 กล้องจุลทรรศน์และการค้นพบหน่วยของสิ่งมีชีวิต	- สันนิษฐานอย่างมางๆ 5 - 6 ชิ้น	9	-	-	-	4	1	2	1	1	1	3	4	2	3	-	-	3		
	6.2 เซลล์คืออะไร	- หัวหอม - ใบไม้โคน - ไม่จับพัน - สายยาวหางกระรอก - เลือดปลาหรือเลือดกบ	4	4	1	-	4	3	2	-	-	-	3	4	4	1	-	-	3		
			4	4	1	-	4	4	1	-	-	-	3	5	3	1	-	-	3		
			6	3	-	-	5	2	2	-	-	-	3	3	4	2	-	-	3		
			2	6	1	-	5	2	2	-	-	-	3	3	5	1	-	-	3		
			5	3	1	-	3	2	2	2	2	-	3	5	3	-	1	-	3		

ตารางที่ 91 (ต่อ)

บท ที่	กิจกรรม	วัตถุประสงค์ของการ จัดกิจกรรม	ผู้จัดทำ			ไม่ได้ จัดหา	ความสะดวกในการจัดหา					ค่า ใช้จ่าย	ประโยชน์ที่ได้รับ					ค่า ใช้จ่าย
			ครู ความ ถี่	นักเรียน ความ ถี่	ครูและ นักเรียน ความ ถี่		4	3	2	1	0		4	3	2	1	0	
6.3	โครงสร้างของ เซลล์ภายในไตกรอง จุลทรรศน์	-ห้เห็นหัวใจ -สวคปากกว้าง -กระดากขับ	1	6	-	2	1	5	1	-	-	3	2	4	1	-	3	
			3	4	-	2	3	1	2	1	-	3	2	3	2	-	3	
			1	6	-	2	5	1	-	1	-	3	2	3	2	-	3	
7	นำน้ำเป็นตัวช่วย ในการลำเลียงสาร	-นำน้ำเป็นตัวช่วย -น้ำเป็นตัวช่วย -น้ำเป็นตัวช่วย -น้ำเป็นตัวช่วย	4	5	-	-	4	4	1	-	-	3	4	5	-	-	3	
			6	3	-	-	4	4	1	-	-	3	4	5	-	-	3	
8	โครงสร้างภายใน ของร่างกาย	-ใบพืชใบเลี้ยงคู่ -ใบพืชใบเลี้ยงเดี่ยว -ใบพืช -ใบประกอบ	2	4	2	1	4	3	1	-	-	3	2	6	-	-	3	
			2	4	2	1	5	2	1	-	1	4	4	1	-	-	4	
			3	3	2	1	5	2	1	-	1	4	1	5	-	-	3	
			2	4	2	1	6	2	1	-	-	4	6	2	1	-	4	

ตารางที่ 91 (ต่อ)

บท ที่	กิจกรรม	ผู้จัดทำ			ไม่ได้ จัดหา	ความสะดวกในการจัดหา					ค่า ใช้จ่าย	ประโยชน์ที่ได้รับ					ค่า ใช้จ่าย
		ครู	นักเรียน	ครูและ นักเรียน		4	3	2	1	0		4	3	2	1	0	
	วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ																
	-ใบผสมขอบใบต่างๆกัน	4	2	2	1	6	2	1	-	-	4	2	1	-	-	4	
	-ใบผสมรูปร่างต่างๆกัน	4	2	2	1	7	1	1	-	-	4	2	1	-	-	4	
8.2 โครงสร้างภายในของใบ	-ใบไม่สด	3	5	1	-	7	1	1	-	-	4	2	2	-	-	3	
	-มีดิน	2	7	-	-	7	1	1	-	-	4	2	2	-	-	3	
	-มีน้ำ	1	8	-	-	5	2	2	-	-	3	4	1	-	-	3	
8.4 การทดสอบการใบไฮโดรฟิลในใบไม้	-ใบไม้สีเขียว	2	6	1	-	7	2	-	-	-	4	2	2	-	-	3	
	-อ่างน้ำ	5	4	-	-	5	3	1	-	-	3	4	1	-	-	3	
	-มีน้ำหรือกลวยพิมพ์	3	6	-	-	7	1	1	-	-	4	2	2	-	-	3	
	-ไม่ติดไฟ	5	4	-	-	5	2	2	-	-	3	2	2	-	-	3	

ตารางที่ 91 (ต่อ)

บท ที่	กิจกรรม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้ศึกษา			ไม่ได้ จัดทำ	ความสะดวกในการจัดหา					คำ เฉลี่ย	ประโยชน์ที่ได้รับ					คำ เฉลี่ย
			ครู	นักเรียน	ครูและ นักเรียน รวม		4	3	2	1	0		4	3	2	1	0	
						ความ ถี่						ความ ถี่						ความ ถี่
8.5	การทดสอบ การทบทวนเนื้อหา	-สาธยายทางกระบอก	3	5	1	-	8	-	4	-	-	4	5	3	1	-	-	3
		-ทดลองกาเพ	1	8	-	-	6	1	2	-	-	3	4	4	1	-	-	3
8.6	การทดสอบการสังเกตการสังเกต การระดมสมอง	-สาธยายทางกระบอก	3	5	1	-	8	-	1	-	-	4	5	3	1	-	-	3
		-ไม่ชี้ไฟ	5	4	-	-	5	2	2	-	-	3	5	2	2	-	-	3
8.7	ข. วิจารณ์ในการ สร้างการ ไม่ไฮเครท ของพืช ข. แสงสว่าง	-กระดาคำ	4	3	1	1	5	1	2	-	-	3	5	1	2	-	-	3
		-ลาวกัม	5	3	-	1	6	1	1	-	-	4	5	2	1	-	-	4
		-กรรไกร	5	3	-	-	6	1	1	-	-	4	6	1	1	-	-	4
9	9.2 ก. อาหารประ- เภทที่แพงงาน	-ไม่ชี้ไฟ	4	4	-	1	4	4	-	-	-	4	5	3	-	-	-	4
		-อาหารคาวๆที่ของ การทดสอบ	2	6	-	1	4	4	-	-	-	4	5	3	-	-	-	4

ตารางที่ 91 (ต่อ)

บท ที่	กิจกรรม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้จัดทำ		ไม่ได้	ความสะดวกในการจัดทำ					ค่า เฉลี่ย	ประโยชน์ที่ได้					ค่า เฉลี่ย		
			ครู	นักเรียน		ครู ผู้ สอน	นักเรียน	4	3	2		1	0	4	3	2		1	0
9.2 ข. การทดสอบ ใหม่		-กระดาษพิมพ์งาน -น้ำมัน -อาหารทดลองการ ทดสอบ	5	3	-	1	4	3	1	-	-	3	5	1	1	-	-	3	
			4	4	-	1	4	3	1	-	-	3	4	-	3	1	-	3	
			4	4	-	1	4	3	1	-	-	3	5	1	1	1	-	3	
9.2 ค. การทดสอบ ใบขึ้น		-น้ำแข็ง -ใบข้าวสาค -ใบขมิ้น	3	5	-	1	4	3	-	1	-	3	5	2	1	-	-	4	
			3	6	-	-	5	2	2	-	-	3	6	2	1	-	-	4	
			4	4	-	1	4	3	1	-	-	3	5	2	1	-	-	4	
10 10.2 ก. การขยาย ใบผก		-พริกแห้งหรือขมิ้น	3	4	-	2	1	2	1	-	3	-	1	2	2	2	1		
10.2 ข. การขยายใบ กระเพาะ		-ใบขมิ้น	4	5	-	-	6	-	2	2	-	3	5	2	-	-	3		

ตารางที่ 91 (ต่อ)

บท ที่	กิจกรรม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้จัดทำ				ความสละสลไกในการจัดทำ					ประโยชน์ที่ใคร่				
			ครู	นักเรียน	ครูและ นักเรียน	ไม่ได้ จัดทำ	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0
			ความ สละสลไก	ความ สละสลไก	ความ สละสลไก	ความ สละสลไก	ความ สละสลไก	ความ สละสลไก	ความ สละสลไก	ความ สละสลไก	ความ สละสลไก	ความ สละสลไก	ความ สละสลไก	ความ สละสลไก	ความ สละสลไก	ความ สละสลไก
11	11.1 การหายใจ คืออะไร	-เพื่อบนใจ -ดางน้ำ -สวด	5	3	-	1	5	2	1	-	-	4	3	4	1	-
			6	2	-	1	6	1	1	-	-	4	5	2	1	-
			6	2	-	1	4	2	2	-	-	3	3	4	1	-
	11.2 การวัดค่า การหายใจ	-สัตว์โลกๆเช่น นกหรือเตยค	1	8	-	-	4	-	3	1	1	3	-	2	2	3
12	12.1 เลือดคน	-เลือดสัตว์ใน น้ำเลือด 0.85 %	3	6	-	-	4	2	2	1	-	3	3	6	-	-
	12.2 ก.หัวใจ	-หัวใจของสัตว์ -ผากกับเป็อน	3	5	-	1	1	4	2	1	-	3	5	3	-	-
			2	6	-	1	3	1	3	1	-	3	1	3	1	-

ตารางที่ 91 (ต่อ)

บท ที่	กิจกรรม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้จัดทำ			ไม่ได้ จัดหา	ความสะดวกในการจัดหา					ค่า ใช้จ่าย	ประโยชน์ที่ได้รับ					ค่า ใช้จ่าย
			ครู	นักเรียน	ครูและ นักเรียน		4	3	2	1	0		4	3	2	1	0	
12.2 ข.ระบบเส้น เลือกและการหมุน เวียน	-ปลายทางบนสูงหรือ ปลายหัก หรือออกนอก เวียน	3	5	1	-	-	5	3	1	-	-	3	2	-	-	4		
14 ทดลองการคายน้ำ	-พืชเล็กที่ปลูกใน กระถาง -ถุงพลาสติก -ยางรัดหรือเชือก	4	4	-	1	-	4	3	-	1	-	3	5	-	-	3		
14.1 การสูญเสีย ของพืชในรูปของไอน้ำ	-ใบไม้สด	2	6	7	1	-	6	2	-	-	-	4	5	-	-	3		
14.2 การวัดอัตรา คายน้ำของพืช	-กิ่งไม้สดขนาดพอ เหมาะที่จะไปต้มเคี่ยว	2	5	2	-	-	6	2	1	-	-	4	2	1	-	4		

ตารางที่ 91 (ต่อ)

บท ที่	กิจกรรม	วัตถุประสงค์	ผู้จัดทำ			ไม่ได้ จัดทำ	ความสะดวกในการจัดทำ					ค่า เฉลี่ย	ประโยชน์ที่ได้รับ					ค่า เฉลี่ย
			ครู	นักเรียน	ครูและ นักเรียน		4	3	2	1	0		4	3	2	1	0	
14	14.3 ปัจจัยต่างๆ เกี่ยวกับการคายน้ำ	วัตถุประสงค์	5	4	-	-	5	2	1	-	1	3	4	2	3	-	-	3
			3	5	-	1	6	-	2	-	-	4	3	3	1	1	-	3
			6	2	-	1	4	2	2	-	-	3	3	4	1	-	-	3
			8	1	-	-	5	-	3	-	1	3	3	4	1	-	1	3
15	15.1 สิ่งมีชีวิต จากไหน	วัตถุประสงค์	3	5	-	1	6	-	2	-	-	4	3	3	1	1	-	3
			6	2	-	1	4	2	2	-	-	3	3	4	1	-	-	3
			8	1	-	-	5	-	3	-	1	3	3	4	1	-	1	3
			8	-	-	1	5	1	2	-	-	3	3	3	1	1	-	3
15	15.3 ข. การสืบพันธุ์ แบบต่าง	วัตถุประสงค์	3	6	-	-	7	1	1	-	-	4	3	4	2	-	-	3
			9	-	-	-	4	1	2	2	-	3	7	1	1	-	-	4
15	15.3 ค. การสืบพันธุ์ แบบแตกหน่อ	วัตถุประสงค์	8	1	-	-	5	1	1	-	-	3	8	-	1	-	-	3
			8	1	-	-	5	1	1	2	-	3	8	-	1	-	-	3

ตารางที่ 91 (ต่อ)

บท ที่	กิจกรรม	ผู้จัดทำ				ผู้ ไม่ ได้ จัดทำ	ความสละสลวยในการจัดทำ					ประโยชน์ที่ได้รับ					คำ เฉลี่ย	
		ครู	นักเรียน	ครูและ นักเรียน รวม	ความ ดี		ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี			
						4										3		2
	วัตถุประสงค์ประกอบด้วยการ	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี	ความ ดี
	-สัมประสิทธิ์ -แทน	3	6	-	-	6	2	1	-	-	4	5	2	2	-	-	-	3
		2	6	-	1	6	1	1	-	-	4	6	1	1	-	-	-	3
15.3 ง. การสัมพัทธ์	-พหุนาม -ไบโนม	8	1	-	-	5	3	1	-	-	3	6	2	1	-	-	-	4
แบบแยกตัวเอง		3	6	-	-	5	3	1	-	-	3	6	2	1	-	-	-	4
15.5 ก. โครงสร้าง	-ดอกไม้ชนิดต่าง ๆ	4	4	1	-	6	2	1	-	-	4	5	3	1	-	-	-	3
ของดอก																		
15.6 การศึกษาการ	-ปลวกและ พืช -พืชน้ำ	2	5	-	2	2	2	3	-	-	3	3	3	1	-	-	-	3
นิเวศวิทยาของ		-	7	-	2	4	1	1	1	-	3	2	2	1	1	1	1	2
กายวิภาค																		

ตารางที่ 91 (ต่อ)

บท ที่	กิจกรรม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้จัดทำ			ไม่ได้จัดทำ	ความสละสลวยในการจัดทำ					ประโยชน์ที่ได้					คำ เฉลี่ย	
			ครู	นักเรียน	ครูและ นักเรียน เรียน		4	3	2	1	0	4	3	2	1	0		
						ความ ดี												ความ ดี
15	15.7 การสืบพันธุ์ แบบสืบ	-เฟิร์น	4	3	-	2	1	4	1	1	-	3	1	3	1	2	-	2
16	16.2 การเจริญเติบโต ของพืช	-ต้นไม้ใหญ่	1	6	-	2	1	5	1	-	-	3	2	4	1	-	-	3
		-ชาวปากทาง	3	4	-	2	3	1	2	1	-	3	2	3	2	-	-	3
		-กระดาด	1	6	-	2	5	1	-	1	-	3	2	3	2	-	-	3
16.3	การเจริญเติบโต ของพืช	-การเปลี่ยนแปลง ในระยะเจริญเติบโต	1	4	-	4	-	2	2	1	-	2	2	-	2	1	-	3

ตารางที่ 91 (ต่อ)

บท ที่	กิจกรรม	ผู้ศึกษา				ไม่ได้ จัดทำ	ความสะดกในการจัดทำ						ประโยชน์ที่ได้					ค่า เฉลี่ย
		ครู	นักเรียน				ครูและ นักเรียน	ความรู้ ที่ ได้	ความรู้ ที่ ได้	ความรู้ ที่ ได้	ความรู้ ที่ ได้	ความรู้ ที่ ได้	ความรู้ ที่ ได้	ความรู้ ที่ ได้	ความรู้ ที่ ได้	ความรู้ ที่ ได้		
			ความรู้ ที่ ได้	ความรู้ ที่ ได้	ความรู้ ที่ ได้													
16.4 การเจริญใน ระยะเขมบริโภช พืช	วัสดุประกอบปฏิบัติการ -ใบไม้โคน -เมล็ดกวเหลือง หรือกวคำ -เมล็ดข้าวโพด -มะพร้าวขนาดเล็ก แสดงสวนต่าง ๆ -ตารางสำรวจลักษณะ ผลและเมล็ด -ชนิดไม้ชนิดต่าง ๆ -คอนกรีตต่าง ๆ	2	4	-	3	4	1	1	-	-	4	4	1	1	-	0	ค่า เฉลี่ย	
		1	4	1	3	4	1	1	-	-	4	4	1	1	-	ค่า เฉลี่ย		
		2	3	1	3	4	1	1	-	-	4	4	1	1	-			
		2	3	1	3	2	1	3	-	-	3	3	2	1	-			
		1	5	-	3	2	2	2	-	-	3	3	3	1	-			4
1	5	-	3	3	2	1	-	-	3	3	2	1	-	-	3			
1	5	-	3	4	1	1	-	-	4	4	1	1	-	-	4			

ตารางที่ 91 (ต่อ)

บท ที่	กิจกรรม	วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ	ผู้จัดทำ			ไม่ได้ จัดทำ	ความสละสลวยในการจัดทำ						ประโยชน์ที่ได้								
			นัก เรียน	ครูและ นัก เรียน	ความรู้ ดี		ความรู้ ดี	ความรู้ ดี	ความรู้ ดี	ความรู้ ดี	ความรู้ ดี	ความรู้ ดี	ความรู้ ดี	ความรู้ ดี	ความรู้ ดี						
			ความรู้ ดี	ความรู้ ดี	ความรู้ ดี		4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	ความรู้ ดี	ความรู้ ดี	ความรู้ ดี	ความรู้ ดี	
16.5	การเจริญ หลังจากระยะ อบรมรีโอ	-การวางแผน การเปลี่ยนแปลง ระหว่างการพัฒนา ของสิ่งมีชีวิตแบบ ต่าง ๆ	1	4	1	3	2	3	1	-	-	3	2	2	1	6	-	ความรู้ ดี	ความรู้ ดี	ความรู้ ดี	ความรู้ ดี

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล การติดตามผลการใช้รูปแบบการสอนพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

ความเหมาะสมของอุปกรณ์

ก. ความคิดเห็นของนักเรียน อุปกรณ์ที่นักเรียนมีความเห็นว่ามีเหมาะสมดีมาก ได้แก่ ชุดฉายเชื้อ อุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้ นักเรียนมีความเห็นว่ามีเหมาะสมปานกลาง

ข. ความคิดเห็นของครู อุปกรณ์ที่ครูมีความเห็นว่ามีเหมาะสมดีมาก ได้แก่ ออสโมมิเตอร์ ชุดตะเกียงอัลกอฮอล เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปอดเทียม เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน โบโอมิเตอร์ ชุดฉายเชื้อ อุปกรณ์ที่ครูมีความเห็นว่ามีเหมาะสมปานกลางคือ เครื่องมือวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่วางหลอดทดสอบ สวิงตัก แพลงทอนกรรณไม้มันประชากร แฉงอัดพันธุ์ไม้ แผนพลาสติกหุ้ม เครื่องมือวัดปริมาณก๊าซออกซิเจน ที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ ซีโครงเทียม

คุณภาพของอุปกรณ์

ก. ความคิดเห็นของนักเรียน อุปกรณ์ที่นักเรียนเห็นว่ามีคุณภาพดีมากคือ ชุดตะเกียงอัลกอฮอล แผนพลาสติกหุ้ม เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โบโอมิเตอร์ ชุดฉายเชื้อ อุปกรณ์ที่เห็นว่ามีคุณภาพดีปานกลางได้แก่ เครื่องมือวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่วางหลอดทดสอบ สวิงตัก แพลงทอน กรรณไม้มันประชากร แฉงอัดพันธุ์ไม้ ออสโมมิเตอร์ เครื่องมือวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ ปอดเทียม เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซีโครงเทียม

ข. ความคิดเห็นของครู อุปกรณ์ที่ครูเห็นว่ามีคุณภาพดีมากคือ ที่วางหลอดทดสอบ แฉงอัดพันธุ์ไม้ ชุดตะเกียงอัลกอฮอล แผนพลาสติกหุ้ม เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปอดเทียม เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน โบโอมิเตอร์ ชุดฉายเชื้อ อุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีปานกลางได้แก่ เครื่องมือวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สวิงตัก แพลงทอน กรรณไม้มันประชากร ออสโมมิเตอร์ เครื่องมือวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ ซีโครงเทียม

ขอบข่ายของอุปกรณ

ก. ขอบข่ายของอุปกรณที่นักเรียมพบเมื่อนำไปได้ อุปกรณที่นักเรียมมีจำนวนมากพบว่า มีขอบข่ายที่ควรทอแก้ไขคือ ที่วางหลอดทดสอบ ซีโรกรเพิ่ม เครื่องมือวัดปริมาณก๊าซ ออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ อุปกรณที่นักเรียมมีจำนวนน้อยพบว่า มีขอบข่ายที่ควรทอแก้ไขคือ เครื่องมือทดสอบการหายใจแบบไมโครออกซิเจน สวิตช์กักแสงตอน ตู้ถ่ายเชื้อ ปอดเทียม ไปโตมิเตอร์ เครื่องมือวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อุปกรณที่นักเรียมมีจำนวนเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่พบว่า มีขอบข่ายคือ เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แมงอ็คพันธุไม้ ออสโมมิเตอร์ ชุดตะเกียง อัลกอฮอล แผนพลาสติกหุลุม และกรวยไม้นัยประชากร

ข. ขอบข่ายของอุปกรณที่ครูพบเมื่อนำไปได้ อุปกรณที่ครูเป็นจำนวนมากพบว่า มีขอบข่ายที่ควรทอแก้ไขคือ เครื่องมือวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ ที่วางหลอดทดสอบ เครื่องมือวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อุปกรณที่ครูมีจำนวนน้อยพบว่า มีขอบข่ายที่ควรทอแก้ไขคือ ซีโรกรเพิ่ม อุปกรณที่ครูมีจำนวนเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่พบว่า มีขอบข่ายคือ ออสโมมิเตอร์ ตู้ถ่ายเชื้อ ไปโตมิเตอร์ แมงอ็คพันธุไม้ เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สวิตช์กักแสงตอน ปอดเทียม เครื่องมือทดสอบการหายใจแบบไมโครออกซิเจน ชุดตะเกียงอัลกอฮอล สำหรับกรวยไม้นัยประชากรพบว่า ขอบข่ายก็มีสาเหตุมาจากบริเวณโรงเรียนมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับการใช้กรวยไม้นัยประชากร สำหรับแผนพลาสติกหุลุมครูทุกคนไม่พบขอบข่าย

สรุปผลการสำรวจความคิดเห็นของครู เกี่ยวกับการจัดหาวัสดุประกอบปฏิบัติการ

วัสดุประกอบปฏิบัติการที่ได้กำหนดไว้ในคู่มือครู ส่วนใหญ่ครูมีความเห็นว่ามีความสะดวกในการจัดหาและได้รับประโยชน์เป็นอย่างมาก มีวัสดุบางอย่างเท่านั้นที่ครูมีความเห็นอย่างอื่น คือ

เครื่องในสัตว์ ครูมีความเห็นว่า พอจัดหาได้และมีประโยชน์พอควร
เชื้อเห็ดฟาง ครูมีความเห็นว่า จัดหาไม่ค่อยจะสะดวกแต่ได้รับประโยชน์พอควร
น้ำกันเปื้อน ครูมีความเห็นว่า จัดหาไม่ค่อยจะสะดวกแต่ได้รับประโยชน์พอควร
พาราฟินหรือซีดี ครูมีความเห็นว่า พอจะจัดหาได้แต่ได้รับประโยชน์น้อยมาก
สัตว์เล็ก ๆ เช่น หนู กบ หรือเขียด ครูมีความเห็นว่ามีความสะดวกในการจัดหามาก แต่ได้รับประโยชน์น้อย

พิน้ำ ครูมีความเห็นว่า มีความสะดวกในการจัดหามากและได้รับประโยชน์พอควร

เฟิร์น ครูมีความเห็นว่า มีความสะดวกในการจัดหาและได้รับประโยชน์พอควร
 ตารางบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงในระยะเอมวีไอ ครูเห็นว่ามีความสะดวกใน
 การจัดหาพอควรและได้รับประโยชน์มาก

วัสดุเหล่านี้ส่วนใหญ่ครูให้นักเรียนเป็นผู้จัดหา แต่มีวัสดุบางอย่างที่ครูและนักเรียนช่วยกัน
 จัดหา สำหรับวัสดุที่ครูเห็นว่ายากจัดหามาใช้ประกอบกิจกรรมในบทเรียนบางบทได้แก่ วัสดุที่ใช้ประกอบ
 การศึกษาเรื่อง ความคิดริเริ่มในการจัดจำพวกโดยใช้ลักษณะที่คล้ายคลึงกัน วัสดุชนิดนี้คือ แผนภาพ
 รูปลายเส้น วัสดุประกอบการศึกษาเรื่อง การสืบพันธุ์แบบแตกหน่อ ซึ่งได้แก่ ไฮดรา การสืบพันธุ์
 แบบแยกตัวเองได้แก่ พลานาเรีย

อภิปรายผล

อุปกรณ์วิชาชั้น มศ.4 ที่ทาง สสวท สร้างขึ้นเองและส่งไปยังโรงเรียนดำเนินการสอน
 10 โรงเรียน นักเรียนและครูส่วนใหญ่มีความเห็นว่าอุปกรณ์เหล่านี้สอดคล้องกับ เนื้อเรื่องในบทเรียน
 เป็นอันดับแรก นอกจากสวิตช์ทดลองตอนเท่านั้นที่ครูส่วนใหญ่มีความเห็นว่าสอดคล้องกับ เนื้อเรื่องใน
 บทเรียนน้อย ที่เป็นเช่นนี้ก็อาจเป็นเพราะในการศึกษา เรื่องระบบนิเวศน์ในธรรมชาติ ครูส่วนใหญ่
 ให้นักเรียนศึกษาเฉพาะบริเวณที่อยู่บนบกเท่านั้น จึงมองไม่ค่อยเห็นความสำคัญของอุปกรณ์ชนิดนี้
 ความเห็นอันดับต่อไปคือเห็นว่า เป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นที่ควรนำมาใช้ เป็นอันดับสอง แต่มีอุปกรณ์
 อยู่สองชนิดคือ สวิตช์ทดลอง และแผงอักษรรูขี้ไก่ เมื่อพิจารณาแล้วเห็นว่า เป็นอุปกรณ์ที่มีความ
 จำเป็นในการนำมาใช้น้อย เพราะสวิตช์ทดลองเป็นอุปกรณ์ที่ครูนำมาใช้เป็นอุปกรณ์การสอน
 เพียง 5 โรง สำหรับแผงอักษรรูขี้ไก่ มีครูนำมาใช้เป็นอุปกรณ์การสอนเพียง 4 โรงเท่านั้น การที่
 มีครูจำนวนน้อยนำสวิตช์ทดลองมาใช้ เป็นอุปกรณ์การสอนอาจเป็นเพราะทางโรงเรียนไม่มีหรือ
 สละพื้นที่สักมากนัก จึงไม่เหมาะที่จะใช้สวิตช์ชนิดนี้ ก็นิยมใช้สวิตช์ธรรมดาเพราะสะดวกก็ว่า สำหรับ
 แผงอักษรรูขี้ไก่ได้สัมภาษณ์ครูที่ไม่ได้นำอุปกรณ์นี้มาใช้เพิ่มเติม ครูให้ความคิดเห็นว่าสา เหตุที่ไม่ได้นำ
 อุปกรณ์นี้มาใช้ เป็นอุปกรณ์การสอนเพราะเหตุว่า นักเรียนไม่ค่อยมีความสนใจมากนัก เมื่อครูแนะนำให้
 ให้เอาแผงอักษรรูขี้ไก่มาใช้ นักเรียนมีความสนใจพิศสัก ๆ มากกว่า ดังนั้นจึงมิได้ลงมือปฏิบัติจริง ๆ
 อีกประการหนึ่งเป็นเพราะไม่สามารถจัดหาพันธุ์ไม้แปลก ๆ มาได้ จึงไม่มีความจำเป็นในการนำ
 พันธุ์ไม้เหล่านั้นมาจัดให้แห้ง เพื่อเก็บไว้ดูเป็นตัวอย่าง นอกจากนั้นครูไม่ทราบว่า จะใช้แผงอักษรรูขี้ไก่ในบทใด
 เพราะไม่ได้กำหนดไว้ในคู่มือครู ประการสุดท้ายครูให้ความเห็นว่า เนื่องจากการทดลองสอน

ครั้งแรกจึงเตรียมตัวไม่ทัน อุปกรณ์บางอย่างที่คิดว่าไม่จำเป็นมากนักจึงยังไม่นำมาใช้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแผนกอุปกรณ์ไม่ใช่อุปกรณ์ที่มีประโยชน์ในการนำมาใช้ เป็นครั้งคราวเท่านั้น คือเหมาะสมควรที่จะใช้ ในโอกาสที่สามารถจัดหาตัวอย่างพีชคณิตแปลก ๆ จึงไม่มีความจำเป็นที่ต้องกำหนดเอาไว้ในบทเรียน

ความคิดเห็นอันดีสามคือ เห็นว่าอุปกรณ์เหล่านี้สามารถนำมาใช้ได้กับนักเรียนในระดับนี้ ซึ่งโดยส่วนรวมแล้วนักเรียนและครูมีความเห็นว่าอุปกรณ์เหล่านี้มีความเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียน การสอนจัดอยู่ในระดับปานกลางจนถึงระดับดีมาก ในแง่จำนวนอุปกรณ์ นักเรียนและครูส่วนใหญ่แสดงความภาคภูมิใจในอันสุดท้าย คือมีความเห็นว่า อุปกรณ์บางชนิดมีจำนวนเพียงพอ ปานกลาง แตกต่างชนิดยังมีไม่เพียงพอ อุปกรณ์ที่นักเรียนเห็นว่าจำนวนยังไม่เพียงพอคือ เครื่องมือวัดปริมาตรภาชนะบ่อนไดออกไซด์ เครื่องมือวัดปริมาตรภาชนะออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ เครื่องมือเก็บภาชนะบ่อนไดออกไซด์ ปอดเทียม เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซีโรกราฟแบบ ถูถ่ายเชื้อ สำหรับครูมีความเห็นว่าอุปกรณ์บางชนิดยังมีจำนวนไม่เพียงพอคือ เครื่องมือวัดปริมาตรภาชนะบ่อนไดออกไซด์ เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ถูถ่ายเชื้อ การที่นักเรียนและครูมีความเห็นว่า อุปกรณ์บางชนิดยังมีจำนวนไม่เพียงพอเหล่านี้ ก็แสดงให้เห็นแล้วว่า อุปกรณ์เหล่านี้เหมาะสมกับความต้องการและความสนใจของนักเรียน อีกทั้งครูก็เห็นว่าควรต้องเพิ่มอุปกรณ์เหล่านี้ เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมได้ทั่วถึง เพราะนักเรียนบางคนก็ได้ให้ความเห็นว่าอุปกรณ์บางอย่างอาจจะเข้าใจได้เพราะไม่ได้มีโอกาสทำการทดลอง นี่ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนบางส่วนมีความคิดเห็นว่าอุปกรณ์เหล่านี้ไม่เหมาะสมในการนำอุปกรณ์นี้มาใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียน การสอน ในแง่เวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง นักเรียนและครูส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่า มีเวลาในการดำเนินการทดลองเพียงพอปานกลาง นอกจากอุปกรณ์บางชนิดเท่านั้นที่ครูมีความเห็นว่ามีความจำเป็นในการดำเนินการทดลองไม่เพียงพอคือ เครื่องมือวัดปริมาตรภาชนะออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ ที่เป็นเช่นนั้นก็อาจเป็นเพราะเครื่องมือชนิดนี้มีปัญหาในการทดลองอยู่มาก และส่วนใหญ่ทำการทดลองแล้วไม่ค่อยได้ผลดีนัก จึงทำให้สิ้นเปลืองเวลาในการดำเนินการทดลองมากกว่าที่ได้กำหนดไว้ในบทเรียน อุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่ครูให้ความเห็นว่ามีความจำเป็นในการดำเนินการทดลองน้อยคือ ถูถ่ายเชื้อ สาเหตุก็อาจเป็นเพราะอุปกรณ์ชนิดนี้นำมาใช้ในวันที่ 15 ซึ่งครูมีเวลาในการสอนน้อย ใคพยายามเร่งสอนเนื้อหาให้ทันกับเวลา จึงมีเวลาในการเตรียมเกี่ยวกับการปฏิบัติการณ์น้อยเกินไป

อุปกรณ์ที่นำมาใช้ทำการทดลองแล้วนั้นช่วยให้นักเรียนได้รับผลดีในด้านต่าง ๆ คือ มีความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น แต่สำหรับ เครื่องมือวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ ครูมีความเห็นว่า ไม่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ขึ้นเท่าใดนัก สาเหตุอาจจะสืบเนื่องมาจากการทดลองใช้เครื่องมือนี้ไม่ได้ผลตามที่คาดไว้ นักเรียนได้รับผลดีในด้านอื่น ๆ อีกคือ ช่วยให้นักเรียนเกิดความพอใจและขยันให้ทำกิจกรรมด้วยตัวเอง นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้ เครื่องมือและช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณาอีกด้วย อุปกรณ์ข้างชนิดมีประโยชน์ในการนำไปใช้ทำการทดลองได้หลาย ๆ บทปฏิบัติการ เช่น ที่วางหลอดทดสอบและชุดตะเกียงอัลกอฮอล อุปกรณ์อย่างทาง สสวท ออกแบบสร้างขึ้นโดยเลือกใช้วัสดุที่มีราคาถูก เช่น แผ่นพลาสติกหุ้ม สร้างขึ้นมาใช้แทนการใช้แผ่นกระเบื้องหุ้มที่มีราคาแพงและแตกง่ายกว่า ซึ่งนักเรียนและครูต่างมีความเห็นตรงกันว่า เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีมาก อุปกรณ์อย่างสร้างขึ้นเป็นพิเศษกว่าที่เคยใช้กันคือ สวิตช์ทดลองตอนซึ่งเหมาะในการนำไปใช้ทดลองสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำลึก ๆ ได้ เพราะสวิตช์และจมน้ำได้ดี นอกจากนี้ยังมีสาย เชือกยาวสำหรับหย่อนลงไปถึงระดับความลึกของน้ำที่ต้องการได้ แพลงตอนที่ดีจะไม่ติดสวิตช์ เนื่องจากมีหลอดทดสอบหรือขวดแก้วขนาดเล็กรองรับไว้ อุปกรณ์นี้จะมี ความจำเป็นอย่างยิ่งในการนำไปใช้ศึกษา เรื่องระบบนิเวศในธรรมชาติ ถึงแม้ว่าอุปกรณ์ส่วนใหญ่ ครูและนักเรียนเห็นว่ามีคุณภาพดีก็ตาม แต่ก็มีอุปกรณ์ข้างชนิดที่ครูและนักเรียนมีความเห็นว่ายังไม่ค่อยดีตามที่คาดไว้คือ เครื่องมือวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ อุปกรณ์บางชนิดนักเรียนมีความเห็นว่าช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้นคือ ปอดเทียม การที่นักเรียนและครูมีความเห็นว่าอุปกรณ์ข้างชนิดนี้ยังมีคุณภาพไม่ดีพอ ก็อาจจะสืบเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการคือ เกิดจากความบกพร่องของอุปกรณ์เอง หรืออาจเป็นเพราะนักเรียนเข้าใจคำอธิบายถึงเนื้อเรื่องที่เกี่ยวกับกับ เครื่องมือได้ไม่ค่อยแจ่มแจ้ง สำหรับครูมีความเห็นว่า เครื่องมือวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วยลดคำบรรยายของครูได้บ้าง ทั้งนี้ก็เพราะอุปกรณ์ชนิดนี้ทาง สสวท สร้างขึ้นมาเพื่อใช้กับบทที่ 1 ซึ่งเนื้อหาในบทเรียนมีความยุ่งยาก คือให้นักเรียนฝึกเรียนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการเรียนแบบใหม่ ซึ่งผู้สอนและผู้เรียนยังไม่เคยชิน อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับให้นักเรียนฝึกเรียนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องอาศัยคำอธิบายหรือการใช้คำถามของครูอยู่มาก จึงจะช่วยให้บรรลุถึงจุดหมายของบทเรียนได้

จากการศึกษาถึงผลการใช้อุปกรณ์ปรากฏว่าอุปกรณ์ส่วนใหญ่มีข้อบกพร่องที่จะต้องแก้ไข
 ทั้ง ๆ ที่อุปกรณ์เหล่านั้นได้มีการทดลองใช้แล้วไคลลิต แต่เมื่อนำมาใช้ในการดำเนินการสอนจริง ๆ
 อุปกรณ์เหล่านี้เกิดมีปัญหในการทดลอง ปัญหาเหล่านี้อาจ เกิดขึ้นจากความบกพร่องของอุปกรณ์ หรือ
 อาจเกิดมาจากความไม่เข้าใจถึงวิธีใช้ที่ถูกต้อง จึงอาจทำให้ไม่ยากทดลองใช้อุปกรณ์เหล่านั้น และ
 เมื่อใช้แล้วเกิดไม่ไคลลิตตามที่คาดไว้ก็อาจ เกิดความเบื่อหน่ายหมดกำลังใจที่จะใช้ต่อไป ดังนั้น
 อุปกรณ์แต่ละชนิดควรมีคู่มือการใช้อุปกรณ์ไว้ด้วย ในคู่มือควรประกอบด้วยจุดมุ่งหมายของอุปกรณ์
 ส่วนประกอบที่สำคัญพร้อมทั้ง บอกหน้าที่ของส่วนเหล่านั้น แสดงวิธีทดลองเป็นขั้น ๆ และบอกถึงผล
 ของการทดลองว่าควร เป็นอย่างไร สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนที่ยังไม่ชินต่อการใช้ เครื่องมือเหล่านี้
 ให้เกิดความเชื่อมั่นในการใช้มากขึ้น และสิ่งที่ควรคำนึงถึงอีกอย่างหนึ่งก็คือ ชื่อของเครื่องมือแต่ละ
 ชนิดควรมีติดไว้ เพื่อความสะดวกในการหยิบมาใช้หรือกล่าวถึง เครื่องมือเหล่านั้น เพราะนักเรียน
 อาจยังจำไม่ได้ในระยะแรก ๆ และเพื่อเป็นการสนับสนุนความต้องการของนักเรียนที่มีความสนใจ
 อยากศึกษา เครื่องมือเหล่านั้นด้วยเหตุนี้! จะต้องมีทั้งเข้าใจได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้อุปกรณ์บางอย่าง
 จะใช้ได้ดีก็ต่อ เมื่อมีสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมด้วย เช่นการใช้สวิตช์ทดลองจะต้องมีแหล่งน้ำที่มี
 ความลึกพอควร ถ้าโรงเรียนไม่มีแหล่งน้ำขึ้น ๆ จึงนิยมใช้สวิตช์ธรรมดาเพราะใช้ได้สะดวกก็แล้วไม่
 จำเป็นต้องใช้สวิตช์ทดลอง และกรณีที่ครูจำนวนน้อยที่นำสวิตช์ทดลองมาใช้อาจ เป็นเพราะ
 มีโอกาสพานักเรียนออกไปศึกษา เรื่องระบบนิเวศธรรมชาติค่อนข้างมาก อุปกรณ์อีกอย่างหนึ่งที่ควรมี
 สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมคือ กรวยไม้แบบประชากร จะต้องมียุทธขนาดเล็กพอควรสำหรับใช้สุ่มหากกลุ่ม
 ตัวอย่างของประชากร นอกจากเรื่องขนาดแล้วยังต้องมีจำนวนมากเพียงพอด้วย และไม่ยุ่งยากจัด
 กระจายจนเกินไป หรือในพื้นที่แห่งนั้นมีจำนวนชนิดของพืชไม่มากจนเกินไปด้วย จึงจะทำให้การใช้
 กรวยไม้แบบประชากรได้สะดวก

จากการติดตามผลการใช้อุปกรณ์การสอนวิชาชีววิทยาได้พบข้อบกพร่องต่าง ๆ ดังได้กล่าว
 มาแล้วนั้น ว่าเกิดมาจากข้อบกพร่องของอุปกรณ์เอง หรือเป็นเพราะความไม่เข้าใจถึงวิธีใช้อุปกรณ์
 เหล่านั้น รวมทั้งมีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมที่จะนำอุปกรณ์บางอย่างมาใช้ ซึ่งผลการศึกษานี้อาจมี
 ข้อบกพร่องที่เกิดมาจากเครื่องมือที่ใช้ในการติดตามผลก็เป็นได้ เพราะคำถามต่าง ๆ ในแบบ
 สอบถาม นักเรียนหรือครูอาจไม่เข้าใจถึงเจตนาที่ต้องการให้ตอบ จึงน่าจะเป็นเหตุหนึ่งที่คำถาม
 คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง เพราะแบบสอบถามชุดนี้ยังไม่เคยได้ใช้กับประชากรกลุ่มใดเลย

สิ่งที่ทำให้คำทอกลาคเคลื่อนอีกอย่างหนึ่งคือ เวลาที่ใช้แบบสอบถามนั้นกระทำหลังจากที่ได้ใช้อุปกรณ์เหล่านั้นเสร็จสิ้นไปเป็นเวลานานแล้ว คือกระทำเมื่อมีการสอยไล่ปลายปีเพียงครั้งเดียว ถึงแม้ว่าแบบสอบถามแต่ละชุดได้มีภาพเครื่องมือที่แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ และบทที่ใช้อุปกรณ์ไว้อย่างชัดเจนแล้วก็ตาม นักเรียนหรือครูอาจลืมรายละเอียดบางอย่างแล้วก็เห็นได้ ดังนั้นคำทอที่ได้จากการศึกษา ผลการใช้อุปกรณ์เหล่านั้นก็อาจมีสิ่งที่คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงอยู่บ้าง

จากผลการสำรวจการจัดหาวัสดุที่ได้กำหนดไว้ในคู่มือครูนั้น วัสดุส่วนใหญ่ยังจำเป็นต้องกำหนดเอาไว้ แต่บางอย่างก็ควรเปลี่ยนแปลงไปคือ วัสดุที่ครูส่วนใหญ่เห็นว่าสะดวกในการจัดหา และได้รับประโยชน์อย่างมากนั้น ก็ควรที่จะกำหนดให้มีไว้ในคู่มือครู เพื่อแนะนำให้ครูได้สามารถจัดหาวัสดุที่เหมาะสมกับกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียนแต่ละบท ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนในหลักสูตรใหม่ของ สสวท ได้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ได้วางไว้ในแต่ละบท

สำหรับวัสดุที่ครูมีความเห็นว่ามีความสะดวกในการจัดหาหรืออาจไม่สะดวกในบางกรณี แต่โดยเป็นผลก็ก่อการเรียนการสอนเลย ก็ไม่จำเป็นต้องกำหนดไว้ในคู่มือครู แต่อย่างไรก็ตาม วัสดุบางชนิด เมื่อพิจารณาถึงประโยชน์หรือความจำเป็นอย่างใดแล้ว อาจมีความจำเป็นที่จะต้องนำมาใช้ประกอบกิจกรรมในบทเรียน แต่การที่ครูไม่เห็นความจำเป็นก็อาจเป็นเพราะไม่เข้าใจถึงจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดวัสดุชิ้น ๆ ไว้ใช้ในกิจกรรม ดังนั้นทาง สสวท ควรกล่าวถึงรายละเอียดของวัสดุไว้ในคู่มือครูด้วย เพื่อให้ครูได้เข้าใจถึงจุดมุ่งหมายในการใช้วัสดุเหล่านั้น

สำหรับวัสดุที่ครู เห็นว่าพอจะจัดหาได้แต่ไม่สะดวกมากนัก ถ้าวัสดุเหล่านั้นเป็นวัสดุที่มีประโยชน์ ก็ควรจัดหาวัสดุอื่นใช้แทน หรือทาง สสวท ควรจะเป็นแหล่งที่ผลิตวัสดุเหล่านั้นส่งไปยังโรงเรียนต่าง ๆ ในโครงการดำเนินการสอน หรือโรงเรียนอื่น ๆ ที่มีความสนใจ

การที่วัสดุส่วนใหญ่ครูให้นักเรียนช่วยจัดหานั้นเป็นผลดีต่อการเรียน การสอนมาก เพราะเท่าเทียม เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม วัสดุบางอย่างควรให้นักเรียนช่วยจัดหาอย่างยิ่ง เพราะจะได้วัสดุที่แปลก เช่นตัวอย่างพืชหรือสัตว์ และการที่ผู้จัดหาหลาย ๆ ฝ่าย ทำให้มีโอกาสได้วัสดุที่ต้องการมากขึ้น วัสดุบางอย่างครูควรเป็นผู้จัดหา เพราะนักเรียนอาจยังไม่รู้จักหรือเข้าใจถึงวิธีหาวัสดุเหล่านั้น ถ้าครูปล่อยให้ให้นักเรียนหาแต่เพียงลำพังก็อาจทำให้ไม่สามารถจัดหาวัสดุเหล่านั้นได้ ผลก็คือทำให้กิจกรรมต่าง ๆ ไม่เป็นไปตามที่คาดหวังไว้

กิจกรรมบางกิจกรรมที่โรงเรียนหลายโรงเรียนไม่ได้ปฏิบัติ หลังจากที่ได้มีการสัมภาษณ์ ผู้สอนเพิ่มเติมได้พบว่า เป็นเพราะกิจกรรมเหล่านี้มีความยุ่งยาก และไม่ค่อยมีเวลาเพราะ เป็น ปีการศึกษาแรกของหลักสูตรใหม่ ครูเตรียมตัวไม่ทัน สาเหตุอีกประการหนึ่งคือมีเหตุการณ์พิเศษ ในปีการศึกษา 2516 ซึ่งทำให้นักเรียนงดการเรียนไปหลายชั่วโมง โดยเฉพาะบทเรียนท้าย ๆ ครูให้ความเห็นว่าเหลือเวลาในการสอนน้อย

ข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการแก้ไขอุปกรณ์

ก. อุปกรณ์ที่ควรต้องแก้ไข

1. เครื่องมือวัดปริมาตรภาชนะบ่อน้ำออกไซด์ มีสิ่งที่ควรแก้ไข คือ

1.1 หลอดคลิดยาที่มีไว้สำหรับปรับหยคน้ำสีและหาปริมาตรของก๊าซที่

เปลี่ยนแปลงไปไม่มีอะไรยึดไว้ทำให้โอนเอนไปมาได้ และกระบอกสูบในหลอดคลิดยาไม่สามารถงัดขึ้น ให้อยู่กับที่ได้ เพราะไม่มีที่เอาไว้สำหรับงัดค้ำ ดังนั้นจึงควรเบี่ยงเบนจากการใช้หลอดคลิดยาไป เป็น สิ่งอื่นที่ช่วยควบคุมเกี่ยวกับปริมาณของก๊าซภายในเครื่องมือ คือใช้หลอดพลาสติกที่มีขนาดพอเหมาะ กับท่อที่เป็นช่องเปิดของกันหลอดคลิดยา เชื่อมต่อระหว่างหลอดแคลพิลลารีกับกันของหลอดคลิดยา แล้ว ใช้กริปปิ้งที่ตรึงขึ้นให้แน่นตามความต้องการที่บริเวณหลอดพลาสติก ในขณะที่ขึ้นสกรูให้แน่นกาซที่เกิดขึ้น จะผ่านไปยังหลอดแคลพิลลารีไม่ได้

1.2 ฝาจุกมีรูรั่ว เนื่องจากฝาจุกเป็นพลาสติกจึงนั้นจึงไม่เหมาะสมกับลักษณะแก้ว ควรเปลี่ยนเป็นจุกยางหรือฝาจุกพลาสติกที่มียางนูนอยู่ภายใน จะทำให้การ ปิดฝาจุกเหมาะสมดีกว่าเดิม

1.3 สารละลายน้ำตาลที่ใส่ยีสต์กลั่นหลอดแก้ว ดังนั้นในการทดลองจึงควร คำนึงถึงอัตราส่วนระหว่างสารละลายน้ำตาลและยีสต์ของพอเหมาะ คือควรใช้สารละลายน้ำตาลทราย (sucrose) 5% จำนวน 4 ลบ.ซม. ผสมกับยีสต์ 0.2 กรัม คือให้ม้ออัตราส่วนระหว่างน้ำตาล ต่อ ยีสต์ เท่ากับ 1 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก

1.4 รอยต่อระหว่าง หลอดพลาสติกและหลอดแก้ว เชื่อมกันไม่สนิท จึงควร เลือกหลอดพลาสติกที่มีคุณภาพดี คือมีความเหนียวไม่เปราะง่าย เพราะจะทำให้รอยต่อหลวม รอยต่อ ของเครื่องมือควรให้มีจำนวนน้อยลง หลอดพลาสติกที่เชื่อมต่อระหว่างหลอดใส่สารละลายและ หลอดแคลพิลลารีควรมีความยาวพอดีกับระยะระหว่างตำแหน่งทั้งสอง คือไม่ยาวจนเกินไปเพราะ น้ำหนักของสายพลาสติกอาจฉีกทำให้รอยต่อหลวมและอากาศดันเข้าไปในหลอดได้

1.5 สเกลสั้นเกินไป ควรทำสเกลให้ยาวขึ้น ซึ่งอาจใช้สายวัดพลาสติกมาตัดให้ยาวประมาณ 40 ซม. แล้วติดด้วยการลาเทกซ์ สเกลนี้จะติดแน่นกับฐาน มีความสะดวกในการอ่านยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีความทนทานเมื่อเปิดน้ำจะไม่ขยับเคลื่อนได้ง่าย

1.6 ความไม่ชัดเจนของหยดน้ำสี สาเหตุประการหนึ่งอาจสืบเนื่องมาจากการใช้หลอดคณียาปรับหยดน้ำสี แล้วทำให้หยดน้ำสีขาดเป็นตอน ๆ ได้ จึงส่งผลกระทบต่อปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นไม่สะดวก สาเหตุอีกประการหนึ่งอาจเป็นเพราะหยดน้ำสีที่อยู่ในหลอดแคปซูลมีขนาดเล็ก นักเรียนไม่สามารถมองเห็นได้อย่างทั่วถึง เพราะเครื่องมือมีเพียงชุดเดียว ดังนั้นเครื่องมือจึงไม่ควรใช้หลอดคณียาสำหรับปรับหยดน้ำสี ควร เปลี่ยนเป็นวัสดุคงที่ที่กล่าวมาแล้วในข้อ 1.1 และควรเพิ่มเครื่องมือให้จำนวนมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ทดลองเป็นกลุ่มย่อยและเขียนข้อมูลไว้ทำการอภิปรายร่วมกัน

1.7 ยีสต์ที่ทาง สสวท จัดให้ควรมีคุณภาพที่ดี เพราะเท่าที่ได้ทำการทดลองผ่านมา ครูให้ข้อคิดเห็นว่าการทดลองที่ผิดพลาดไปอาจเป็นเพราะยีสต์เสื่อมคุณภาพ

1.8 ควรมีหลอดแคปซูลสำหรับสำรองไว้เผื่ออันเก่าแตก

2. ที่วางหลอดทดสอบ ควรแก้ไขดังนี้

2.1 คัดแปลงของที่ใส่หลอดทดสอบให้มีขนาดใหญ่พอที่จะไว้หลอดทดสอบ และคว่ำหลอดทดสอบได้ทุก ๆ ขนาดที่ทาง สสวท จัดให้ทั้ง 14 ช่อง เพื่อความสะดวกในการใช้

2.2 ถ้าไม่คัดแปลง ที่วางหลอดทดสอบก็ควรใช้วิธีเปลี่ยนขนาดของหลอดทดสอบ คือ ให้มีขนาดใหญ่ที่สุดเท่ากับขนาดของช่องใส่หลอดทดสอบของเล็กของที่วางหลอดทดสอบ คือต้องคำนึงถึงขนาดของช่องใส่หลอดทดสอบและขนาดของหลอดทดสอบให้มีความเหมาะสมกัน

3. สวิงตักเพลงตอน ควรแก้ไขดังนี้

3.1 ควรมีค้ำไม้ ที่ปลายค้ำไม้ เป็นตะขอหรือห่วงไว้สำหรับผูกสวิงตักเพลงตอนให้ติดกับปลายไม้ เพื่อจะได้ตักเพลงตอนได้ไกลจากขอบบ่อได้ และการที่มีค้ำไม้ทำให้การใช้สวิงสะดวกขึ้น

4. แผงอุปกรณ์ไม้ ควรแก้ไขดังนี้

4.1 ควรทำค้ำไม้จริงและตามรอยตรึงด้วยหมุดให้แน่น ไม่ควรให้กาวยึด เพราะไม่ทนเมื่อถูกความชื้น

4.2 ทำตารางให้ต่ำกว่าเดิมจะได้คัพพั้นฐานไม้ที่มีขนาดเล็กได้ก็

5. ออสโมเตอร์ ควรแก้ไขดังนี้

5.1 แก้ไขขาตั้งยึดกรวยแก้วให้มีฐานใหญ่กว่าเดิม

5.2 แฉงไม้ที่มีไม้ทึบสองอันสำหรับยึดสิ่งต่าง ๆ ใช้ไม้สะควก ควรเปลี่ยนมาเป็นอันเดียวที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

5.3 สกรูที่ยึดแผงปากคีม เป็นหลักยึดกับขาตั้งในแนวดิ่งได้ไม่แน่น ควรแก้ไขโดยใช้ปากคีมขนาดใหญ่ติดแผ่นสกรู เหล็กซึ่งมีราคาถูกและยึดได้แน่นกว่า

5.4 ควรให้นักเรียนทดลองชมการทำงานของออสโมมิเตอร์โดยวิธีอื่น เช่น ใช้ถุงเซลลูโลสใสสารละลายน้ำตาล หรือน้ำแทนการใช้กรวยแก้วและกระดามเซลล์โพน หรือทดลองโดยใช้ไขมันเทศ ก็ได้เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสทำงานร่วมกันทุกคน จะได้เข้าใจกระบวนการได้ลึกซึ้งขึ้น

6. ตะเกียงอัลกอฮอล์ ควรแก้ไขดังต่อไปนี้

6.1 ตะเกียงอัลกอฮอล์ให้ความร้อนไม่เพียงพอ เมื่อต้องการความร้อนสูง ดังนั้นควร เปลี่ยนตะเกียงอัลกอฮอล์ให้มีขนาดใหญ่กว่าเดิม

6.2 ขาตั้งไม่แข็งแรงพอ ควรทำขาตั้งแบบสามขาจะแข็งแรงกว่าและยังเป็นการจัดปัญหาเกี่ยวกับฐานขาตั้งที่เป็นวงกลม ทำให้เกิดขบวนการยกตะเกียงเข้าหรือออกจากใต้ขาตั้ง

6.3 ขนาดของพื้นตั้งควรให้กว้างมากขึ้น และไม่ควรมีสูงกว่าขาตั้งควม เพื่อจะได้ไม่เกิดขบวนการยกหรือวางวัตถุลงบนขาตั้ง

6.4 มีที่สำหรับหมุนตะเกียงให้สูงขึ้น ช่วยให้วัตถุที่วางบนตะแกรงสะดวกได้รับความร้อนมากขึ้น

7. เครื่องวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนในการหายใจของสัตว์ ควรแก้ไขดังต่อไปนี้

7.1 ขวดใส่สัตว์ควรมีขนาดใหญ่ขึ้น ถ้าใช้หนูหรือกบ หรืออาจเป็นสัตว์อื่น ๆ ที่มีขนาดใกล้เคียงกันเป็นสัตว์ทดลองเพราะมีขนาดใหญ่ ออกซิเจนในขวดอาจไม่เพียงพอเมื่อทำการทดลองนาน ๆ

7.2 ฝาขวดที่เป็นเกลียวบิดยากอาจเปลี่ยนเป็นจุกยางหรือฝาพลาสติกที่ขุ่ยยางอุดกันใน เพื่อป้องกันอากาศรั่วเข้าไปได้

7.3 ขวดใส่สั้วควรตั้งขึ้นเพื่อสะดวกในการปิดเปิดฝาหรือต้องการยกขวดออกจากที่วางขวด

7.4 ตะแกรงขวดที่ใส่ในขวดควรทำให้มีขนาดพอดีกับขวด (ขณะที่ขวดอยู่ในลักษณะตั้งขึ้น) ตะแกรงจะได้อุณหภูมิที่ สั้วจะได้ไม่พลิกตกไปถูกโชด แดเผาที่อยู่ใต้ตะแกรงขวด

7.5 หลอดขยายโมบิลิตี้ และลูกสูบไม่มีสำหรับบังคับให้อุณหภูมิที่ใด ดังนั้นควรใช้วัสดุอื่นสำหรับควบคุมปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น คือใช้หลอดพลาสติก เชื่อมระหว่างขวดใส่สั้วกับหลอดแคลพิลลารี และมีครีมน้ำมันที่สกรูขึ้นที่บริเวณสายยางแผนการควบคุมก๊าซโดยใช้หลอดคิดยา คือเมื่อต้องการให้หยบน้ำสีเคลื่อนที่ก็คล้ายสกรู เปิดช่องหลอดพลาสติกให้ติดต่อกัน และถ้าต้องการให้หยบน้ำสีหยุดเคลื่อนที่ก็ขันก๊อกให้แน่น นี่เป็นวิธีหนึ่ง อีกวิธีหนึ่งไม่ต้องใช้ครีมน้ำมัน แต่ใช้วิธีการดึงหลอดพลาสติกออกจากหลอดแคลพิลลารี เมื่อไม่ต้องการให้หยบน้ำสีเคลื่อนที่ วิธีนี้เป็นวิธีที่ดีเพราะ เป็นการช่วยให้มีช่องสำหรับให้อากาศจากภายนอกเข้าไปในขวดใส่สั้วได้ สั้วจะได้รับก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้นเมื่อหยุดทำการทดลอง

7.6 สเกลควรวางให้ตัวเลขที่ค่าต่ำอยู่ทางปลายที่อยู่ตรงข้ามกับขวดใส่สั้วจะได้อ่านสเกลได้สะดวกเพราะหยบน้ำสีเคลื่อนที่จากภายนอกเข้าข้างใน

7.7 เปลี่ยนสารที่ใช้ดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือจากโซดาแอช (NaOH) เป็น Sodalime (NaOH + CaO) แทนเพราะไม่ชื้น

7.8 ควรมิดูสำหรับใส่สารดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับสั้วหรือผู้ทดลอง และยังสะดวกในการเก็บรักษา

8. เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีสิ่งที่ควรแก้ไขดังนี้

8.1 ทาง สสวท ควรจัดหาอ่างน้ำที่เป็นแก้วรูปทรงกระบอกขนาดใหญ่ให้ เพราะโรงเรือนยางโรงอาหารอ่างน้ำที่มีขนาดเหมาะสมไม่ได้ ทำให้การทดลองไม่สะดวก นอกจากนี้อ่างน้ำยังมีประโยชน์ในการนำไปใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ได้

8.2 กระบอกเก็บก๊าซที่ใช้ขวดแทนนั้นไม่คุณภาพไม่ดี เพราะต้องทดลองโดยจุดเทียนไขใส่ไว้นาน ๆ ขวดเก็บก๊าซจะเกิดรอยร้าว ควร เปลี่ยนเป็นกระบอกเก็บก๊าซที่ทนความร้อน

8.3 จัดหาขวดสำหรับติดเทียนไขให้ด้วย โดยใช้ขวดที่แข็งแรงนำมาฝนหลายข้างหนึ่งให้แหลมหรือทำเป็นทวงกลมขนาดพอเหมาะกับ เทียนไข แล้วก็ปลายด้านหนึ่งให้งอขึ้นปลายอีกด้านหนึ่งให้งอลง

8.4 จั๊กหาสำหรับวางกระบอกเก็บกักตอนที่วางคว่ำลงในอ่างน้ำ โดยใช้ดินเผาทำเป็นรูปคล้ายกระดางต้นไม้ ที่ก้นกระดางมีรูวางตรงกลาง แต่ให้เล็กกว่าปากกระบอกเก็บกัก ทางด้านข้างของกระดางด้านหนึ่งเจาะเป็นรูเพื่อไว้สำหรับสอดสายยางเข้าไปในกระดางและกระดางไม่ควรสูงมากนัก วิธีใช้คือคว่ำกระดางลงในอ่างน้ำที่ใส่น้ำมากพอที่จะให้ระดับน้ำอยู่สูงกว่าก้นกระดาง ใสน้ำให้เต็มกระบอกเก็บกัก ใช้กระຈົມปิดและคว่ำลงในอ่างน้ำ ครอบลงไปตรงรูของกระดาง สอดสายยางเข้าไปตรงรูด้านข้างแล้วใช้ปากเป่าลมหายใจออกเข้าไปเก็บไว้ในกระบอกเก็บกัก ใช้กระຈົມปิดปากกระบอกเก็บกักและยกหงายขึ้น ก็จะได้ลมหายใจออกอยู่ในกระบอกเก็บกัก

9. ปลอดภัย ควรแก้ไขสิ่งต่อไปนี้

9.1 แผนยางที่ใช้แทนกระบังลมควรให้หนากว่าเดิม ซึ่งเป็นแผนยางที่บางและจึงจนถึง ทำให้ขาดได้ง่าย

9.2 เนื่องจากกระบังลมของหุ่นจำลองนี้มีลักษณะไม่ถูกต้องตามความเป็นจริงในธรรมชาติ ดังนั้นในการแสดงการทดลองทุกครั้ง ควรแก้ไขข้อบกพร่องแผนยางที่ใช้นั้นแทนกระบังลมขึ้น และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจลักษณะที่แท้จริงก่อนจะอธิบายขั้นตอนต่อไป

10. เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน สิ่งที่ต้องระมัดระวัง

10.1 ใช้ยีสต์ที่มีคุณภาพดี (ใหม่ ๆ) การทดลองจะได้ไม่ล้มเหลว

10.2 การทดลองที่จะได้ผลดีต้องผสมยีสต์และน้ำตาลที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสม คือใช้สารละลายน้ำตาลทราย 40% จำนวน 150 ลบ.ซม. ต่อยีสต์ 10 กรัม คือมีอัตราส่วนระหว่างน้ำตาล ต่อ ยีสต์ เท่ากับ 6 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก

10.3 สายยางที่เป็นหลอดนำก๊าซจะต้องจัดให้อยู่เหนือระดับสารละลาย เพื่อไม่ให้สารละลายล้นออกจากสายยาง

11. ข้อควรระวัง สิ่งที่ต้องแก้ไข

11.1 โครงสร้างแต่ละส่วนควร เขียนกำกับไว้ว่าแทนอวัยวะส่วนใด

11.2 ควรใช้สีที่แทนอวัยวะที่ต่างกัน เป็นคนละสี เพื่อให้ นักเรียน สังเกตได้

12. โป๊โหมเตอร์ สิ่งที่ต้องระวังและแก้ไข

12.1 ควรใช้ปากคีบหนีที่กึ่งไม้เพื่อไม่ให้โน้มลง แต่ระวังอย่าหนีตรงบริเวณสายยางใต้กึ่งไม้ เพราะจะทำให้กึ่งไม้คุดขึ้นน้ำได้ไม่สะดวก

12.2 แก๊สที่เข้าถังถังใดกลามาแล้วในเรื่องของโหมเตอร์

12.3 เมื่อกรอกน้ำเต็มหลอดแคลพิลลารีและเสียบกึ่งไม้ติดเข้ากับสายยางที่ปลายหลอดแคลพิลลารีแล้ว วิธีที่จะทดสอบว่าเกิดมีรูรั่วหรือไม่นั้นอาจทำได้ง่าย ๆ คือ ยกหลอดแคลพิลลารีขึ้นมาจากอ่างน้ำในแนวตั้ง โดยใช้นิ้วอุ้งที่ปลายหลอดข้างที่เปิดเอาไว้ หลังจากนั้นให้ปล่อยปลายนิ้วออก ถ้าน้ำไม่ไหลออกจากหลอด ก็แสดงว่าไม่มีรอยรั่วนำไปทดลองขันต่อไป ถ้าน้ำไหลออกแสดงว่าเกิดมีรอยรั่ว จึงมีแรงดันอากาศช่วยกันให้น้ำไหลออกจากหลอด

13. ตู้ยาเชื้อ สิ่งที่ต้องแก้ไขคือ

13.1 ควรมีโชทงเหลือเล็กน้อย โยงฝาปิดกันกับตัวตู้ทั้งสองมุมด้านซ้ายและด้านขวา โดยให้สายโซยาวพอดีกับที่เปิด แล้วฝาไม่พับปิดกลับลงมา

13.2 ตู้ที่ทำด้วยไม้ทั้งสี่ด้าน ควร เปลี่ยนด้านหลังเป็นกระจก เพื่อให้นักเรียนสังเกตการสาธิตของครูได้ชัดเจน

13.3 ช่องที่มีไว้สำหรับสอดมือเข้าไปทำการทดลอง ควรให้ใหญ่ขึ้นอีกเล็กน้อย และมีฝาปิดให้สนิทกว่าเดิม คือทำฝาให้มีขนาดพอดีกับช่อง ด้านในมีลวดกันไม่ให้ฝาพับเข้าไปในตู้ และฝาปิดไม่เกยอยู่ข้างนอก

13.4 ควรมีน้ำเย็น เป็นถุงเบญจกิตติกับกรวยของช่องที่มีไว้สอดมือเข้าไปทำการทดลอง ปลายถุงเปิดเพื่อให้มือสอดเข้าไปได้ โดยมียางรัดให้กระชับกับข้อมือ เพื่อกันลมพัดฝุ่นเข้าตู้

ข. อุปกรณ์ที่ไม่ต้องแก้ไข

1. แผนพลาสติกคลุม

2. กรอบไม้แป้นประชากร

ข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการจัดทำวัสดุประกอบการปฏิบัติการ

วัสดุที่ควร เปลี่ยนแปลง ได้แก่

เครื่องในสัตว์ ที่ใช้สำหรับศึกษา เรื่องความสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต ถึงแม้จะเป็นวัสดุที่พอจะหาได้ก็จริง แต่เมื่อพิจารณาจากความเหมาะสมแล้วจะเห็นว่าการจัดทำนั้นมีความยุ่งยาก ต้องเสียเวลามาก โดยเฉพาะวัสดุชนิดที่ต้องไปเอามาจากโรงฆ่าสัตว์จึงจะพบตัวพยาธิ พวกนี้ นับว่าทำให้เป็นภาระยุ่งยากแก่ครูผู้สอนเป็นอันมาก หรือแม้แต่นักเรียนเองถ้าบ้านอยู่ไกลจากโรงฆ่าสัตว์ ก็คงจะไม่มีเวลาไปจัดหาได้ อีกประการหนึ่งครูอาจจะเห็นว่าสัณยศพจึงไม่เอานำมาใช้สอน ดังนั้นทาง สสวท ควรจัดทำตัวอย่างสัตว์คงที่เป็นพยาธิที่อาจจะพบอยู่ในเครื่องในสัตว์ เช่น พยาธิตัวแบนชนิดต่าง ๆ พยาธิไส้เดือน เป็นต้น

เชื้อเห็ดฟาง อาจเปลี่ยนเป็นเชื้อเห็ดชนิดอื่น ๆ เพื่อหาได้ง่ายขึ้น

ผ้ากันเปื้อน อาจเปลี่ยนเป็นผ้าเช็ดมือก็เพียงพอ หรืออาจจะไม่ต้องกำหนดไว้ในคู่มือครูก็ได้ เพราะไม่จำเป็นเท่าใดนัก

วัสดุที่ควร กำหนดไว้ในคู่มือครู ได้แก่

สัตว์เล็ก ๆ เช่น หนอน กบ หรือเขียด ควรกำหนดไว้เพราะเป็นสัตว์ที่ใช้ในการทดลองเกี่ยวกับ เรื่องการวัดอัตราการหายใจ การที่ครูมีความเห็นว่าได้รับประโยชน์น้อยก็อาจเป็นเพราะเครื่องมือ วัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ที่ใช้ทดลองมีข้อบกพร่อง ทำให้ทดลองไม่ได้ผลตามที่คาดไว้

พืชน้ำ ควรกำหนดไว้ในคู่มือครู เพราะใช้เป็นที่อยู่ของปลาที่เลี้ยงไว้เป็นอย่างดี ในคู่มือครูควรอธิบายเพิ่มเติมให้เห็นถึงความสำคัญของพืชน้ำที่จำเป็นต่อปลามากน้อยเพียงไร

เฟิร์น เป็นวัสดุที่ใช้เป็นตัวอย่างที่ดีเกี่ยวกับการสืบพันธุ์แบบสลับ แต่ครูหรือนักเรียนอาจไม่สามารถจัดทำตัวอย่างของลำต้นในระยะ สปอร์โรไฟท์ (sporophyte) และแกมโตไฟท์ (gametophyte) ได้ครบวงจรชีวิต ดังนั้นทาง สสวท ควรจะจัดทำต้นเฟิร์นทั้งสองระยะให้ จึงจะทำให้การเรียน การสอนบรรลุจุดมุ่งหมายได้

วัสดุที่ควรเพิ่มเติมไว้ในคู่มือครู ได้แก่

สไลด์สำเร็จรูป แสดงโครงสร้างภายในของใบ เพราะนักเรียนไม่สามารถตัดใบตามขวางให้บางจนกระทั่งเห็นเนื้อเยื่อทั้งสองชั้นของใบได้ ทำให้การเรียนรู้ การสอนประสบความสำเร็จทาง สสวท ควรผลิตสไลด์สำเร็จรูปโครงสร้างของใบ เพื่อให้ครูและนักเรียนได้เห็นเป็นแนวทางในการทดลองปฏิบัติจริง ๆ ด้วยวัสดุสด ๆ ทอ ๆ ไป

มอสส์ เป็นตัวอย่างพืชที่มีการสืบพันธุ์แบบสลับที่ควรกำหนดเพิ่มเติมไว้ในคู่มือครู เพราะมอสส์เป็นพืชที่สามารถหาได้ง่ายในบริเวณพื้นที่ชื้น ๆ และอยู่ในที่ร่ม ๆ บริเวณที่พบมากที่สุดคือตามขอบกำแพง หรือที่ ๆ บิหินหรืออิฐที่เปียกชื้น มอสส์นอกจากจะเป็นพืชที่หาง่ายแล้ว ยังเป็นพืชที่มีการสืบพันธุ์แบบสลับที่ทั้งต้น สปอร์ไรไฟทอไมนัสนั้นเดียวกันอีกด้วย

ไข่มุกทอง ทาง สสวท ควรจัดหาไข่มุกในกระยะต่าง ๆ นำมาดองไว้สำหรับเป็นตัวอย่างแสดงการเจริญในกระยะเอมบริโอของสัตว์ หรือกำหนดให้ครูจัดหาไข่มุกในกระยะต่าง ๆ ดองเอาไว้ให้นักเรียนศึกษา เนื่องจากในบทที่ 16 มีกิจกรรมที่ต้องใช้เวลาในการเตรียมวัสดุมากแล้ว และการศึกษาเรื่อง การเจริญในกระยะเอมบริโอของสัตว์ ต้องใช้เวลาในการสังเกตทุก ๆ 2 - 3 ชั่วโมง ทำให้นักเรียนประสบปัญหายากเรื่องเวลา เพราะนักเรียนต้องเรียนทุก ๆ ชั่วโมง ดังนั้นในปีการศึกษานี้ จึงมีโรงเรียน 4 โรงเรียนที่ไม่ได้ทำการศึกษาเรื่องนี้

วัสดุที่ไม่จำเป็นต้องกำหนดไว้ในคู่มือครู ได้แก่

พาราฟินหรือซีลิ่ง ไม่จำเป็นต้องกำหนดไว้ เพราะครูและนักเรียนอาจเตรียมได้ง่ายโดยไม่ต้องเสียพาราฟินได้

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งนี้ขอไป

1. ควรทำการศึกษาความคิดเห็นของครูและนักเรียน เกี่ยวกับอุปกรณ์และวัสดุประกอบปฏิบัติการ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ใช้ในการสอนวิชาชีววิทยาระดับ มศ.4 หลังจากที่ได้มีการปรับปรุงแก้ไขแล้วในปีการศึกษาต่อไป เพื่อศึกษาว่าอุปกรณ์และวัสดุที่ได้แก้ไข ปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงแล้วนั้น นำมาใช้ในการสอนจริงในโรงเรียนได้หรือไม่

2. ควรจะทำการติดตามผลการใช้อุปกรณ์การสอนหลังจากที่ได้ใช้อุปกรณ์อุปกรณ์นั้นใหม่ ๆ เพื่อจะได้คำตอบที่ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด
3. ควรทำการติดตามผลโดยวิธีซักสอบที่สามารถวัดความรู้ที่นักเรียนได้จากการนำอุปกรณ์แต่ละชนิดไปใช้ เช่น ความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของโครงสร้างของอุปกรณ์ ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการใช้อุปกรณ์ หรือผลการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ชนิดนั้น ๆ
4. ควรจะศึกษา เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มนักเรียนที่สอนโดยใช้อุปกรณ์ กับกลุ่มนักเรียนที่สอนโดยไม่ใช้อุปกรณ์ ซึ่งนักเรียนทั้งสองกลุ่มนั้นต้องเรียนหลักสูตรเดียวกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ชูลี ชัยพิพัฒน์ "ครูสอนวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติ" วิทยาศาสตร์ 9:233-235 มีนาคม 2508.
- ชนู แสงศักดิ์ ทฤษฎีและแนวคิดในการจัดและบริหารการศึกษา สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย 2509, 121 หน้า.
- ชำระ บัวศรี, ดร., หลักการศึกษา แพรวพทยา 2506, 379 หน้า.
- ประมวลการสอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-5 ตามหลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย
(สายสามัญ) พุทธศักราช 2503 แสงทองการพิมพ์(สาขา) พระนคร 2505, 374 หน้า.
- มณู บิยาวรณนท์ ปัญหาและอุปสรรคในการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนจังหวัดพระนคร ประจำปีการศึกษา 2512 ปรินิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2513, 143 หน้า.
- วิชาการ, กรม กระทรวงศึกษาธิการ อุปกรณ์การสอน โครงการพัฒนาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ 2504, 81 หน้า.
- วิจิต สุวรรณรัตน์ ปัญหาเกี่ยวกับการเลือก การผลิต และการใช้วัสดุทัศนวัสดุของครูที่สอนในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สายสามัญ ในโรงเรียนรัฐบาล จังหวัดพระนคร-ธนบุรี พ.ศ. 2512 ปรินิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2513, 109 หน้า.
- ศรีพรหม อู่ประคำ การวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับทัศนศึกษาของโรงเรียนมัธยมในจังหวัดภาคเหนือ ปรินิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต 2511, 158 หน้า.
- อรพินท์ ทินวัฒน์ การทดลองสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ที่โรงเรียนตราดสรรเสริญ จังหวัดตราด ปีการศึกษา 2511 โดยใช้และไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบการสอน ปรินิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2512, 116 หน้า.

Best, John W. , Research in Education , Prentice - Hall Englewood Cliffs , N.J. , 1959 , 320 pp.

BSCS , Biological Science (blue version) Houghton Mifflin Company, New York, 1968 , 840 pp.

BSCS , Innovations in Equipments and Techniques for The Biology Teaching Laboratory D.C. Heath and Company , 1969 , 116 pp.

BSCS , Newsletter , vol.22 , 1970.

Croydon Biology Centre , UK. (mim.)

de Kieffer , Robert E. , Audio - Visual Instruction , The Center for Applied Research in Education , Inc., New York , 1965, 177 pp.

Grobman , Arnold B. , and others , BSCS Biology Implementation In The Schools , United States of America , 1964 , 94 pp.

Haas , Kenneth B. , and Packer Harry Q. , Preparation and Use of Audio - Visual Aids 3 rd ed. Prentice - Hall Inc. , New York , 1955 , 381 pp.

Weiss , Elwood D. , and other , Modern Science Teaching , The Macmillan Company , New York , 1950 , 462 pp.

Hormchong, Twee , Report on The Tour of The Thai Biology Design Team 17th September - 7th December 1971 , 26 pp. (mim.)

Kinder , James S. , Audio - Visual Materials and Techniques , 2nd ed. , America Book Company , New York, 1959, 592 pp.

Mc Clusky , F. Dean , "Audio - Visual Save Time" , The Instruction ,
6 : 15 September , 1947.

Noel , Elizabeth G. and Leonard , J. Paul , Fundation For Teacher
Education In Audio - Visual Instruction , America Council
on Education , 744 Jackson Places , Washington 6 D.C. ,
U.S.A. , Third Printing , June 1962 , 60 pp.

Nuffield Foundation , Biology Text III The maintenance of life ,
Longmans , Green and Co.Ltd , England , 1966 , 238 pp.

Pascoe , H.T. , Biology , Hazell Watson Sviney Ltd. , Aylesbery ,
Bucks, 1966 , 64 pp.

Science Teaching Center , University of Maryland , Guidebook
to Constructing Inexpensive Science Teaching Equipment ,
vol.I,Biology University of Maryland , College Park,
1972 , 288 pp.

Turtox , Biological Supplies Catalog 1969/70 , The United State
of America , 1969 , 787 pp.

ภาคผนวก

ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

อุปกรณ์ทาง สสวท สร้างขึ้นและส่งไปยังโรงเรียนดำเนินการสอน 10 โรงเรียน ในปีการศึกษา 2516 เป็นครั้งแรก ซึ่งมีอุปกรณ์อยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่อุปกรณ์ชนิดที่สำคัญที่ผู้วิจัยเห็นว่าการมี การคิดตามผลการใช้ว่า อุปกรณ์เหล่านี้มีคุณภาพดีเพียงใด ควรจะได้รับการปรับปรุงแก้ไข คัดแปลงมากขึ้นน้อยแค่ไหน มีจำนวนทั้งหมด 15 ชนิด ได้แก่

ภาพที่ 1 เครื่องมือวัดปริมาตร การคาร์บอนไดออกไซด์
(aerobic respiratory apparatus)

ภาพที่ 2 สวิงตักแพลงตอน (heavy plankton net)

ภาพที่ 3 ที่วางหลอดทดสอบ (test tube rack)

ภาพที่ 4 กรวยไม้สี่เหลี่ยมจัตุรัส (quadrat)

ภาพที่ 5 แฉกอัดพืชไม้ ('flower' press)

ภาพที่ 6 ออสโมมิเตอร์ (osmometer)

ภาพที่ 7 ชุดตะเกียบอัลกอซอด (ชาตัง, ตะเกียบอัลกอซอด, ที่บังลม)

ภาพที่ 8 แผ่นพลาสติกกด (indented plastic plate)

ภาพที่ 9 เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ภาพที่ 10 ขีโครงเทียม (artificial rib)

ภาพที่ 11 ปอดเทียม (artificial lung)

ภาพที่ 12 เครื่องมือทดสอบการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

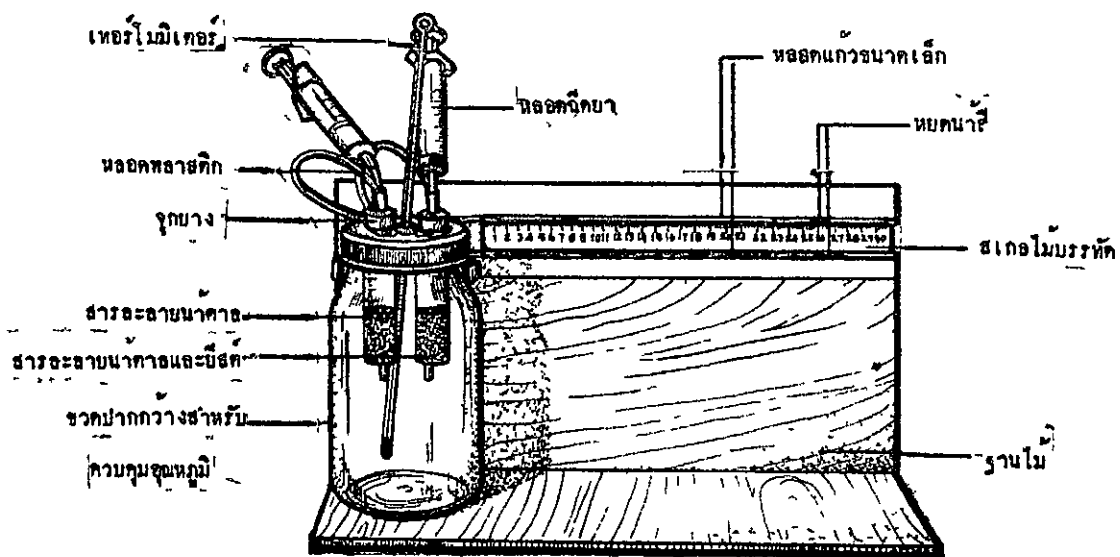
(anaerobic respiratory apparatus)

ภาพที่ 13 เครื่องมือวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์
(volumeter)

ภาพที่ 14 โพโตมิเตอร์ (potometer)

ภาพที่ 15 ตู้ถ่ายเชื้อ (transfer hood)

อุปกรณ์ทั้ง 15 ชนิดดังกล่าวมาแล้วนี้ ได้แสดงภาพให้เห็นถึงโครงสร้างของเครื่องมือแต่ละชนิด รวมทั้งอธิบายถึงส่วนประกอบและวิธีสร้างไว้ท้ายภาพ เพื่อให้ผู้ที่สนใจได้เข้าใจและรู้จักอุปกรณ์ชนิดนั้น ๆ ได้ดีขึ้น



ภาพที่ 1 เครื่องมือวัดปริมาณการคายคาร์บอนไดออกไซด์

(aerobic respiratory apparatus)

๑. ครึ่งปีแรกปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๓ ๒. ครึ่งปีหลังปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๓

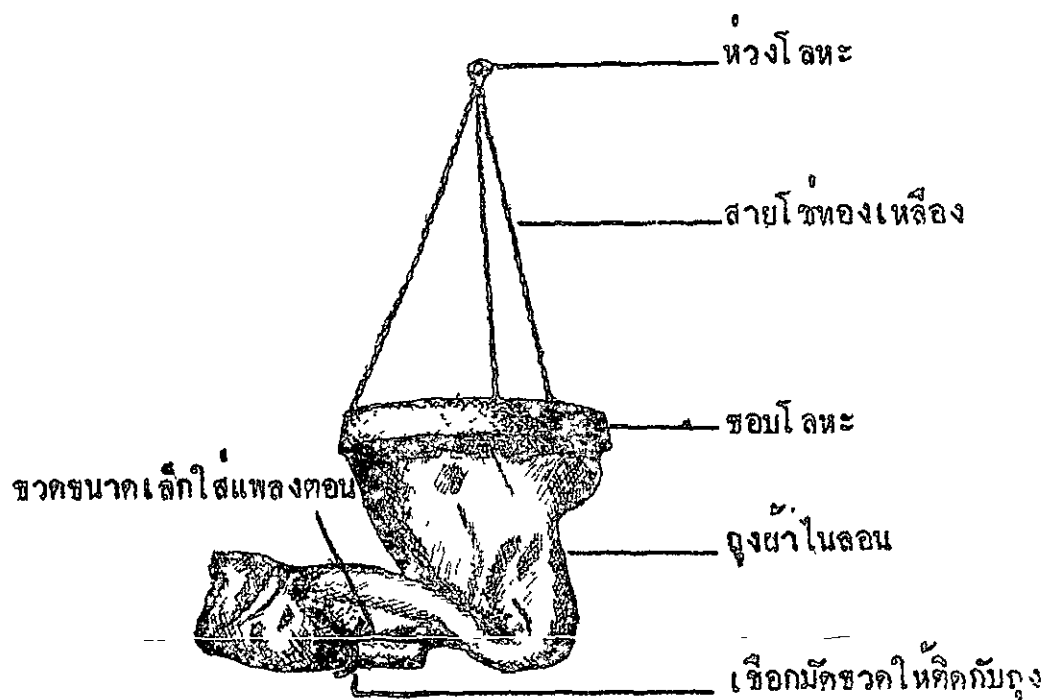
ส่วนประกอบและวิธีสร้าง

1. ขวน้ำเพื่อควบคุมอุณหภูมิ ใช้วาล์วปากกว้างขนาด 1000 ลบ.ซม.เจาะผ่าวาล์วให้มีขนาดเท่ากับหลอดฉีดขนาด 20 ลบ.ซม. 2 รู ตรงกลางเจาะอีกรูหนึ่งสำหรับเสียบเทอร์โมมิเตอร์โดยมีข่างรักษาสายไฟฟ้ายึดไว้ให้แน่น

2. หลอกใส่สารละลาย หลอกชนิดยาคานาค 20 ลบ.ซม. ถอดลูกสูบออกปิดจุกยางให้แน่นทั้งสองหลอก จุกยางแต่ละจุกเจาะรูสองรูเสียบหลอดนำก๊าซมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มม. ยาว 7 ซม. ให้ทะลุเข้าไปในหลอกชนิดยาคานาค ปลายของหลอดนำก๊าซหลอดหนึ่งต่อเข้ากับหลอดพลาสติกยาวประมาณ 15 ซม. และเชื่อมต่อเข้ากับหลอดแก้วทั้งสองหลอกที่ติดอยู่บนสเกล

3. หลอดฉีดยาสำหรับปรับตำแหน่งหยคน้ำสี หลอดฉีดยาขนาด 20 ลบ.ซม. ต่อเข้ากับหลอดนำก๊าซที่ติดอยู่ที่ทุกยาง โดยใช้หลอดพลาสติกที่มีขนาดพอเหมาะกั้นกันของหลอดฉีดยาและหลอดนำก๊าซ

4. ฐานไม้ ไม้อัดสองแผ่นขนาด 20 x 42 ซม.² วางในแนวตั้งขนาด 12 x 42 ซม.² วางในแนวนอนประกบกันเป็นมุมฉาก ฐานในแนวตั้งติดสเกล(ไม้บรรทัด) ยาว 30 - 40 ซม. หลอดแก้วขนาดเล็ก ϕ ภายใน 2 มม. ยาว 30 - 40 ซม. วางเรียงขนานกันโดยมีสเกลไม้บรรทัดอยู่ตรงกลางและมีครีบทองเหลืองยึดหลอดแก้วเอาไว้

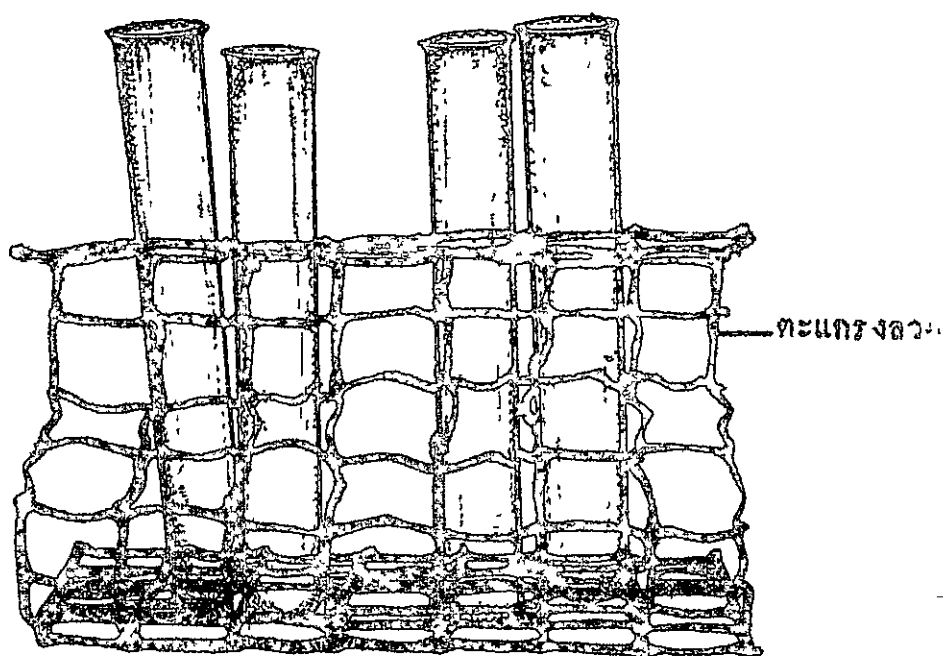


ภาพที่ 2 สวิงตักแพลงตอน (heavy plankton net)

สวิงตักแพลงตอน ใช้สำหรับเก็บสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในน้ำทะเลและน้ำจืด เช่น แพลงตอน หรือบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำทั่วไป

ส่วนประกอบและวิธีสร้าง

1. ขอบโลหะ ขดแผ่นเหล็กฟัดขนาด กว้าง 3 ซม. ยาว 85 ซม.หนา 0.2 ซม. เชื่อมต่อเป็นวงกลม เจาะรู 3 รู เว้นระยะห่างเท่าๆกัน รูเหล่านี้ห่างจากขอบด้านหนึ่งประมาณ 1 ซม.
2. ถุงผ้าไนลอน ผ้าไนลอนสีขาวขนาด 80 x 90 ซม. พับตามแนวเส้นทะแยงมุม เย็บติดกันเป็นรูปกรวยให้ปากถุงมีขนาดเท่ากับขอบ เย็บผ้าติดกับปากถุงทำเป็นขอบแล้วเย็บติดเข้ากับขอบโลหะอีกทีหนึ่ง ที่ก้นถุงตัดเป็นช่องเปิดและเย็บพับเป็นขอบเล็กๆมีเชือกเล็กๆร้อยอยู่ปลายปลายเชือกไว้สำหรับผูกติดเข้ากับขวดใส่แพลงตอน
3. ขวดใส่แพลงตอน เลือกขวดขนาดเล็กรูปทรงกระบอกผูกติดเข้ากับก้นถุง การที่เลือกขวดรูปทรงกระบอกนี้ก็เพื่อความสะดวกในการเทแพลงตอนออกจากขวด
4. สายโซ่ทองเหลือง โซ่ทองเหลืองขนาดเล็กยาว 40 ซม. 3 เส้น ติดกับรูที่ขอบโลหะโดยครึ่งควมผูก ปลายสายโซ่ทองเหลืองสามเส้นร้อยรวมกันด้วยห่วงโลหะขนาด ϕ 2 ซม.



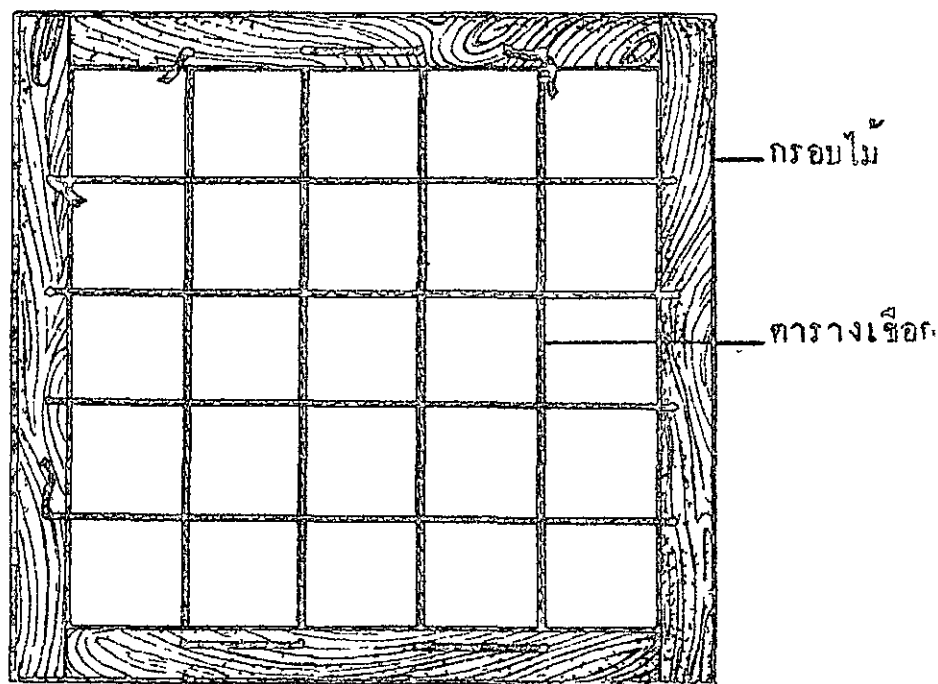
ภาพที่ 3 ที่วางหลอดทดสอบ (test tube rack)

ที่วางหลอดทดสอบ ใช้วางหลอดทดสอบ กว่าหลอดทดสอบหรือวางเครื่องมืออื่นๆ

ลักษณะยาวๆและมีขนาดพอเหมาะสำหรับของใส่หลอดทดสอบ

ส่วนประกอบและวิธีสร้าง

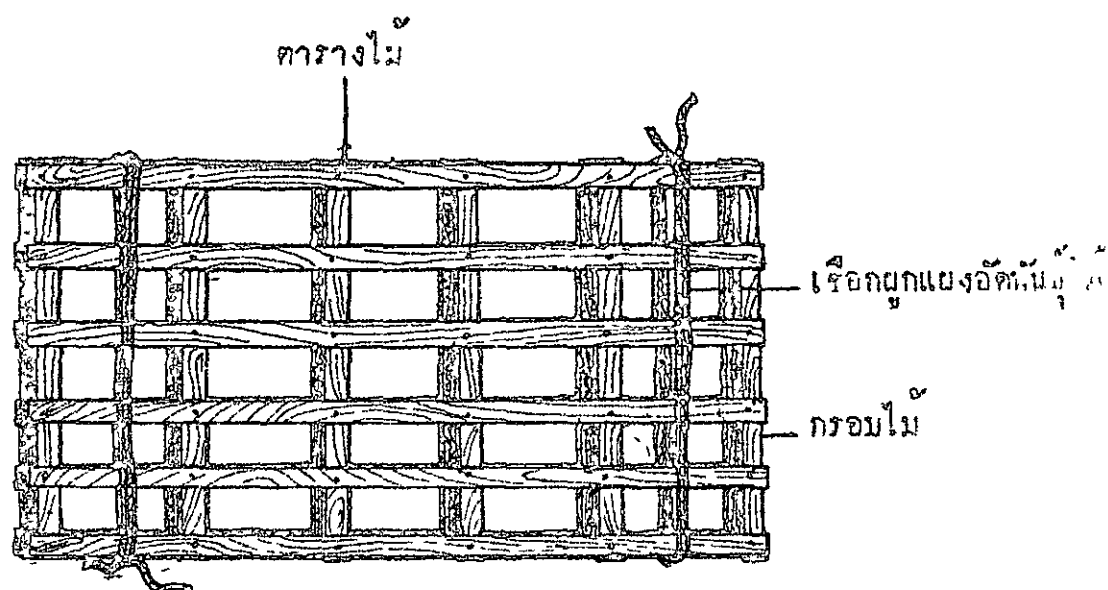
ตัดแผ่นตะแกรงลวดมีขนาด กว้าง 18 ซม. ยาว 32 ซม. ตาตารางแต่ละช่องมีขนาด 2.5×2.5 ซม.² ของใส่หลอดทดสอบจะตัดให้โค้งเล็กน้อย แผ่นตะแกรงลวดส่วนที่ทำเป็นฐาน ขดพับเป็นสองชั้น ให้ตารางเหลื่อมกันประมาณครึ่งตารางเพื่อกันหลอดทดสอบหลุดออกจากช่อง ฐานมีความยาว 8 ซม. กว้าง 18 ซม. ส่วนที่เหลือขดเป็นที่ยึดสำหรับใส่หลอดทดสอบเป็นรูปตัว U โดยให้ช่องขึ้นบนและชั้นล่างตรงกัน เพื่อให้การทรงตัวของที่วางหลอดทดสอบดีขึ้น อาจใช้กระดาษแข็งหรือแผ่นสังกะสี หรือไม้อัด ตัดให้มีขนาดเท่ากับฐานสอดไว้ที่ฐาน หลังจากนั้นอาจนำที่วางหลอดทดสอบไปชุบพลาสติกหรือพ่นสีทับไว้เพื่อกันสนิม



ภาพที่ 4 กรอบไม้สี่เหลี่ยมจัตุรัส (quadrat)

กรอบไม้สี่เหลี่ยมจัตุรัสมีประโยชน์ในการนับประชากรหอยชนิดต่างๆ ในบริเวณพื้นที่ $1/4$ ม.² หรือนับประชากรสัตว์ เช่น แมลงในดิน ได้โดยนับว่ามีจำนวนเท่าใดในเนื้อที่ที่จะทำการสำรวจ ส่วนประกอบและวิธีสร้าง

นำแผ่นไม้อัดขนาด 4×58 ซม.² จำนวน 2 แผ่น ขนาด 4×50 ซม.² จำนวน 2 แผ่น ประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดของกรอบภายใน 50×50 ซม.² กรอบแต่ละด้านเจาะรู 4 รู ให้มีระยะห่างเท่าๆกันคือ 10 ซม. รูแต่ละรูห่างจากขอบด้านในประมาณ 1.5 ซม. ใช้เชือกไนลอนมี ϕ 0.4 ซม. ยาว 4.50 ม. ร้อยรูทั้งสี่ที่อยู่ตรงข้ามกันทั้ง 4 ด้านเป็นตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 10×10 ซม.² วิธีร้อยเชือกนั้นต้องแบ่งเชือกออกเป็นสองเส้นเท่าๆกันคือยาวเส้นละ 2.25 ม. เส้นหนึ่งร้อยรูที่อยู่ตรงข้ามกันของกรอบที่ขานกันคู่หนึ่ง อีกเส้นหนึ่งร้อยรูที่อยู่ตรงข้ามกันของกรอบที่ขานกันอีกคู่หนึ่ง เชือกไนลอนควรเลือกให้มีสีสดๆ เช่น สีส้ม สีชมพู เป็นต้นเพื่อจะได้เห็นได้ชัดเจนและสะดวกในการค้นหา



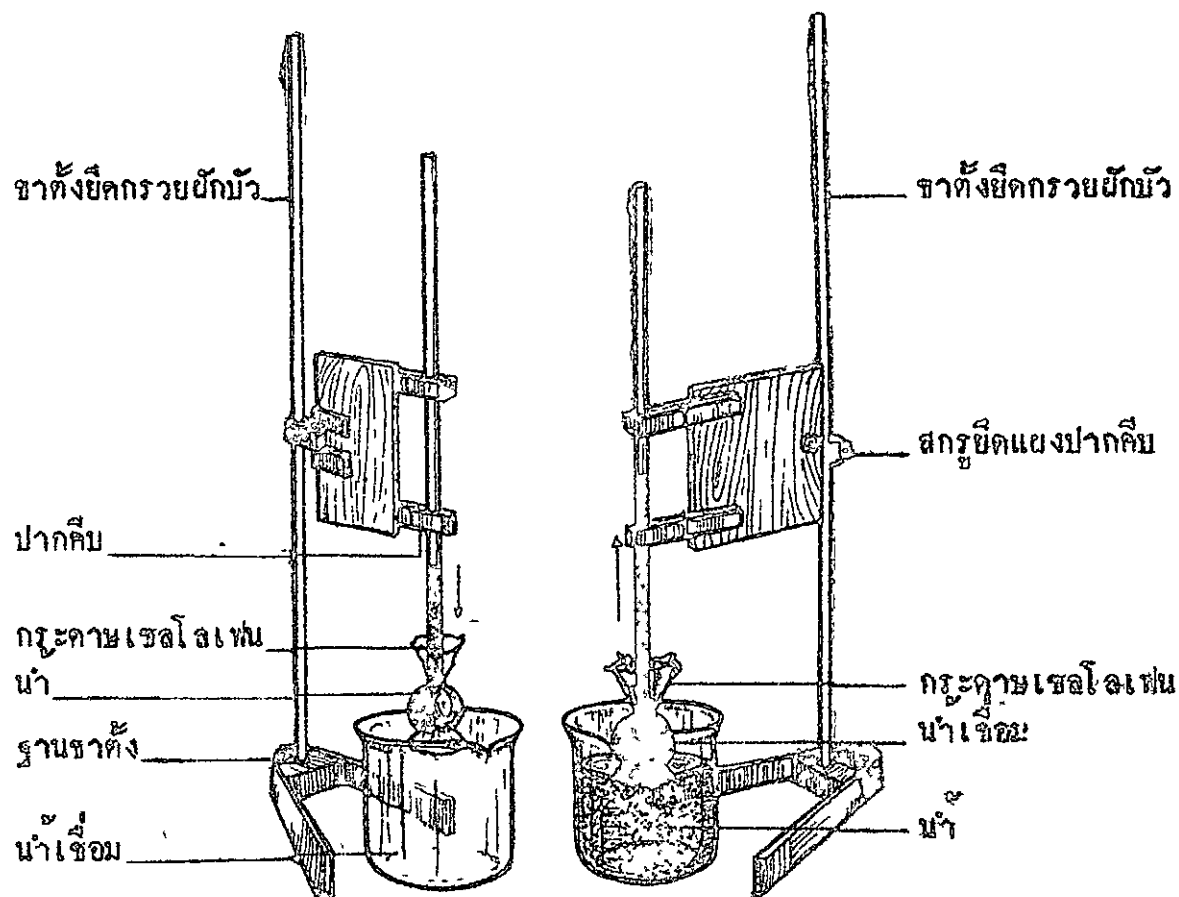
ภาพที่ 5 แดงอัดพันธุ์ไม้ (flower press)

แดงอัดพันธุ์ไม้ใช้สำหรับอัดดอกไม้ ไม้ไม้ เจริญเติบโตเร็วทันใจ

ส่วนประกอบและวิธีสร้าง

1. ตารางไม้ แดงอัดพันธุ์ไม้ประกอบด้วยตารางไม้ 2 แดง แต่ละแดงใช้ไม้อัดขนาด 1.5 ซม. $\times$ 45 ซม. 2 แดง และขนาด 1.5 ซม. $\times$ 30 ซม. 2 แดง มาประกอบกันเข้าเป็นกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีคานกว้าง 30 ซม. คานยาว 45 ซม. แดงไม้แต่ละแดงยึดด้วยตะปูเหล็กหรือคาน นำแดงไม้อัดขนาด 1.5 ซม. $\times$ 45 ซม. จำนวน 4 แดง มาทำตารางตามแนวยาว และแดงไม้อัดขนาด 1.5 ซม. $\times$ 30 ซม. จำนวน 4 แดง มาทำตารางตามแนวกว้าง โดยแบ่งให้ระยะห่างเท่าๆกัน

2. เรือกมกแบ่งอัดพันธุ์ไม้ ใช้เหล็กเส้นขนาด 2 เส้น ยาวเส้นจะประมาณ 1.25 เมตร ผูกแดงอัดพันธุ์ไม้ทั้ง 2 แดง ที่ประกบกันให้แน่น โดยผูกด้วยริ้วปลายนางทั้งสอง



ภาพที่ 6 ออสโมมิเตอร์ (osmometer)

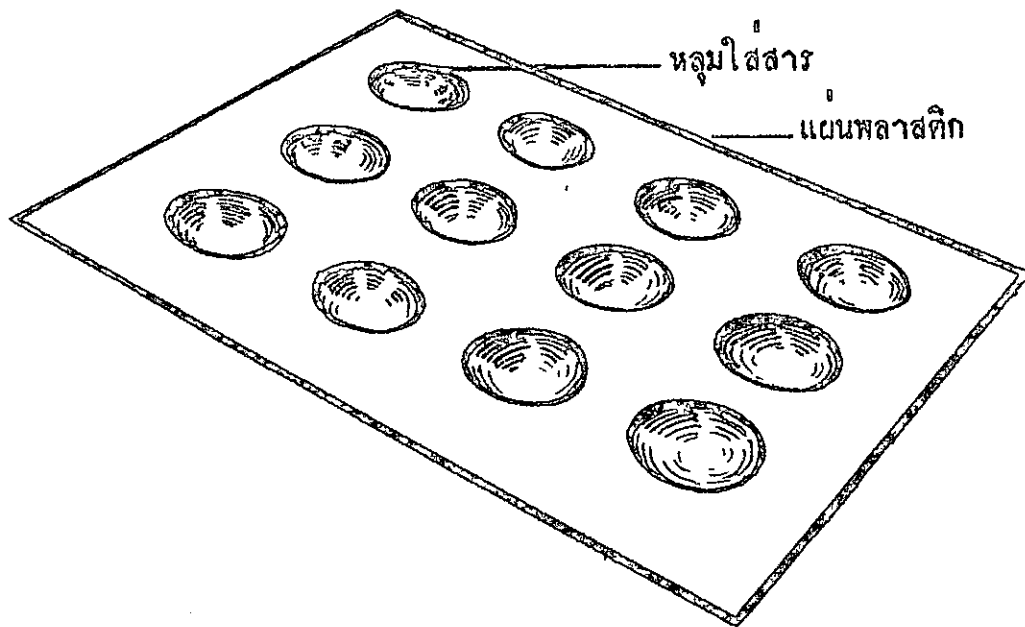
ออสโมมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ทดลองเกี่ยวกับขบวนการ "ออสโมซิส"

ส่วนประกอบและวิธีสร้าง

1. ขาตั้ง ฐานทำด้วยแผ่นเหล็กขนาดกว้าง 2 ซม. ยาว 29 ซม.หนา 3 มม. คัดโค้งเป็นรูปตัว ยู ปลายสองข้างต่างออกเล็กน้อย มีแท่งเหล็กขนาดกว้าง 1.4 ซม. ยาว 5 ซม. หนา 1.4 ซม. ขวางอยู่ตรงกลาง ตรงกลางแท่งเจาะรูเป็นเกลียวสำหรับยึดกับขาตั้งในแนวตั้งซึ่งใช้เหล็กเส้นขนาด ϕ 7 มม. ยาว 50 ซม. มีแหวนปากคีมทำด้วยไม้ ติดปากคีมสองอัน อีกด้านหนึ่งเป็นแท่งเหล็กเจาะตรงกลาง สวมลงไปที่ขาตั้งในแนวตั้งโดยมีสกรูเหล็กยึดไว้

2. ภาชนะใส่สารละลาย ใช้บีกเกอร์ขนาดประมาณ 250 ลบ.ซม. หรือภาชนะอื่นที่เหมาะสม

3. กรวยยักบัวและกระดาดเซลโลเฟน ใช้กรวยยักบัวก้านยาว 29 ซม. ϕ 4.3 ซม. แล้วตัดกระดาดเซลโลเฟนให้มีขนาดพอเหมาะกับปากกรวย ปิดปากกรวยให้แน่นโดยใช้ยางรัดทรงบริเวณก้านกรวยที่ติดกับกระเปาะของกรวยยักบัว ภายในอาจบรรจุน้ำหรือสารละลาย



ภาพที่ 8 แผ่นพลาสติกหลุม (indented plastic plate)

แผ่นพลาสติกหลุมใช้สำหรับใส่สารที่ต้องการทดสอบโดยสิ้นเปลืองปริมาณสารเพียงเล็กน้อย ใช้เปรียบเทียบสีของสารต่างๆ ได้หรือใช้สำหรับแยกสารหรือสิ่งที่มีชีวิตเล็กๆ ได้ ฯลฯ

ส่วนประกอบและวิธีสร้าง

แผ่นพลาสติกขนาด กว้าง 9 ซม. ยาว 12 ซม.หนา 0.1 ซม. ทำเป็นหลุม 12 หลุม โดยวิธีการต่อไปนี้

ตัดไม้เนื้ออ่อนขนาดกว้าง 9 ซม. ยาว 12 ซม. หนา 2.5 ซม. ชีดตารางกะให้จุดตัดของตารางมี 12 จุด ใช้หัวนอตกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ซม. เผลไฟให้ร้อนแดงจี้ลงไปตามตรงจุดตัดให้ไหม้ลึกตามที่ต้องการ โดยทำซ้ำกันหลายครั้งจนครบ 12 หลุม

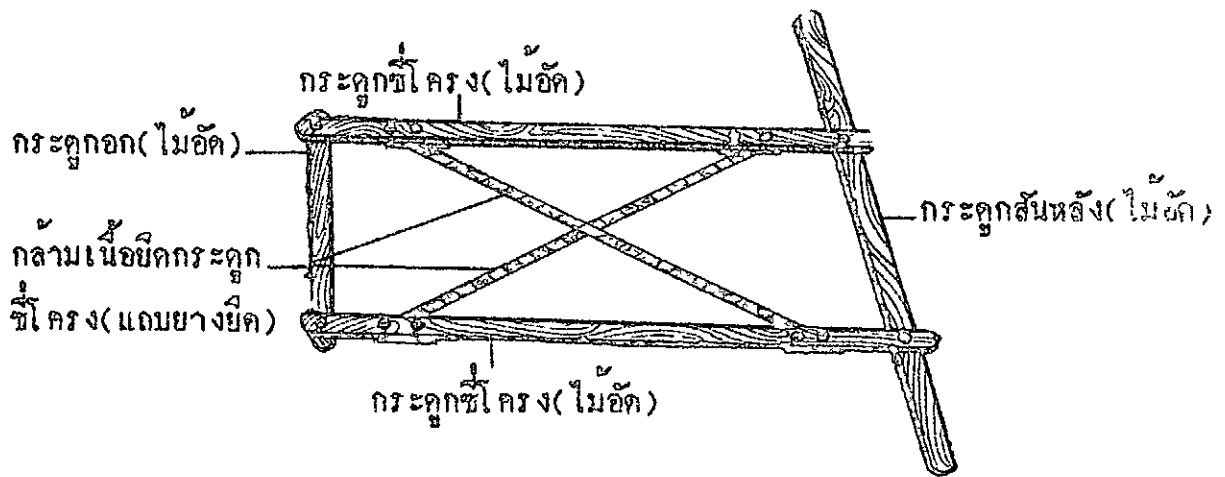
นำแผ่นพลาสติกที่เตรียมไว้กับดักด้วยกระดาษสีน้ำตาล คีตารางไหม้ขนาดเท่ากับพิมพ์ไม้ วางแผ่นพลาสติกลงบนพิมพ์ไม้ให้กึ่งกลางตารางตรงกับหลุมของพิมพ์ไม้ ใช้หัวนอตกลมวางลงบนตารางที่ตัดกัน ใช้เข็มนกดลงไปแรงๆ ก็จะได้หลุมตามต้องการ ถ้าเป็นพลาสติกบางใช้หัวนอตกลมเผาไฟหรือรอนจี้กดลงบนแผ่นพลาสติกก็จะได้หลุมเหมือนกัน



ภาพที่ 9 เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เครื่องมือเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ใช้สำหรับทดสอบความแตกต่างระหว่าง
ลมหายใจเข้าและลมหายใจออก โดยวิธีการเปรียบเทียบกับการดูไหม้ของเชื้อเพลิง (เทียน เข)
ส่วนประกอบและวิธีสร้าง

1. กระบอกลูกแก้ว ใช้ขวดแก้วปากกว้าง 2 ใบๆหนึ่งเก็บลมหายใจเข้า (อากาศภายนอก) อีกใบหนึ่งเก็บลมหายใจออก ขวดแก้วนั้นนอกจากจะใส่เก็บก๊าซแล้วยังใช้เป็นที่สำหรับทดสอบก๊าซโดยใส่เทียนไข ดังนั้นขวดแก้วจะต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะใส่เทียนไขลงไปได้
2. เทียนไขและฉวค ใช้เทียนไขสองเล่มขนาดพอเหมาะกับกระบอกลูกแก้ว เทียนไขนี้จะติดอยู่กับฉวคซึ่งขดเป็นรูปโค้งขึ้นปลายหนึ่งและโค้งลงปลายหนึ่ง ปลายที่โค้งขึ้นจะติดกับเทียนไข
3. แผ่นแก้วปิดกระบอกลูกแก้ว ใช้แผ่นแก้วขนาด กว้าง 8 ซม. ยาว 18 ซม.
4. อ่างน้ำ ภาชนะปากกว้างพอที่จะคว่ำกระบอกลูกแก้วได้
5. สายยาง สายพลาสติกใสขนาด ϕ 7 มม. ยาว 40 ซม. ใช้สำหรับเป่าลมหายใจออกเข้าไปเก็บไว้ในกระบอกลูกแก้วโดยวิธีแทนที่น้ำ

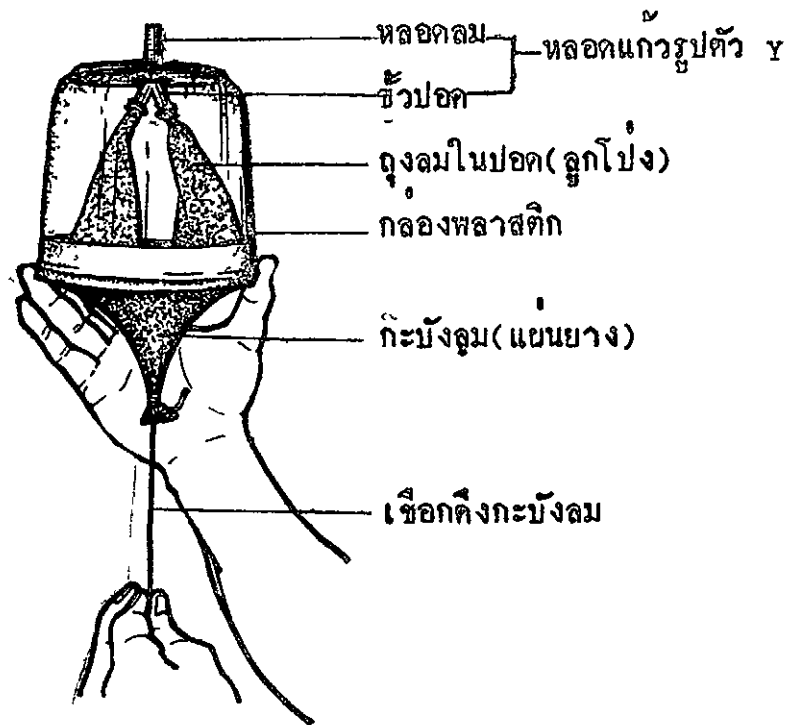


ภาพที่ 10 ซี่โครงเทียม (artificial rib)

ซี่โครงเทียมใช้แสดงให้เห็นถึงอวัยวะที่ช่วยให้ทรวงอกขยายได้เต็มที่เมื่อเกิดเจ็บได้
อย่างไร และเพื่อแสดงกลไกการหายใจเข้าและการหายใจออก
ส่วนประกอบและวิธีสร้าง

1. กระดูกสันหลัง ใช้แผ่นไม้อัดขนาด 40×1.5 ซม.
2. กระดูกซี่โครง ใช้แผ่นไม้อัดขนาด 38×1.5 ซม. จำนวนสองแผ่น
3. กระดูกอก ใช้แผ่นไม้อัดขนาด 23×1.5 ซม.
4. กล้ามเนื้อซี่โครง ใช้แถบยางยืด ขนาด 38×1 ซม.

แผ่นไม้อัดที่ใช้แทนกระดูกสันหลัง กระดูกซี่โครง และกระดูกอก ประกอบกัน
เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยให้กระดูกสันหลังขนานกับกระดูกอกตามแนวกึ่ง กระดูกซี่โครงทั้งสองตั้ง
ขนานกันในแนวนอน สายยางที่ใส่แทนกล้ามเนื้อซี่โครงสองชุดที่ทำงานตรงข้ามกัน จะติดอยู่เป็น
แนวเฉียงตามเส้นทะแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สำหรับกรอบไม้ที่ประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยม
ผืนผ้านี้ขึ้นด้วยตะปูควงอย่าให้คับหรือหลวมมากนักเพื่อสะดวกในการดึงให้ปลายขึ้นลง แถบยางยืด
ที่ติดอยู่กับกรอบไม้แต่ละจุดให้ไม่ประกับแล้วขันตะปูควงให้แน่น

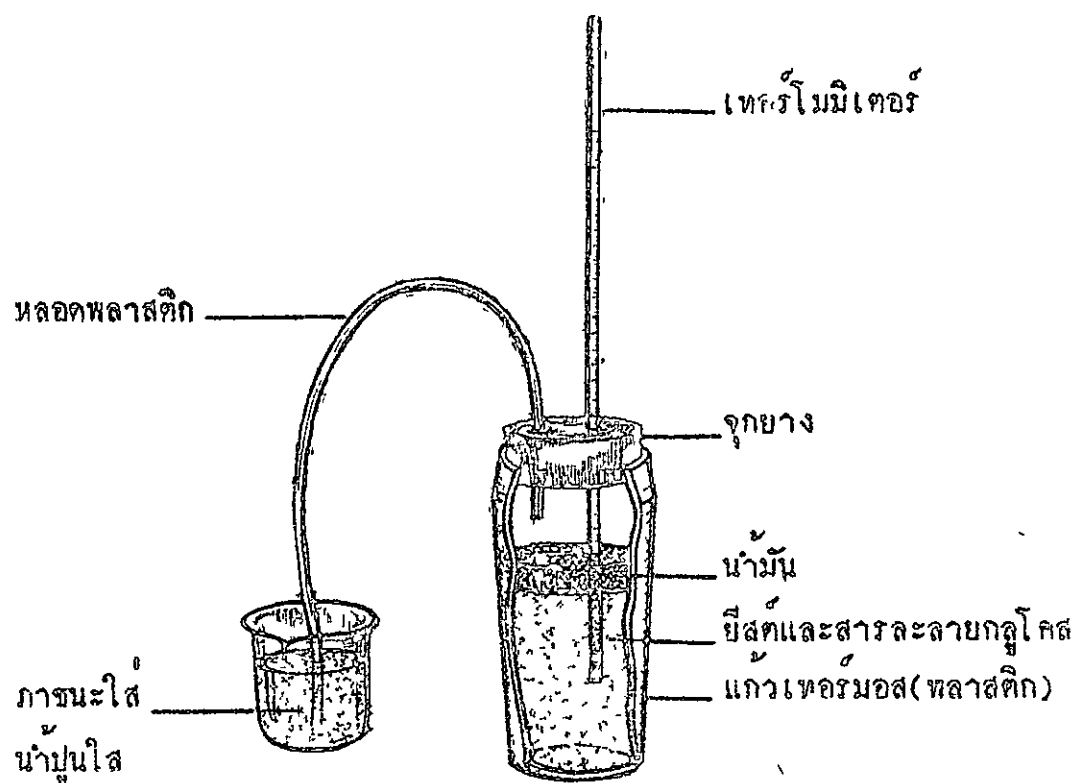


ภาพที่ 11 ปอดเทียม (artificial lung)

ปอดเทียมนี้แสดงให้เห็นถึงการขยายตัวของปอดซึ่งสืบเนื่องมาจากความดันอากาศในช่องอกลดลง และให้นักเรียนทราบว่ากะบังลมช่วยในการหายใจเข้าออก

ส่วนประกอบและวิธีสร้าง

1. ช่องอก กล่องพลาสติกขนาดพอเหมาะเจาะรูที่ก้นกล่องให้มีขนาดเท่ากับหลอดแก้ว
2. ซี่ปอดและหลอดลม ใช้หลอดแก้วที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. ส่วนที่ใช้เป็นหลอดลมยาว 6 ซม. ส่วนที่เป็นซี่ปอดยาว ช่างละ 5 ซม. เชื่อมต่อกันเข้าเป็นรูปตัว 'Y' ปลายส่วนที่เป็นหลอดลมเสียบเข้าไปในรูจากคานในหลอดคานนอกกล่อง โดยมียางรัดสายไฟฟ้ายึดไว้และป้องกันไม่ให้อากาศเข้า
3. ปอด ใช้ลูกโป่งสองลูกผูกติดกับปลายทั้งสองของหลอดแก้วรูปตัว 'Y' โดยใช้อย่างรัดให้แน่น
4. กะบังลม ใช้ลูกโป่งขนาดพอเหมาะกับกล่อง ตัดก้นลูกโป่งออกแล้วนำไปสวมเข้ากับปากกล่องพลาสติกใช้อย่างรัดให้แน่น แล้วใช้กระดาษหรือ PVC เหนียวอีกให้แน่นป้องกันไม่ให้มีรูรั่ว ส่วนที่เป็นปากของลูกโป่งผูกเชือกมัดปากให้แน่น ปลดปล่อยเชือกเอาไว้สำหรับดึง



ภาพที่ 12 เครื่องมือทดสอบการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(anaerobic respiratory apparatus)

เครื่องมือนี้ใช้สำหรับทดสอบการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนของยีสต์

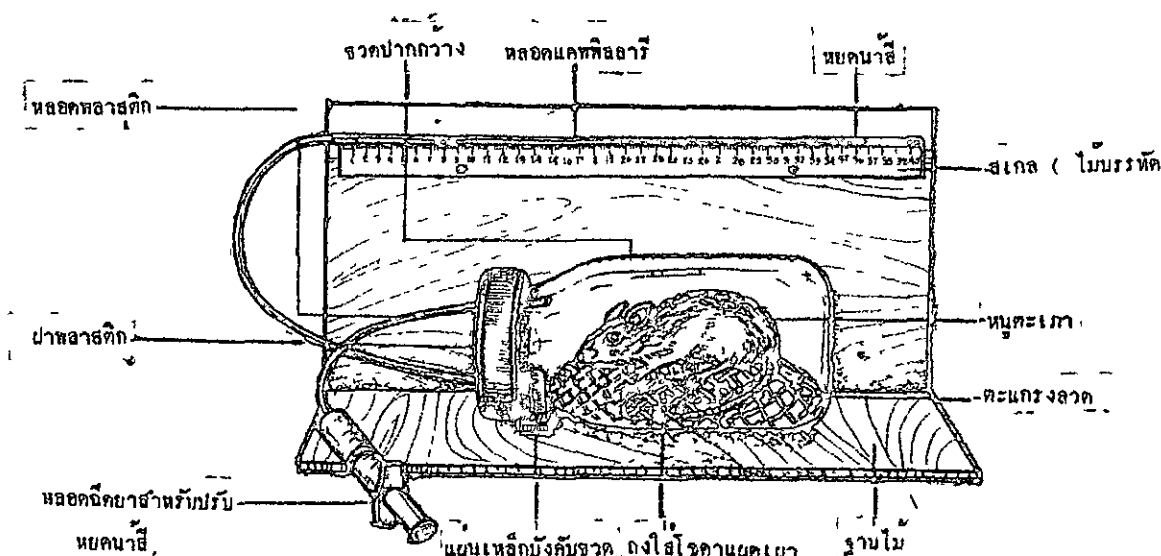
ส่วนประกอบและวิธีสร้าง

1. แก้วเทอร์มอสใส่สารละลาย ใช้แก้วพลาสติกที่มีลักษณะเป็นแก้วสองชั้น เพื่อป้องกันการ
ถ่ายเทความร้อน มีจุกยางปิดอยู่ทางด้านบน ที่จุกยางเจาะรู 2 รู ระหว่างกันพอประมาณ รูหนึ่ง
ใช้เสียบเทอร์โมมิเตอร์ อีกรูหนึ่งเสียบสายยาง

2. เทอร์โมมิเตอร์ ชนิด 100 องศาเซลเซียส เสียบอยู่ที่จุกยาง ปลายจุ่มอยู่ใน
สารละลายที่มียีสต์และกลูโคส

3. หลอดพลาสติกและหลอดนำก๊าซ หลอดพลาสติกมี ϕ 0.4 ซม. ยาว 67 ซม. เสียบหลอด
นำก๊าซที่มี ϕ 0.4 ซม. ยาว 7 ซม. ลงในจุกยางให้อยู่เหนือสารละลาย แล้วต่อเข้ากับหลอดพลาสติก
เพื่อใช้เป็นหลอดนำก๊าซ ปลายหลอดจะจุ่มอยู่ในน้ำปูนใส

4. ภาชนะใส่น้ำปูนใส ใช้บีกเกอร์หรือหลอดทดสอบใส่น้ำปูนใสหรือรบกวนที่ก่อกำเนิดขึ้น

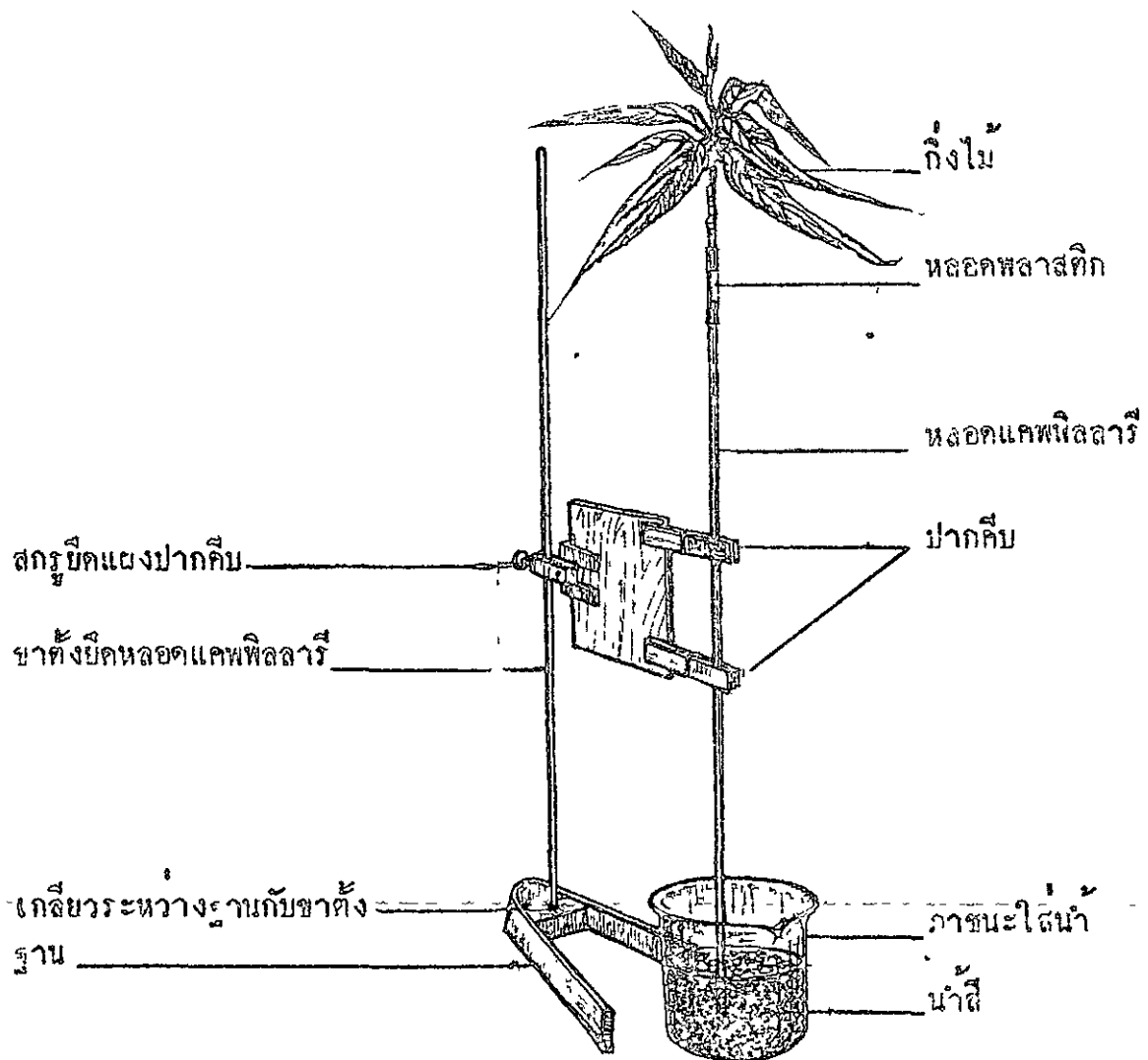


ภาพที่ 13 เครื่องมือวัดปริมาตรภาวออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์
(volumeter)

เครื่องมือนี้ใช้สำหรับวัดอัตราการหายใจของสัตว์แต่ละชนิด เช่น หนู กบ แมลง ฯลฯ

ส่วนประกอบและวิธีสร้าง

1. ขวดใส่สัตว์ทดลอง ใช้ขวดปากกว้างขนาด 1000 ลบ.ซม. ที่ปากพลาสติกเจาะรู 2 รู ขนาด ϕ 4 มม. เสียบหลอดพลาสติกสองสายขนาดยาว 30 และ 20 ซม. เจาะกับหลอดน้ำภายในที่มี ϕ 4 มม. ยาว ประมาณ 3 ซม. ทั้งสองหลอดแล้วเสียบลงไว้ในรูที่เจาะ โดยไขว้ขั้วรอยสายไฟฟ้า ปิดให้แน่นกับปากขวดและป้องกันไม่ให้อากาศรั่วเข้าไปได้
2. ตะแกรงลวด ตัดตะแกรงลวดขนาด 6 $\times$ 12 ซม. และตัดเป็นรอยเข้าไปแล้วพับให้โค้งลง ด้านบนส่วนโค้งเป็นที่สำหรับวางสัตว์ ด้านล่างเป็นที่สำหรับวางโซดาแอซ
3. หลอดฉีดยาสำหรับปรับตำแหน่งหยคน้ำ ใช้หลอดฉีดขนาด 20 ลบ.ซม. ต่อเข้ากับหลอดพลาสติกสายสั้นที่ติดอยู่ที่ปากขวดพลาสติก
4. ฐานไม้ ไม้อัดขนาด 20 $\times$ 41 ซม. วางในแนวตั้งและขนาด 12 $\times$ 41 ซม. วางในแนวนอนโดยประกบกันเข้าเป็นมุมฉาก
5. สเกลไม้บรรทัด ใช้ไม้บรรทัดขนาด 40 ซม. ติดอยู่กับฐานในแนวตั้งตรงส่วนบน
6. หลอดแก้วขนาดเล็ก หลอดแก้วมี ϕ ภายใน 2 มม. ยาว 30 ซม. วางขนานกับสเกลไม้บรรทัด โดยมีครีบทองเหลืองปิดเอาไว้ ป้ายด้านหนึ่งเสียบอยู่กับหลอดพลาสติกสายยาวที่ปากขวด
7. สัตว์ทดลอง ใส่เข้าไปในขวดโดยวางอยู่บนตะแกรงลวดและทำการทดลอง



ภาพที่ 14 โพโตมิเตอร์ (potometer)

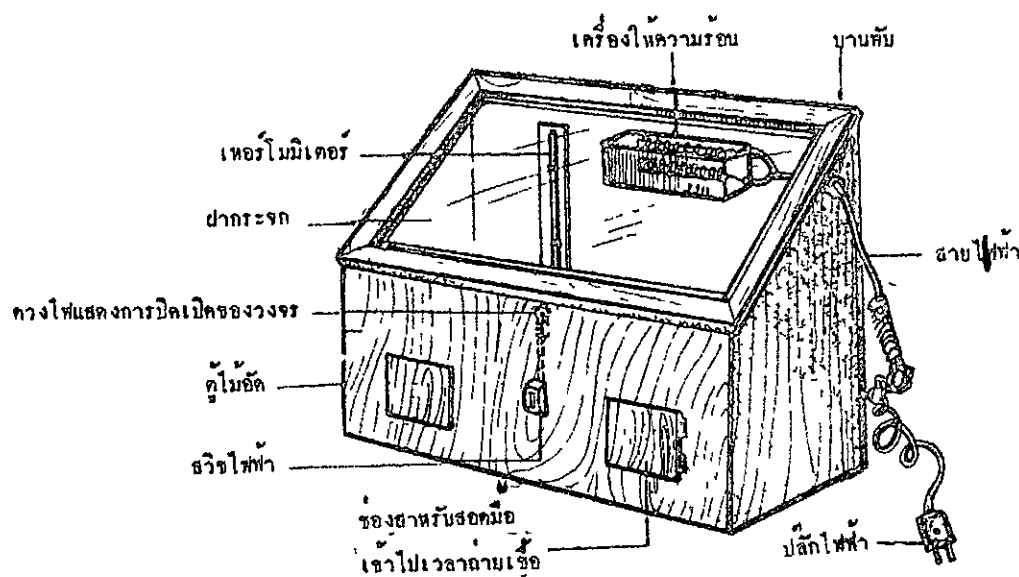
เครื่องมือนี้ใช้สำหรับทดสอบอัตราการคายน้ำของพืชรวมทั้งปัจจัยต่างๆที่ช่วยในการคายน้ำ

ส่วนประกอบและวิธีสร้าง

1. ขาตั้ง รายละเอียดหน้า 6

2. หลอดแคลฟีลลารี มี ϕ ภายใน 2 มม. ยาว 37 ซม. มีไว้สำหรับเสียบกิ่งไม้ ซึ่งเชื่อมต่อกับหลอดพลาสติกที่มี ϕ 4 มม. ยาว 6 ซม. ในหลอดบรรจุน้ำเต็มและไม่มีช่องอากาศ จุ่มปลายอีกข้างหนึ่งลงในภาชนะที่ใส่น้ำ

3. ภาชนะสำหรับใส่น้ำดี ใช้เบ็กเกอร์ขนาด 250 ลบ.ซม. หรือภาชนะอื่นที่เหมาะสม



ภาพที่ 15 ตู้ถ่ายเชื้อ (transfer hood)

ตู้ถ่ายเชื้อ ใช้สำหรับถ่ายเชื้อ เลี้ยงเชื้อ ณ อุณหภูมิห้องหรือในอุณหภูมิตั้งแต่ 32 ถึง 40 องศาเซลเซียส และยังใช้ในการบ่มเชื้อหรืออบสิ่งต่างๆในการทดลองบางอย่าง

ส่วนประกอบและวิธีสร้าง

1. ตู้ไม้อัด ตู้มีขนาดกว้าง 42 ซม. ยาว 59 ซม. สูงหน้า 24 ซม. สูงหลัง 36 ซม. ฝากระจกด้านบนทำเป็นกรอบไม้มีขอบกว้างด้านละ 3 ซม. ใต้กระจกใสมีขนาดกว้าง 36 ซม. ยาว 53 ซม. ฝากระจกติดกับตู้ไม้อัดโดยใช้น้ำมันสองตัวติดที่ขอบทางด้านหลัง ภายในตู้ทำสี่เหลี่ยมกลวงเพื่อให้สว่างและทำความสะอาดได้ง่าย

2. เทอร์โมมิเตอร์ ใช้ขนาด 100 องศาเซลเซียส ติดอยู่กับครีปของหลอดที่ผนังด้านในทางคามหลังของตู้ไม้อัด

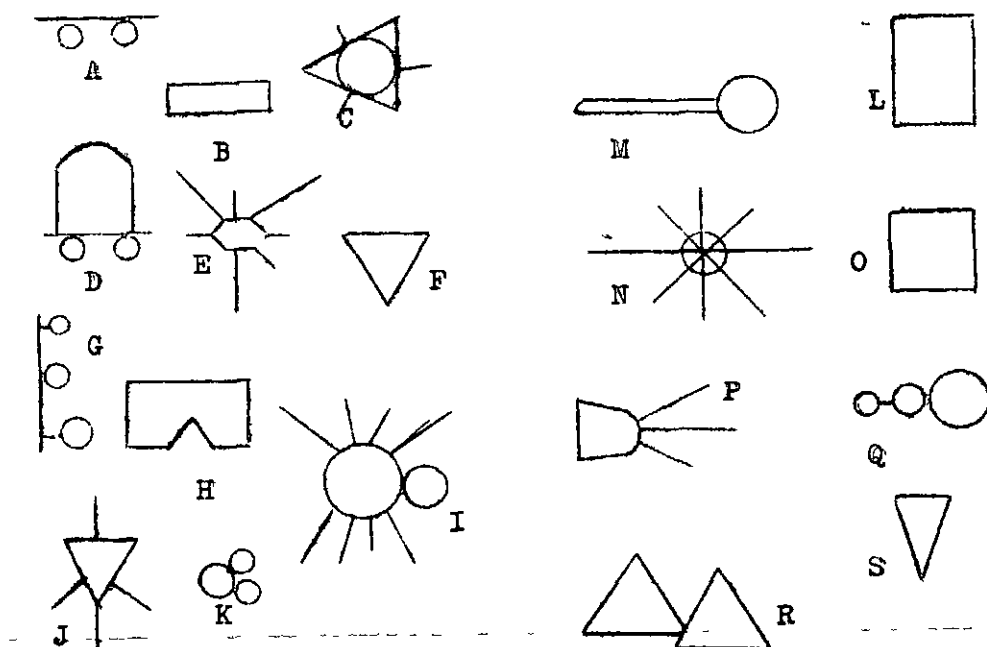
3. เครื่องให้ความร้อน ทำด้วยแผ่นในขนาด 1.5×1.5 ซม.² 2 แผ่นแต่ละแผ่นพันด้วยลวดความต้านทาน 100 วัตต์วางห่างกันพอประมาณ ลวดความต้านทานนี้เชื่อมเข้ากับสายไฟฟ้าซึ่งลอดผ่านรูเล็กๆออกมาข้างนอกปลายสายไฟมาต่อเข้ากับปลั๊กไฟฟ้า เครื่องให้ความร้อนนี้มีกรอบอลูมิเนียมอย่างหนาครอบเอาไว้

4. สวิตช์ไฟฟ้า สวิตช์พลาสติกติดอยู่ด้านนอกของงานหน้าของตู้ไม้อัด

5. ดวงไฟแสดงการปิดเปิดวงจร ติดอยู่บนที่วางด้านหน้าอยู่ในวงจรเดียวกันกับเครื่องให้ความร้อน

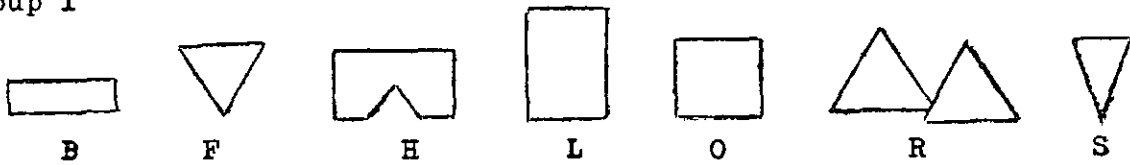
ภาพรูปลายเส้น

แผนภาพรูปลายเส้นนี้เป็นวัสดุประกอบการสอนที่ผู้สอนต้องเตรียมไว้สำหรับให้นักเรียน
ได้มีโอกาสแสดงความคิดริเริ่มในการจัดจำพวกโดยใช้ลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

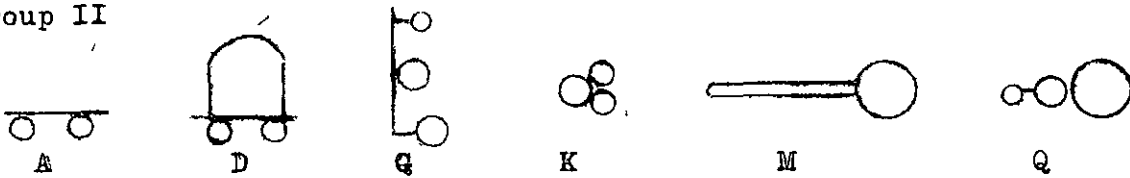


ภาพที่ 16 ภาพรูปลายเส้นแบบต่างๆที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

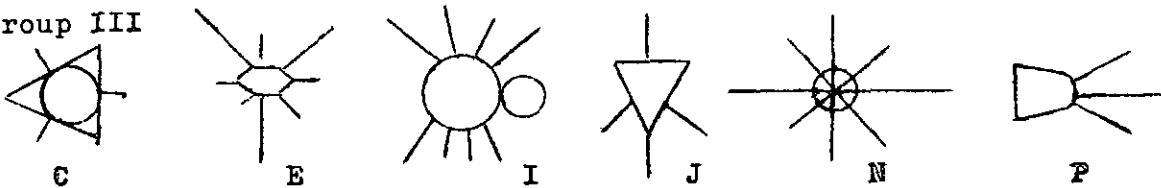
Group I



Group II

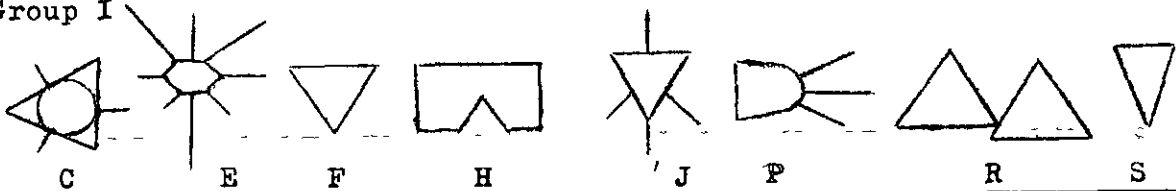


Group III

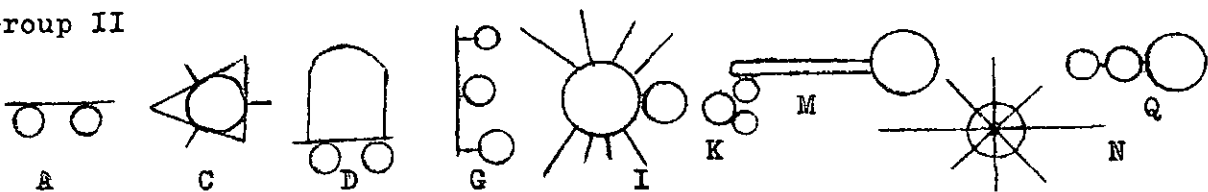


PROFESSOR K's SYSTEM

Group I



Group II



Group III



ภาพที่ 17 แสดงแผนภาพรูปลายเส้นที่ได้จัดแบ่งออกเป็นพวก ๆ โดยวิธีของ

MISTER L's SYSTEM และ PROFESSOR K's SYSTEM

วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร

27 กุมภาพันธ์ 2517

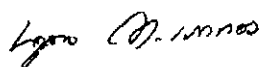
เรียน ผู้สอนวิชาชีววิทยาชั้น มศ.4 หลักสูตรใหม่

เนื่องด้วยข้าพเจ้ากำลังทำปฏิญานพนธ์เรื่อง การติดตามผลการใช้อุปกรณ์การสอนวิชาชีววิทยาที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างขึ้น และจัดส่งไปให้โรงเรียนดำเนินการสอน อุปกรณ์เหล่านี้ได้ทดลองใช้แล้วได้ผลดีแต่ยังไม่ทราบคุณภาพของอุปกรณ์เหล่านี้ในการดำเนินการสอนจริงในโรงเรียนว่าเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ความมุ่งหมายในการติดตามผลการใช้อุปกรณ์ครั้งนี้ เพื่อเป็นเครื่องมือประกอบการพิจารณาหาทางแก้ไขอุปกรณ์ชีววิทยาให้ใช้ได้ดียิ่งขึ้น และเป็นแนวทางในการจัดเตรียมอุปกรณ์การสอนวิชาชีววิทยาในแต่ละบทให้เหมาะสมแก่การใช้ นอกจากแบบสอบถามแล้วยังใคร่จะขอรับข้อเสนอแนะและความเห็นต่างๆจากผู้สอนอีกด้วย

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอความกรุณาท่านให้ช่วยกรอกแบบสอบถามตามความคิดเห็นของท่านหรือตามความเป็นจริงที่ท่านได้พบ ขอขอบคุณเป็นอย่างมากรมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(นฤมล คะเกาทอง)

นิสิตปริญญาโทสาขาชีววิทยา

วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร

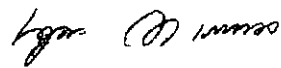
วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร

27 กุมภาพันธ์ 2517

ถึง นักเรียนที่รักทุกท่าน

เนื่องด้วยข้าพเจ้ามีความประสงค์จะทำการศึกษาเกี่ยวกับผลการใช้อุปกรณ์การสอนวิชาชีววิทยาที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งไปยังโรงเรียนดำเนินการสอน 10 โรงเรียนด้วยกัน อุปกรณ์เหล่านี้ได้ทดลองใช้แล้วได้ผลดี แต่ยังไม่ทราบคุณภาพของอุปกรณ์เหล่านี้ในการดำเนินการสอนจริงในโรงเรียน ข้าพเจ้าจึงขอความร่วมมือจากนักเรียนให้ตอบแบบสอบถามนี้ด้วยตามความเห็นที่แท้จริง เพราะคำตอบของนักเรียนจะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนเองและต่อส่วนรวม

ขอขอบคุณในความร่วมมือจากนักเรียนมา ณ โอกาสนี้ด้วย



(นฤมล ตะเภททอง)

นิสิตปริญญาโท สาขาชีววิทยา

วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร

บทที่ 1

เครื่องมือวัดปริมาตรของกาชคาร์บอนไดออกไซด์

(Aerobic Respiratory Apparatus)

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหลังข้อความต่อไปนี้ เพื่อแสดงความคิดเห็นของท่านว่า มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด กำหนดให้เลข 1-5 แทนความหมายต่อไปนี้

เลข 1 เหมาะสมน้อยที่สุด เลข 2 เหมาะสมน้อย

เลข 3 เหมาะสมปานกลาง เลข 4 เหมาะสมมาก

เลข 5 เหมาะสมมากที่สุด

โปรดตอบทุกข้อ...

เครื่องวัดปริมาตรของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความเหมาะสมเพียงใดในค้านต่อไปนี้

	น้อย				มาก
	1	2	3	4	5
(1) บัณฑิตเรียนในระดับนี้.....					
(2) เนื้อเรื่องที่สอนในบทเรียน					
(3) ประสบการณ์เดิมของนักเรียน.....					
(4) ความต้องการและความสนใจของนักเรียน.....					
(5) จุดมุ่งหมายในการสอน.....					
(6) ขนาดของอุปกรณ์					
(7) จำนวนอุปกรณ์กับขนาดของชั้น					
(8) เวลาที่กำหนดไว้ในการใช้อุปกรณ์ในบทเรียนนี้					
(9) เวลาที่จะต้องใช้ในการเตรียมอุปกรณ์					
(10) เวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง					
(11) ความจำเป็นของอุปกรณ์ที่ได้นำมาใช้ในการทำการทดลองในบทเรียนนี้					

	น้อย มาก				
	1	2	3	4	5
<u>ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือ</u>					
(1) ช่วยลดค่าบรรยาย					
(2) ให้ความถี่รวมยอดซึ่งง่ายและไม่ซับซ้อนจนเกินไป					
(3) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น					
(4) ช่วยให้นักเรียนเกิดความพอใจและช่วยให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตัวเอง					
(5) ช่วยเพิ่มทักษะให้แก่นักเรียน					
(6) ช่วยให้ผู้สังเกตการณ์การเรียนการสอนในระยะเวลาอันสั้นที่สุด					
(7) อุปกรณ์ที่นำมาทำการทดลองนี้ได้ผลดีตามแผนการที่วางไว้					
(8) มีสภาพลักษณะและรูปร่างเป็นที่น่าพอใจ					
(9) ช่วยให้นักเรียนมีความคิด พิจารณา.....					

- โปรดภาเครื่องมือ ✓ ดังในช่องหลังข้อความที่เป็นปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น หรือที่ต้อง
ระมัดระวังในการใช้เครื่องมือวัดปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเสนอแนะวิธีแก้ไข
(สำหรับนักเรียนไม่ต้องเสนอแนะวิธีแก้ไข)

<u>ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการใช้เครื่องมือวัดปริมาณของ</u> <u>ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์</u>	มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
(1) ฝาจุกมีรูรั่ว		
ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข		
(2) กระบอกสูบในหลอดคณิทยาไม่สามารถบังคับให้อยู่กับที่ได้		
ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข.....		
(3) สายพลาสติกมีรูรั่ว (อาจเกิดจากการฉีกขาด)		
ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข.....		

	มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
(4) รอยต่อระหว่างสายพลาสติกและหลอดแก้วเชื่อมกัน ไม่สนิท ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข.....		
(5) สเกลสั้นเกินไป ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข.....		
(6) หลอดคดียาไอออนเอนไปมาได้เพราะไม่มีอะไรยึดไว้ ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข.....		
(7) ปฏิกริยาเร็วเกินไปทำให้การบันทึกผลไปสะดวก..... ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข.....		
(8) ความไม่ชัดเจนของหยดน้ำสี..... ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข.....		
(9) สารละลายของน้ำตาลที่ใส่ใส่หลอดแก้ว..... ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข.....		
(10) ปัญหาอื่น ๆ ที่เกิดขึ้น (โปรดระบุ).....		

บทที่ 2 ระบบนิเวศ (Ecosystem)
สวิงตกแพลงตอน (Heavy Plankton Net)

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหลังข้อความต่อไปนี้ เพื่อแสดงความคิดเห็นของท่านว่า มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด กำหนดค่าให้เลข 1-5 แทนความหมายต่อไปนี้

- เลข 1 เหมาะสมหรือเห็นควายน้อยที่สุด
 เลข 2 เหมาะสมหรือเห็นควายน้อย
 เลข 3 เหมาะสมหรือเห็นควายนปานกลาง
 เลข 4 เหมาะสมหรือเห็นควายมาก
 เลข 5 เหมาะสมหรือเห็นควายมากที่สุด

ไปร คคอบทุกขอ

	น้อย		มาก		
	1	2	3	4	5
1. สวิตช์เพลงตอนมีความเหมาะสมเพียงใดในคำต่อไปนี้					
1) ใช้ได้ดีสำหรับนักเรียนในระดับชั้น					
2) สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน					
3) ขนาดของอุปกรณ์					
- ความกว้างของปากสวิง (เส้นผ่าศูนย์กลาง)					
- ความหนาของขอบ (จากปากสวิงถึงดุน้ำในลอน)					
- ความยาวของดุน้ำในลอน					
- ความยาวของใบทองเหลือง					
4) คุณภาพของน้ำในลอนที่นำมาใช้ (ความหนาทน)					
5) คุณภาพของน้ำเกี่ยวกับการกรองน้ำ (น้ำรั่วออกได้ดี)					
6) มีจำนวนเพียงพอ					
7) เวลาในการใช้สวิตช์เพลงตอน					
8) ความจำเป็นที่จะต้องใช้บทเรียนนี้					

๒. ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของสวิตช์เพลงตอน
- ๑) ทำให้สามารถดักสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำได้อย่างดี
 - ๒) ช่วยกรองน้ำออกทำให้เพลงตอนลงไปอยู่ในหลอดทดสอบได้อย่างหนาแน่น
 - ๓) สวิตช์มน้ำได้ก็จึงช่วยทำให้การดักเพลงตอนในที่ลึก ๆ ได้สะดวก

น้อย		มาก		
๑	๒	๓	๔	๕

โปรดกาเครื่องหมาย✓ ลงในช่องว่างหลังข้อความที่เป็นปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการใช้สวิตช์เพลงตอนพร้อมทั้งเสนอแนะวิธีแก้ไข (สำหรับนักเรียนไม่ต้องเสนอแนะวิธีแก้ไข)

๓. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการใช้สวิตช์เพลงตอน
- ๑) สายโซ่ของหลอดมักขาดเป็นก้อนทำให้ใช้ไม่สะดวก
 - ๒) สายโซ่ของหลอดหลุดจากขอบ
 - ๓) ดักเพลงตอนได้เฉพาะบริเวณใกล้ ๆ ขอบบ่อหรือสระเพราะไม่มีค้ำ
 - ๔) ปัญหาอื่นๆ ถ้ามีโปรดระบุ

มีปัญหา	ไม่มีปัญหา

๔. ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข

.....

.....

.....

ระบบนิเวศ (Ecosystem)

ท่่างหลอดทดสอบ (Test tube rack)

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหลังข้อความต่อไปนี้ซึ่งตรงกับความคิดเห็นของท่านว่า มีความเหมาะสมหรือเห็นควายนอยเพียงใด กำหนดให้เลข ๑-๕ แทนความหมายต่อไปนี้

- เลข ๑ เหมาะสมหรือเห็นควายนอยที่สุด
- เลข ๒ เหมาะสมหรือเห็นควายนอย
- เลข ๓ เหมาะสมหรือเห็นควายปานกลาง
- เลข ๔ เหมาะสมหรือเห็นควายมาก
- เลข ๕ เหมาะสมหรือเห็นควายมากที่สุด

	น้อย	มาก
	๑	๒
๑. ท่่างหลอดทดสอบมีความเหมาะสมในก้านต่อไปนี้		
๑) ขนาดของท่่างหลอดทดสอบ		
- ความกว้าง		
- ความยาว		
- ความสูง		
๒) ขนาดเส้นมาศูนย์กลางของช่องที่ใส่หลอดทดสอบ		
๓) ความห่างของช่องที่ใส่หลอดทดสอบ		
๔) จำนวนช่องที่ใส่หลอดทดสอบ		
๕) จำนวนท่่างหลอดทดสอบให้เพียงพอแล้ว		
๖) มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ในทันที		
๗) มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ในภายหลัง		
๒. ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพ		
๑) สามารถคัดให้ท่่างหลอดทดสอบเอียงตามความต้องการได้		
๒) ช่วยบังคับไม่ให้หลอดทดสอบแตกได้		
๓) เพื่อท่่างหลอดทดสอบแล้วสามารถสังเกตสารที่อยู่ในหลอดทดสอบได้อย่างชัดเจน		

	น้อย	มาก
	๑	๓ ๔ ๕
๔) ที่วางหลอดทดสอบ ไม่สบาย		
๕) มีความหนาทึบ ไม่ชำรุดง่าย		
๖) ให้ความสะดวก เมื่อต้องการเคลื่อนย้ายหลอดทดสอบ		
๗) ให้ความสะดวกในการฝังหลอดทดสอบให้แห้ง		
๘) เก็บรักษาง่าย		
๙) วางหลอดทดสอบได้หลายขนาด		
๑๐) ความคิดเห็นอื่น ๆ (ถ้ามีโปรดระบุ)		

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความที่เป็นปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการใช้
วางหลอดทดสอบ และเสนอแนะวิธีแก้ไข (สำหรับนักเรียนไม่ต้องเสนอแนะวิธีแก้ไข)

๓. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการใช้ที่วางหลอดทดสอบ

- ๑) ขนาดของช่องใส่หลอดทดสอบแต่ละช่องไม่เท่ากัน ทำให้ใส่ไม่สะดวก
(เนื่องจากใช้ใส่หลอดทดสอบขนาดใหญ่มาก ๆ หลอดไม่ได้)
- ๒) ใช้ใส่หลอดทดสอบไม่ได้ทุกชนิด (เนื่องจากใส่หลอดทดสอบขนาดใหญ่ลงในช่องใส่หลอดทดสอบไม่ได้ หรือใส่ได้แต่ไม่ถึงช่องข้างล่าง)
- ๓) ใช้ฝังหลอดทดสอบไม่ได้ทุกชนิด (เพราะหลอดทดสอบขนาดใหญ่วางคว่ำลงในช่องใส่หลอดทดสอบไม่ได้)
- ๔) ปัญหาอื่น ๆ (ถ้ามีโปรดระบุ)

มีปัญหา	ไม่มีปัญหา

๔. ข้อเสนอแนะวิธีแก้ไข

บทที่ 4

กรอบไม้บรรทัดประชากร (Quadrat)

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหลังข้อความต่อไปนี้เพื่อแสดงความคิดเห็นของท่าน
ว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด กำหนดให้เลข 1-5 แทนความหมายต่อไปนี้

เลข 1 เหมาะสมน้อยที่สุด

เลข 2 เหมาะสมน้อย

เลข 3 เหมาะสมปานกลาง

เลข 4 เหมาะสมมาก

เลข 5 เหมาะสมมากที่สุด

โปรดตอบทุกข้อ

กรอบไม้บรรทัดประชากรมีความเหมาะสมเพียงใดในค่าต่อไปนี้

	น้อย		มาก		
	1	2	3	4	5
(1) นักเรียนในระดับชั้นนี้					
(2) เนื้อเรื่องที่สอนในบทเรียน					
(3) ประสบการณ์เดิมของนักเรียน					
(4) ความต้องการและความสนใจของนักเรียน					
(5) จุดมุ่งหมายในการสอน					
(6) ขนาดของอุปกรณ์					
(7) จำนวนอุปกรณ์กับขนาดของชั้นเรียน					
(8) เวลาที่กำหนดไว้ในการใช้อุปกรณ์ในบทเรียนนี้					
(9) เวลาที่ต้องใช้ในการเตรียมอุปกรณ์					
(10) เวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง					
(11) ความจำเป็นของอุปกรณ์ที่ได้นำมาใช้ในการทำการทดลองใน บทเรียนนี้					

ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือ

	น้อย		มาก		
	1	2	3	4	5
(1) ช่วยลดคำบรรยาย.....					
(2) ให้เกิดความคิดรวบยอดซึ่งง่ายจะไม่น่าจำจนเกินไป.....					
(3) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น					
(4) ช่วยให้นักเรียนเกิดความพอใจและช่วยให้นักเรียนทำกิจกรรม ด้วยตัวเอง.....					
(5) ช่วยเพิ่มทักษะให้แก่นักเรียน					
(6) มีผลต่อการเรียนการสอนในระยะเวลาอันสั้น					
(7) อุปกรณ์ที่นำมาทำการทดลองนี้ได้ดีตามแผนการที่วางไว้					
(8) มีสภาพ ลักษณะและรูปร่างเป็นที่น่าพอใจ					
(9) ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา.....					

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหลังข้อความว่ามีปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการใช้
กรอบไม้วัดประชากรหรือไม่ และเสนอแนะวิธีแก้ไข
(สำหรับนักเรียนไม่ต้องเสนอแนะวิธีแก้ไข)

ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการใช้กรอบไม้วัดประชากร

	มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
(1) ขนาดใหญ่เกินไปไม่เหมาะกับชนิดของกลุ่มประชากร		
(2) ขนาดเล็กเกินไปไม่เหมาะกับชนิดของกลุ่มประชากร		
(3) กลุ่มประชากรมีจำนวนน้อยเกินไป		
(4) จำนวนสิ่งที่มีชีวิตในแต่ละชนิดมีน้อยเกินไป		
(5) กลุ่มประชากรอยู่กระจัดกระจาย		
(6) ไม่มีกลุ่มประชากรสำหรับใช้ในการสุ่มตัวอย่าง		
(7) ปัญหาอื่น ๆ ถ้ามี โปรดระบุ		

ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข

.....

.....

แผนประกอบดอกไม้ (Flower press)

เลข ๑ เหมาะสมหรือเห็นควายน้อยที่สุด

เลข ๒ เหมาะสมหรือเห็นควายน้อย

เลข ๓ เหมาะสมหรือเห็นควายนานกลาง

เลข ๔ เหมาะสมหรือเห็นควายมาก

เลข ๕ เหมาะสมหรือเห็นควายมากที่สุด

โปรดคณทุกขอ

	น้อย		มาก		
	๑	๒	๓	๔	๕
๑. แผนประกอบดอกไม้มีความเหมาะสมเพียงใดในด้านต่อไปนี้					
๑) ใช้ได้คี่สำหรับนักเรียนในระดับนี้					
๒) สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน					
๓) ขนาดของอุปกรณ์					
- ความกว้าง					
- ความยาว					
๔) มีจำนวนเพียงพอ					
๕) เวลาในการใช้แผนประกอบดอกไม้					
๖) ความจำเป็นในการนำมาใช้ในบทเรียน					
๒. ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของแผนประกอบดอกไม้					
๑) ช่วยให้นักเรียนได้สะสมพันธุ์ไม้ได้ดี					
๒) ส่งเสริมให้นักเรียนอยากสะสมพันธุ์ไม้					
๓) ช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ					
๔) ใช้ได้ผลดีตามที่คาดไว้					

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความที่เป็นปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการใช้แผนประกอบ
คอกไม้ พร้อมทั้งเสนอแนะวิธีแก้ไข (สำหรับนักเรียนไม่ต้องเสนอแนะวิธีแก้ไข)

๓. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการใช้แผนประกอบคอกไม้

- ๑) แผนประกอบคอกไม้ทำด้วยไม้อัดจึงไม่แข็งแรง
- ๒) หนูที่ขี้การางไม้ไม่แน่นทำให้เวลามัดสายเชือกแล้วเสียรูปทรงไป(โย้เบี้ย)
- ๓) การางไม้ทางเกินไปทำให้ประกบได้ไม่แน่นพอ
- ๔) แผนประกอบคอกไม้ (ทำด้วยไม้อัด) มีน้ำหนักเบาทำให้ประกบพันธุ์ไม้ได้ไม่แน่น
- ๕) ปัญหาอื่น ๆ (ถ้ามีโปรดระบุ)

๔. ข้อเสนอแนะวิธีแก้ไข

บทที่ 7

ออสโมมิเตอร์ (Osmometer)

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหลังข้อความต่อไปนี้เพื่อแสดงความคิดเห็นของท่าน ว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด กำหนดให้ เลข 1-5 แทนความหมายต่อไปนี้

- | | |
|-------|-------------------|
| เลข 1 | เหมาะสมน้อยที่สุด |
| เลข 2 | เหมาะสมน้อย |
| เลข 3 | เหมาะสมปานกลาง |
| เลข 4 | เหมาะสมมาก |
| เลข 5 | เหมาะสมมากที่สุด |

โปรดตอบทุกข้อ

	น้อย		มาก		
	1	2	3	4	5
<u>เครื่องมือออกสื่อมีแนวโน้มความเหมาะสมเพียงใดในด้านต่อไปนี้</u>					
(1) นักเรียนในระดับนี้.....					
(2) เนื้อเรื่องที่สอนในบทเรียน.....					
(3) ประสบการณ์เดิมของนักเรียน.....					
(4) ความต้องการและความสนใจของนักเรียน.....					
(5) จุดมุ่งหมายในการสอน.....					
(6) ขนาดของอุปกรณ์.....					
(7) จำนวนอุปกรณ์กับขนาดของชั้น.....					
(8) เวลาที่กำหนดไว้ในการใช้อุปกรณ์ในบทเรียนนี้.....					
(9) เวลาที่จะต้องใช้ในการเตรียมอุปกรณ์.....					
(10) เวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง.....					
(11) ความจำเป็นของอุปกรณ์ที่ได้นำมาใช้ในการทำการทดลอง ในบทเรียนนี้.....					

ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือ

	น้อย			มาก	
	1	2	3	4	5
(1) ช่วยลดค่าบรรยาย.....					
(2) ให้ความคิดรวบยอดซึ่งง่ายและไม่ซับซ้อนจนเกินไป					
(3) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น					
(4) ช่วยให้นักเรียนเกิดความพอใจและช่วยให้นักเรียนทำ กิจกรรมด้วยตัวเอง					
(5) ช่วยเพิ่มทักษะให้แก่ นักเรียน					
(6) ให้ผลดีต่อการเรียนการสอนในระยะเวลาอันสั้นที่สุด.....					
(7) ออสโมมิเตอร์ที่นำมาทำการทดลองนี้ ได้ผลดีตามแผนการ ที่วางไว้.....					
(8) มีสภาพ ลักษณะและรูปร่างเป็นที่น่าพอใจ					
(9) ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา.....					

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความที่เป็นปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการทดลอง
โดยใช้ ออสโมมิเตอร์ และเสนอแนะวิธีแก้ไข

(สำหรับนักเรียนไม่ต้องเสนอแนะวิธีแก้ไข)

ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการทดลองโดยใช้ ออสโมมิเตอร์

	มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
(1) กระดาษเชลโลเฟนมีจำนวนไม่เพียงพอ		
(2) กระดาษเชลโลเฟนมีคุณภาพไม่ดีพอขาดง่ายเปื้อนถูกน้ำ.....		
(3) นักเรียนปิดกระดาษเชลโลเฟนไม่เหมาะสมกับปากกรวยหยดน้ำ ทำให้ของเหลวซึมเข้าหากันได้		
(4) น้ำซึมเข้าออกผ่านกระดาษเชลโลเฟนได้ช้าทำให้เสียเวลา ในการทดลอง		
(5) ความเข้มข้นของ น้ำตาลน้อยเกินไป.....		

	มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
(6) การจัดระดับน้ำหรือของเหลวในบีกเกอร์อยู่สูงกว่าบริเวณที่ ผูกกระดาษเช็ดโลเฟนทำให้ของเหลวมีโอกาสซึมเข้าหากันได้ ง่าย		
(7) ใส่เนื้อโมกขาวในถ้วยแล้วโยนไปไม่พจนกระเปาะทำให้เห็น ผลการทดลองไม่ชัดเจน		
(8) ใส่ถ่านกรวยเข้าไปในปากคีมที่ติดอยู่บนขาตั้งยึดกรวยผักบัว พร้อม ๆ กัน 2 อันทำได้ไม่สะดวก		
(9) เกลียวระหว่างฐานและขาตั้งในแนวคิงของขาตั้งยึดกรวย ผักบัวคลายเกลียวได้ง่าย ทำให้ไม่แน่น		
(10) สกรูที่ยึดแขนกับขาตั้งในแนวคิงเป็นเหล็กกับเหล็กทำให้ยึดกันได้ ไม่แน่น (แขนจึงไหลลื่นลงมาได้ง่าย)		
<u>ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข</u>		

.....

.....

.....

.....

บทที่ ๔ การสังเคราะห์แสง (Photosynthesis)

ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์

(ขาตั้ง, ตะเกียงแอลกอฮอล์, ทับทม)

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหลังข้อความต่อไปนี้เพื่อแสดงความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ว่ามีความเหมาะสมเพียงใด กำหนดให้เลข ๑-๕ แทนความหมายต่อไปนี้

- เลข ๑ เหมาะสมหรือเห็นควายน้อยที่สุด
เลข ๒ เหมาะสมหรือเห็นควายน้อย
เลข ๓ เหมาะสมหรือเห็นควายปานกลาง
เลข ๔ เหมาะสมหรือเห็นควายมาก
เลข ๕ เหมาะสมหรือเห็นควายมากที่สุด

น้อย		มาก		
๑	๒	๓	๔	๕

๑. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์มีความเหมาะสมในด้านต่อไปนี้

- ๑) ขนาดของตะเกียงแอลกอฮอล์
- ๒) ขนาดของตะแกรงลวด (กว้าง/ยาว)
- ๓) ความกว้างของทับทม
- ๔) จำนวนชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ที่ให้เพียงพอแล้ว

๒. ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของตะเกียงแอลกอฮอล์

- ๑) มีทับทมช่วยไม่ให้ไฟดับได้ง่าย
- ๒) วัสดุไฟและกับไฟได้ง่าย
- ๓) เก็บรักษาง่าย
- ๔) ไม่สกปรก
- ๕) มีอันตรายน้อยกว่าใช้เตาชนิดอื่น ๆ
- ๖) สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อย
- ๗) สามารถนำไปใช้ในการทดลองบทอื่น ๆ ที่ต้องการใช้ความร้อน

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความที่เป็นปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการใช้ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์และเสนอแนะวิธีแก้ไข (สำหรับนักเรียนไม่ต้องเสนอแนะวิธีแก้ไข)

	มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
๓. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดจากการใช้ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์		
๑) ให้ความร้อนไม่เพียงพอเมื่อต้องการความร้อนสูง ทำให้สิ้นเปลืองเวลาในการทำการทดลอง		
๒) ตะเกียงแอลกอฮอล์อยู่ห่างจากตะแกรงลวดมากทำให้วัตถุได้รับความร้อนน้อย		
๓) ที่ตั้งลมสูงเกินไปทำให้เกิดขบวนการวางหรือยกวัตถุจากขาตั้ง		
๔) ที่ตั้งลมสูงเลยขาตั้งทำให้เกิดขวางในการสังเกตการทดลอง		
๕) ขาตั้งไม่แข็งแรงทำให้ล้มง่าย		
๖) ฐานขาตั้งเป็นวงกลมทำให้เกิดขบวนการยกตะเกียงเข้าหรือออกขณะที่มีวัตถุวางอยู่บนขาตั้ง		
๗) ปัญหาอื่น ๆ (ถ้ามีโปรดระบุ)		

๔. ขอเสนอแนะวิธีแก้ไขส่วนที่บกพร่องหรือไม่เหมาะสมของอุปกรณ์ (สำหรับนักเรียน ไม่ต้องเสนอแนะวิธีแก้ไข)

1. The first part of the document is a list of references. The references are listed in a standard format, with the author's name followed by the title of the work and the publisher. The references are as follows:

1. The first part of the document is a list of references. The references are listed in a standard format, with the author's name followed by the title of the work and the publisher. The references are as follows:

1. The first part of the document is a list of references. The references are listed in a standard format, with the author's name followed by the title of the work and the publisher. The references are as follows:

บทที่ ๑๐ การย่อยอาหาร (Digestion)

แผ่นพลาสติกกด (Indented plastic plate)

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหลังข้อความต่อไปนี้ซึ่งตรงกับความคิดเห็นของท่านว่า เหมาะสมหรือไม่เห็นด้วยมากนักน้อยเพียงใด กำหนดให้เลข ๑-๕ แทนความหมายต่อไปนี้

- เลข ๑ เหมาะสมหรือเห็นควยนอยที่สุด

- เลข ๒ เหมาะสมหรือเห็นควยนอย

- เลข ๓ เหมาะสมหรือเห็นควยปานกลาง

- เลข ๔ เหมาะสมหรือเหนียวมาก

- เลข ๕ เหนาะสมหรือเหนียวมากที่สุด

โปรดตอบทุกข้อ

น้อย **มาก**

১	২	৩	৪	৫

๑. แผนพลาสติกหุ้มมีความเหมาะสมเพียงใดในด้านต่อไปนี้

๑) ขนาดของแผนพลาสติกคลุม

— ความกว้าง

- ความยาว

๒) ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของหลุม

๓) ความลึกของหลุม

๔) ความหนาแน่นของแผ่นพลาสติก

๕) จำนวนหลุมบนแผนพลาสติก

๒) จำนวนแผนพลาสติกหุ้มท่อให้เพียงพอแล้ว

๗) ความจำเป็นในการนำมาใช้

น้อย

มาก

๑	๒	๓	๔	๕

๒. ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพ

- ๑) เบาจึงสะดวกในการเคลื่อนย้าย
- ๒) ไม่แตกง่าย
- ๓) ช่วยในการเปรียบเทียบสีของสารที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างดี
- ๔) ช่วยให้สังเกตสีของสารน้อยเพราะหลุมมีขนาดเล็ก

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความที่เป็นปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการใช้แผ่นพลาสติกหลุม และเสนอแนะวิธีแก้ไข (สำหรับนักเรียนไม่ต้องเสนอแนะวิธีแก้ไข)

มีปัญหา	ไม่มีปัญหา

๓. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการใช้แผ่นพลาสติกหลุม

- ๑) เบาเกินไป เวลาใช้จึงมักเลื่อนที่ไถ่ง่าย (ทำให้สารเคมีมาปนกัน)
- ๒) สารเคมีทำปฏิกิริยากับพลาสติกทำให้แผ่นพลาสติกหลุมเสีย
- ๓) สีบางอย่างติดแผ่นพลาสติกหลุมทำให้สังเกตสีไม่ชัดเจน
- ๔) อุปสรรคอื่น ๆ (ถ้ามีโปรดระบุ)

๔. ข้อเสนอแนะวิธีแก้ไข

บทที่ ๑๑ การหายใจ (Respiration)

เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน
(Anaerobic Respiratory Apparatus)

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหลังข้อความต่อไปนี้ เพื่อแสดงความคิดเห็นของท่านว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด กำหนดให้เลข ๑-๕ แทนความหมายต่อไปนี้

- เลข ๑ เหมาะสมหรือเห็นควยน้อยที่สุด
- เลข ๒ เหมาะสมหรือเห็นควยน้อย
- เลข ๓ เหมาะสมหรือเห็นควยาปานกลาง
- เลข ๔ เหมาะสมหรือเห็นควยามาก
- เลข ๕ เหมาะสมหรือเห็นควยามากที่สุด

๖
น้อย

มาก

	๑	๒	๓	๔	๕
๑. เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีความเหมาะสมในค่านต่อไปนี้					
๑) ใช้ได้ดีสำหรับนักเรียนระดับชั้นนี้	-				
๒) สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน	-				
๓) เหมาะกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน	-				
๔) ขนาดของเครื่องมือ	-				
๕) มีจำนวนเพียงพอ	-				
๖) เวลาที่ต้องใช้ในการเตรียมอุปกรณ์	-				
๗) เวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง	-				
๘) ความจำเป็นที่จะต้องໃຫມ່ໃຫມ່เรียน	-				
๙) มีสภาพ ลักษณะและรูปร่างเหมาะสม	-				
๒. ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพและประโยชน์ของเครื่องมือ					
๑) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	-				
๒) ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง	-				
๓) ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญในการใช้เครื่องมือ	-				
๔) ช่วยให้เห็นใจได้เร็ว	-				
๕) ใช้ได้ผลตามที่คาดไว้	-				
๖) ช่วยให้นักเรียนมีความคิดพิจารณา	-				

ทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน และเสนอแนะวิธีแก้ไข (สำหรับนักเรียนไม่คงเสนอแนะวิธีแก้ไข)

	มีปัญหา	ไม่มีปัญหา
๓. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการใช้เครื่องมือทดลองการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน		
๑) แก้วเทอร์มอส (หาค่ายพลาสติก) เก็บความร้อนไม่ได้		
๒) แก้วเทอร์มอสแตกหรือร้าวได้ง่าย		
๓) จุกยางตรงบริเวณที่เสียบ.เทอร์โมมิเตอร์มีรูรั่ว		
๔) จุกยางบริเวณที่เสียบสายยางมีรูรั่ว		
๕) เมื่อเทอร์โมมิเตอร์แตกหรือชำรุดไม่สามารถเปลี่ยนเองได้		
๖) โลกาชออกซิเจนออกไม่หมดทำให้ผลการทดลองผิดพลาด		
๗) สารละลายน้ำคาลที่ใส่ยีสต์กล่นออกทางสายพลาสติก		
๘) ออกซิเจนมีโอกาสเข้าไปสู่สารละลายทางสายพลาสติกที่ใช้เป็นหลอดนำก๊าซได้		
๙) ในการทดลองแต่ละครั้งต้องสิ้นเปลืองเทป (P.V.C. tape) ในการพันปากแก้วเทอร์มอส		
๑๐) ปัญหาอื่น ๆ (ถ้ามีอะไรระบุ)		

๔. ขอเสนอแนะและวิธีแก้ไข

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความที่เป็นปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการใช้โครงเทียน และเสนอแนะวิธีแก้ไข (สำหรับนักเรียนไม่ต้องเสนอแนะวิธีแก้ไข)

๓. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการทดลองกลไกการหายใจโดยใช้โครงเทียน
- ๑) แถบยางยืดที่ใช้แทนกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงมีสีเคียวกันอาจทำให้นักเรียนสังเกตการทำงานของกล้ามเนื้อได้ยากกว่าที่จะได้เห็นเป็นสีที่ต่างกัน
 - ๒) ไม้ที่แทนกระดูกอกและกระดูกซี่โครงและกระดูกสันหลังมีสีเหมือนกันทำให้ไม่สะดวกในการสังเกต
 - ๓) ไม่ได้เขียนกำกับไว้ว่าโครงสร้างแต่ละส่วนแทนอวัยวะส่วนใด ทำให้นักเรียนเกิดความไม่สะดวกในการสังเกตหรือเมื่อต้องการทดลองด้วยตัวเอง
 - ๔) แถบยางยืดที่ใช้แทนกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงเมื่อใช้แล้วเสื่อมคุณภาพ
 - ๕) ปัญหาอื่นๆ (ถ้ามีโปรดระบุ)

มีปัญหา	ไม่มีปัญหา

๔. ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข

บทที่ ๑๑ การหายใจ (Respiration)

ปกเติม

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความต่อไปนี้เพื่อแสดงความเห็นของท่านเกี่ยวกับข้อเติม
ว่ามีความเหมาะสมหรือเห็นควายนอกนอยเพียงใด กำหนดให้เลข ๑-๕ แทนความหมายต่อไปนี้

- เลข ๑ เหมาะสมหรือเห็นควายน้อยที่สุด
เลข ๒ เหมาะสมหรือเห็นควายน้อย
เลข ๓ เหมาะสมหรือเห็นควายปานกลาง
เลข ๔ เหมาะสมหรือเห็นควายมาก
เลข ๕ เหมาะสมหรือเห็นควายมากที่สุด

๖
น้อย

ນາກ

[illegible]

๑. ปอดเทียมมีความเหมาะสมในคานต่อไป

- ๑) ไข่ไคคสำหรับนักเรียนในระดับชั้น

- ๒) สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน

- ๓) เหมาะสมกับพัฒนาความรู้เดิมของนักเรียน

- #### ๔) ขนาดของปอดเทียม

- ๕) มีจำนวนเพียงพอ

- ๒) เวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง

- ๓) ความจำเป็นที่ต้องใช้ใบทรเรี่ยน

- ๔) มีสภาพ ลักษณะ และรูปร่างเหมาะสม

๒. ความบกพร่องเกี่ยวกับคุณภาพของปอดเทียม

- ๑) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจน

- ๒) ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง

- ๓) ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญในการใช้เครื่องมือ

- ๔) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้น

- ๕, ใช้ข้อมูลตามที่คาดไว้

- ๒) ช่วยให้นักเรียนมีความคิด พิจารณา

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหลังข้อความที่เป็นปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการไขข้อเคยม

และเสนอแนะวิธีแก้ไข (สำหรับนักเรียนไม่ต้องเสนอแนะวิธีแก้ไข)

๓. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการทดลองกลไกการหายใจโดยใช้ปอดเทียม

- ๑) ลูกโป่งที่ใช้แทนกระบังลมราคาถูก

- ๒) ลูกโป่งที่ใช้แทนถุงลมขากงาย

- ๓) มีจำนวนบริเวณที่เปลี่ยนแปลงค่า x

- ๔) ลงไปโรงที่แปดติดกับหลุมถ้ำแก้วด้วย หลุมเพราะยางที่รัดย่นเล็กน้อย

- ๕) ปลูกพืชสวนครัว ผัก ไม้ประดับ ไม้ดอกไม้ประดับ

- ๒) เมื่อจกวิ่งช้าลงไม่สวามวามดังที่ได้บอก

- [illegible]

เป็นจริงตามธรรมชาติได้ (ในธรรมชาติ กระบังลมจะมีลักษณะเป็นรูป
โค้งขึ้น ไม่ใช่แบนเหมือนอย่างอุปกรณ์)

- ๘) มีขนาดเล็กเกินไป จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถเห็นได้ทั่วทั้งชั้น

- ๕) ปักหมากอื่น ๆ (ถ้ามีโปรดระบุ)

๔. ขอเสนอแนะและวิธีแก้ไข

เครื่องมือวัดปริมาตรของกาซออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์
(Volumeter)

โปรดตอบทุกข้อ

	น้อย มาก				
	๑	๒	๓	๔	๕
๑. เครื่องมือวัดปริมาตรกาชอกซิเจนมีความเหมาะสมในก้านต่อไปนี้					
๑) นักเรียนในระดับที่สามารถใช้ได้					
๒) สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน					
๓) เหมาะกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน					
๔) ขนาดของเครื่องมือ					
๕) มีจำนวนเพียงพอ					
๖) เวลาที่ต้องใช้ในการเตรียมอุปกรณ์					
๗) เวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง					
๘) ความจำเป็นที่จะต้องใช้ในบทเรียนนี้					
๒. ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือ					
๑) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น					
๒) ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง					
๓) ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญในการใช้เครื่องมือ					
๔) ช่วยให้เข้าใจได้เร็ว					
๕) ใช้ได้ผลตามที่คาดไว้					
๖) ช่วยให้นักเรียนมีความคิด พิจารณา					

๓. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดจากการใช้เครื่องมือวัดปริมาณการออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์

๔. ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข

เครื่องมือเก็บการควมบอบช้ำออกไซด์

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหลังข้อความต่อไปนี้เพื่อแสดงความคิดเห็นของท่านว่า การใช้เครื่องมือเก็บถาวรบนไดออกโคมมีความเหมาะสมเพียงใด กำหนดให้ เลข ๑-๕ แทนความหมายต่อไปนี้

- เลข ๑ เหมาะสมหรือเห็นควยน้อยที่สุด
- เลข ๒ เหมาะสมหรือเห็นควยน้อย
- เลข ๓ เหมาะสมหรือเห็นคายนปานกลาง
- เลข ๔ เหมาะสมหรือเห็นคายนมาก
- เลข ๕ เหมาะสมหรือเห็นคายนมากที่สุด

๑. เครื่องมือเบิกการชดเชยดอกเบี้ยความเหมาะสมเพียงใดในด้านต่อไปนี้

- ๑) ใช้ได้ค้สำหรับนักเรียนในระดับชั้นนี้
- ๒) สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน
- ๓) เหมาะสมกับความรู้เดิมของนักเรียน
- ๔) มีจำนวนเพียงพอ

- ๕) เวลาที่ต้องใช้ในการดำเนินการทดลอง
- ๖) ความจำเป็นที่ต้องใช้ใบทดเรียน

๒. ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือเก็บกากคาร์บอนไดออกไซด์

- ๑) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น
- ๒) ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง
- ๓) ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญในการใช้เครื่องมือ
- ๔) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้น
- ๕) ใช้ได้ผลตามที่คาดไว้
- ๖) ช่วยให้นักเรียนมีความคิด พิจารณา

[illegible]

เก็บภาพการบ่อนโคลงออกไซค์ พร้อมทั้งเสนอแนะวิธีแก้ไข (สำหรับนักเรียนไม่ต้องเสนอแนะวิธีแก้ไข)

๓. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการทดลอง โดยใช้เครื่องมือเก็บกาชคาร์บอนไดออกไซด์
 - ๑) มีอ่างน้ำขนาดเล็กเกินไป ไม่เหมาะสมกับกระบอกเก็บกาช จึงทำให้การทดลองไม่สะดวก (ควรจัดหาอ่างน้ำที่ขนาดพอเหมาะกับกระบอกเก็บกาชให้ด้วย)
 - ๒) สายยางยาวเกินไป จึงมักหล่นออกนอกอ่างน้ำขณะที่จะเอาสายยางสอดเข้าได้กระบอกเก็บกาช
 - ๓) เมื่อสอดสายยางเข้าข้างใดกระบอกเก็บกาชแล้วกระบอกเก็บกาชมักจะเอียงและควม
 - ๔) ไม่สะดวกในการหาลวดที่เหมาะสมที่จะนำมาติดเข้ากับเทียนไข (ทาง ควรจัดหาลวดที่แข็ง โดยปลายด้านหนึ่งฝนให้แหลมหรือทำเป็นห่วง และค้ำค้ำให้งอเพื่อใช้ติดกับเทียนไข จะได้ไม่ต้องเสียเวลาในการเสียบหรือผูกลวดเข้ากับเทียนไข)
 - ๕) ปัญหาอื่น ๆ (ถ้ามีโปรดระบุ)

มีปัญหา	ไม่มีปัญหา

๔. ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข

บทที่ ๑๔ การคายน้ำ (Transpiration)

โปโตมิเตอร์ (Potometer)

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหลังข้อความต่อไปนี้เพื่อแสดงความคิดเห็นของท่านว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด กำหนดให้เลข ๑-๕ แทนความหมายต่อไปนี้

- เลข ๑ เหมาะสมหรือเห็นควายน้อยที่สุด
 เลข ๒ เหมาะสมหรือเห็นควายน้อย
 เลข ๓ เหมาะสมหรือเห็นควายปานกลาง
 เลข ๔ เหมาะสมหรือเห็นควายมาก
 เลข ๕ เหมาะสมหรือเห็นควายมากที่สุด

โปรดคอบทุกขอ

๖
น้อย

மாக

๑. ไปโดยขอเดรกับความเหมาะสมเพียงใดในคำต่อไปนี้

- ๑) ไข่ไก่สำหรับนักเรียนในระดับชั้นนี้
- ๒) สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน
- ๓) เหมาะกับพัฒนาการ^๖เดิมของนักเรียน

- ๔) มีจำนวนเพียงพอ

- ๕) เวลาที่ต้องใช้ในการดำเนินการทดลอง
- ๖) ความจำเป็นที่ต้องใช้ในพื้นที่

- ## ๒. ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของโปโตมิเตอร์

- ๑) ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น
- ๒) ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง
- ๓) ให้นักเรียนมีความรู้ ความชำนาญในการใช้เครื่องมือ
- ๔) ให้นักเรียนเข้าใจได้เร็วขึ้น
- ๕) ใช้โดยลงตามที่คาดไว้
- ๖) ให้นักเรียนมีความคิด พิจารณา

[illegible]

พร้อมทั้งเสนอแนะวิธีแก้ไข (สำหรับนักเรียนไม่ตองเสนอแนะวิธีแก้ไข)

- ๓) ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดจากการใช้ โพโตมิเตอร์ (Potometer)

นิพนธ์

ไม่มีปัญหา

๔. ขอเสนอแนะวิธีแก้ไข

บทที่ ๕ การสืบพันธุ์ (Reproduction)

ชุดถ่ายเชื้อ (Transfer hood)

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหลังข้อความต่อไปนี้ เพื่อแสดงความคิดเห็นของท่านว่า ชุดถ่ายเชื้อ (Transfer hood) มีความเหมาะสมเพียงใด กำหนดให้ เลข ๑-๕ แทนความหมายต่อไปนี้

- เลข ๑ เหมาะสมหรือเห็นควายน้อยที่สุด
เลข ๒ เหมาะสมหรือเห็นควายน้อย
เลข ๓ เหมาะสมหรือเห็นควายปานกลาง
เลข ๔ เหมาะสมหรือเห็นควายมาก
เลข ๕ เหมาะสมหรือเห็นควายมากที่สุด

	น้อย		มาก		
	๑	๒	๓	๔	๕
๑. ชุดถ่ายเชื้อมีความเหมาะสมเพียงใดในด้านการต่อไปนี้					
๑) ใช้ได้คือนักเรียนในระดับชั้น					
๒) สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในบทเรียน					
๓) เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน					
๔) ขนาดของชุดถ่ายเชื้อ					
- ความกว้าง					
- ความยาว					
- ความสูง					
๕) มีจำนวนเพียงพอ					
๖) เวลาที่ต้องใช้ในการทดลอง					
๗) ความจำเป็นในการนำมาใช้ในบทเรียน					
๒. ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของชุดถ่ายเชื้อ					
๑) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น					
๒) ส่งเสริมให้นักเรียนอยากทดลอง					
๓) ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความชำนาญในการใช้เครื่องมือ					
๔) ใช้ได้ผลตามที่คาดไว้					
๕) ช่วยให้นักเรียนมีความคิด พิจารณา					

วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร

27 กุมภาพันธ์ 2517

เรียน ผู้สอนวิชาชีววิทยาชั้น มก.4 หลักสูตรใหม่

เนื่องด้วยข้าพเจ้ามีความประสงค์จะทำการสำรวจเกี่ยวกับการจัดหาวัสดุประกอบปฏิบัติการวิชาชีววิทยาที่เขียนไว้ท้ายบทของคู่มือครู "สิ่งที่ต้องเตรียมสำหรับปฏิบัติการ" ว่าผู้สอนมีความเห็นเช่นไรในแง่ความสะดวกในการจัดหาและประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดหาวัสดุประกอบปฏิบัติการ

ความมุ่งหมายในการสำรวจครั้งนี้ เพื่อจะนำผลไปใช้ในการปรับปรุงคู่มือครูต่อไป นอกจากแบบสำรวจแล้วยังใคร่รับข้อเสนอแนะและความเห็นต่างๆจากผู้สอนอีกด้วย

อนึ่ง ผลการสำรวจวัสดุประกอบปฏิบัติการนี้จะเป็นส่วนหนึ่งของปริญญานิพนธ์ซึ่งข้าพเจ้ากำลังทำอยู่ จึงขอความร่วมมือจากท่าน โปรดช่วยกรอกแบบสำรวจตามความคิดเห็นของท่านที่ตรงตามความเป็นจริง จึงขอขอบคุณเป็นอย่างมากรมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ -----

Loga (D) 1/11/17

(นฤมล ตะเภาทอง)

นิสิตปริญญาโทสาขาชีววิทยา

วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร

แบบสำรวจวัสดุประกอบปฏิบัติการวิชาชีววิทยาชั้น มศ. 4

เมื่อท่านได้ทำการสอนวิชาชีววิทยาชั้น มศ. 4 ตลอดปีการศึกษา 2516 แล้ว ท่านเห็นว่าวัสดุประกอบการสอนที่ได้เสนอแนะไว้ในคู่มือครูนั้น ท่านสามารถจัดหาได้กี่เพียงใดและได้รับประโยชน์มากน้อยเพียงใด โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องให้ตรงกับข้อความที่ท่านเห็นว่า ตรงกับความเป็นจริงโดยกำหนดตัวเลข 4 - 0 ให้มีความหมายดังต่อไปนี้

ความสะดวกในการจัดหา

4	เท่ากับ	สะดวกอย่างยิ่ง
3	"	สะดวกมาก
2	"	สะดวกพอสมควร
1	"	ไม่ค่อยจะสะดวก
0	"	ไม่สะดวกอย่างยิ่ง

ประโยชน์ที่ได้รับ

4	เท่ากับ	ได้รับประโยชน์อย่างยิ่ง
3	"	ได้รับประโยชน์มาก
2	"	ได้รับประโยชน์พอควร
1	"	ได้รับประโยชน์น้อย
0	"	ไม่ได้รับประโยชน์เลย

ตารางสำรวจผลการจัดหาวัสดุประกอบการปฏิบัติกร

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]