

การวิเคราะห์เนื้อหาแบบ เรียงชั้นวิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4
ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี ฉบับ พ.ศ. 2516

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND

ปริญญาบัตร

ของ

ศาสตราจารย์
ดร. กิจจากร

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

28 สิงหาคม 2517

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติได้พิจารณาปัญหานี้จนบัดนี้แล้ว
เห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของวิทยาลัยวิชาการศึกษาได้.



ทริ ๖๖๖๖๖๖

ประธาน

สมศักดิ์ ๖๖๖๖๖๖

กรรมการ

สมศักดิ์ ๖๖๖๖๖๖

กรรมการ

๒๘ สิงหาคม ๒๕๑๗

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและการแนะนำอย่างดียิ่งจาก
อาจารย์ ดร. ทวี หอมขง หัวหน้าคณะปรับปรุงหลักสูตรสาขาชีววิทยา แห่งสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาจารย์สมจิตต์ สมิตพันธ์ ผู้อำนวยการสาขาวิชาชีววิทยา
แห่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และอาจารย์สมศักดิ์ แสนสุข หัวหน้า
แผนกชีววิทยาวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ซึ่งได้ช่วยตรวจและแก้ไขคำภาษาไทย ผู้วิจัย
ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์จิตต์ไธ ฝงรัตน์ อาจารย์พิศาล สร้อยสุหร้า
ซึ่งกรุณาช่วยวางแผนงานให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และช่วยเหลือในทางต่าง ๆ ตลอดระยะเวลา
ที่ทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ คุณมณฑล ทะเกาทอง เพื่อนร่วมวิจัยที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือจนทำให้
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี.

สาลิ์ ทังคจิวงกูร

สารบัญ

บท	หน้า
1 บทนำ	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	6
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	8
เอกสาร เกี่ยวกับการตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	10
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
3 เครื่องมือและวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	20
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	20
ตั้งเกณฑ์และจัดประเภทพฤติกรรม	20
การทำตารางวิเคราะห์	26
การจัดตั้งคณะกรรมการ	28
วิเคราะห์ข้อมูล	29
การจัดกระทำกับข้อมูล	29
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	30
บทที่ 1 เรื่อง เราจะศึกษาชีววิทยากันอย่างไร	30
บทที่ 2 ระบบนิเวศ	30
บทที่ 3 การถ่ายทอดพลังงาน	30
บทที่ 4 ประชากร	30
บทที่ 5 อนุกรมวิธาน	30

บทที่

หน้า

บทที่ 6 หน่วยของสิ่งมีชีวิต	31
บทที่ 7 ความสำคัญของน้ำต่อสิ่งมีชีวิต	31
บทที่ 8 การสังเคราะห์แสง	31
บทที่ 9 โภชนาการ	31
บทที่ 10 การย่อยอาหาร	31
บทที่ 11 การหายใจ	32
บทที่ 12 การลำเลียงในสัตว์	32
บทที่ 13 การขับถ่าย	32
บทที่ 14 การคายน้ำ	32
บทที่ 15 การสืบพันธุ์	32
บทที่ 16 การเจริญของสิ่งมีชีวิต	33
บทที่ 17 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	33
✓ 5 สรุปผลการศึกษาค้นคว้า อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	56
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	56
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	57
ข้อเสนอแนะ	62
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	70

บัญชีภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 1	34
2 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 2	35
3 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 3	36
4 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 4	37
5 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 5	38
6 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 6	39
7 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 7	40
8 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 8	41
9 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 9	42
10 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 10	43
11 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 11	44
12 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 12	45
13 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 13	46
14 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 14	47
15 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 15	48
16 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 16	49
17 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 17	50
18 แสดงพฤติกรรมรวมทั้ง 17 บท	51
19 แสดงจำนวนพฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้ตั้งแต่บทที่ 1 - 17	52
20 แสดงจำนวนพฤติกรรมเกี่ยวกับความเข้าใจตั้งแต่บทที่ 1 - 17	53
21 แสดงจำนวนพฤติกรรมเกี่ยวกับการนำไปใช้ตั้งแต่บทที่ 1 - 17	54
22 แสดงจำนวนพฤติกรรมเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่บทที่ 1 - 17	55

ปัจจุบันหลายประเทศกำลังตื่นตัว เกี่ยวกับการปรับปรุงหลักสูตรในสาขาวิชาต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาวิทยาศาสตร์ จักว่าเป็นวิชาที่มีความสำคัญวิชาหนึ่งที่ทุกคนควรศึกษา อย่างน้อยที่สุดควรรู้และเข้าใจถึงเรื่องราวของวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับช่วยในการดำรงชีวิตและครองชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างประสิทธิผล (จางงัก พรายแถมแซ, 2514 : 214)

ยิ่งความเจริญในทางวิทยาศาสตร์มีมากขึ้นเพียงใด กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ในยุคปัจจุบันยิ่งต้องอาศัยแนวความคิดของวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ มากขึ้นทุกที ทั้งนี้เนื่องจากว่าความเป็นอยู่ของมนุษย์ทุกวันนี้จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับใกล้ชิดกับสิ่งประดิษฐ์สิ่งของและเรื่องราวต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์อยู่ตลอดเวลา เซอร์เคอร์ (Saunders, 2507, 12) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ จะต้องจัดวิชาไว้ในหลักสูตรว่า "การจัดวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตรนั้น มิใช่เพียงว่าวิทยาศาสตร์จะมีอิทธิพลอันใหญ่ยิ่งต่ออารยธรรมปัจจุบันเท่านั้น แต่ธรรมชาติของวิชาตัวเองมีคุณสมบัติที่จะอยู่ในหลักสูตร เพราะเป็นวิชาที่สอนระเบียบวิธีให้เราสามารถสรุปรวมหลักทั่วไปจากข้อมูลจำนวนมากได้ เป็นการใช้เวลาและความคิดของมนุษย์อย่างประหยัดและให้ประโยชน์มากที่สุด" และดูเหมือนว่าในวันความเจริญก้าวหน้าในทางวิทยาศาสตร์ แขนงใหม่และเทคโนโลยี (Technology) จะเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้นทุกทีอย่างหลีกเลี่ยงไม่พ้น

ยิ่งความเจริญทางวิทยาศาสตร์มีมากขึ้นเพียงใด ก็ยิ่งจะมีผลเกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของมนุษย์มากขึ้นเพียงใด / ยิ่งในปัจจุบันนี้โลกกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับการเพิ่มอย่างรวดเร็วของจำนวนประชากรซึ่งปัญหานี้กระทบกระเทือนต่อเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก ที่สำคัญเห็นจะใคร่แก่ปัจจัยที่ใช้ในการดำรงชีวิต คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ที่สำคัญที่สุดก็คื้อาหาร ปัญหานี้จึงเป็นสิ่งที่ทำให้มนุษยชาติต้องชวนชวาทวิธิการปรับปรุงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นและเพียงพอแก่ประชากรของโลก

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีผลนำมาใช้ปรับปรุงด้านเกษตรกรรมให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น ดังนั้นหลักสูตรของวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาจึงควรจะสนองความต้องการของประเทศชาติ

ในแง่ที่จะช่วยให้พลเมืองมีความรู้พื้นฐานเพื่อจะได้นำวิชาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตในแง่ต่าง ๆ การปรับปรุงหลักสูตรให้ใหม่และทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกจึงนับว่าเป็นประโยชน์ต่อการศึกษามาก ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพความเจริญของโลกที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ประเทศต่าง ๆ จึงมุ่งที่จะปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ให้ทันสมัยอยู่เสมอ จุดมุ่งหมายของการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น สามารถนำความรู้และกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์เข้าช่วยแก้ปัญหาได้

(อำนาจ เจริญศิลป์ 2516 : 40 - 41) ในด้านการศึกษาวิทยาของประเทศสหรัฐอเมริกา ก็ได้มีการปรับปรุงครั้งใหญ่โดยมีคณะกรรมการ American Institute of Biological Science ใ้จัดตั้งสถาบันการศึกษาหลักสูตรชีววิทยาคณะหนึ่ง มีชื่อย่อว่า BSCS (Biological Science Curriculum Study) (Hulda Grobman, 1962 : 2 - 7) ความมุ่งหมายสำคัญประการหนึ่ง คือหาทางปรับปรุงการศึกษาค้นคว้าชีววิทยาเพื่อนำความรู้มาใช้ประโยชน์ในทางอาชีพ เช่น การเกษตรกรรม อุตสาหกรรม ฯลฯ ตลอดจนเศรษฐกิจและสังคมในระดับต่าง ๆ

สำหรับประเทศไทยก็ควรตระหนักถึงความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ ว่ามีความเกี่ยวข้องกับพัฒนาประเทศมาก "การสอนวิทยาศาสตร์จึงเปรียบเสมือนรากฐานของการพัฒนาประเทศ" (พิทักษ์ วัชรพลเดช 2513, 3) จำต้องอาศัยกำลังบุคคลากรที่มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ จึงจะสามารถพัฒนาประเทศได้ตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทย อาชีพหลักคือเกษตรกรรม เป็นอาชีพที่เพิ่มพูนเศรษฐกิจของประเทศให้มั่นคงขึ้น สมควรที่จะส่งเสริมปรับปรุงเกษตรกรรมให้ไ้ผลมากขึ้น วิชาชีววิทยาจึงเป็นวิชาหนึ่งในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ จึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการปรับปรุงให้ทันสมัย และได้ผลดีผลมากเพียงพอกับความต้องการของประเทศ กระทรวงศึกษาธิการซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบต่อการศึกษานานาชาติ จึงดำเนินการจัดให้มีการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีชีววิทยารวมอยู่ในหมวดนี้ด้วย เมื่อ พ.ศ. 2438 (ศึกษาธิการ, กระทรวง 2504, 123 - 124) ในสมัยนั้นไม่เรียกวิทยาศาสตร์ เรียก "การศึกษาเรื่องราวของธรรมชาติ" มาเปลี่ยนชื่อเป็นวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อ พ.ศ. 2464 กำหนดเป็นวิชาภาคบังคับให้นักเรียนต้องเรียน วิชา-

วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญตั้งแต่สมัยนั้นเป็นต้นมา ยิ่งในปัจจุบันความเจริญทางด้านวิทยาศาสตร์มีมากขึ้น กระทรวงศึกษาธิการจึงต้องพัฒนาหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับสภาพความเจริญของโลก โดยตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้น เมื่อวันที่ 5 สิงหาคม พ.ศ. 2513 สถาบันแห่งนี้ประกาศตั้งเป็นทางการ เมื่อวันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2515 ได้รับความช่วยเหลือของรัฐบาลไทยและโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (UNDP) โดยมีองค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) เป็นผู้ดำเนินการ - แทน UNDP จุดมุ่งหมายใหญ่ของการจัดตั้งสถาบันนี้ขึ้น เพื่อปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทุกสาขาให้เหมาะสมทันสมัยยิ่งขึ้น สำหรับวิชาชีววิทยาทางคณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตรสาขาวิชาชีววิทยาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรวิชาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้เนื้อหาสอดคล้องกับความต้องการของประเทศ ในปัจจุบันและเป็นไปตามจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ การสอนชีววิทยาแบบใหม่ ซึ่งขณะนั้นทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ได้ผลิตแบบเรียนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยปรับปรุงจากแนวหลักสูตร ศึกษานิเทศการศึกษาคี ปีพุทธศักราช 2503 แบบเรียนชีววิทยาที่จัดทำขึ้นใหม่นี้ ในปีการศึกษา 2516 ทางสถาบันได้นำไปทดลองใช้สอนในโรงเรียนส่วนกลางและในจังหวัดใกล้เคียง รวมทั้งสิ้น 10 โรงเรียนด้วยกัน

✓ ในเมื่อการปรับปรุงหลักสูตรจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแบบเรียนเพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่กำหนดไว้ หนังสือแบบเรียนจึงมีความสำคัญยิ่งต่อการปรับปรุงหลักสูตร เป็นสิ่งที่จะช่วยให้หลักสูตรเป็นรูปร่างขึ้นมาได้ การใช้แบบเรียนที่เหมาะสมจะมีผลให้การเรียนการสอนเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร (Inlow, 1963 ; 157 - 159) โรเมย์ (Romey, 1968 : 21) ก็ได้กล่าวถึงความสำคัญของแบบเรียนว่า "แบบเรียนเป็นอุปกรณ์การสอนที่พบทางต่อการรวบรวมเนื้อหาวิชา จุดมุ่งหมายช่วยแนะนำกิจกรรมและวัสดุประกอบการสอนที่เกี่ยวข้องกับการเรียน ปีกัดทักษะ และเสริมสร้างนิสัยรักการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เป็นศูนย์กลางให้นักเรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลได้รวมเรียนเรื่องเดียวกัน และเข้าใจเรื่องราวในแนวเดียวกัน อันจะทำให้การเรียนการสอนบรรลุผลสำเร็จ" ซึ่งคำกล่าวของโรเมย์สอดคล้องกับของ คันทิล (Kunkle, 1970 ; 3365) ที่ได้พูดถึงอิทธิพลของแบบเรียนว่า

"แม้จะเป็นหนังสือเพียงเล่มเดียวก็มีผล และมีอิทธิพลต่อความสำเร็จของนักศึกษา ฉะนั้นจึงมีแบบเรียนหลาย ๆ เล่มก็ยังมีอิทธิพลต่อความสำเร็จมากขึ้น"

อนึ่ง ในการใช้หนังสือแบบเรียนจะพบว่าหนังสือแบบเรียนจะดีและทันสมัยอยู่ชั่วระยะหนึ่ง สมัยหนึ่งเท่านั้น เมื่อโลกเปลี่ยนแปลงไป แบบเรียนควรที่จะต้องมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงด้วย ดังที่ เอลเมอร์ (Burton Elmer, 1959 ; 1922 - 1923) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษา วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมที่โอไฮโอว่า ยึดแบบเรียนเป็นหลัก และแบบเรียนจะทันสมัยอยู่ชั่วระยะเวลาอันสั้น ส่วนใหญ่ไม่เกิน 5 ปี งานที่ครูกำหนดให้นักเรียนทำก็เอามาจากตำราเรียนเพียงเล่มเดียวกว่า 50 เปอร์เซนต์ ปัญหาที่เอลเมอร์พบนี้ ในประเทศต่าง ๆ แถบเอเชียก็ประสบเช่นกัน เช่น ประเทศไทย เป็นต้น มีครูจำนวนไม่น้อยที่ยึดแบบเรียนเป็นหลัก เพราะเข้าใจผิดว่า ถ้าให้นักเรียนนำข้อความในหนังสือไปหาค้น ก็หมายความว่านักเรียนได้เรียนครบตามหลักสูตรที่ต้องการแล้ว (เจริญ บุญธรรม, 2512 ; 8) อีกประการหนึ่ง ปัญหาที่พบในแถบภาคพื้นเอเชียที่ Unesco Regional office for Education in Asia (Unesco, 1966 ; 57) ได้พบเกี่ยวกับการปรับปรุงหลักสูตร คือ การปรับปรุงหลักสูตรในประเทศแถบเอเชีย มักไม่ประสบผลสำเร็จ เพราะขาดตำราเรียนและหนังสืออ่านประกอบที่เหมาะสม หนังสือโดยทั่ว ๆ ไปมีคุณภาพต่ำ

ปัญหาดังกล่าวมานี้ ประเทศไทยกำลังประสบอยู่ จำเป็นที่ผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาต่าง ๆ จะร่วมมือกันเขียนตำราขึ้น เพราะหนังสือเรียนเป็นอุปกรณ์การสอนที่สำคัญ เป็นสิ่งช่วยแนะกิจกรรมการสอน ให้แก่ผู้สอน "เป็นเครื่องช่วยใหญ่ให้เข้าใจถึงขอบข่ายของเนื้อหาวิชา ช่วยจัดระเบียบเนื้อหาวิชาให้กระจ่าง (Peterson 1964 ; 1) "และเป็นแหล่งที่ให้ความรู้ที่ถูกต้อง เป็นแหล่งวิชาการให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม ช่วยเรียบเรียงเนื้อหาวิชาและเป็นมาตรฐานสำหรับครูในการเลือกเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสอน ช่วยครูในด้านการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมโดยแนะนำแหล่งวิชาการใหญ่ ตลอดจนทั้งปัญหาต่าง ๆ ให้ศึกษาต่อไป ช่วยประหยัดเวลา คือช่วยใหญ่ให้ครูทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ต้องเสียเวลาในการศึกษาค้นคว้าวิชาที่จะนำมาสอนมากนัก" (Maxwell, 1951 ; 10 - 12) ในเมื่อหนังสือแบบเรียนมีความสำคัญและ

เป็นประโยชน์แก่ครูผู้สอนซึ่งได้กล่าวมาแล้ว การเขียนหนังสือแบบเรียนจึงต้องทำอย่างระมัดระวัง เนื้อหาวิชาจะต้องถูกต้องตามความเป็นจริง ครบถ้วนเนื้อหาตามที่หลักสูตรได้ระบุไว้ครบถ้วน และจะต้องมีการทบทวนวิเคราะห์เนื้อหาของแบบเรียนที่เขียนหรือปรับปรุงใหม่ สิ่งที่จะชี้ให้เห็นว่าแบบเรียนที่เขียนขึ้นมาใหม่เป็นแบบเรียนที่ตรงตามจุดหมายที่ได้ปรับปรุงเพียงใดก็ตาม คือต้องมีการวิเคราะห์เนื้อหาของแบบเรียนนั้น การปรับปรุงแบบเรียนกับการวิเคราะห์แบบเรียน จึงมีความสัมพันธ์กันและมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องทำควบคู่กันไปเสมอ เพื่อสำรวจเนื้อหาวิชาสอดคล้องกับจุดหมายของหลักสูตรที่วางไว้เพียงใด หรือเนื้อหาบางเฉพาะจุดหมายข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไป ซึ่งขอพร่องที่ควรจะมีการแก้ไขเพิ่มเติมให้แบบเรียนนั้นเป็นแบบเรียนที่สมบูรณ์ถูกต้องยิ่งขึ้น เพราะการเรียน การสอน ส่วนใหญ่ยังยึดหนังสือเป็นหลักสำคัญในการเรียนรู้ หนังสือแบบเรียนที่กำหนดให้นักเรียนใช้จึงควรเป็นแบบเรียนที่ดีที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านเนื้อหา จะต้องสอดคล้องกับจุดหมายมากที่สุด ความจำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์เนื้อหาของแบบเรียนจึงยังมีความสำคัญมากขึ้น

ผู้วิจัยเล็งเห็นว่า การวิเคราะห์แบบเรียนวิชาชีววิทยา ตามหลักสูตรที่ปรับปรุงใหม่ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ที่กำลังทดลองสอนอยู่ขณะนี้ ย่อมจะเกิดประโยชน์ได้ อย่างน้อย 2 ประการ คือ

ประการที่หนึ่ง ผลการวิจัยครั้งนี้จะนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับคณะปรับปรุงหลักสูตรของสถาบันฯ ในการแก้ไขแบบเรียนฉบับร่างแรกให้เป็นฉบับจริง เพื่อใช้ทั่วประเทศในอนาคตได้

ประการที่สอง คงจะเป็นพื้นฐานเบื้องต้นของการวิเคราะห์แบบเรียนชีววิทยาในระดับอื่น อันจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาศึกษาของชาติในอนาคต

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะวิเคราะห์เนื้อหาวิชาชีววิทยา เพื่อประโยชน์ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนี้

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. สำรวจเนื้อหาหนังสือว่าสอดคล้องกับจุดหมายข้อใดบ้าง
 - ก. ความรู้
 - ข. ความเข้าใจ

ค. การนำไปใช้

ง. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. เพื่อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุงแบบเรียนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ทางสถาบันฯ จัดทำขึ้น

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลจากการศึกษาค้นคว้าจะทำให้ทราบว่า เนื้อหาวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เขียนขึ้นตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของวิชาชีววิทยาในคำต่อไปนี้เพียงใด

ก. ความรู้

ข. ความเข้าใจ

ค. การนำไปใช้

ง. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ผลจากการศึกษาค้นคว้าจะนำไปใช้ประกอบการพิจารณาแก้ไขปรับปรุงแบบเรียนวิชาชีววิทยาต่อไป

3. เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ เนื้อหาวิชาชีววิทยาระดับอื่น เช่น ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 รวมทั้งวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้เนื้อหาวิชาตามแบบเรียนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ฉบับพิมพ์ พ.ศ. 2516 ตามหลักสูตรที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดทำขึ้น

2. เกณฑ์วิเคราะห์ที่ใช้จะพิจารณาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของวิชาชีววิทยา ซึ่งได้จากหลักการของ Bloom (Bloom, 1971 ; 563) ประกอบกับวัตถุประสงค์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. จะวิเคราะห์เนื้อหาวิชาเฉพาะวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมวิชาชีววิทยาเท่านั้น

4. วิธีวิเคราะห์ที่ใช้ตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ดัดแปลงมาจากของ Bloom

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. การวิเคราะห์ หมายถึงการแยกส่วนประกอบของเนื้อหาวิชาชีววิทยาและพิจารณาความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้วางไว้หรือไม่เพียงใด
2. เนื้อหา หมายถึงเนื้อหาวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดทำขึ้น และกำลังทดลองสอนในโรงเรียนทดลอง 10 โรงเรียน ในปีการศึกษา 2516
3. หลักสูตร หมายถึงขอบเขตของวิชาชีววิทยาที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์เขียนขึ้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนกวิทยาศาสตร์
4. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หมายถึงวัตถุประสงค์วิชาชีววิทยาที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้วางไว้
5. โรงเรียนดำเนินการสอน 10 โรงเรียน หมายถึงโรงเรียนที่ใช้ดำเนินการทดลองสอนดังต่อไปนี้ คือ
 - โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา พญาไท
 - โรงเรียนมัธยมสาธิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ปทุมวัน
 - โรงเรียนมัธยมสาธิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา พระนคร
 - โรงเรียนมัธยมสาธิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
 - โรงเรียนสายน้ำผึ้ง
 - โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ
 - โรงเรียนมัธยมแบบประสมสามเสนวิทยาลัย
 - โรงเรียนสตรีวิทยา
 - โรงเรียนสวนกุหลาบ
 - โรงเรียนศึกษานารี

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

การวิเคราะห์เนื้อหาแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับประถมและมัธยมศึกษา มักจะคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของวิชาเป็นเกณฑ์ ตามแผนการศึกษาชาติฉบับ พ.ศ. 2503 ได้มีการปฏิรูปการศึกษาใหม่ทุกวิชา โดยวางจุดมุ่งหมายการศึกษาระดับต่าง ๆ ขึ้นใหม่ สำหรับสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ ได้วางจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 5 (ประมวลการสอน, 2503 ; 176) รายละเอียดของจุดมุ่งหมายการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับ พ.ศ. 2503 มีดังนี้

1. ให้ความรู้ความเข้าใจหลักมูลทางวิทยาศาสตร์ และให้ทักษะในการใช้ส่ทางวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นพื้นฐานที่จะศึกษาในชั้นสูงต่อไป
2. ให้เป็นพื้นฐานที่จะช่วยในการประกอบอาชีพ
3. ให้ความรู้ความเข้าใจในสิ่งแวดล้อมและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อชีวิตและความสงบสุขของสังคม พร้อมทั้งนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการปรับปรุงความเป็นอยู่
4. ปลุกฝังให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหา โดยระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์
5. ให้ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
6. ใหรู้จักสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

จากการประชุมทางวิชาการชีววิทยาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เมื่อวันที่ 14 - 24 เมษายน 2514 (เอกสารการประชุมทางชีววิทยา, 2514) ได้มีการอภิปรายถึงหลักสูตรชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ประชุมมีความเห็นเป็นเอกฉันท์ว่า วัตถุประสงค์ของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรากฏในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ประชุมมีความเห็นเป็นเอกฉันท์ว่า วัตถุประสงค์ของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งปรากฏในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2503 โดยกระทรวงศึกษาธิการนั้น มีความถูกต้องตามหลัก-

วิชาการศึกษาดังกล่าว มีความเหมาะสมต่อความต้องการของเศรษฐกิจ สังคม และใช้เป็น
แนวปฏิบัติในการศึกษาทางชีววิทยาในสมัยนั้น วัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้นนี้อาจใช้เป็นรากฐาน
ของการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาชีววิทยาในปัจจุบันนี้ได้ แต่ที่ประชุมมีความเห็นว่า
มีความจำเป็นที่จะต้องขยายความในวัตถุประสงค์เดิมออกไป เพื่อให้เหมาะสมกับสภาวะทาง
เศรษฐกิจ สังคมของประเทศในปัจจุบันและให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางการศึกษาชีววิทยา
ในนานาประเทศ ทั้งนี้โดยคำนึงว่าวัตถุประสงค์ของการศึกษาชีววิทยาควรจะ

ก. มีความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตของประชาชนชาวไทย ทั้งในแหล่งชุมชนใหญ่
และในชนบท

ข. มีความสอดคล้องกับวัฒนธรรมประเพณีอันดีงามของชาติไทยในปัจจุบัน

ค. มีความชัดเจน เพื่อสะดวกต่อการปฏิบัติให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้
โดยแนวความคิดดังกล่าว ที่ประชุมจึงได้เสนอวัตถุประสงค์ของการศึกษาชีววิทยาใน
ประเทศไทย ซึ่งได้กำหนดวัตถุประสงค์ของเนื้อหาวิชาดังนี้

1. หลักสูตรชีววิทยา ควรให้นักเรียนได้รับความรู้ทางชีววิทยาที่

ก. ถูกต้องและทันสมัย

ข. ครอบคลุมหลักการที่ช่วยให้เข้าใจเหตุผลต่าง ๆ ทางชีววิทยา

ค. อาจใช้เป็นรากฐานของการศึกษาชีววิทยานั้นสูงต่อไปได้

ง. อาจนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันได้

จ. แสดงถึงความสำคัญของชีววิทยาที่มีต่อการเกษตร การแพทย์และสาธารณสุข
การอุตสาหกรรม ตลอดจนสังคมศาสตร์และประชากรศาสตร์

ฉ. ชักจูงให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะศึกษาสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ
ของท้องถิ่น และการดำรงชีพของประชากรในท้องถิ่นนั้น ๆ

ช. ชี้ให้เห็นถึงคุณค่าของการอนุรักษ์ธรรมชาติ รวมทั้งผลร้ายของการทำลาย
สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

2. หลักสูตรชีววิทยา ควรให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่าง

ก. ความรู้ในแขนงต่าง ๆ ในชีววิทยา

ข. ความรู้ทางชีววิทยากับความรู้ในสาขาวิชาอื่น ๆ

ค. ความรู้ทางชีววิทยากับชนบรประเพณีทางสังคมและวัฒนธรรมของชาติไทย

3. หลักสูตรชีววิทยา ควรให้นักเรียนไ้ตระหนักถึงประโยชน์ของวิชาชีววิทยา ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางทฤษฎีกับการประยุกต์ความรู้เหล่านั้นให้เกิดประโยชน์

4. หลักสูตรชีววิทยา ควรให้นักเรียนเข้าใจระบบของการคิดทางวิทยาศาสตร์ และรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

5. หลักสูตรชีววิทยา ควรให้นักเรียนตระหนักว่า ชีววิทยาเป็นวิทยาศาสตร์ที่มีขอบเขตความรู้กว้างขวาง มีความรู้ใหม่เพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลาของกฎเกณฑ์ต่าง ๆ อาจเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อได้ประชุมอภิปรายเกี่ยวกับหลักสูตรวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแล้ว ตัดมาจึงได้ผลิตหนังสือคำราและคู่มือครู ซึ่งในคู่มือครูได้แสดงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ทุก ๆ บท

ในคาบเกี่ยวกับเอกสารคนกว่า ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่หนึ่ง เอกสารเกี่ยวกับการตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตอนที่สอง เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

เอกสารเกี่ยวกับการตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ในการวิเคราะห์เนื้อหาของแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำเป็นจะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นหลักสำคัญ

บลูม (Bloom, 1971, 562 - 568) ได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 9 ประเภท คือ

1. Knowledge and Comprehension.
2. Process of Scientific inquiry observing and measuring.
3. Process of Scientific inquiry seeing a problem and seeking way to solve it.
4. Process of Scientific inquiry interpreting data and formulating generalizations.

5. Process of Scientific inquiry Building testing and revising a Theoretical model.

6. Application of Scientific knowledge and method.

7. Manual skill.

8. Attitude and interests.

9 Orientation.

วิทย์ วิเชียร โชติ (วิทย์ วิเชียร โชติ, การแปลพฤติกรรมที่คาดหวัง, 1 - 4)
 ใดแปลพฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

Cognitive Domain (C) ใดแม่งดังนี้

C 1 : มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เหมาะสมกับระดับประถมศึกษา ความรู้ในขั้นหมายถึง
 ความรู้เกี่ยวกับ ศัพท์เฉพาะ ข้อเท็จจริง หลักการทั่วไป และขบวนการต่าง ๆ เกี่ยวกับการรับรู้

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. จำและระลึกคำนิยามได้
2. สามารถแยกแยะประเภทและเปรียบเทียบความแตกต่างได้สำหรับความรู้ที่ได้รับ
3. จับคู่ข้อความที่กำกวมให้ตรงกับศัพท์เฉพาะหรือข้อเท็จจริงหรือหลักการ

ข้อใดใด

4. สามารถนำความรู้ไปใช้ในรูปประโยค หรือข้อความอื่นได้โดยถูกต้อง
5. สามารถบอกไวยากรณ์ไหนเป็นความรู้ที่ถูกหรือผิด
6. สามารถแยกข้อเท็จจริงจากความคิดเห็นได้

C 2 : มีความเข้าใจในความรู้ คือศัพท์เฉพาะ ข้อเท็จจริง หลักการทั่วไปวิธีการ
 และขบวนการ รวมทั้งวิธีคิดอย่างมีเหตุผล พร้อมที่จะค้นคว้าหาความจริงเพิ่มเติม เพื่อเป็น
 ฐานนำไปสู่วิชาวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. สามารถแปลความรู้ได้
2. สามารถตีความหมายของความรู้ได้ (เช่น ตีความจากข้อความที่เห็น)

เป็นข้อความที่จะทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น "บริเวณความกดอากาศสูงในประเทศมองโกเลียได้ทวีกำลังมากขึ้น และแผ่ลงมาถึงตอนใต้ของประเทศจีนแล้ว คาดว่าจะแผ่ปกคลุมมาถึงประเทศไทยตอนบนในระยะต่อไป"

3. สามารถขยายความรู้นั้นได้
4. สามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตได้
5. สามารถนำความรู้ไปใช้ในรูปประโยค หรือข้อความอื่นได้โดยถูกต้อง

C 3 : เข้าใจผลงานทางวิทยาศาสตร์ ทั้งในแง่ที่เป็นคุณและแง่ที่เป็นโทษ ทั้งคุณและโทษเป็นเรื่องเกี่ยวกับตนเอง สังคม และโลก

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. สามารถแปลความผลงานนั้นได้
2. สามารถตีความผลงานนั้นได้
3. สามารถขยายความผลงานนั้นได้
4. สามารถเปรียบเทียบวิธีการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์สมัยเก่าและสมัยใหม่ได้

(สมัยเก่าหมายถึงก่อน ค.ศ. 1900)

C 4 : รู้จักใช้วิธีการวิทยาศาสตร์สำหรับแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนได้

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. สามารถกำหนดปัญหาในชีวิตประจำวันได้
2. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาในชีวิตประจำวันได้
3. รวบรวมข้อมูลเพื่อแก้ไขปัญหในชีวิตประจำวันได้
4. วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้
5. สรุป ประเมินค่าการทดสอบสมมติฐานและเสนอแนะการแก้ปัญหาและวิธีใช้ได้
6. นำผลที่สรุปได้ไปใช้แก้ปัญหาในทำนองเดียวกันได้

C 5 : รู้จักใช้และสงวนทรัพยากรธรรมชาติ

พฤติกรรมที่คาดหวัง

(ทรัพยากร หมายถึง ดิน น้ำ อากาศ ต้นไม้ สัตว์ พลังงานไฟฟ้า และคน)

1. ใช้อย่างประหยัดและให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
2. รู้จักรักษาคุณภาพของทรัพยากรธรรมชาติ (เช่น ปลูกพืชหมุนเวียน บำรุงพันธุ์พืชและสัตว์ ไม่ปล่อยน้ำเสียลงในแม่น้ำลำคลอง)
3. รู้จักปรับปรุงให้ดีขึ้น (เช่น ใส่ปุ๋ยเป็น รับประทานอาหารที่มีคุณค่าต่อร่างกาย)
4. ป้องกันการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ
5. ไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติ
6. ร่วมมือในการสงวนทรัพยากรทุกครั้งที่มีโอกาส

C 6 : มีทักษะในการค้นพบกฎเกณฑ์และความสัมพันธ์ในธรรมชาติ โดยการใช้ความคิด

แบบสอบสวนพฤติกรรม

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. ตั้งคำถามตามลำดับขั้น โดยใช้ความคิดแบบสอบสวนไว้อย่างรวดเร็วถูกต้อง คือ ความสามารถในการตั้งคำถาม เพื่อเสาะหาความรู้จากสิ่งที่เผชิญหน้าออกมาใน 4 คุณลักษณะ คือ

ก. ตั้งคำถามในลักษณะการสังเกต คือคำถามที่เกี่ยวกับคุณสมบัติ, โครงสร้าง หรือพฤติกรรมของสิ่งนั้น คำถามเช่นนี้มีกี่คำ ว่า เท่าไร ? อย่างไร ? และอะไร เป็นต้น

ข. คำถามในลักษณะการอธิบาย ใช้คำว่า ทำไม อะไร เป็นสาเหตุ ซึ่งมองลึกกว่าการสังเกต รวมทั้งการตั้งทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ และเป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐานต่อไป

ค. คำถามในลักษณะพยากรณ์ เป็นคำถามที่คาดการณ์ล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลจากสิ่งที่เผชิญหน้า ขึ้นต้นด้วยคำว่า เมื่อไร ? คาดว่าจะ หวังว่าจะ รวมทั้งการตั้ง

สมมติฐานโดยอาศัยทฤษฎี

ง. คำถามในลักษณะการนำไปใช้ คือคำถามหรือความคิดที่จะทำให้เกิดผลผลิต หรือขบวนการใหม่ โดยนำเอาผลจากข้อมูลที่ได้เผชิญหน้านั้น เป็นวัตถุดิบตลอดจนคำถามที่แสดงความคิดสร้างสรรค์ควบ

C 7 : ทราบลักษณะโครงสร้างของการวิจัยเบื้องต้นในความรู้ ทักษะ และการนำไปใช้

พฤติกรรมที่คาดหวัง

1. อธิบายลักษณะการวิจัยเบื้องต้นได้
2. วางแผนการวิจัยเบื้องต้นได้
3. ดำเนินการวิจัยเบื้องต้นอย่างถูกต้องและรวดเร็ว
4. เขียนรายงานการวิจัยเบื้องต้นเป็น

C 8 : มีการคิดแบบต่าง ๆ การคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท การคิดแบบโยงความสัมพันธ์ การคิดแบบสังเคราะห์ และการคิดแบบวิจารณ์ฐาน เป็นต้น

กรอนลันด์ (Gronlund, 1970 ; 20 - 23) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมที่คาดหวังที่จะใช้วัด ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ โดยคำนึงถึงการกระทำของนักเรียนที่ครูตั้งสมมติฐานว่า นักเรียนจะปฏิบัติได้ โดยนำเอาจุดมุ่งหมายที่กว้างไว้มาก่อนเป็นพฤติกรรมที่คาดหวัง ดังต่อไปนี้

ความรู้ การนำเสนอของแบบเรียน เนื้อหาที่เขียนจะต้องดีเป็นพฤติกรรมที่คาดหวังที่จะใช้วัดดังต่อไปนี้ คือ ให้คำจำกัดความได้, พิสูจน์ยืนยันให้เห็นชัดแจ้งได้, จัดประเภทเปรียบเทียบความแตกต่างได้, บรรยายลักษณะได้, ทำบัญชีรายชื่อได้, บอกรายการได้, สามารถจับคู่ได้, บอกชื่อได้, กำหนดค่าโครงได้, เลือกได้ถูกต้อง, จำลองแบบได้, ระลึกถึงข้อสรุปได้, แยกข้อเท็จจริงจากความคิดเห็นได้,

ความเข้าใจ การนำเสนอของแบบเรียน เนื้อหาวิชาที่เขียนจะต้องดีเป็นพฤติกรรมที่คาดหวังที่จะใช้วัดความเข้าใจดังต่อไปนี้ อธิบายได้ แปลความรู้ได้ ที่ความหมายใด สามารถ-

แมงแยกได้ สร้างข้อสรุปได้, ให้อย่างใด, ขยายความรู้ได้, สรุปโดยอ้างอิงเหตุผลหรือหลักฐาน, สรุปความได้

การนำไปใช้ การนำเสนอของแบบเรียน เนื้อหาที่เขียนจะต้องที่เป็นพฤติกรรมคาดหวังที่จะใช้วัดการนำไปใช้ดังต่อไปนี้ เปลี่ยนแปลงได้, หาผลลัพธ์จากข้อมูลได้, สำนึกได้, สามารถค้นพบวิธีการใหม่, ใช้เครื่องมือและปฏิบัติการได้ถูกต้อง, คาคะเนลได้, สามารถผลิตได้, เตรียมการได้ถูกต้อง, เชื่อมโยงวิธีใหม่กับเก่าได้, แสดงได้, แก้ปัญหาได้, นำไปใช้ได้

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำเสนอของแบบเรียน เนื้อหาวิชาที่เขียนจะต้องที่เป็นพฤติกรรมคาดหวังตามความเห็นของนักการศึกษาปัจจุบัน ที่จะใช้วัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้ สังเกตและวัดสิ่งของปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลง และบรรยายโดยภาษาที่เหมาะสม, การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม, การประมาณผลของการวัด, การสร้างสมมติฐาน, เลือกวิธีการทดสอบสมมติฐานได้เหมาะสม, วางโครงการทดลองได้เหมาะสม, การจัดการกับข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลอง, การตีความหมายข้อมูลที่ได้อาจจากการสังเกตหรือทดลอง, การขยายความและเพิ่มเติมความคิด, การลงความเห็นหรือสร้างข้อสรุปได้เหมาะสม, มีทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ , ในห้องปฏิบัติการทั่วไปอย่างระมัดระวังและปลอดภัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ เพื่อดูความยากง่าย ความสนใจของนักเรียน แนวความคิดของผู้แต่ง อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ฯลฯ ได้มีผู้ศึกษากันแพร่หลาย ดังเช่น

มอลลิสัน (Mallison, 1955 : 46) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแบบเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กในระดับประถมฯ มีความยากง่ายสำหรับเด็กเพียงใดจากการศึกษาพบว่า แบบเรียนบางเล่มยากเกินไปสำหรับเด็ก หนังสือบางเล่มเกือบทั้งหมดยากเกินไป

ชินนิส (Chinnis, 1963 : 2750) ได้ทำการวิจัยหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา จำนวน 6 ชุด เกิดขึ้นในการวิเคราะห์ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ภายภาพ หลักการทางวิทยาศาสตร์ภายภาพที่ใช้ในการพิจารณา 78 ข้อ ซึ่งนำมาจากผลการศึกษาของ Renato E. Leonelli ผลการวิจัยสรุปได้ว่าหนังสือแบบเรียนแต่ละชุด มีการพัฒนา

หลักการทางวิทยาศาสตร์กายภาพเพียงเล็กน้อย

นิวพอร์ต (Newport, 1965 : 800 - 801) ได้ประเมินผลการเลือกหนังสือชุดแบบเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา โดยพิจารณาจากลักษณะที่ดึงดูดความสนใจ ปรัชญา หรือแนวความคิดของผู้แต่ง เนื้อหาการจัดวิธีการ, อุปกรณ์, ระดับความยากง่าย, คุณสมบัติช่วยการสอนและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายจากการศึกษาค้นคว้า หนังสือแบบเรียนชุดวิทยาศาสตร์ที่ได้รับความนิยมสูงไปหาคำตามลำดับ จากหนังสือชุดของสำนักพิมพ์ Harper & Row, Heath, McMillan, Ginn, Singer, Allyn and Bacon, Lyons and Carnahan, America book Company และ Winsten ซึ่ง 4 ชุดแรกใน 9 ชุดนี้ เป็นชุดที่ดัดแปลงสามารถนำไปใช้สอนได้ตามจุดมุ่งหมายของวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา

ชาร์ล (Charles, 1950 ; 85 - 95) ต้องการวิจัยโดยมุ่งที่จะสร้างแบบเรียนใหม่ เขาหาข้อมูลอย่างละเอียดเกี่ยวกับเด็กในชั้นหนังสือแบบเรียน โดยใช้สูตรของเฟลช (Flesh Formula) วัดความสามารถในการอ่าน วัดเนื้อหาที่สุ่มมาจากหนังสือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนระดับมหาวิทยาลัย 300 คน โดยเปิดโอกาสให้นักศึกษาเหล่านี้ได้พบปะเพื่ออภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาเหล่านั้น แล้วให้แบบสอบถามแก่กลุ่มตัวอย่างตอบลักษณะของคำถาม ถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เสนอขึ้นมาใหม่ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า แบบเรียนที่มีอยู่แล้วมีเนื้อหาหายไป จำต้องอาศัยหนังสือนอกเวลาบาง

บลังก์ (Blanc, 1957 ; 205 - 209) ได้ทำการวิเคราะห์หนังสือแบบเรียนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อค้นหาว่าแบบเรียนเน้นหัวข้อเรื่องใดเป็นสำคัญ โดยใช้วิธีสุ่มแบบเรียนที่ใช้ในปัจจุบัน 10 เล่ม สุ่มมาจากห้องสมุดของโรงเรียน Denver public School และมหาวิทยาลัยแห่งเมือง Denver และได้เลือกหนังสือที่พิมพ์ใหม่ล่าสุด เพื่อให้ได้ผลตรงกับปัจจุบันมากที่สุด ในแบบเรียนแต่ละเล่มวิเคราะห์ทุกหน้า หัวข้อในหนังสือแต่ละเล่มจะวิเคราะห์อย่างละเอียด หัวข้อเดียวกันอาจพบในหนังสือแต่ละเล่ม แต่ใช้คำพูดต่างกัน ผู้วิจัยอาจเปลี่ยนคำพูดเสียใหม่ในบางกรณี แล้วนำเขาไว้ในพวกเดียวกันตามเนื้อหาวิชา แล้วให้คะแนนหัวข้อตามข้อความ คือ

ให้ 3 คะแนน สำหรับหัวข้อที่เขียนครอบคลุมเนื้อหาอย่างละเอียด

ให้ 2 คะแนน สำหรับหัวข้อที่กล่าวขอความครอบคลุมพอสมควร

ให้ 1 คะแนน สำหรับหัวข้อที่เขียนไว้สั้น ๆ

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า หัวข้อที่ผู้แต่งแบบเรียนชีววิทยาเน้นความสำคัญมากที่สุด คือ

การสงวนทรัพยากรธรรมชาติ การศึกษารีวิทยาของมนุษย์, การศึกษาพืชมีดอก และการศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรม และยังมีอีก 10 หัวข้อที่เน้นรองลงมา

นอกจากนี้ยังมีผลงานวิจัยของผู้อื่นอีกหลายท่านที่ไม่ได้วิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์เนื้อหาโดยตรง แต่บางตอนของผลงานการวิจัยที่กล่าวมาพูดถึงเนื้อหาของแบบเรียน ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าควรจะนำมากล่าวไว้ในท้าย คือ

กนก จันทร์ขจร (กนก จันทร์ขจร, 2513 : 10 - 61) ได้ศึกษาความเห็นของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ โดยส่งแบบสอบถามความคิดเห็นของครูสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนรัฐบาล ในจังหวัดพระนคร จำนวน 36 โรงเรียน ผลการวิจัยผู้วิจัยได้สรุปไว้ตอนหนึ่งว่า ความคิดเห็นของครูส่วนใหญ่เสนอแนะให้ปรับปรุงเนื้อหาบางบท ตัวอย่างภาพประกอบ กิจกรรมเสนอแนะและแบบฝึกหัดท้ายเล่ม

นันทนา ศิริพละ (นันทนา ศิริพละ, 2512, 104 - 105) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาตอนปลาย โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นของครูที่ทำการสอนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย ได้สรุปเกี่ยวกับหนังสือแบบเรียนว่า ครูส่วนใหญ่เห็นว่าแบบเรียนมีความเหมาะสมอยู่แล้ว มีการเรียงเนื้อหาดี หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาตอนปลายยังไม่มีการวิจัยหาค้นเนื้อหาและการเรียงลำดับเนื้อหา อาจมีบางตอนที่ไม่เข้าใจทำให้เกิดความเบื่อหน่าย

นวลฉวี ทิพานุกะ (นวลฉวี ทิพานุกะ, 2508 : 79) ได้สำรวจปัญหาและอุปสรรคในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผลของการวิจัยตอนหนึ่งได้สรุปไว้ว่า แบบเรียนที่โรงเรียนกำหนดให้ใช้นั้นยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง โรงเรียนควรจะได้ช่วยกันพิจารณาให้ได้แบบเรียนที่เหมาะสมกว่านี้

มัญญู ปิยารานนท์ (มัญญู ปิยารานนท์, 2512 : 132 - 133) ได้ศึกษาปัญหาและอุปสรรคของการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และได้เสนอแนะเกี่ยวกับการผลิต

แบบเรียนว่า กรมวิชาการควรจัดทำแบบเรียนควบความประณีต เนื้อหาควรละเอียดคนอ่าน มีรูปภาพประกอบคำอธิบายอย่างดี และควรมีการปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ

เอกสารที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่ายังเป็นเอกสารการวิจัยที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับ การวิเคราะห์เนื้อหาวิชาโดยตรง เอกสารที่พอจะเกี่ยวข้องกับเรื่องการวิเคราะห์เนื้อหาแบบเรียนเท่าที่ปรากฏอยู่ในขณะนี้ก็มีของ

ประทีป จรัสรุ่งรวิธร (ประทีป จรัสรุ่งรวิธร, 2514 : 85 - 94) ได้วิเคราะห์ หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 4 เล่ม คือ แบบเรียนที่แต่งโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, บุญถิ่น อัตถากร, ประยงค์ พงศ์ทองเจริญ, และ ประชุมสุข อาชวอำรุง และคณะ วิธีการศึกษา คือ วิเคราะห์ลักษณะและวิธีการจัดรูปแบบโดยตั้งเกณฑ์ไว้ 30 ข้อ ส่วนวิธีวิเคราะห์ความสอดคล้องของวิธีการ เสนอเนื้อหา กับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยแบ่งเนื้อหาของหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ออกเป็น 9 หัวข้อ นำเนื้อหาเหล่านั้นมาพิจารณาความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ควบเกณฑ์ตั้งไว้ โดยนำเนื้อหาแต่ละหัวข้อมาพิจารณาว่า มีคำ วลี หรือประโยคใดบ้างที่เน้นตรงกับเกณฑ์ตั้งไว้ข้อใดข้อหนึ่งก็ให้ 1 คะแนน ทำเช่นนั้นจนครบเนื้อหาทุกข้อ ผลการวิเคราะห์ผู้วิจัยได้สรุปไว้เกี่ยวกับค่านี้อย่างนี้ แบบเรียนที่เนื้อหาสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรมากที่สุด คือของ บุญถิ่น อัตถากร (ส่วนของ ประชุมสุข อาชวอำรุง และคณะ ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ และของ ประยงค์ พงศ์ทองเจริญ มีเนื้อหาสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายน้อยลงตามลำดับ

ธาดาศักดิ์ วชิรปรีชาพงษ์ (ธาดาศักดิ์ วชิรปรีชาพงษ์, 2514 : 78 - 82) ได้วิเคราะห์หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4 เล่ม ที่ใช้ในปัจจุบันในชั้น ความสอดคล้องของวิธีการ เสนอเนื้อหา กับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และลักษณะวิธีการจัดรูปแบบ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบเดียวกับของประทีป จรัสรุ่งรวิธร ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของวิธีการ เสนอเนื้อหา กับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผู้วิจัยได้สรุปไว้เกี่ยวกับค่านี้อย่างนี้ แบบเรียนของประชุมสุข อาชวอำรุง และคณะ เสนอเนื้อหาสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ประโยคมัธยมศึกษาตอนต้นมากที่สุด รองลงมาคือ แบบเรียนของ บุญถิ่น อัตถากร, ประยงค์ พงศ์ทองเจริญ และของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

ธาคัทคี ได้เสนอแนะไว้ตอนหนึ่งว่า ผู้แต่งแบบเรียนควรเสนอเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่หลักสูตรกำหนดไว้แต่ละข้อให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

จากการศึกษาเอกสาร ผู้วิจัยไม่พบว่ามีผู้ใดในประเทศไทยได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาแบบเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในแง่ของความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้เลย.



เครื่องมือและวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

หนังสือแบบเรียนที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ หนังสือแบบเรียนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ฉบับ พ.ศ. 2516 ที่เขียนขึ้นโดย คณะศึกษานิเทศศาสตร์ สาขาวิชาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบบเรียนฉบับนี้ทั้งหมด 17 บท มีความหนา 154 หน้า พิมพ์แบบระบบออฟเซต ก่อนพิมพ์เป็นฉบับร่างแบบเรียนนี้ได้นำไปทดลองสอนในการสอนย่อย (mini-trial) กับนักเรียนที่เพิ่งจบชั้น ม.ศ.3 และนักเรียนชั้น ม.ศ.4 ในหลายโรงเรียนแล้วประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ และในปีการศึกษา 2516 ได้ใช้ทดลองสอนในโรงเรียนของ รัฐบาล 10 โรง ปรากฏผลเป็นที่น่าพอใจอย่างมาก ในปีการศึกษา 2517 แบบเรียนฉบับนี้ จะได้นำไปทดลองสอนในโรงเรียนดำเนินการสอน 20 โรง ซึ่งในจำนวนนี้มีโรงเรียนต่าง- จังหวัด 5 โรง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. ทั้งเกณฑ์และจัดประเภทพฤติกรรม เมื่อได้ทำการประชุมอภิปรายเกี่ยวกับหลักสูตร วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแล้ว คณะอาจารย์ศึกษานิเทศศาสตร์ในสาขาวิชาชีววิทยา และ อาจารย์ศึกษานิเทศการวัดผลในสาขาวิชาชีววิทยา ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายให้ปรับปรุงใหม่ขึ้น ตรงตามวัตถุประสงค์ของการ วัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของวิชาชีววิทยานี้ ได้ดัดแปลงมาจากพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของ Bloom (Handbook, 1971 ; 562 - 568) และการแปลพฤติกรรมที่คาดหวังของ วีรยุทธ วิเชียรโชติ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ, การแปลพฤติกรรมที่คาดหวัง) ซึ่งวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมที่เสนอไว้มีดังนี้ คือ

ก. ความรู้ ต้องการให้นักเรียนได้มีความรู้ในเรื่องต่อไปนี้

ก1. ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง

ก2. ความรู้ในศัพท์และนิยามต่าง ๆ

- ก3. ความรู้เกี่ยวกับข้อสรุป ความคิดรวบยอดทางชีววิทยา
- ก4. ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลงหรือสิ่งที่มีความนิยม
- ก5. ความรู้ในการจัดประเภท จัดหมวดหมู่และเกณฑ์
- ก6. ความรู้ในเทคนิคและกระบวนการทางชีววิทยา
- ก7. ความรู้ในหลักการ ทฤษฎีและกฎต่าง ๆ ทางชีววิทยา

ข. ความเข้าใจ ต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาชีววิทยา
จนมีความสามารถ ดังนี้

- ข1. อธิบายความรู้ด้วยคำพูดของตนเอง
- ข2. สามารถแปลความหมาย ที่ความหมาย ขยายความได้
- ข3. นำทฤษฎีไปใช้ในเรื่องที่เป็นไปตามหลักเกณฑ์เดียวกัน
- ข4. สามารถสรุปโดยอ้างอิงหลักการ

ค. การนำไปใช้ สามารถนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ง. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องการให้นักเรียนรู้จักกระบวนการ
วิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้

- ง1. รู้จักสังเกตและวัดสิ่งของปรากฏการณ์และการ เปลี่ยนแปลงบรรยาย
โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม
- ง2. การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม
- ง3. การประมาณผลของการวัด
- ง4. การสร้างสมมติฐาน
- ง5. เลือกวิธีการทดสอบสมมติฐานได้เหมาะสม
- ง6. วางโครงการทดลองได้เหมาะสม
- ง7. การจัดการกับข้อมูลที่ไต่จากการทดลอง
- ง8. การตีความหมายข้อมูลที่ไต่จากการสังเกตหรือทดลอง
- ง9. การขยายความและเพิ่มเติมความคิด

ง10. การลงความเห็นหรือสร้างข้อสรุปใดอย่างเหมาะสม

ง11. มีทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการทั่วไปอย่าง
ระมัดระวังและปลอดภัย

รายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 4 ข้อ คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อธิบายได้ดังนี้ คือ

ก1. ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง หมายถึงความรู้ความจำที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอน อาจเป็นเรื่องราวความเนื้อหาวิชา เหตุการณ์ การค้นพบ การวิเคราะห์ การวิจารณ์ต่าง ๆ ที่ครูบอก แสดงหรืออธิบายให้นักเรียนฟังแล้วให้นักเรียน เช่น ส่วนของพืชในส่วนที่คลอโรฟิลล์เท่านั้น จึงจะทำการสังเคราะห์แสงได้

ก2. ความรู้ในศัพท์และนิยาม หมายถึงคำจำกัดความ อธิบาย แสดง หรือใช้ศัพท์เทคนิคในวิชาชีววิทยาได้ถูกต้อง เช่น สามารถชี้ส่วนหัว ส่วนอก ส่วนท้อง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญ 3 ส่วนของแมลงได้

ก3. ความรู้เกี่ยวกับข้อสรุป ความถี่รวบยอดทางชีววิทยา หมายถึงความรู้ที่เป็นนามธรรม จากปรากฏการณ์ที่เคยสังเกตมาแล้ว หรือความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์นั้น ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์เห็นว่าจำเป็นต่อการค้นหาความรู้ต่อไป ซึ่งจะประกอบด้วยความถี่ทางชีววิทยาในวงจำกัดหรือวงที่กว้างออกไป เป็นต้น

ก4. ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง หรือสิ่งที่มีความนิยม หมายถึงความรู้ในสิ่งที่ทางชีววิทยาทกลงกันว่าจะเรียกว่าอย่างนั้น ๆ หรือจะใช้สัญลักษณ์ ศัพท์ หรือเครื่องหมายอย่างไร ? เช่น ในวิชาพันธุกรรมเรากลกลงกันว่า จะใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่เป็นสัญลักษณ์แทนยีนที่เป็นตัวลักษณะเด่น และใช้อักษรตัวพิมพ์เล็กแทนยีนที่เป็นตัวลักษณะด้อย เวลาเขียนจะต้องเขียนควบลักษณะเด่นก่อน แล้วตามด้วยลักษณะด้อย เช่น Aa, Bb, ข้อตกลงนี้เป็นสิ่งที่เกิดจากการยินยอมร่วมกันในสาขาวิชา เป็นสื่อให้เข้าใจเรื่องราวตรงกันนั่นเอง

ก5. ความรู้ในการจัดประเภท จัดหมวดหมู่และเกณฑ์ หมายถึงความรู้ในการที่จะจัดสิ่งของและปรากฏการณ์ โดยใช้เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดคุณลักษณะของสิ่งของ และปรากฏการณ์นั้น ๆ จัดเข้าประเภทต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เช่นรูปร่างจะจัดผิงไว้ในจำพวกแมลงเพราะ-

มี 6 ขา และส่วนต่าง ๆ ของร่างกายแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ซึ่งเป็นเกณฑ์ในการจัดประเภทแมลง

ก6. ความรู้ในเทคนิคและกระบวนการทางชีววิทยา ความรู้ในขั้นนี้ไม่ถึงขั้นทักษะในห้องปฏิบัติการ และไม่ถึงขั้นเทคนิคและกระบวนการในขั้นสืบสวนสอบสวน ในขั้นนี้หมายความว่าเพียงนักเรียนสามารถบอกหรือบรรยายได้ว่า นักวิทยาศาสตร์เขามีวิธีทดลอง หรือศึกษาเรื่องนั้น ๆ อย่างไร เช่น นักวิทยาศาสตร์มีวิธีการเรื่องการเจริญและการแบ่งตัวของเซลล์อย่างไร รวมทั้งความรู้ว่านักวิทยาศาสตร์มีวิธีการที่จะสร้างความคิดในเรื่องการสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์อย่างไร ?

ก7. ความรู้ในหลักการ ทฤษฎีและกฎต่าง ๆ ทางชีววิทยา ซึ่งนักวิทยาศาสตร์สรุปมาจากการสังเกตการณ์หลาย ๆ ครั้ง เช่น มีความรู้ในเรื่องกฎของเมนเดล ซึ่งสรุปได้จากการสังเกตคุณลักษณะที่ถ่ายทอดมาในรุ่นต่าง ๆ ของพืชและสัตว์หลายชนิด ส่วนความรู้ในทฤษฎีและหลักการ หมายถึงความรู้ในสิ่งที่เป็นนามธรรม เป็นการเรียบเรียงความคิดและอธิบายความหมายของเรื่องราว เช่น ทฤษฎีวิวัฒนาการ

ข1. อธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง หมายถึงนักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาจนสามารถที่จะตอบคำถามของครูได้ เมื่อครูตั้งคำถามและคำถามนั้นจะต้องเป็นข้อความที่เรียบเรียงขึ้นมาเองตามความเข้าใจของนักเรียน

ข2. สามารถแปลความหมาย, ตีความหมาย, ขยายความได้ หมายถึงการตีความหมายของข้อมูล ตรวจสอบผลที่ได้จากการทดลอง และอธิบายเพิ่มเติมได้ โดยรู้ถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลและผลการได้ทดลองออกไป จนสามารถเพิ่มเติมความรู้ที่ออกไปได้อีก

ข3. นำทฤษฎีไปใช้ในเรื่องที่นำไปตามหลักเกณฑ์เดียวกัน หมายความว่ามีความรู้ความเข้าใจในทฤษฎีเป็นอย่างดี ในเมื่อไปพบในสถานการณ์ใหม่สามารถที่จะนำความรู้ในทฤษฎีที่เข้าใจนั้นมาอธิบายในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างถูกต้อง

ข4. สรุปโดยอ้างอิงหลักการ หมายถึงความสามารถในการที่จะสรุปความรู้ต่าง ๆ เขาคายกันได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง และมีหลักการเป็นที่เชื่อถือได้

ค. การนำไปใช้ สามารถนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หมายถึงการที่นักเรียนนำความรู้ในเรื่องความจริงต่าง ๆ ความคิดรวบยอด หลักการ ทฤษฎี หรือวิธีการที่-

เรียนไปแล้วไปใช้แก้ปัญหาวិทยาศาสตร์ในชั้นเรียน หรือนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และการนำไปใช้นี้จะไม่เพียงแต่นำความรู้ในเรื่องความจริง ฤๅ ทฤษฎี หลักการ หรือวิธีในวิชา นั้น ๆ ไปใช้เท่านั้น แต่จะหมายถึงการนำเอาวิธีการสืบสวนสอบสวนทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ใน ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันอีกด้วย

จ1. การสังเกตและวัดสิ่งของปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลง และบรรยายโดย ใ้ภาษาที่เหมาะสม หมายถึงการที่ให้นักเรียนสังเกตการทดลอง หรือปรากฏการณ์อย่างใด อย่างหนึ่งเป็นเวลา 2 - 3 นาที แล้วให้เขียนรายงานการสังเกตได้เพียงตรง ถูกต้อง แม้ว่า เรื่องราวจะซับซ้อนก็ยังสามารถที่จะบรรยายการสังเกตได้ถูกต้อง

จ2. การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม คำว่าเหมาะสมในที่นี้หมายถึงสามารถ วัดได้ปริมาณเท่าที่ต้องการวัด เช่น ใช้เครื่องตวงได้เหมาะกับจำนวนที่ต้องการตวง ใช้เครื่องมือ ซึ่งให้เหมาะกับน้ำหนักของที่จะรับน้ำหนักน้อยเพียงใด ต้องการความละเอียดละออมากเพียงใด

จ3. การประมาณผลการวัด หมายความว่านักเรียนจะต้องรู้ว่า ในการวัด โดยเครื่องมือแต่ละอย่างนั้น จะมีความคลาดเคลื่อนกันอันเนื่องมาจากความหมายหรือละเอียด ของสเกลของเครื่องมือ ฉะนั้นจึงต้องประมาณผลที่จะเกิดว่าจะคลาดเคลื่อนไปสักเท่าไร ? ถ้าใช้เครื่องมือนั้น

จ4. การสร้างสมมติฐาน การสร้างสมมติฐานจะเป็นสิ่งที่นำทิศทางในการ ทดลองหรือพิสูจน์ปัญหา การสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับการสงสัยว่าจะอะไรสักอย่างหนึ่งจะเป็นสาเหตุให้ เกิดสิ่งนั้น เช่น ตั้งสมมติฐานว่า แสงแดดเป็นสิ่งที่ทำให้พืชปรุงอาหารได้

จ5. เลือกวิธีการทดสอบสมมติฐานใดเหมาะสม เช่น สมมติฐานที่ว่าแสงแดด เป็นสิ่งที่ทำให้พืชปรุงอาหารได้ ก็หาวิธีพิสูจน์ว่าแสงทำให้พืชปรุงอาหารจริงหรือไม่ โดยทดสอบ วาขณะที่พืชถูกแดดมีการปรุงอาหารหรือไม่ ถ้าย้ายพืชนั้นไปไว้ในห้องมืดจะปรุงอาหารหรือไม่ หรือจะใช้วิธีไม่ต้องย้ายต้นแต่หาอะไรมาปิดใบ หรือครอบต้นไม้วิธีไหนจะสะดวกและให้ผลดีที่สุด

จ6. วางโครงการทดลองใดเหมาะสม หมายความว่าเมื่อวางแผนการทดลอง ทดสอบแสงเป็นสิ่งที่ทำให้พืชปรุงอาหารได้แล้ว ก็จะต้องวางโครงการว่าจะใช้เครื่องมืออะไร สำหรับทำอะไร จะมีการดำเนินการเป็นขั้น ๆ อย่างไร จึงจะได้ผลถูกต้องแม่นยำ

ง7. การจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หมายถึงพฤติกรรมของนักเรียนในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการวัดมาจัด หรือทำการปรับหรือจัดให้เป็นหมวดหมู่ เช่น วัดอุณหภูมิก่อนการทดลองและหลังการทดลองได้ แล้วนำมาลบกันเพื่อหาความแตกต่างหรือคำนวณหาค่าอื่น ๆ หรือวัดอุณหภูมิและความกดของบรรยากาศในห้อง แล้ววัดปริมาตร แก๊สใดเท่าไร ? แล้วยุทธในการคำนวณจะจำกัดที่อุณหภูมิและความดันเท่าใดเราก็ปรับค่าของปริมาตรนั้น ให้เป็นปริมาตรในอุณหภูมิและความดันของบรรยากาศตามต้องการ หรือจัดเรียบเรียงข้อมูลเข้าในฟอร์มของการร่างหรือฟอร์มอื่นที่อ่านผลได้สะดวก

ง8. การตีความหมายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือทดลอง การตีความหมายข้อมูลนั้นเป็นขั้นแรกของการวิเคราะห์ผลของการทดลอง ถ้าการสังเกตนั้นเป็นการสังเกตในทางคุณภาพการตีความหมายก็จะ เป็นไปในการตรวจสอบว่าผลนั้นมีความแตกต่างกับแนวความคิดหรือการกระทำในเรื่องนั้นหรือไม่ ถ้าข้อมูลที่เสนอแนะเสนอในรูปของกราฟ การตีความหมายก็จะรวมถึงความถี่ความยาวของเส้น แนวโน้มหรือแนวโน้มที่สัมพันธ์กัน ซึ่งจะแสดง โดยการใส่คำพูดหรือสัญลักษณ์

ง9. การขยายความคิดและเพิ่มเติมความคิด การขยายความคิดคือการที่ใครถึง ความสัมพันธ์ของข้อมูลแล้วจะคาดการณ์ได้ใกล้เคียงกับข้อมูลที่สังเกตได้ แล้วเพิ่มเติมหรือต่อเติมจากข้อมูลนั้นออกไป เช่น ถ้าบอกค่าของสองจุดที่สามารถจะประมาณค่าที่อยู่ในระหว่างนั้นได้ หรืออาจจะคิดต่อจากกราฟอันหนึ่งไปเป็นอันอื่น หรือคำนวณจากความสัมพันธ์นั้นหาค่าต่าง ๆ ไปได้

ง10. การลงความเห็นหรือสร้างข้อสรุปโดยย่อเหมาะสม โดยได้ผลจากความสัมพันธ์พบ หมายถึงความในการที่จะขยายความคิดจากผลที่ได้ในการทดลองหลาย ๆ ครั้ง และจากหลาย ๆ สิ่งที่เกี่ยวข้อง และมีหลักเกณฑ์เดียวกันในเรื่องนั้นแล้วสร้างกฎขึ้น เช่น เกี่ยวกับที่เมนเคลสร้างกฎของเมนเคลขึ้นจากการทดลองในพืชและสัตว์หลาย ๆ ชนิด

ง11. มีทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการทั่ว ๆ ไปอย่างระมัดระวัง และปลอดภัย เครื่องมือเหล่านี้ได้แก่เครื่องมือชั่ง กล้องจุลทรรศน์ ไม้นับเม็ด เครื่องแก้วต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะต้องรู้จักใช้ให้ถูกต้อง และไม่เป็นอันตรายแก่ตนเองและผู้อื่น ในขณะเดียวกันก็อย่าให้เครื่องมือเสียหาย

เกณฑ์ในการวิเคราะห์แบบเรียน จะทำการวิเคราะห์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้, ความเข้าใจ, การนำไปใช้, กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยหลักเกณฑ์พฤติกรรมที่คาดหวังของ N.E. Gronlund มาเป็นส่วนร่วมพิจารณาด้วย เนื้อหาแบบเรียนที่เขียนขึ้นมานี้จะตีความออกมาเป็นพฤติกรรมชนิดใดบ้าง, ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับพฤติกรรมที่คาดหวังได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 แล้ว

2. การทำตารางวิเคราะห์

ในการจัดทำตารางวิเคราะห์ ได้ดัดแปลงมาจากตารางวิเคราะห์ของ Bloom (Handbook, 1971 ; 562 - 563) ซึ่งจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 9 ประเภท ในตารางที่จัดทำขึ้นนี้ ในด้านความรู้จะใช้อักษรย่อ ก1 ถึง ก7 ซึ่งความหมายของอักษรย่อดังนี้

- ก1. หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง
- ก2. หมายถึง ความรู้ในศัพท์และนิยาม
- ก3. หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับข้อสรุป ความคิดรวบยอดทางชีววิทยา
- ก4. หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง หรือสิ่งที่เป็นความนิยม
- ก5. หมายถึง ความรู้ในการจัดประเภท จัดหมวดหมู่และเกณฑ์
- ก6. หมายถึง ความรู้ในเทคนิคและกระบวนการทางชีววิทยา
- ก7. หมายถึง ความรู้ในหลักการ ทฤษฎีและกฎต่าง ๆ ทางชีววิทยา

ความเข้าใจ จะใช้อักษรย่อดังนี้

- ข1. หมายถึง อธิบายความรู้ด้วยคำพูดของตนเอง
- ข2. หมายถึง สามารถแปลความหมาย, ตีความหมาย, ขยายความได้
- ข3. หมายถึง นำทฤษฎีไปใช้ในเรื่องที่เป็นไปตามหลักเกณฑ์เดียวกัน
- ข4. หมายถึง สรุปโดยอ้างอิงหลักการ

การนำไปใช้ สามารถจำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ใช้อักษรย่อคือ ค.

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้เครื่องมือดังนี้ คือ

- ง1. หมายถึง การสังเกตและวัดสิ่งของปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลง และบรรยายโดยใช้ภาษาที่เหมาะสม
- ง2. หมายถึง การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม
- ง3. หมายถึง การประมาณผลการวัด
- ง4. หมายถึง การสร้างสมมติฐาน
- ง5. หมายถึง เลือกวิธีการทดสอบสมมติฐานใดที่เหมาะสม
- ง6. หมายถึง การวางแผนโครงการทดลองใดที่เหมาะสม
- ง7. หมายถึง การจัดการกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- ง8. หมายถึง การตีความหมายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือทดลอง
- ง9. หมายถึง การขยายความและเพิ่มเติมความคิด
- ง10. หมายถึง การลงความเห็น หรือสร้างข้อสรุปใดอย่างเหมาะสม
- ง11. หมายถึง มีทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการทั่วไปอย่าง

ระบุมิตรวัจและปลอดภัย

ตารางที่ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นตารางที่แสดงความถี่ของพฤติกรรมของแต่ละบท

วิเคราะห์ ซึ่งมีรูปแบบดังนี้ คือ

ตารางแสดงจำนวนความถี่ของพฤติกรรมในแต่ละบทเรียน

บท	พฤติกรรมการเรียน											รวม												
	ก. ความรู้	ข. ความเข้าใจ	ค. การนำไปใช้	ง. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์																				
	ก1	ก2	ก3	ก4	ก5	ก6	ก7	ข1	ข2	ข3	ข4	ค	ง1	ง2	ง3	ง4	ง5	ง6	ง7	ง8	ง9	ง10	ง11	
บทที่ 1 "เราจะศึกษาชีววิทยา กันอย่างไร ?"	2	3	9					2					2			3	2							
รวม																								

ของแรก คือ บทเรียนที่ทำการวิเคราะห์

ของถัดไป หมายถึงพฤติกรรมที่พบในบทเรียนให้ระบุพฤติกรรมลงในช่องดังตัวอย่าง

บทที่ 1 "เราจะศึกษาชีววิทยาด้วยกันอย่างไร ?" พฤติกรรมที่ระบุไว้คือ ก1, ก2, ก3

ข1, ง1, ง4, ง5, ตัวเลขที่กรอกลงในช่อง หมายถึงจำนวนความถี่ของ

พฤติกรรมนั้น ๆ ที่วิเคราะห์ได้

ของรวม หมายถึงรวมพฤติกรรมแต่ละประเภทในแต่ละบทใช้กันหรือ ก หมายถึง

ความรู้, ข หมายถึงความเข้าใจ, ค หมายถึงการนำไปใช้

ง หมายถึง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. การจัดตั้งคณะกรรมการ

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แบบเรียนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับ ผู้ทรงคุณวุฒิและชำนาญการวิจัยผลสาขา-

วิชาชีววิทยาแห่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน
4 ท่านด้วยกัน ดังมีรายชื่อต่อไปนี้

- 1) อาจารย์ ดร. พวี หอมวง
- 2) อาจารย์สมจิตต์ สมิตพันธ์
- 3) อาจารย์จิตติโส ณดุงรัตน์
- 4) อาจารย์พิศาล สรอมขุทรา

4. วิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์แบบเรียนชีววิทยามัธยมศึกษาปีที่ 4 ดำเนินการดังนี้

- 1) กำหนดเนื้อหาของแบบเรียนในเล่มออกเป็นบท, รายข้อในบท ตามที่แบบเรียนได้แบ่งไว้ โดยวิเคราะห์เนื้อหาตามรายข้อในบท
- 2) ผู้วิเคราะห์แบบเรียนทั้ง 5 ท่าน ทำการพิจารณาเนื้อหาแต่ละบทเป็นรายข้อ ว่าตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมวิชาชีววิทยาข้อใด โดยอาศัยเกณฑ์ตั้งไว้ใน การพิจารณา ผู้วิเคราะห์ทุกท่านได้พิจารณาแล้วนำมาประชุมอภิปรายร่วมกัน
- 3) เนื้อหาที่วิเคราะห์ข้อใด ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมวิชาชีววิทยาข้อใด ให้คะแนนเป็น 1 คะแนน แต่อาจมีกรณีที่ผู้วิเคราะห์มีความเห็นขัดแย้งกันใน เรื่องวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อใด ให้มีการอภิปรายเนื้อหาข้อนั้น ผู้วิเคราะห์ได้พิจารณาเสียงของผู้วิเคราะห์ ถ้าผู้วิเคราะห์ส่วนใหญ่เห็นสมควรให้เนื้อหาข้อนั้นตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อใด ก็ให้ถือว่า เป็นไปตามความเห็นของเสียงส่วนใหญ่
- 4) ลงความถี่ของพฤติกรรมลงในตาราง
- 5) รวมนายละอายพฤติกรรมที่วิเคราะห์ได้ในแต่ละบท
- 6) รวมความถี่พฤติกรรมต่าง ๆ แต่ละบท

5. การจัดกระทำข้อมูล

จัดกระทำข้อมูลในตาราง, รายบท แต่ละบทและจากตาราง รวมนำเสนอ ในรูปกราฟฮิสโตแกรม (histogram) เพื่อจะมองเห็นพฤติกรรมต่าง ๆ ที่วิเคราะห์ ได้ความแตกต่างก็มากขึ้นเพียงใด ได้เด่นชัดขึ้น.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์เนื้อหาแบบเรขาคณิตของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในแง่วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของแต่ละบทรายละเอียดดังแสดงไว้ในภาคผนวก

ผลของการวิเคราะห์เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีดังต่อไปนี้ คือ

บทที่ 1 ด้านความรู้ ผลปรากฏว่ามี ก3 มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ก2 และ ก1 ด้านความเข้าใจมี ข1 เท่านั้น ส่วนด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ง4 มากที่สุด รองลงมาคือ ง1 และ ง2 (ภาคผนวกหน้า 71) เมื่อรวมพฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 60.87, 8.70, และ 30.43 ตามลำดับ (ภาพที่ 1)

บทที่ 2 เนื้อหาที่เขียนด้านความรู้ มี ก2 มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ก1, ก3, ก7 และ ก4 ความเข้าใจมี ข1, ข2, ข3 จำนวนเท่ากันคือ 3 ส่วนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ง1 มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ง9, ง8, ง4, และ ง3 ตามลำดับ (ภาคผนวกหน้า 72) เมื่อรวมพฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 55.26, 11.84 และ 32.90 ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

บทที่ 3 ด้านความรู้ มี ก1 มากที่สุด รองลงมาคือ ก2, ก3, ก4, ก5, ก7 ด้านความเข้าใจมี ข3 มากที่สุด รองลงมาคือ ข1, ข4 ตามลำดับ ส่วนด้านการนำไปใช้ มี ค เท่านั้น (ภาคผนวกหน้า 75) เมื่อรวมพฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ คิดเป็นร้อยละ 76, 14, 10 ตามลำดับ (ภาพที่ 3)

บทที่ 4 ผลวิเคราะห์ได้ ความรู้มี ก2 มากที่สุด รองลงมาคือ ก3, ก7 และ ก1 ตามลำดับ ความเข้าใจมี ข3 มากที่สุด รองลงมาคือ ข2 และ ข1 ตามลำดับ ด้านการนำไปใช้ มี ค, กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ง6, ง8 มากที่สุด รองลงมาคือ ง7, ง1, ง9 (ภาคผนวกหน้า 77) รวมพฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 38.10, 30.95, 7.14, 23.80 ตามลำดับ (ภาพที่ 4)

บทที่ 5 ด้านความรู้ มี ก5 มากที่สุด รองลงมาคือ ก2, ก3, ก1 และ ก4 ตามลำดับ

ด้านความเข้าใจมี ข3 เท่านั้น ด้านการนำไปใช้ มี ค ส่วนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ง1 เท่านั้น (ภาคผนวกหน้า 79) รวมพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 92.17, 1.74, 1.74 และ 4.35 (ภาพที่ 5)

บทที่ 6 ด้านความรู้ มี ก2 มากที่สุด รองลงมาคือ ก1, ก3, ก6, ก7, ก4, ก5 ด้านความเข้าใจมีเฉพาะ ข1 เท่านั้น ส่วนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ง1 มากที่สุด รองลงมาคือ ง1, ง8, ง9, ง10 (ภาคผนวกหน้า 83) ถ้าคิดพฤติกรรมรวมเกี่ยวกับ ความรู้ ความเข้าใจ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 73.68, 3.51, และ 22.81 (ภาพที่ 6)

บทที่ 7 ผลวิเคราะห์ ความรู้ มี ก3 มากที่สุด รองลงมาคือ ก2, ก1, ก4 ตามลำดับ ในด้านความเข้าใจ มี ข3 มากที่สุด รองลงมาคือ ข1, และ ข2 ส่วนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ง1 มากที่สุด รองลงมาคือ ง11, ง8, ง10 (ภาคผนวกหน้า 86) เมื่อรวมพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 59.38, 12.50 และ 28.12 ตามลำดับ (ภาพที่ 7)

บทที่ 8 วิเคราะห์แล้วได้ ความรู้ มี ก4 และ ก6 เท่ากัน คือ 3 รองลงมาคือ ก1, ก2, ก3 ตามลำดับ ด้านความเข้าใจมี ข1, ข2, ข3, ข4 เท่ากัน คือ 1, ส่วนด้านการนำไปใช้ มี ค และด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ง1 มากที่สุด รองลงมาคือ ง11, ง8, ง9, ง4, ง10 (ภาคผนวก 87) เมื่อรวมพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 26.32, 10.53, 5.26, 57.89 ตามลำดับ (ภาพที่ 8)

บทที่ 9 ด้านความรู้มี ก2 มากที่สุด รองลงมาคือ ก1, ก3, ก5, ก4, ก6, ตามลำดับ ด้านความเข้าใจ มี ข2 และ ข3 เป็นจำนวนเท่ากัน คือ 3 รองลงมาคือ ข1 การนำไปใช้ มี ค เท่ากับ 1 ส่วนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ง1 มากที่สุด รองลงมาคือ ง8, ง11, ง7, ง9, ง10 (ภาคผนวกหน้า 90) เมื่อรวมพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 75, 10, 1.25, 13.75 (ภาพที่ 9)

บทที่ 10 ผลวิเคราะห์ ด้านความรู้ มี ก2 มากที่สุด คือ 43 รองลงมาคือ ก1, ก3,

ก4, ก6 ตามลำดับ ด้านความเข้าใจ มี ข1 และ ข2 ในอัตราส่วนที่เท่ากัน คือ 1 ด้านการนำไปใช้ มี ค เท่ากับ 2 และด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ง1 มากที่สุด รองลงมา คือ ง7, ง9, ง11 (ภาคผนวกหน้า 93) เมื่อรวมพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 88.56, 2.63, 2.63, 6.58 ตามลำดับ (ภาพที่ 10)

บทที่ 11 ด้านความรู้ มี ก3 มากที่สุด รองลงมาคือ ก1, ก2, ก4, ก7, ก5, ก6 ด้านความเข้าใจ มี ข2 และ ข3 จำนวนเท่ากัน คือ 3 รองลงมาคือ ข1, กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ง1, มากที่สุด รองลงมาคือ ง6, ง11, ง8, ง3, ง5, ง9 และ ง10 (ภาคผนวกหน้า 95) เมื่อรวมพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 71.43, 8.79, 19.78 (ภาพที่ 11)

บทที่ 12 ความรู้ มี ก2 มากที่สุด รองลงมาคือ ก1, ก3, ก6, ก4, ก5 ตามลำดับ ด้านความเข้าใจ มี ข3, ข4 จำนวนเท่ากัน คือ 1 ส่วนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ง1 มากที่สุด รองลงมาคือ ง7, ง11, ง3, ง10 ตามลำดับ (ภาคผนวกหน้า 100) รวมพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 78.79, 3.03, 18.18 (ภาพที่ 12)

บทที่ 13 ผลวิเคราะห์ ความรู้ มี ก2 มากที่สุด รองลงมาคือ ก1, ก3, ก4, ก5 ด้านความเข้าใจ มี ข2 และ ข4 เป็นจำนวนเท่ากัน ด้านการนำไปใช้ มี ค เท่ากับ 1 (ภาคผนวกหน้า 103) เมื่อรวมพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ คิดเป็นร้อยละ 88.37, 9.50, 2.33 (ภาพที่ 13)

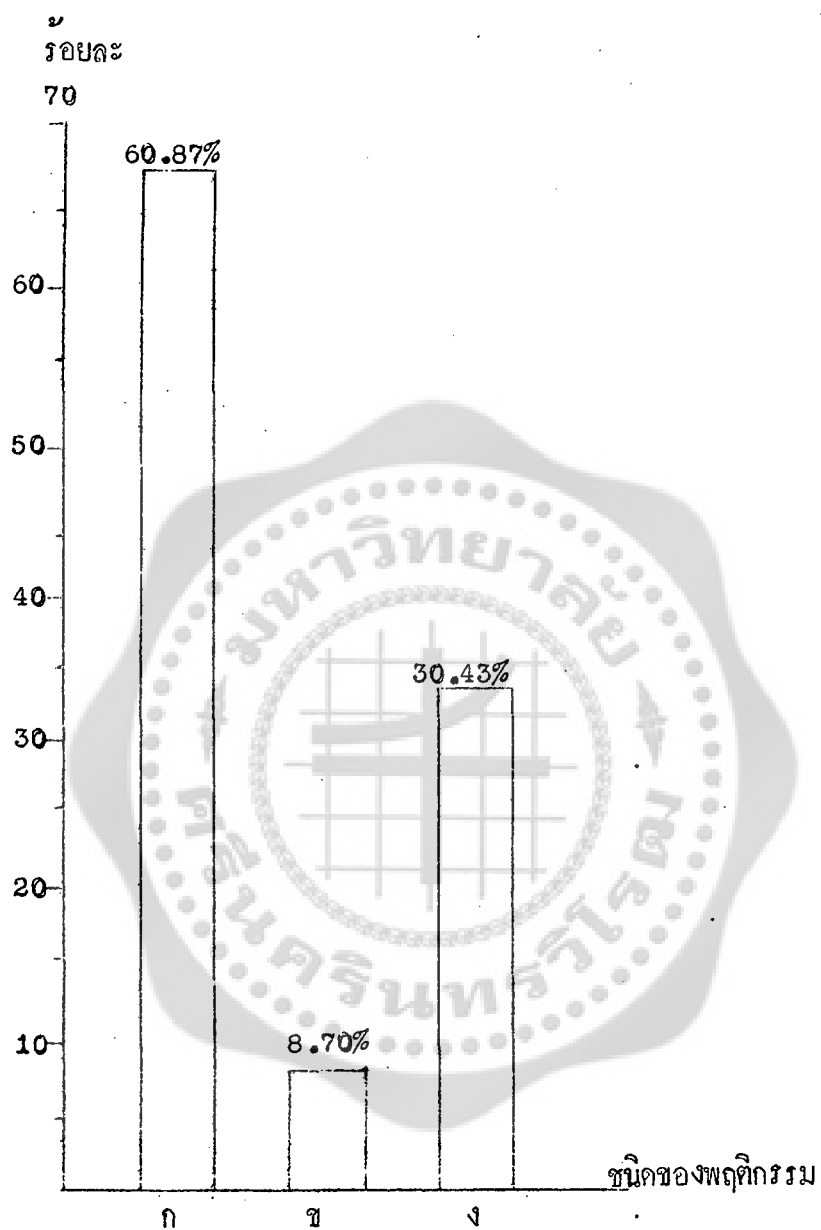
บทที่ 14 ด้านความรู้ มี ก2 มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ก3, ก6 และ ก1 ตามลำดับ ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ง1 มากที่สุด รองลงมาคือ ง3, ง11, ง8, ง10 และ ง9 ตามลำดับ (ภาคผนวกหน้า 104) เมื่อรวมพฤติกรรมด้านความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 46.67, 53.33 (ภาพที่ 14)

บทที่ 15 ความรู้ มี ก2 มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ก3, ก1, ก6, ก5, ก7 ตามลำดับ ด้านความเข้าใจมี ข2 เท่านั้น ด้านการนำไปใช้ มี ค เท่ากับ 1 ส่วนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มี ง1 มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ง9, ง11, ง10, ง6 ตามลำดับ (ภาคผนวกหน้า 106) เมื่อรวมพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 73.63, 4.39, 1.09, 20.83 (ภาพที่ 15)

บทที่ 16 ความรู้ มี ก2 มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ก3, ก1, ก5, ตามลำดับ ความเข้าใจมี ข1 มากที่สุด รองลงมาคือ ข3 และ ข4 การนำไปใช้ มี ค เท่ากับ 1 และด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ง1, ง8, ง9, ง11, เป็นจำนวนเท่ากัน คือ 2 รองลงมาได้แก่ ง10 (ภาคผนวกหน้า 109) เมื่อรวมพฤติกรรม ด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 76.92, 7.69, 1.54 และ 13.85 ตามลำดับ (ภาพที่ 16)

บทที่ 17 ด้านความรู้มี ก2 มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ก3, ก1, ก4, ก7 ความเข้าใจมี ข1 มากที่สุด รองลงมาคือ ข2, ข4 ตามลำดับ และด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี ง7 มากที่สุด รองลงมาคือ ง1, ง8, และ ง10 (ภาคผนวกหน้า 113) รวมพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 65.82, 18.99, 15.19 (ภาพที่ 17)

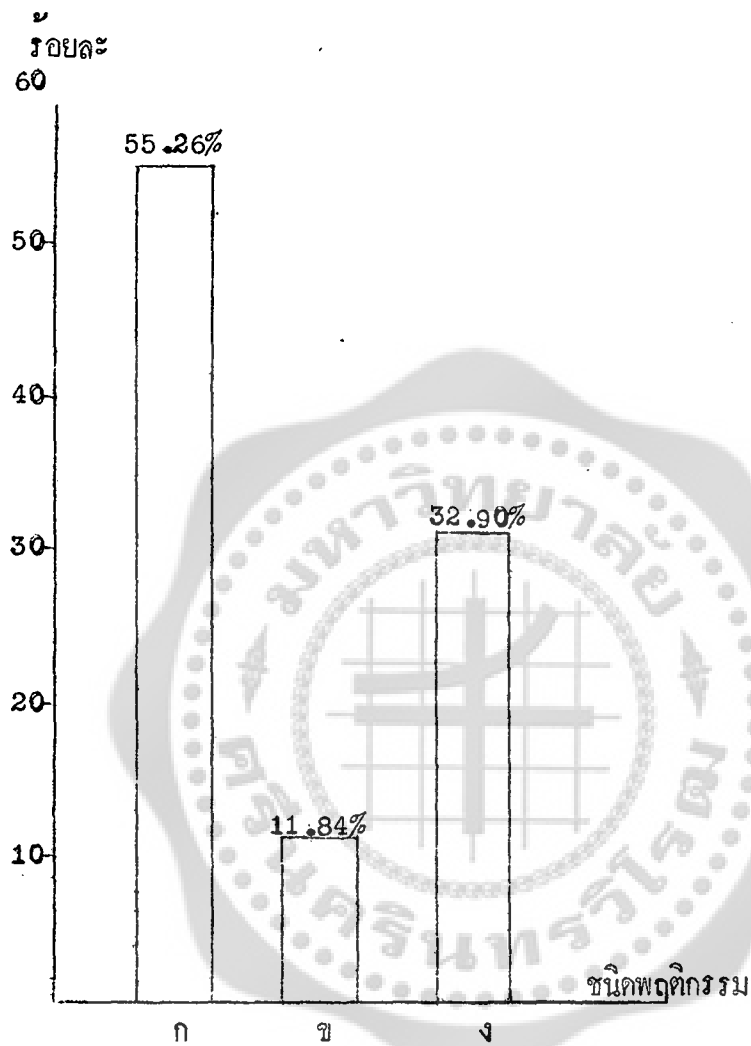


ภาพ 1 - แสดงจำนวนพฤติกรรมในเขตที่ 1

ก. = ความรู้

ข. = ความเข้าใจ

ง. = กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

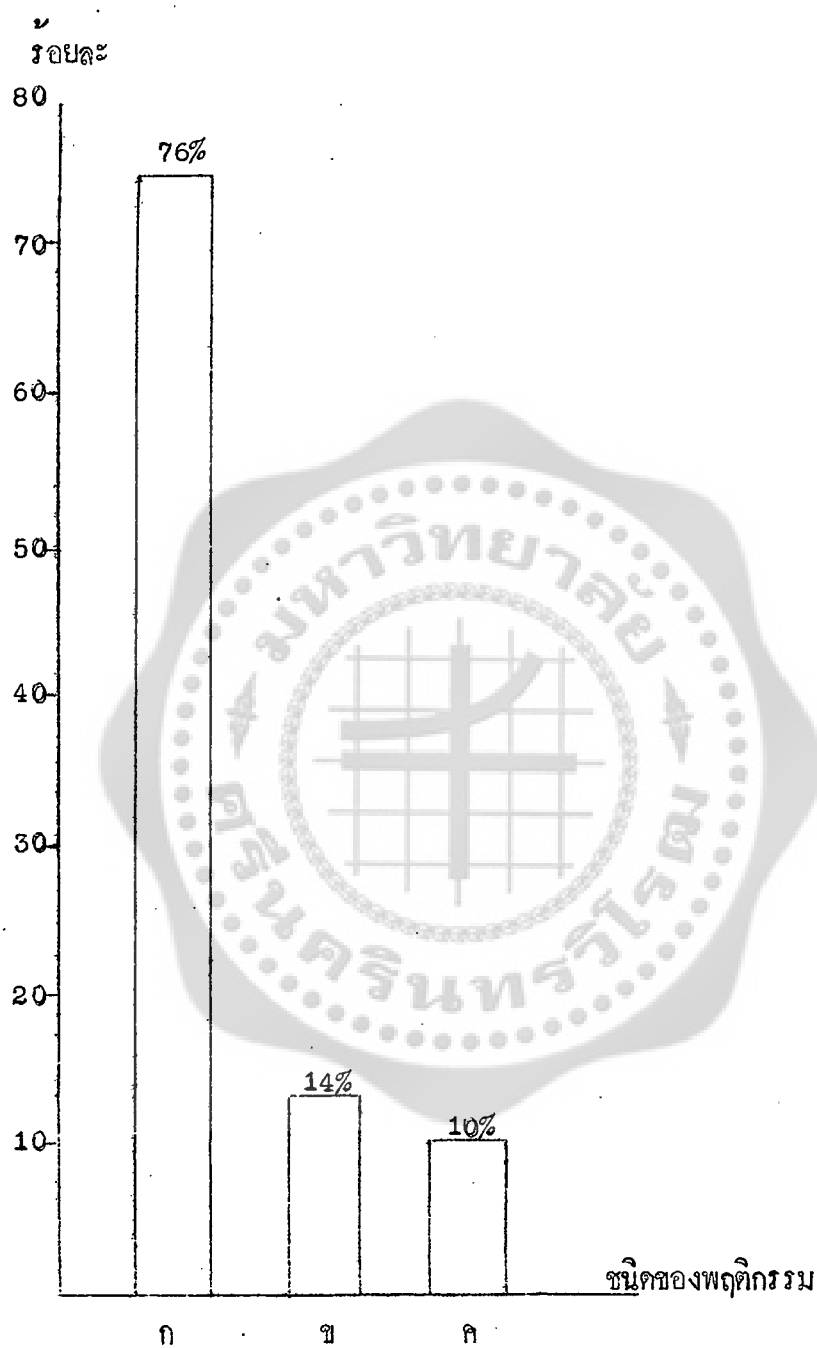


ภาพ 2 แสดงจำนวนเหตุการณ์ในเขตที่ 2

ก. = ความรู้

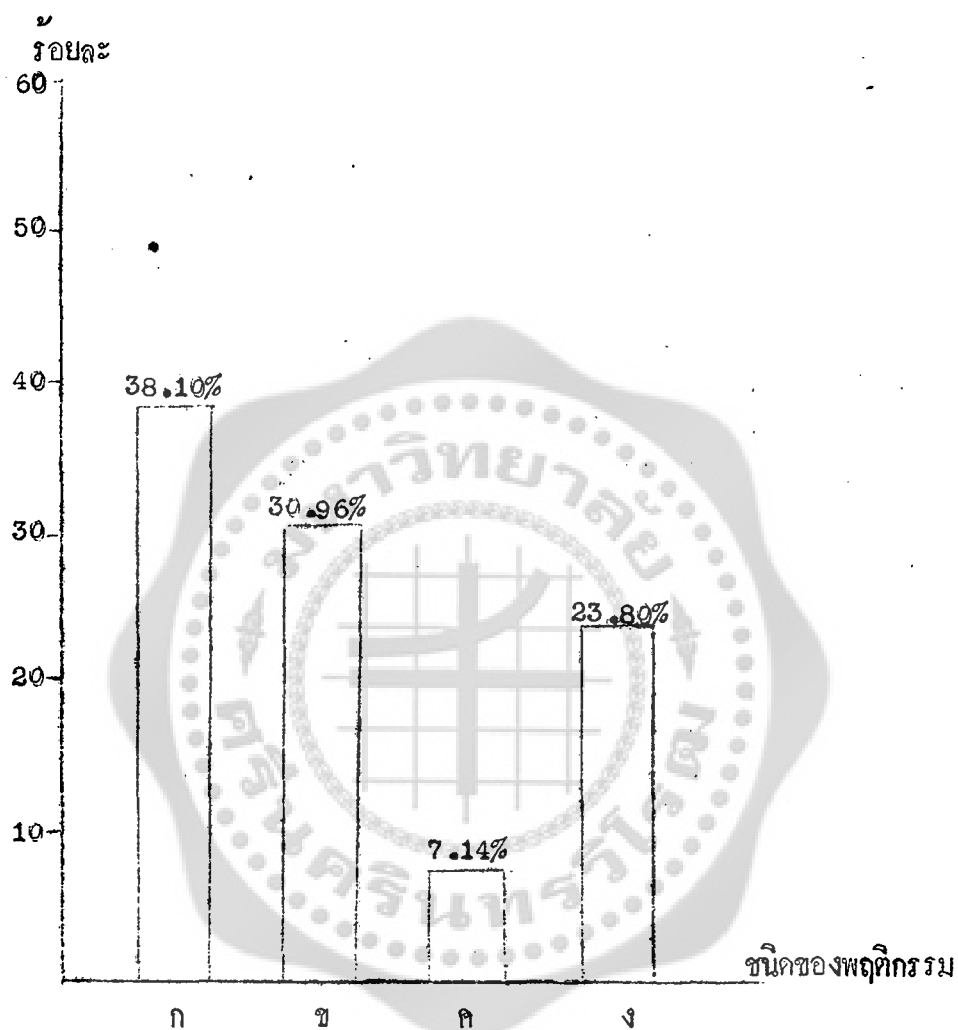
ข. = ความเข้าใจ

ง. = กระบวนการทางวิทยาศาสตร์



ภาพ 3 แสดงจำนวนพฤติกรรมในแบบที่ 3

- ก. = ความรู้
 ข. = ความเข้าใจ
 ค. = การนำไปใช้



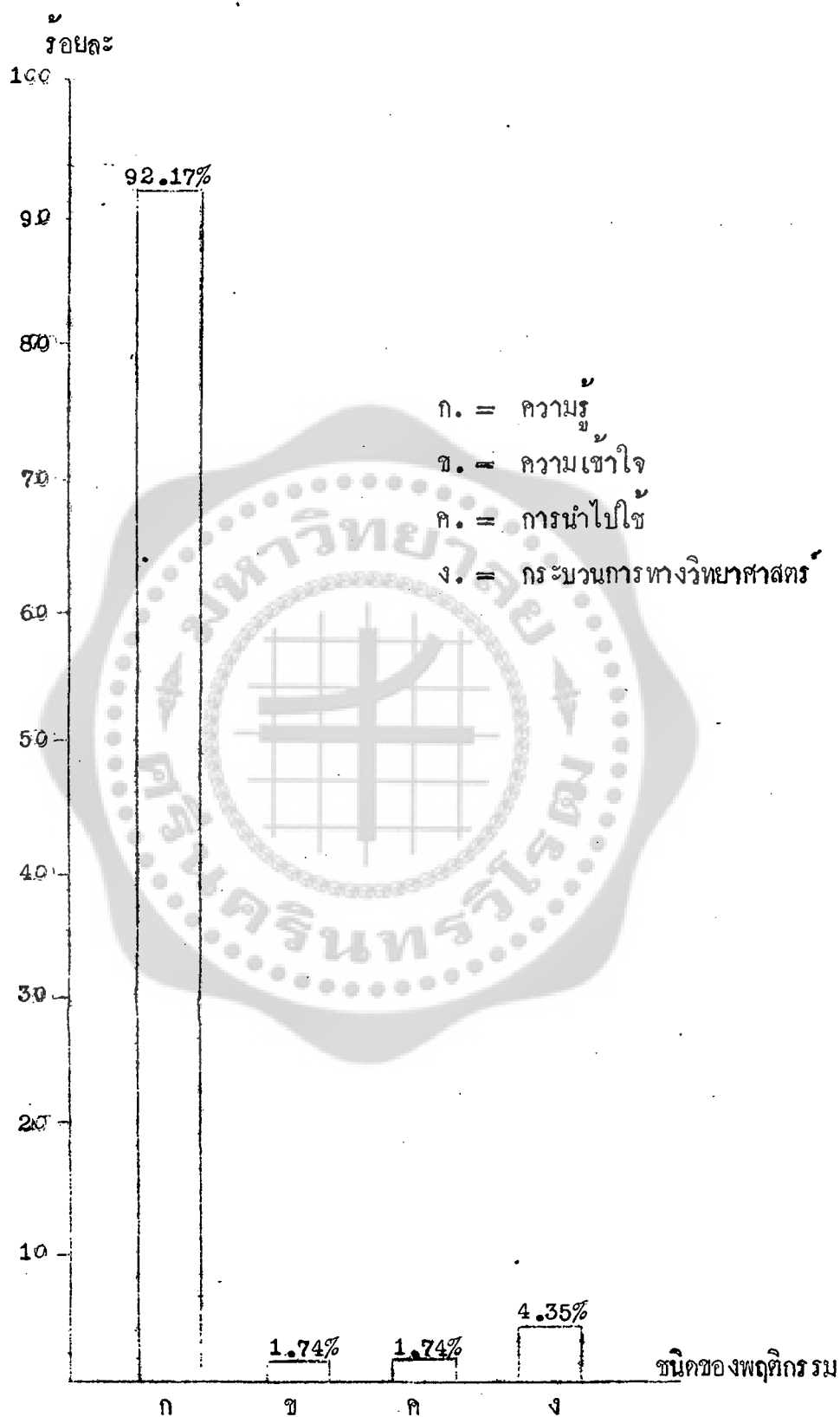
ภาพ 4 แสดงจำนวนพฤติกรรมในแบบที่ 4

ก. = ความรู้

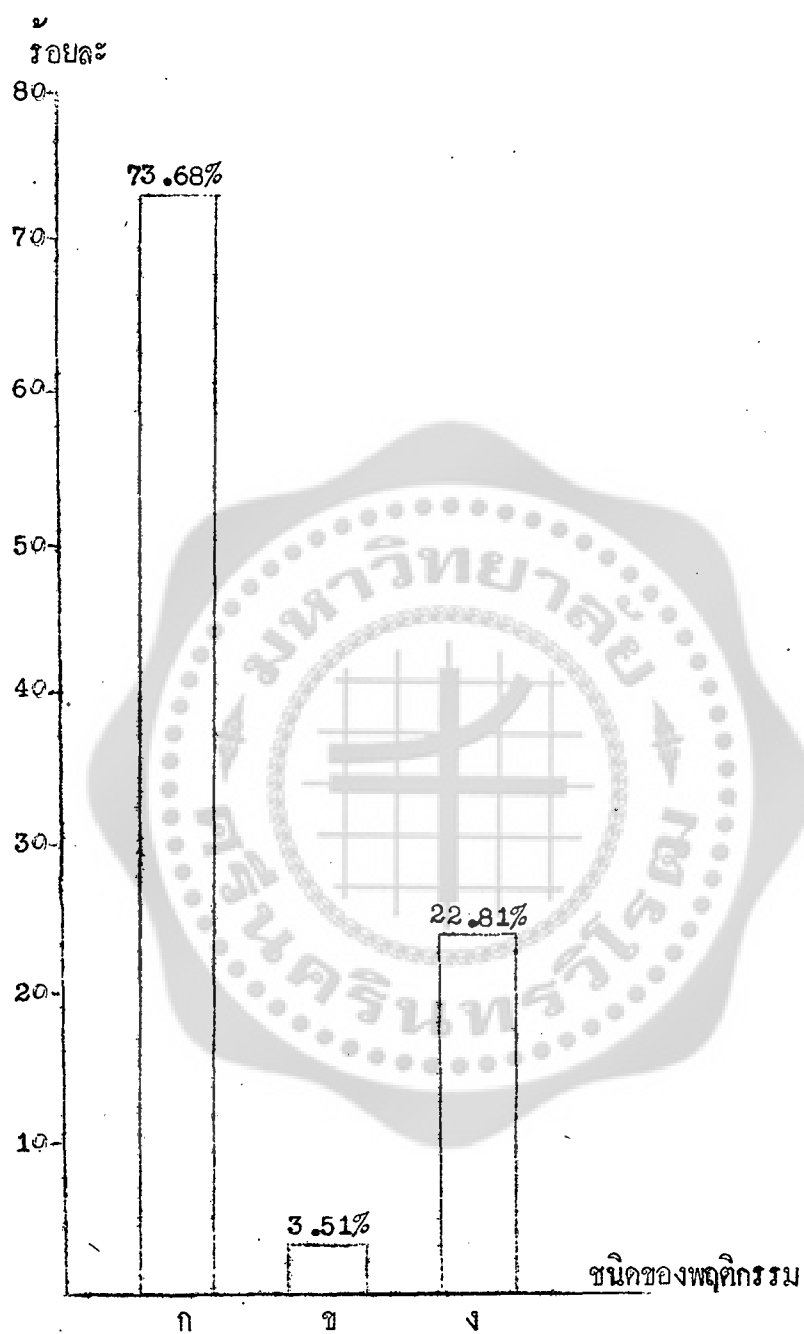
ข. = ความเข้าใจ

ค. = การนำไปใช้

ง. = กระบวนการทางวิทยาศาสตร์



ภาพ 5 แสดงจำนวนพฤติกรรมในข้อที่ 5

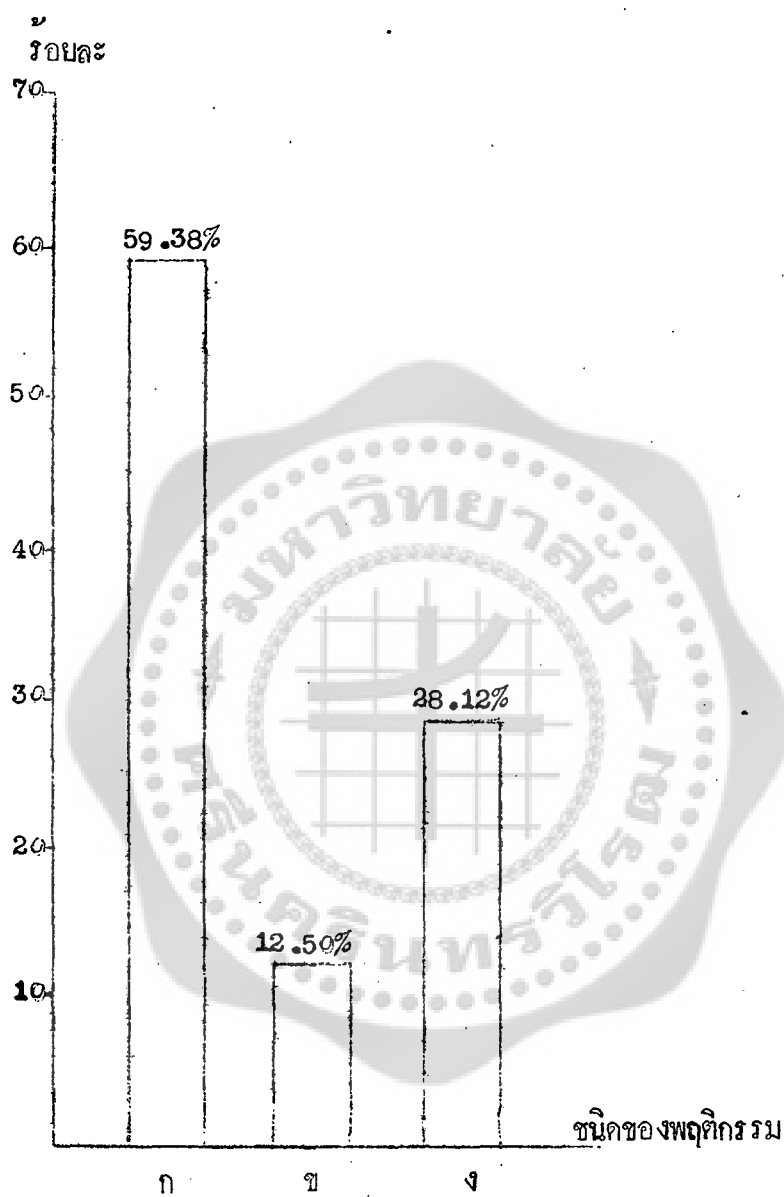


ภาพ 6 แสดงจำนวนพฤติกรรมในข้อที่ 6

ก. = ความรู้

ข. = ความเข้าใจ

ง. = กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

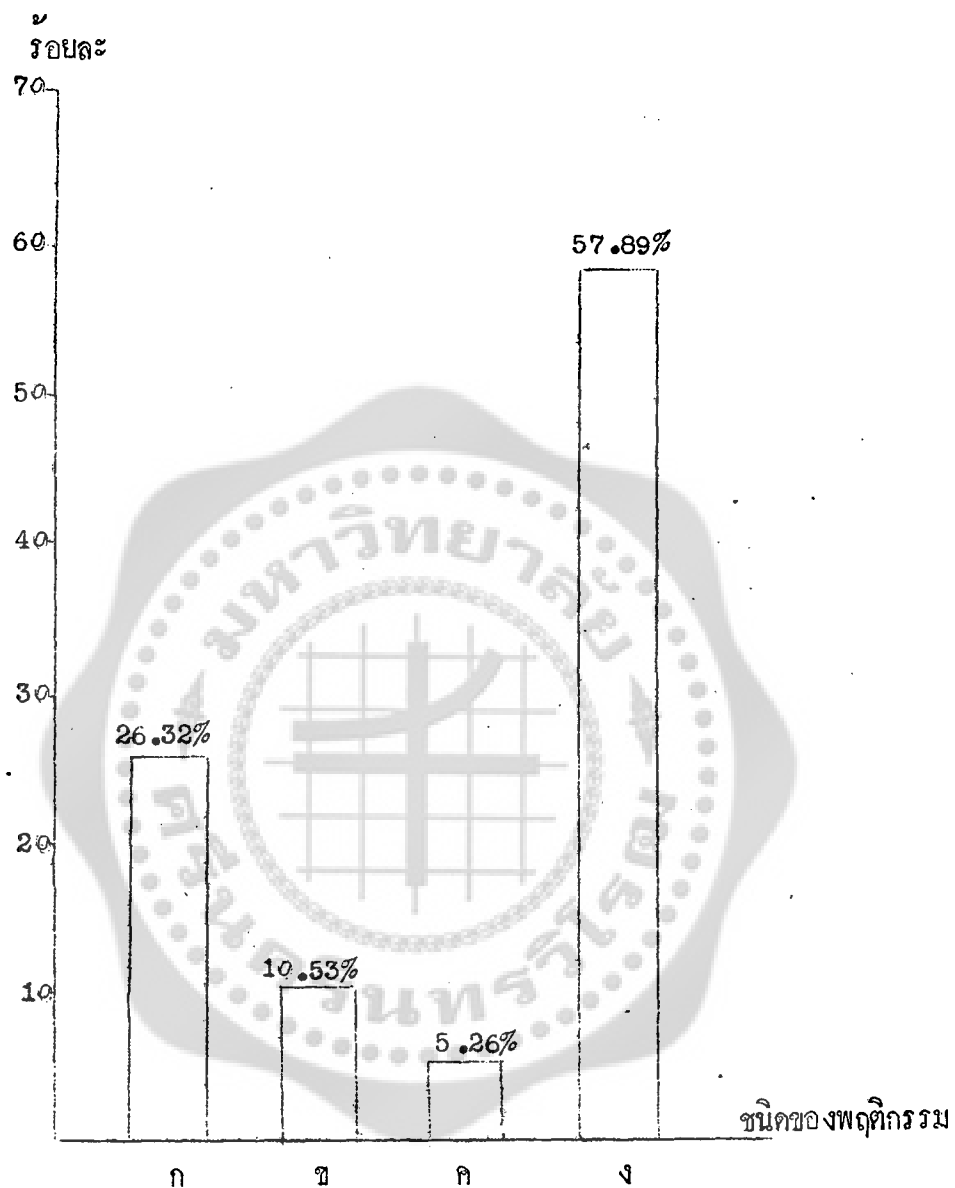


ภาพ 7 แสดงจำนวนพฤติกรรมในเขตที่ 7

ก. = ความรู้

ข. = ความเข้าใจ

ง. = กระบวนการทางวิทยาศาสตร์



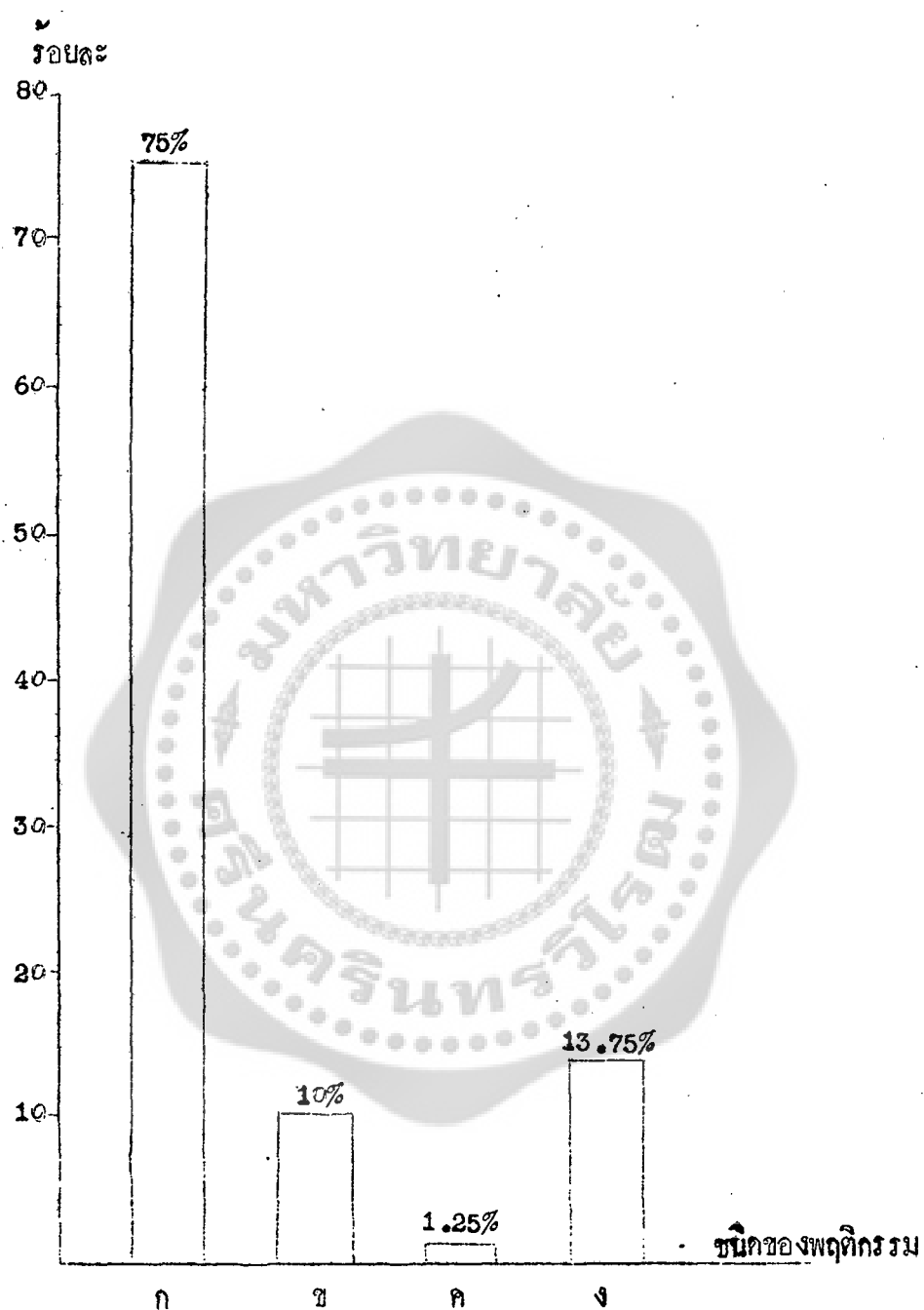
ภาพ 8 แสดงจำนวนพฤติกรรมในเขตที่ 8

ก. = ความรู้

ข. = ความเข้าใจ

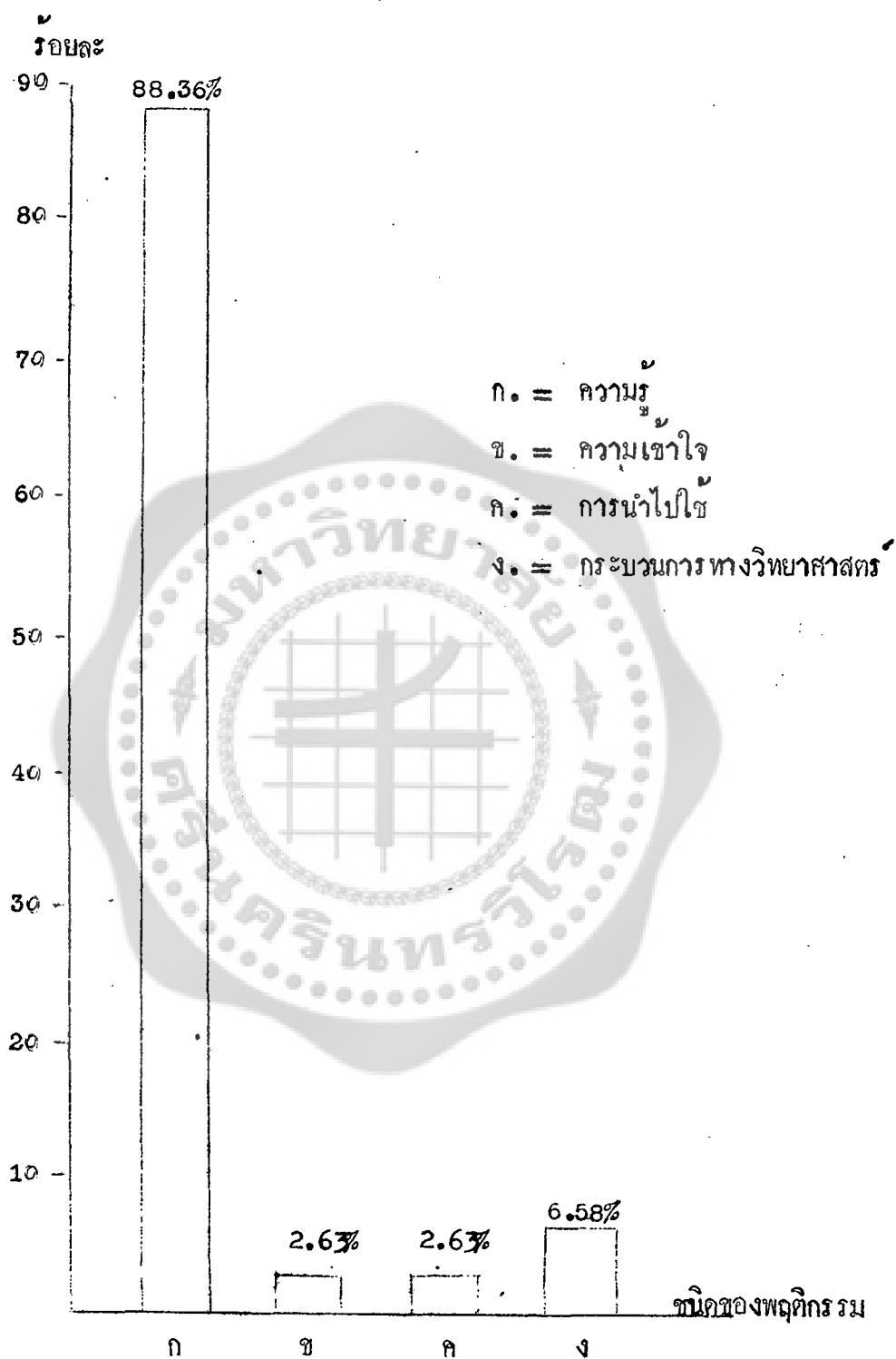
ค. = การนำไปใช้

ง. = กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

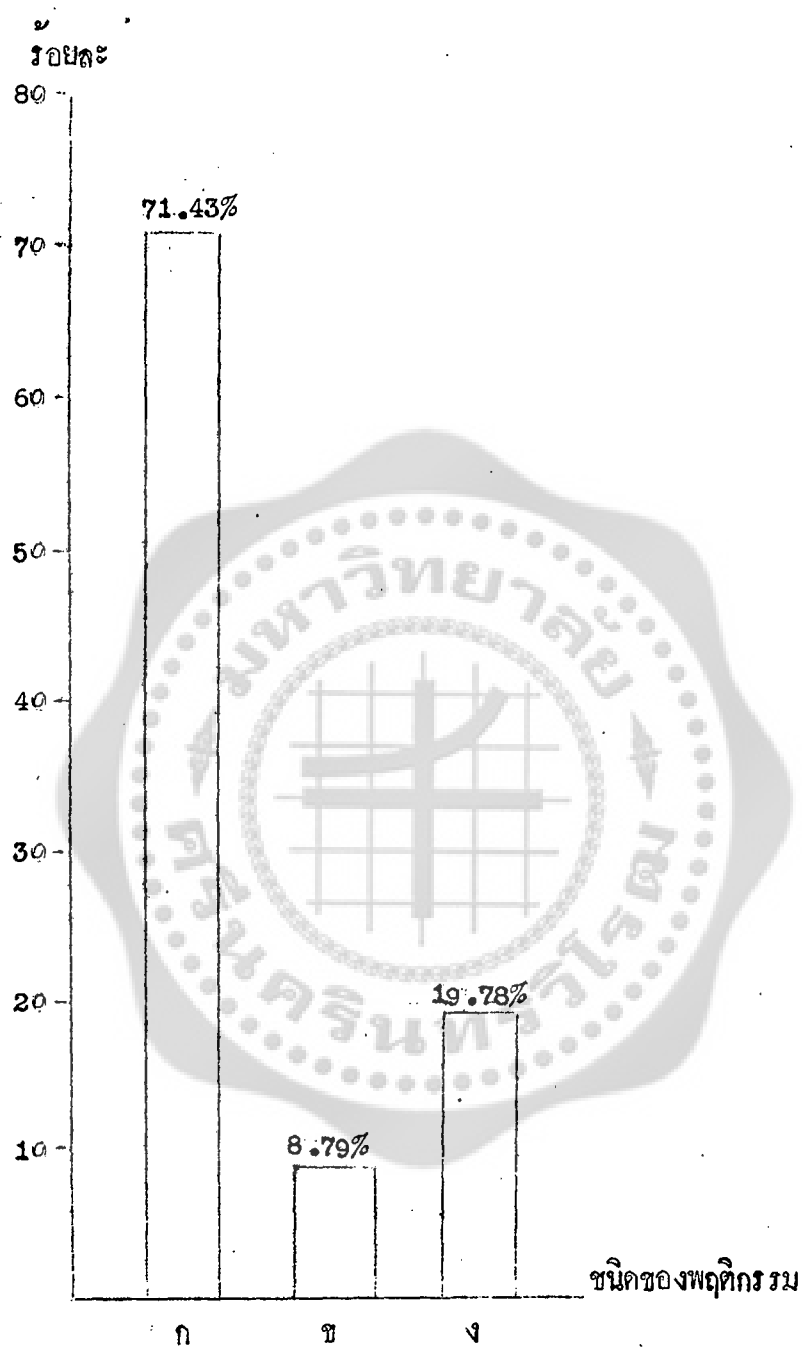


ภาพ 9 แสดงจำนวนพฤติกรรมในข้อที่ 9

- ก. = ความรู้
- ข. = ความเข้าใจ
- ค. = การนำไปใช้
- ง. = กระบวนการทางวิทยาศาสตร์



ภาพ 10 แสดงจำนวนพฤติกรรมในข้อที่ 10

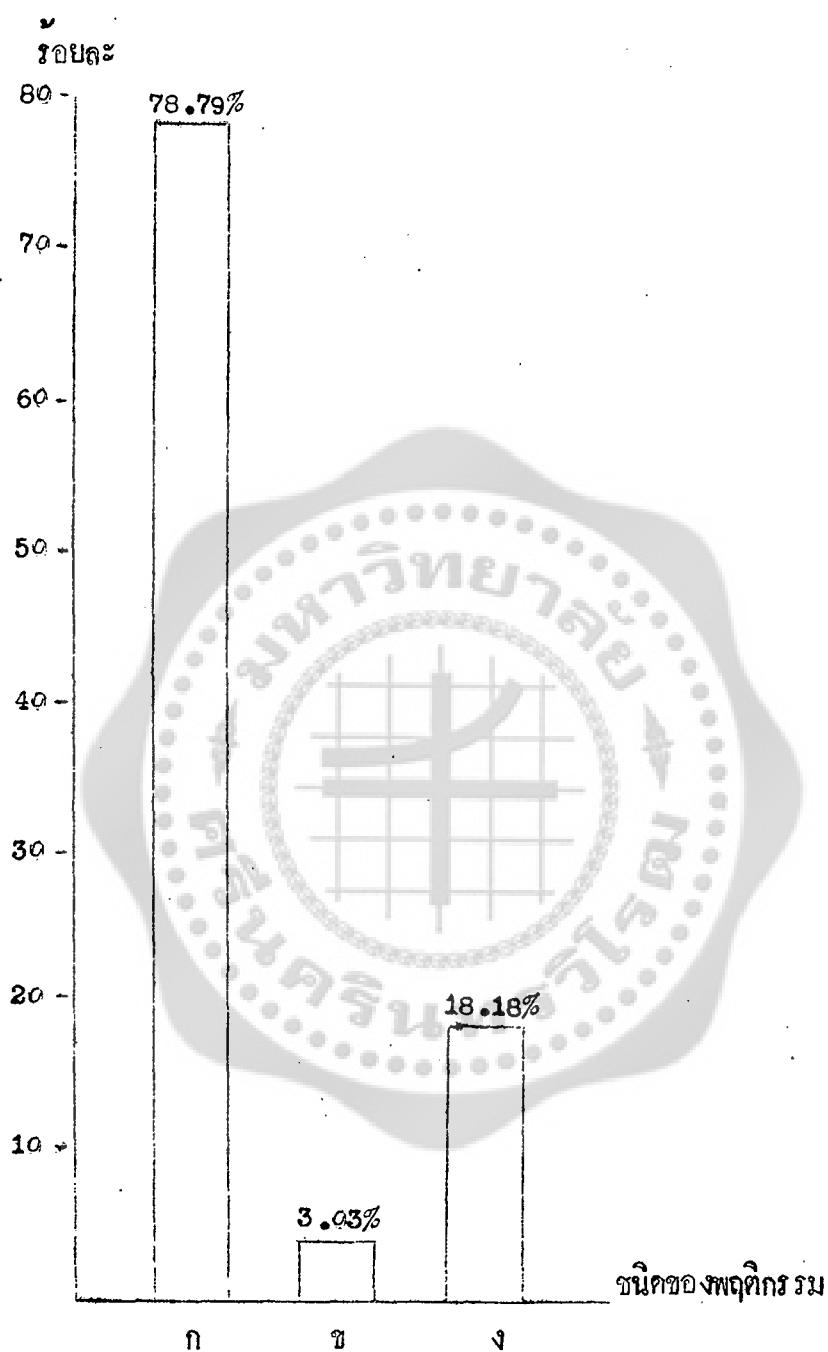


ภาพ 11 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 11

ก. = ความรู้

ข. = ความเข้าใจ

ง. = กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

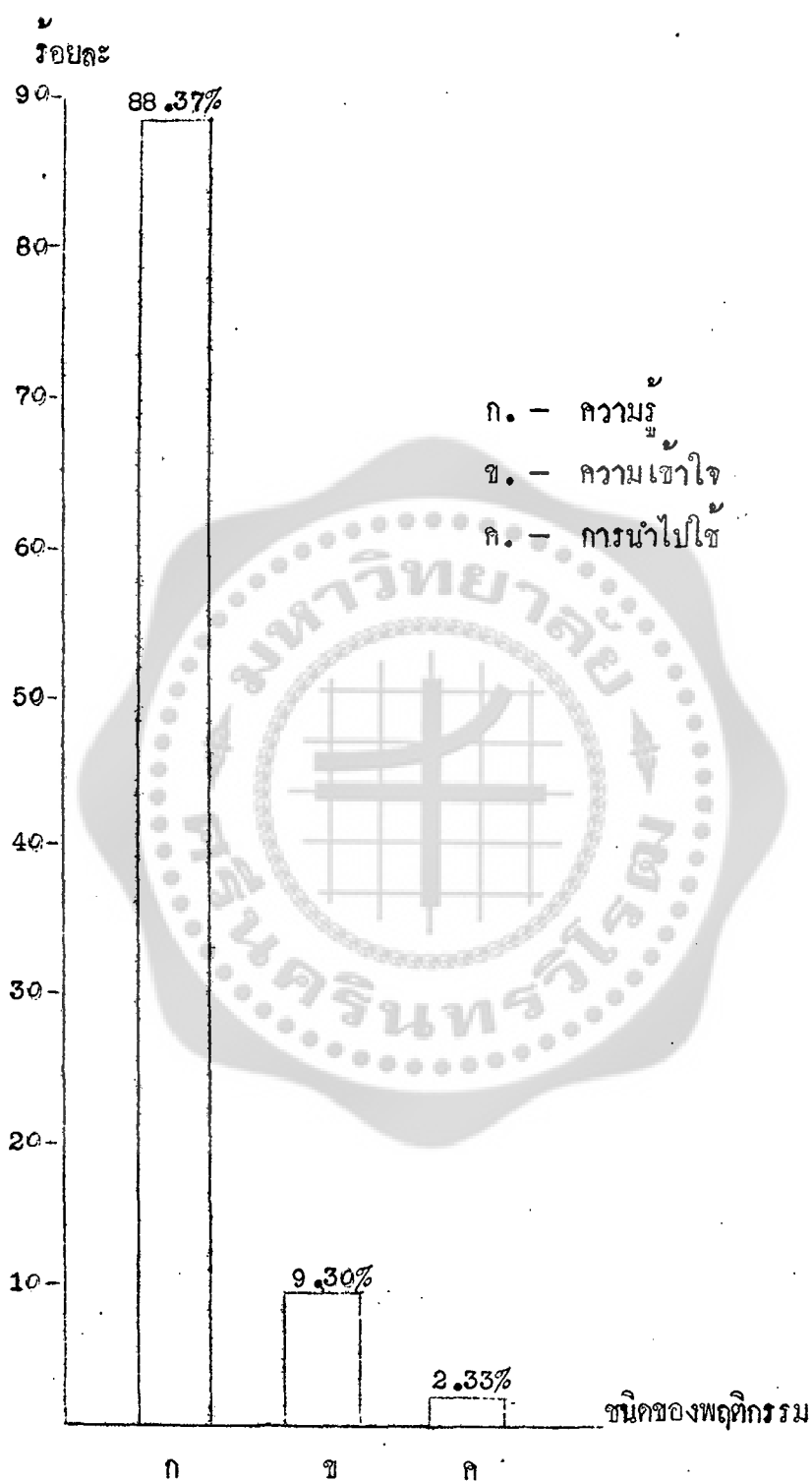


ภาพ 12 แสดงจำนวนพฤติกรรมในข้อที่ 12

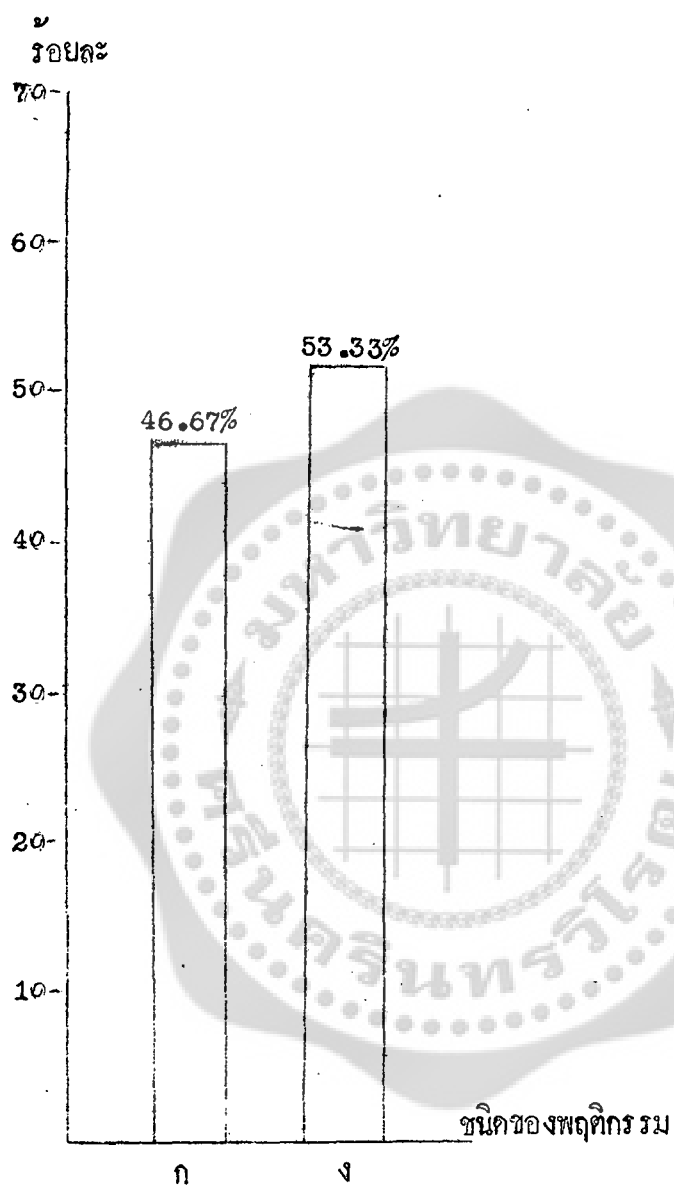
ก. = ความรู้

ข. = ความเข้าใจ

ง. = กระบวนการทางวิทยาศาสตร์



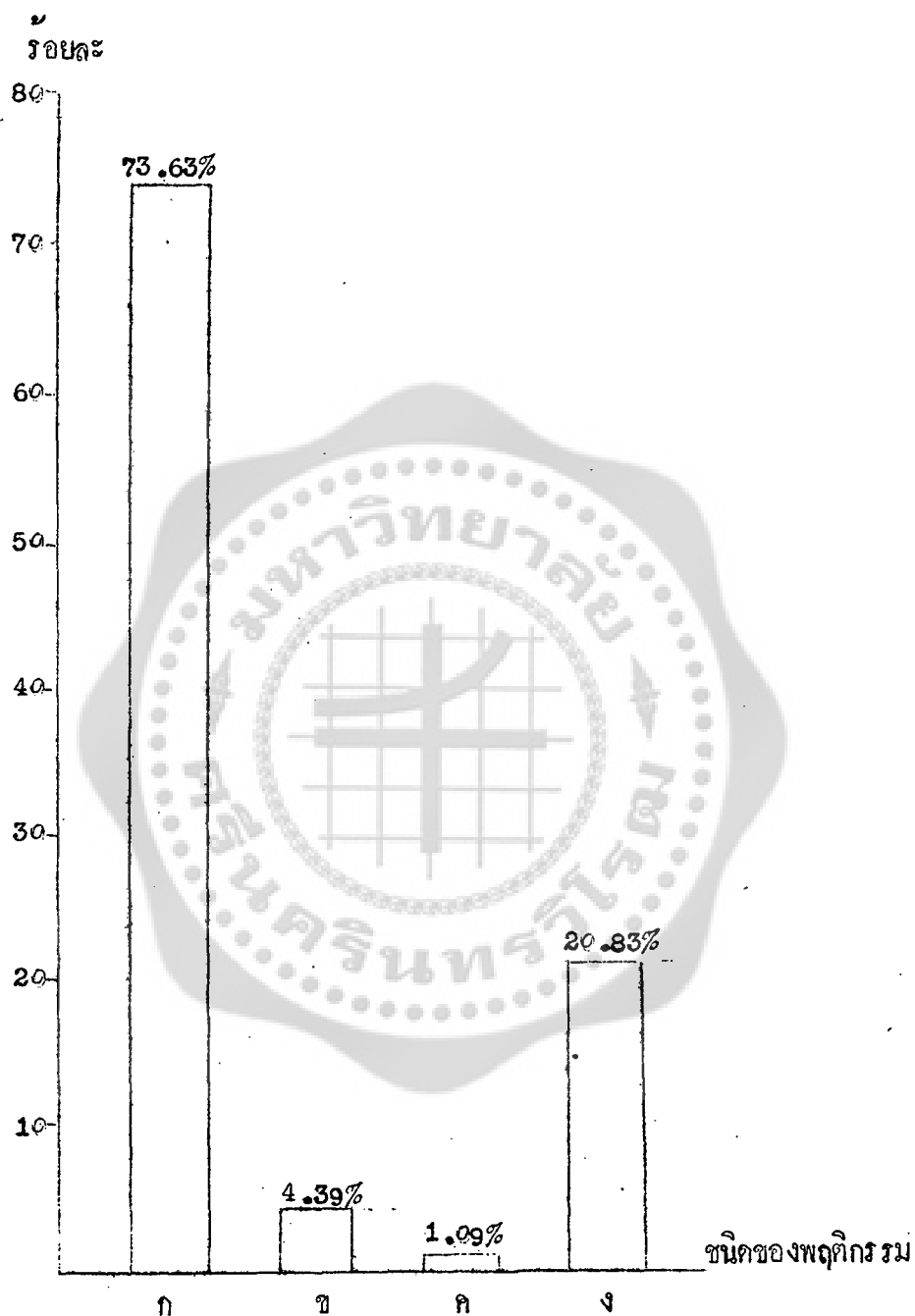
ภาพ 13 แสดงจำนวนพฤติกรรมในข้อที่ 13



ภาพ 14 แสดงจำนวนอุบัติเหตุในเขตที่ 14

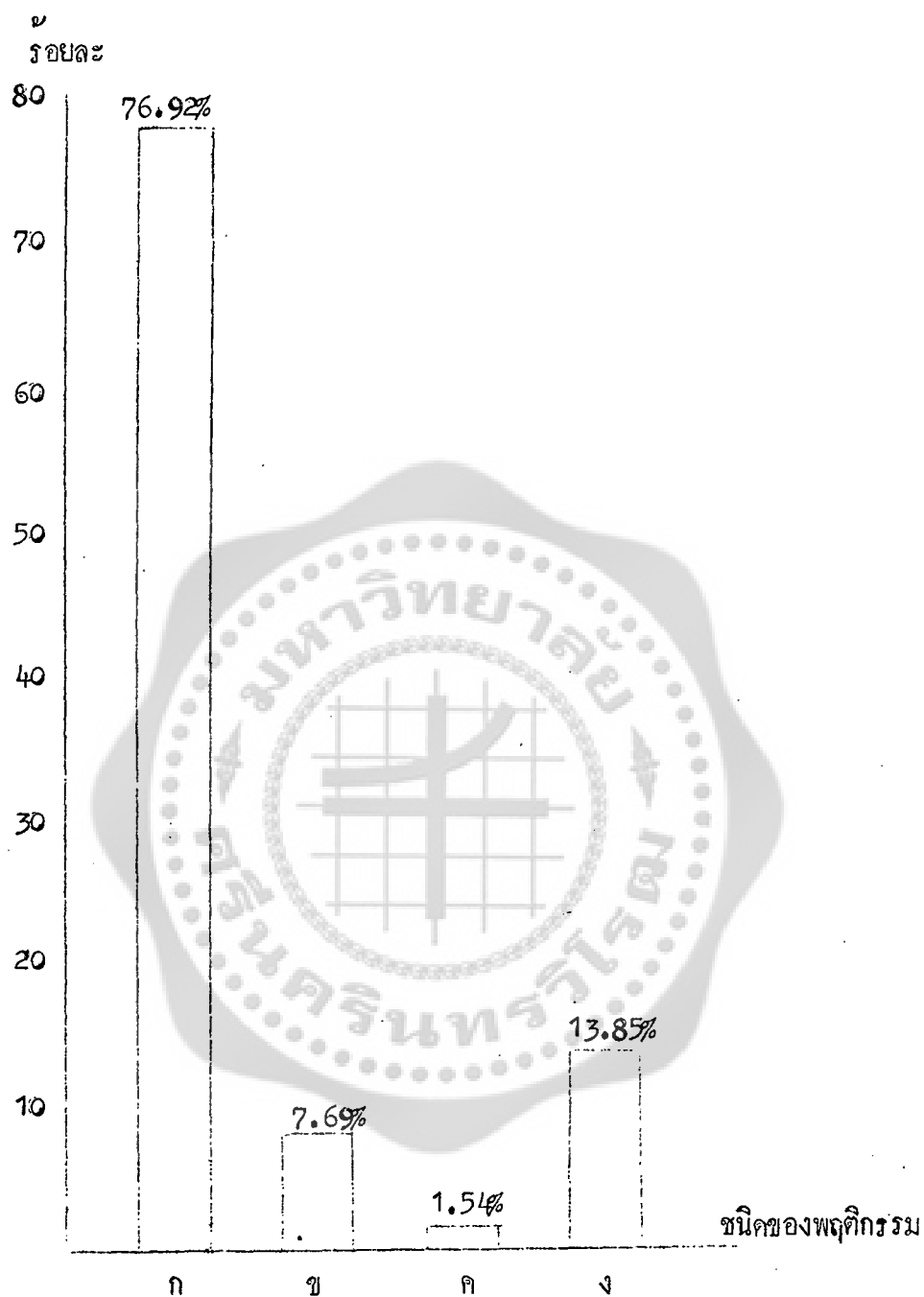
ก. = ความรู้

ง. = กระบวนการทางวิทยาศาสตร์



ภาพ 15 แสดงจำนวนพฤติกรรมใหม่ที่ 15

- ก. - ความรู้
- ข. - ความเข้าใจ
- ค. - การนำไปใช้
- ง. - กระบวนการทางวิทยาศาสตร์



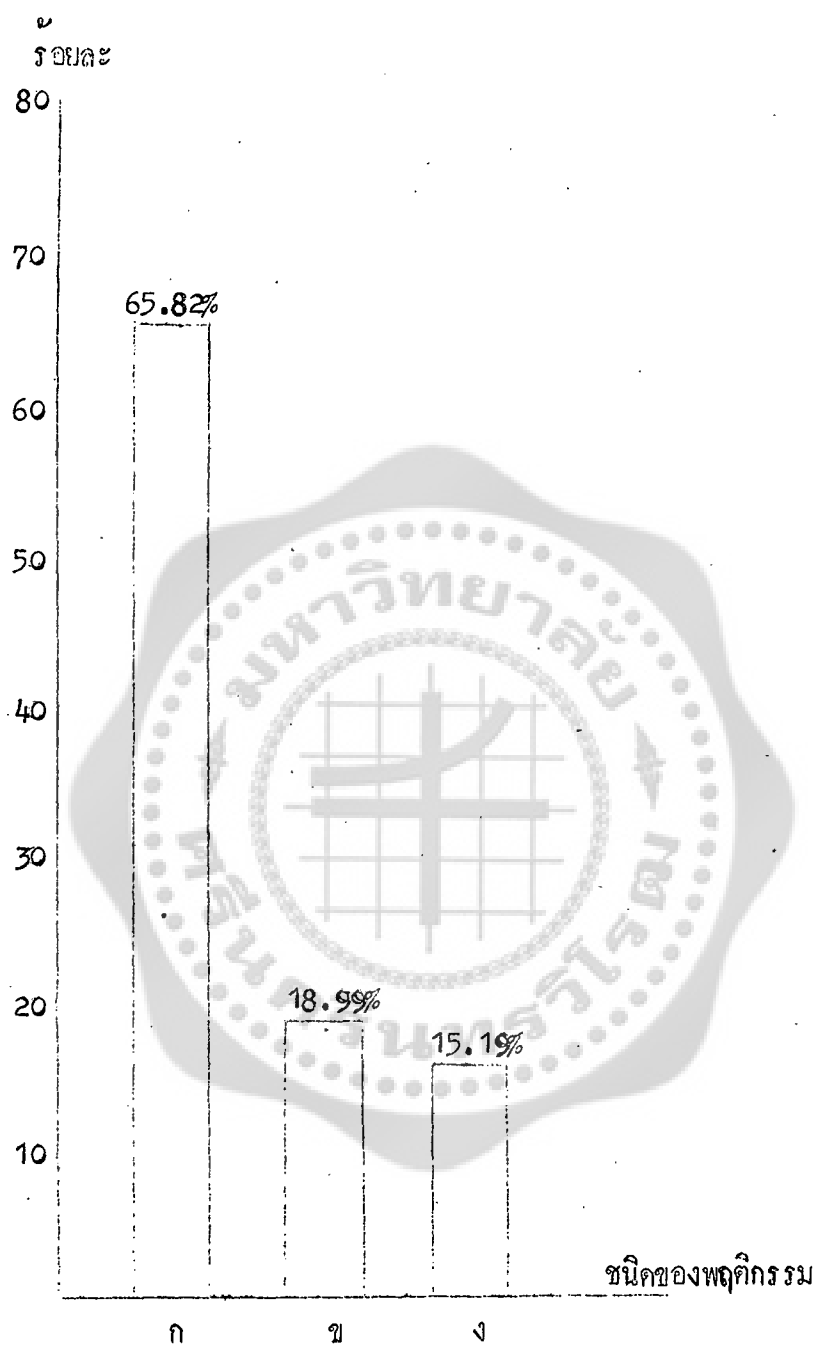
ภาพ 16 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 16

ก. = ความรู้

ข. = ความเข้าใจ

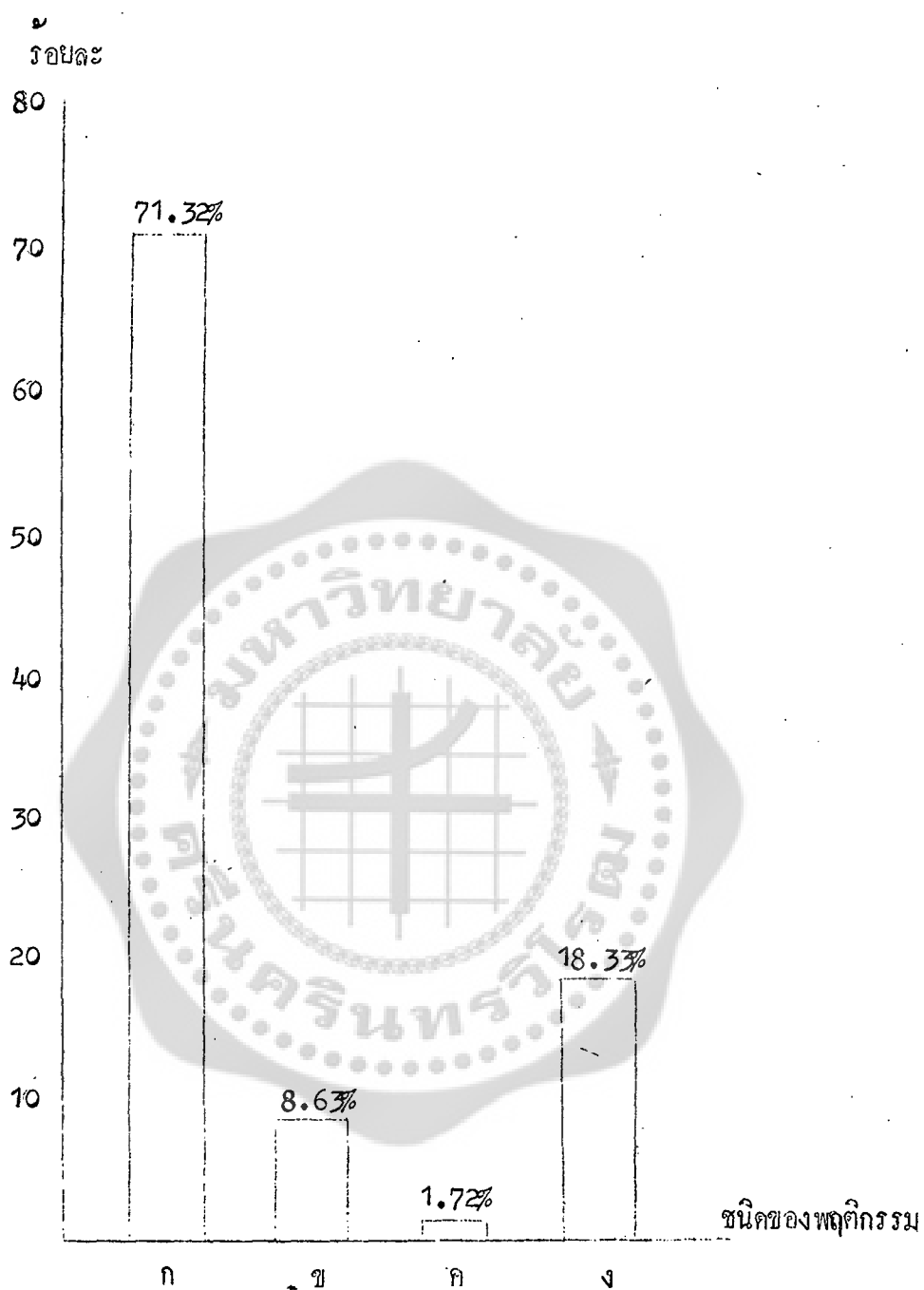
ค. = การนำไปใช้

ง. = กระบวนการทางวิทยาศาสตร์



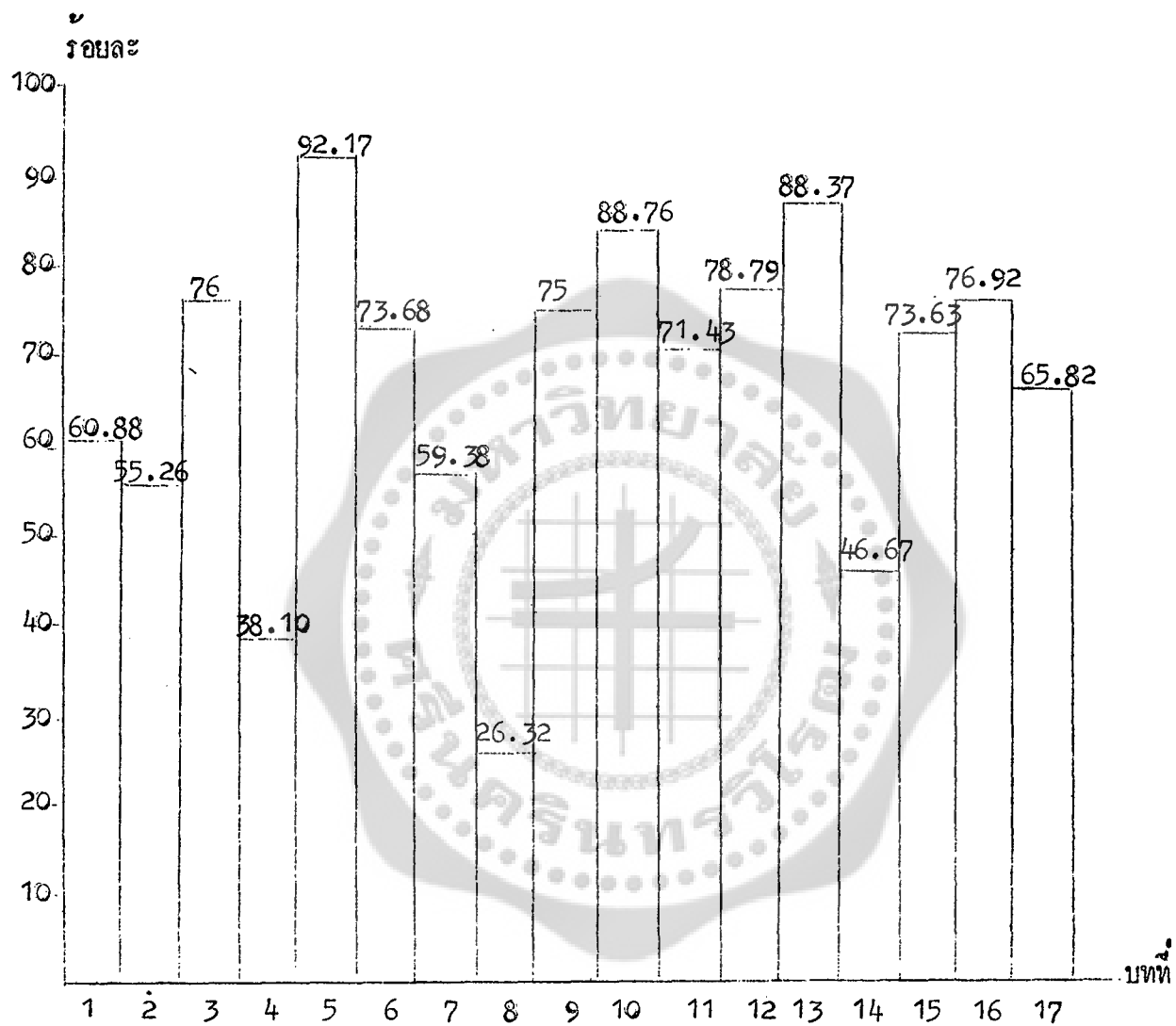
ภาพ 17 แสดงจำนวนพฤติกรรมในบทที่ 17

- ก. - ความรู้
- ข. - ความเข้าใจ
- ง. - กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

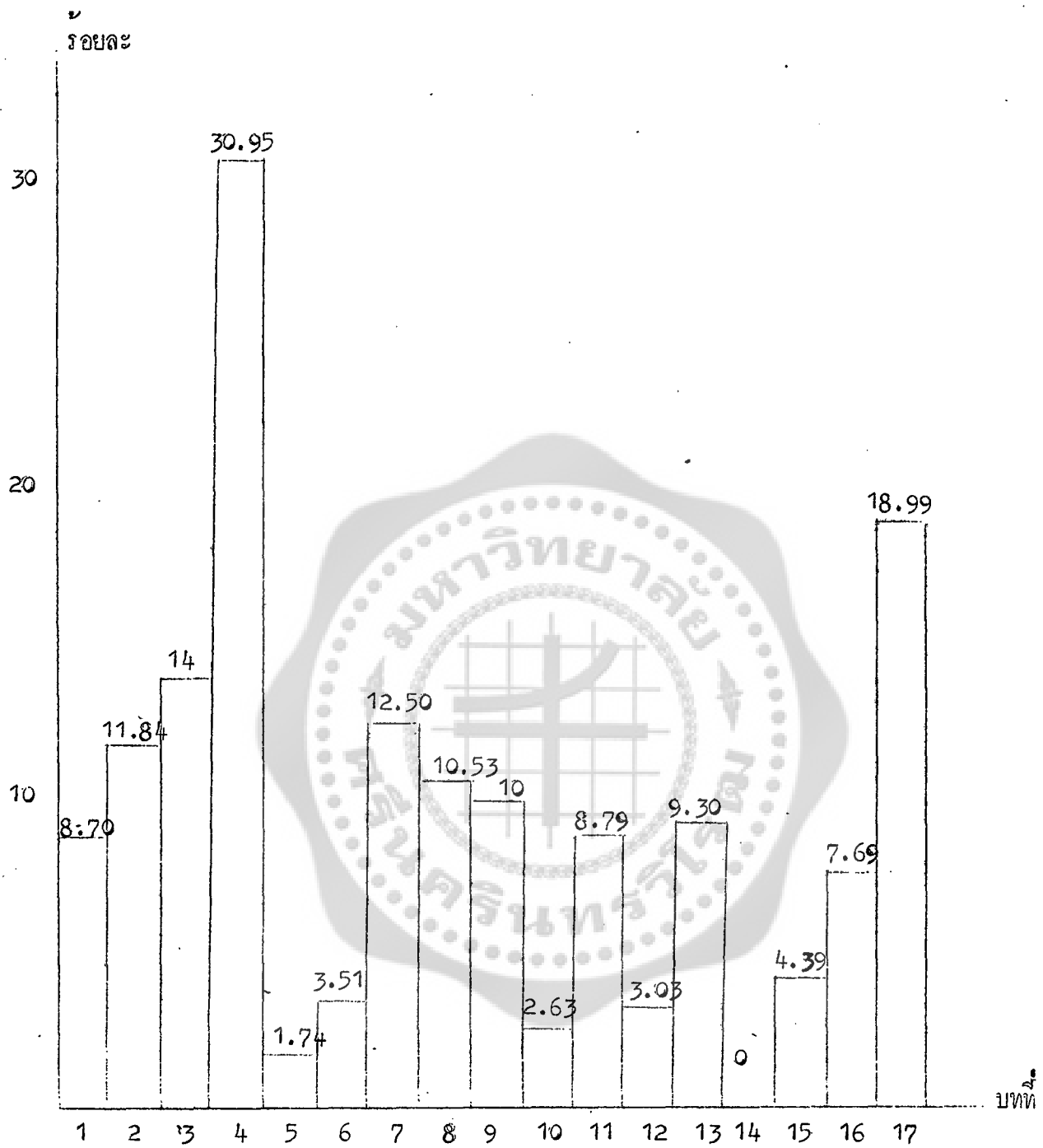


ภาพ 18 แสดงพฤติกรรมรวมทั้ง 17 บท

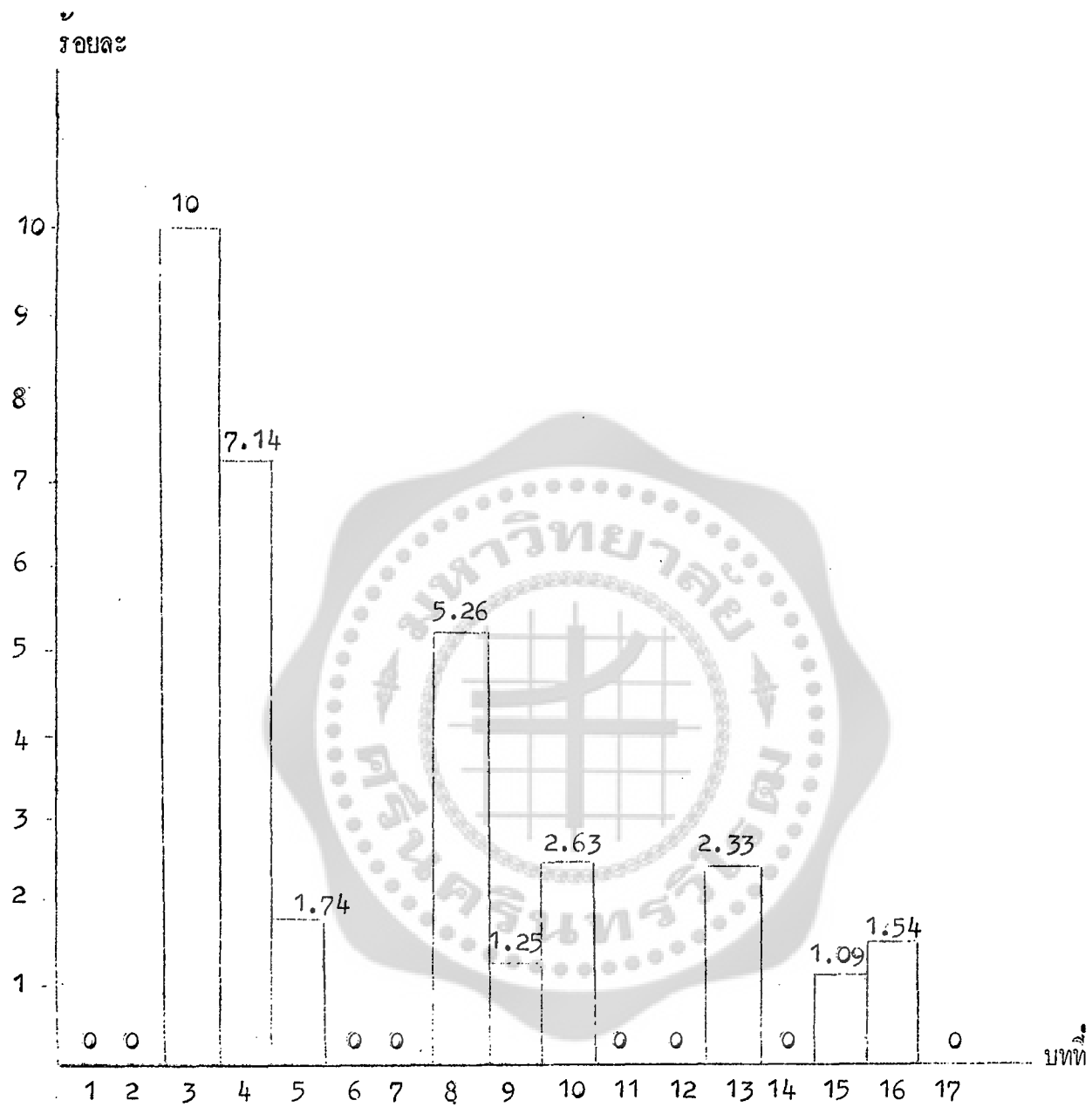
- ก. - ความรู้
- ข. - ความเข้าใจ
- ค. - การนำไปใช้
- ง. - กระบวนการทางวิทยาศาสตร์



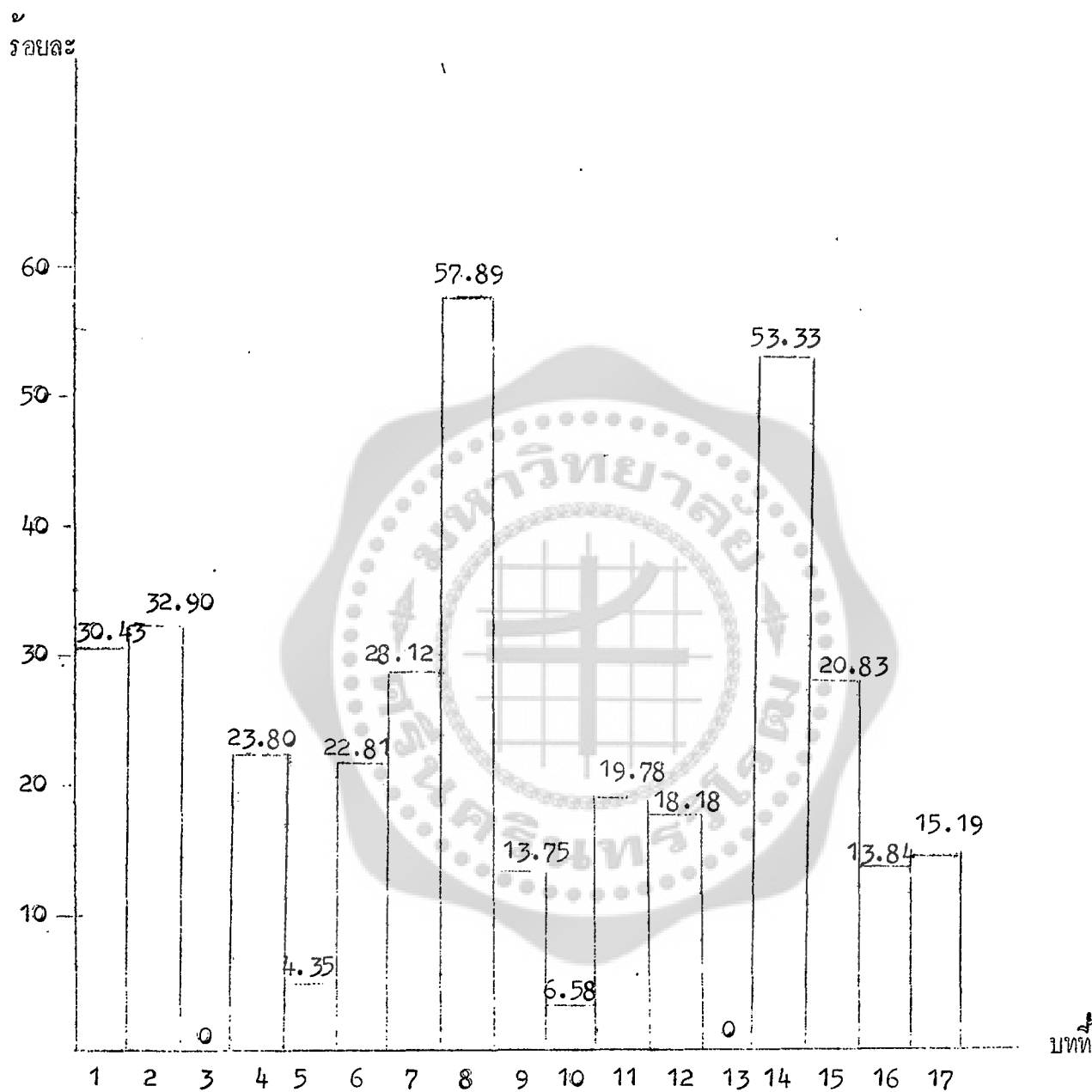
ภาพ 19 แสดงจำนวนพฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้ ตั้งแต่บทที่ 1 - 17



ภาพ 20 แสดงจำนวนพฤติกรรมเกี่ยวกับความเข้าใจ ตั้งแต่บทที่ 1 - 17



ภาพ 21 แสดงจำนวนพฤติกรรมเกี่ยวกับการนำไปใช้ ตั้งแต่บพที่ 1 - 17



ภาพ 22 แสดงจำนวนพฤติกรรมเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่บทที่ 1 - 17

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า อภิปรายผล และขอเสนอแนะ

สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ดังนี้

บทที่ 1 พฤติกรรมที่วิเคราะห์ได้ มีความรู้ ร้อยละ 60.87 รองลงมาเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 30.43 และความเข้าใจ ร้อยละ 8.70 ตามลำดับ

บทที่ 2 พฤติกรรมที่วิเคราะห์ได้ มีความรู้ ร้อยละ 55.26 รองลงมาได้แก่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 32.90 และความเข้าใจ ร้อยละ 11.69 ตามลำดับ

บทที่ 3 พฤติกรรมที่วิเคราะห์ได้ มีความรู้ ร้อยละ 76 ความเข้าใจ ร้อยละ 14 กระบวนการและการนำไปใช้ ร้อยละ 10

บทที่ 4 พฤติกรรมที่วิเคราะห์ได้ มีความรู้ ร้อยละ 38.10 ความเข้าใจ ร้อยละ 30.95 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 23.80 และการนำไปใช้ ร้อยละ 7.14

บทที่ 5 พฤติกรรมที่วิเคราะห์ได้ มีความรู้ ร้อยละ 92.17 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 4.35 ส่วนความเข้าใจและการนำไปใช้ มีจำนวนเท่ากัน คือ ร้อยละ 1.74

บทที่ 6 ผลวิเคราะห์ได้ มีความรู้ ร้อยละ 73.68 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 22.81 และความเข้าใจ ร้อยละ 3.51

บทที่ 7 ผลวิเคราะห์ได้ มีความรู้ ร้อยละ 59.38 % กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 28.12 และความเข้าใจ ร้อยละ 12.50

บทที่ 8 ผลวิเคราะห์ได้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 57.89 รองลงมาได้แก่ความรู้ ร้อยละ 26.32 ความเข้าใจ ร้อยละ 10.53 และการนำไปใช้ ร้อยละ 5.26 ตามลำดับ

บทที่ 9 ผลวิเคราะห์ได้ มีความรู้ ร้อยละ 75 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 13.75 ความเข้าใจ ร้อยละ 10 และการนำไปใช้ ร้อยละ 1.25

บทที่ 10 ผลวิเคราะห์ได้ ความรู้ ร้อยละ 88.16 รองลงมาคือกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ ร้อยละ 6.58 ส่วนความเข้าใจและการนำไปใช้มีจำนวนเท่ากันคือ ร้อยละ 2.63

บทที่ 11 ผลวิเคราะห์ได้ ความรู้ ร้อยละ 71.43 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ร้อยละ 19.78 และความเข้าใจร้อยละ 8.79 ตามลำดับ

บทที่ 12 ผลวิเคราะห์ได้ ความรู้ ร้อยละ 78.79 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ร้อยละ 18.18 และความเข้าใจร้อยละ 3.03

บทที่ 13 ผลวิเคราะห์ได้ ความรู้ ร้อยละ 88.37 ความเข้าใจ ร้อยละ 9.30
การนำไปใช้ ร้อยละ 2.33

บทที่ 14 ผลวิเคราะห์ได้ ความรู้ ร้อยละ 46.67 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ร้อยละ 53.33

บทที่ 15 ผลวิเคราะห์ได้ ความรู้ ร้อยละ 73.63 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ร้อยละ 20.83 ความเข้าใจ ร้อยละ 4.39 และการนำไปใช้ร้อยละ 1.09 ตามลำดับ

บทที่ 16 ได้ความรู้ ร้อยละ 76.92 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 13.84
ความเข้าใจ ร้อยละ 7.69 และการนำไปใช้ ร้อยละ 1.54

บทที่ 17 ได้ความรู้ ร้อยละ 65.82 ความเข้าใจร้อยละ 18.99 กระบวนการ
วิทยาศาสตร์ ร้อยละ 15.19

อภิปรายผล

ในการศึกษาแบบเรียนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี ฉบับครั้งที่ 1 (พ.ศ. 2516) นั้น ผู้วิจัยมีความเห็นว่าแบบเรียนฉบับนี้
มีความสอดคล้องกับข้อเสนอแนะที่ได้จากการประชุมปฏิบัติการครูชีววิทยาทั่วประเทศ ในปี พ.ศ. 2506
(สวัสดิ์ ศรีกัญญา, 2515 : 76) ทั้งในด้านความมุ่งหมายทั่วไป และความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
แบบเรียนฉบับนี้มีความทันสมัยหลายแง่ด้วยกัน เช่นในเรื่องเกี่ยวกับเนื้อหา ผู้เรียบเรียง
พยายามให้ครอบคลุมถึงแง่ต่าง ๆ เช่น อาชีพ เศรษฐกิจ สังคม และสภาวะแวดล้อม ซึ่งนับ
ว่าเป็นปัญหาสำคัญในปัจจุบัน ดังตัวอย่างของบทเรียน เรื่อง ระบบนิเวศน์, ประชากร ฯลฯ
จึงแตกต่างจากแบบเรียนฉบับเดิม (พ.ศ. 2503) ที่คณะครูชีววิทยาได้แสดงความคิดเห็น

เอาไว้ในการสัมมนาเกี่ยวกับหลักสูตรชีววิทยา (กรมวิชาการ, 2509 ; 18 - 20) ฉบับนั้นว่า "มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันน้อยเกินไป เนื้อหาบางตอนล้าสมัย, ลำดับเนื้อหาของหลักสูตรไม่ต่อเนื่องโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การแยกภาคปฏิบัติออกเป็นวิชาหนึ่ง ทำให้ภาคปฏิบัติไม่สัมพันธ์กับภาคทฤษฎี" ฯลฯ และถ้าจะกล่าวถึงลักษณะของแบบเรียนฉบับใหม่ที่ทางสถาบันจัดทำขึ้นมาใหม่นี้ อาจจะกล่าวในแง่ต่าง ๆ ได้อีกหลายประการ เช่น

1. วิธีเขียนแบบเรียนฉบับนี้มีความแตกต่างไปจากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป กล่าวคือ มีคณะผู้เขียนเป็นคณะ ประกอบด้วยครูชีววิทยาผู้ซึ่งมีประสบการณ์ในการสอนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นผู้เขียนแบบเรียนฉบับร่าง โดยมีคณะที่ปรึกษาวิชาการเป็นผู้ให้คำปรึกษา และมีคณะผู้อำนวยการสาขาวิชา เป็นผู้แก้ไขปรับปรุงและทำหน้าที่เป็นคณะกรรมการ บทเรียนแต่ละบทได้เขียนตามเค้าโครงที่วางไว้โดยกำหนดวัตถุประสงค์ที่ส่งต่อไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับผู้เขียนทางคณะกรรมการได้พยายามคัดเลือกผู้ที่มีความถนัดในแต่ละบท และพยายามให้การเขียนบทเรียนนั้น ๆ อยู่ในขอบเขตของวัตถุประสงค์ที่สร้างไว้

2. ในแบบเรียนเล่มนี้ได้ปรับปรุงเกี่ยวกับการปฏิบัติการ โดยสอดแทรกแบบปฏิบัติการไว้ในบทเรียน ซึ่งเป็นแบบเดียวกับหนังสือชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาของประเทศต่าง ๆ หลายประเทศที่เขามีกการปรับปรุงหลักสูตรกัน จึงทำให้แบบปฏิบัติการและภาคทฤษฎีมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น ซึ่งก็สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของกลุ่มครูชีววิทยาที่ต้องการให้เพิ่มการปฏิบัติการและการสาธิต ให้สอดคล้องไปกับภาคทฤษฎี" (สวัสดิ์ ศรีภักดิ์, 2515 ; 80) แบบเรียนนี้จึงสนองความต้องการของกลุ่มครูที่สอนชีววิทยาเป็นอย่างดี

3. ภาพประกอบในแบบเรียนของแต่ละบท คณะผู้เขียนได้พยายามใช้ภาพจากธรรมชาติ สภาวะแวดล้อม พืช และสัตว์ของไทย ซึ่งนับว่าเป็นจุดที่สนใจของนักเรียน และเป็นสิ่งช่วยส่งเสริมให้คุณภาพของแบบเรียนชีววิทยาคีขึ้น และเหมาะที่จะเป็นแบบเรียนสำหรับนักเรียนไทยในทุกภาคของประเทศ แต่มีภาพบางภาพในบทเรียนที่ยังไม่ค่อยชัดเจนพอ และคำบรรยายของภาพไม่ค่อยสอดคล้องกับเนื้อหาซึ่งก็มีเป็นบางส่วน และคิดว่าคงจะแก้ไขปรับปรุงได้ในภายหลัง ก่อนที่แบบเรียนเล่มนี้จะนำไปใช้ทั่วประเทศ

4. ในแง่ของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มีอยู่ในหลายบทเรียนที่แสดงให้เห็นอย่างเด่นชัด เช่น เรื่อง การถ่ายทอดพลังงาน, ระบบนิเวศน์, ประชากร ฯลฯ

ซึ่งนับว่าเป็นความรู้อันพื้นฐานที่จะเข้าใจถึงปัญหาทางด้านเศรษฐกิจและสังคม เช่นปัญหาเกี่ยวกับการแออัดของประชากรในเมืองหลวง การเสื่อมโทรมของสภาวะแวดล้อม วยุ่กับเพศศึกษา ฯลฯ เป็นต้น

5. ผู้วิจัยพบว่าในบทเรียนบางบทคณะผู้เขียนได้อ้างถึงผลงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ไทย ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งที่ดีอย่างยิ่ง ผู้วิจัยมีความเห็นว่าผลงานวิจัยในสาขาวิชาชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์ ซึ่งนักชีววิทยาไทยได้ทำการศึกษาไว้มากมาย เป็นการสมควรและเหมาะสมอย่างมากที่จะนำมาสอดแทรกไว้ในแบบเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

6. ศัพท์ที่ใช้ในบทเรียน มีความเหมาะสมดีและไม่มากจนเกินไป คณะผู้เขียนพยายามไม่ใส่คำศัพท์ไว้ในบทเรียนโดยไม่มีความจำเป็น ไม่มีเนื้อหาตอนใดที่จะเน้นให้ท่องท่องจำศัพท์มากนัก ซึ่งเป็นการช่วยลดภาระของนักเรียนให้ลดน้อยลงไป

7. การลำดับเนื้อหาของแบบเรียนชีววิทยาของสถาบันเป็นแบบบันไดเวียน (Spiral Staircase) โดยมีความต่อเนื่องกันระหว่างเนื้อหา ม.ศ.4 กับ ม.ศ.5 ดังตัวอย่าง เช่น ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง "การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม" เนื้อหาตอนนี้จะต่อเนื่องกับเรื่อง "ยีนและโครโมโซม" ใน ม.ศ.5

8. แบบเรียนฉบับนี้ เป็นฉบับสำหรับนักเรียน (Student's Text) สำหรับครูสอนจะทองสอนตามคู่มือครู (Teachers' Guide) คู่มือครูนี้มีความสำคัญมากเพราะแบบเรียนจะศึกษาไปใดก็ตาม แต่อาจครูไม่รู้จักวิธีสอน การสอนก็จะไม่บรรลุผล ความล้มเหลวเกี่ยวกับการปรับปรุงหลักสูตรของประเทศไทยนั้น การสอนถือว่าเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดผลเช่นนี้ เพราะครูยังไม่ปรับปรุงวิธีการสอนให้ทันสมัย และสอดคล้องกับเนื้อหาของแบบเรียน ซึ่งตรงกับความคิดเห็นของ กอ สวัสดิ์พานิชย์ (กอ สวัสดิ์พานิชย์, 2514 ; 36) ที่กล่าวว่า "หลักสูตรของไทยยังล้าสมัยเพราะวิธีสอนมุ่งสอนให้เด็กท่องจำแทนที่จะสอนให้เด็กคิด" ในการสอนชีววิทยาตามหลักสูตรของสถาบันนั้นนอกจากครูสอนจะได้รับการอบรมวิธีสอนจากสถาบันแล้ว ทางสถาบันยังได้ผลิตหนังสือคู่มือครูขึ้นมาช่วยแนะวิธีสอนของครูอีกด้วย ครูที่ได้รับการอบรมจะต้องสอบถามคู่มือครู การที่สถาบันผลิตคู่มือครูจึงนับว่าเป็นประโยชน์ทำให้ครูได้ทราบจุดมุ่งหมายของการสอนแน่นอนขึ้นว่า ต้องการให้เด็กเกิดพฤติกรรมตามใดบ้าง

9. การเรียนการสอนวิชาชีววิทยาของสถาบัน เน้นหนักในวิธีการเรียนการสอน

แบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry method) ซึ่งเป็นวิธีที่ฝึกให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ในค่านักวิทยาศาสตร์ รู้จักการวิเคราะห์ปัญหา ตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน และการสรุปผล การทดลองด้วยตัวของนักเรียนเอง วิธีการดังกล่าวเป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีบทบาทในการเรียนมากและจะมีความสนุกสนานต่อความรู้ใหม่ ๆ

ถ้าจะอภิปรายเกี่ยวกับผลของการเสนอเนื้อหาของแบบเรียนว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพียงใดนั้น จะเห็นได้ว่า

1. การเสนอของแบบเรียนเล่มนี้ บางบทเสนอเนื้อหาได้ครบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 4 ชนิด คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่มีสัดส่วนของพฤติกรรมทั้ง 4 ชนิด ไม่เท่ากัน ส่วนใหญ่ความรู้มีเปอร์เซ็นต์สูงสุด รองลงไปเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจ ส่วนการนำไปใช้มีเปอร์เซ็นต์น้อยที่สุด และมีบทเรียนหลายบทที่เสนอเนื้อหาได้ไม่ครบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 4 ชนิด ในเมื่อรวมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 4 ชนิด ของทุก ๆ บทเข้าด้วยกันแล้ว ปรากฏว่าหนังสือเล่มนี้มีความรู้ร้อยละ 71.32 ความเข้าใจร้อยละ 8.63 การนำไปใช้ร้อยละ 1.72 และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 18.33 ซึ่งจะเห็นว่า กระบวนการความรู้มีเปอร์เซ็นต์สูงสุด การที่มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละบทไม่เท่ากันอาจเป็นเพราะ

1.1 การเสนอเนื้อหาในแต่ละบทมีความยาวไม่เท่ากัน บางบทมีเนื้อหาสามารถแบ่งออกได้หลายหัวข้อย่อย รายละเอียดของเนื้อหาที่มากกว่ากัน ดังเช่น บทที่ 5 เรื่อง "อนุกรมวิธาน" มี 14 หัวข้อย่อย ส่วนในบทที่ 12 เรื่อง "การลำเลียงในสัตว์" มี 2 หัวข้อย่อยเท่านั้น ฉะนั้นบทเรียนที่มีเนื้อหาน้อยยากที่จะเสนอแบบเรียนได้ครบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.2 การเสนอเนื้อหาของแบบเรียน เพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ยังเป็นของใหม่สำหรับประเทศไทย การเรียบเรียงบทเรียนที่จะให้ครบทุกข้อของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นทำได้ยาก เนื่องจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีรายหัวข้อย่อยของพฤติกรรมทั้ง 4 ชนิด คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสิ้น 23 ข้อ นั้นหนา ศิริพละ (นั้นหนา ศิริพละ, 2512 ; 96) ได้ทำการวิจัยพบว่า "ถ้าจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์มีมาก การนำเสนอของแบบเรียน

ให้ครบตามจุดมุ่งหมายไม่สามารถทำได้ครบทุกข้อ" แต่ผลการวิจัยของนั้นหนา เป็นการวิจัยในระดับประถมศึกษา ซึ่งไม่ต้องการรายละเอียดของเนื้อหามากเกินไป ส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น รายละเอียดของเนื้อหาควรจะมีมากพอสมควร และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้วางไว้ก็ไม่มีข้อใดที่จะมีความมุ่งหมายสูงเกินระดับสติปัญญาของเด็กในวัยนี้ ดังนั้นการนำเสนอของแบบเรียนจึงควรจะมีการปรับปรุงเพื่อให้เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้มากที่สุด

2. การเสนอเนื้อหาของแบบเรียน มีเปอร์เซ็นต์ความร่ำกว่าพฤติกรรมชนิดอื่น ๆ นั้น เนื่องจากว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องการให้นักเรียนได้รู้ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่บรรจุไว้ในหลักสูตร เนื้อหาส่วนใหญ่ที่เขียนจึงมุ่งที่ความรู้เป็นสำคัญ ในแบบเรียนเล่มนี้ก็ได้สนองความต้องการของวัตถุประสงค์อันเป็นอย่างดี แบบเรียนเล่มนี้จึงมีคุณค่าในด้านความรู้สูง และความถูกต้องก็มีมาก เพราะใช้ผู้เชี่ยวชาญเขียนโดยตรง จึงเป็นที่มั่นใจได้ว่านักเรียนและครูที่ใช้หนังสือเล่มนี้จะมีความรู้สมเจตนาของผู้เขียน ส่วนด้านการนำไปใช้ยังมีเปอร์เซ็นต์ต่ำ แบบเรียนจึงควรปรับปรุงเกี่ยวกับการนำไปใช้ให้มากกว่านี้ เพราะวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงแบบเรียนครั้งนี้เพื่อให้เป็นแบบเรียนที่ผู้เรียนสามารถนำวิธีการ ทฤษฎีไปใช้สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันให้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากแบบเรียนฉบับเดิมเนื้อหายังไม่อำนวยให้ผู้เรียนนำไปใช้มากคือ "นำความรู้จากแบบเรียนมาใช้สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันได้น้อยเกินไป" (กรมวิชาการ, 2509 : 19) นั้นเอง และวัตถุประสงค์อันนี้ก็ไปตรงกับความมุ่งหมายของแผนการศึกษาชาติฉบับ พ.ศ. 2503 ข้อ 3 ที่กล่าวว่า "ให้มีความรู้ความเข้าใจในสิ่งแวดล้อมและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อชีวิตและความสงบสุขของสังคมพร้อมทั้งนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการปรับปรุงความเป็นอยู่" เป็นต้น ฉะนั้นการที่ให้นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์จึงไม่ควรมุ่งส่งเสริมให้เด็กได้รับความรู้อย่างเดียวเท่านั้น ควรปลูกฝังความคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์และนำประโยชน์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ด้วย

3. เนื้อหาแบบเรียน มุ่งส่งเสริมพฤติกรรมด้านกระบวนการวิทยาศาสตร์มาก รองจากความรู้ ข้อนี้ถือเป็นข้อดีของการปรับปรุงแบบเรียนชีววิทยา เพราะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีกิจกรรมเพิ่มมากขึ้นกว่าแบบเรียนฉบับเดิม อีกทั้งมีทักษะรู้จักขั้นตอนกระบวนการปฏิบัติการอันจะช่วยเสริมความรู้ในด้านทฤษฎีให้เห็นเด่นชัดขึ้น เพราะเนื้อหาในแบบเรียนได้อธิบายชี้แจงเกี่ยวกับ

วิธีทดลองปฏิบัติการไว้เกือบทุกบท

4. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ มีรวมทั้งสิ้น 11 ข้อ ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 แต่ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ปรากฏว่าไม่มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 เลย วัตถุประสงค์ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ข้อ 2 มีดังนี้ คือ "การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม" คำว่าเหมาะสมในที่นี้หมายถึงสามารถวัดได้ปริมาณเท่าที่ต้องการวัด เช่น ใช้เครื่องชั่งให้เหมาะสมกับจำนวนที่ต้องการชั่ง ใช้เครื่องชั่งให้เหมาะกับน้ำหนักที่รับว่ามากน้อยเพียงใด ต้องการความละเอียดออกมาเพียงใด ซึ่งถึงแม้ว่าผู้เรียบเรียงแบบเรียนจะไม่ได้เสนอพฤติกรรมข้อนี้ไว้ก็ตาม เนื่องจากว่าในแบบปฏิบัติการผู้เรียบเรียงแบบเรียนได้ระบุเครื่องมือวัดไว้เรียบร้อยแล้ว จึงเป็นหน้าที่ของครูสอนที่จะต้องพิจารณาว่าจะดัดแปลงเครื่องมือวัดอย่างไร จึงจะทำให้ปฏิบัติการนั้นสะดวกที่สุดและทำได้รวดเร็ว และในกรณีที่ไม่มีเครื่องมือวัดดังที่เนื้อหาระบุไว้ ผู้สอนจะใช้เครื่องมืออื่นแทนได้อย่างไร ? จึงจะทำให้ปฏิบัติการนั้นได้ผลสมบูรณ์ตามหมาย อันจะเป็นการช่วยเสริมวัตถุประสงค์ข้อนี้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้เรียบเรียงแบบเรียน

1.1 การเสนอเนื้อหาในแต่ละบท จะเรียบเรียงเนื้อหาให้ครบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 4 คำนั่น บางบทก็สามารถทำได้ แต่บางบททำไม่ได้เพราะเนื้อหาไม่อำนวย แต่ถึงอย่างไรก็ตามในเมื่อรวมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของทุก ๆ บทเข้าด้วยกันแล้ว ครรได้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมครบตามที่ต้องการ และมีสัดส่วนไม่แตกต่างกันมาก ดังเช่นผลการวิเคราะห์ทั้งสองเล่มนี้ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านการนำไปใช้น้อยเกินไป มีเพียงร้อยละ 1.79 เท่านั้น จึงควรปรับปรุงแบบเรียนเล่มนี้ให้พฤติกรรม การนำไปใช้ให้มากกว่านี้

1.2 การเรียบเรียงแบบเรียน ควรบรรจุเนื้อหา กิจกรรม และวิธีปฏิบัติการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ครูได้อาศัยแบบเรียนช่วยในการเรียนการสอนให้มากที่สุด

เพราะแบบเรียนที่เรียนเรียงใคร่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลายข้อหรือครบทุกข้อ จะเป็นอุปสรรคสำคัญช่วยให้นักเรียนที่ต้องการเรียนด้วยตนเองไ้มาก อันจะทำให้การสอนวิชาชีววิทยาซึ่งเป็นแขนงหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ บรรลุถึงจุดหมายของการศึกษาในระดับนี้ไ้มาก

1.3 ภาพที่นำมาประกอบกับเนื้อหาของแบบเรียน ควรไ้มีความสัมพันธ์กัน รวมทั้งสัญลักษณ์ที่อธิบายภาพกับสัญลักษณ์ที่บรรยายในเนื้อหาด้วย ทั้งนี้เพราะว่าการอธิบายบทเรียนโดยไ้ภาพประกอบด้วย จะทำไ้ใหญ่เรียนสามารถเข้าใจไ้รวดเร็วยิ่งขึ้น คำอธิบายในภาพกับคำบรรยายในเนื้อหาจะต้องสอดคล้องกัน ภาพควรปรับปรุงไ้มีความชัดเจนและถูกต้องยิ่งขึ้น เพื่อกันความเข้าใจผิดหรือเกิดความสับสนไม่แน่ใจในเรื่องนั้น ๆ

1.4 ควรทำภาคอภิธานศัพท์ไว้ก่อนท้ายของหนังสือแบบเรียน เพื่อช่วยไ้ใหญ่เรียนสะดวกในการค้นคว้าหาศัพท์ที่ต้องการในแบบเรียนไ้รวดเร็วขึ้น

1.5 ควรมีการตรวจเครื่องหมาย, การแบ่งวรรคตอน, ความถูกต้องของตัวอักษรของเนื้อหาไ้รอบคอบ เพื่อกันมิไ้ข้อความนั้นผิดแปลกไปจากความจริงที่ผู้เรียนเรียงต้องการ และเป็นการป้องกันมิไ้ใหญ่ในหนังสือเล่มนั้นเข้าใจสับสนกับ (Concept) ผิด ๆ อันเนื่องมาจากข้อบกพร่องเหล่านี้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้นักวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาคำศัพท์ในบทและต่างบทในเล่มเดียวกัน และระหว่าง ม.ศ.4 กับ ม.ศ.5 ว่าอะไรควรมาก่อนหลัง

2.2 ควรศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์และสำรวจคำศัพท์และคำนิยามศัพท์ต่าง ๆ

2.3 ควรมีการวิจัยหาความสัมพันธ์ของรูปภาพในแบบเรียน

2.4 ควรมีการวิจัยประเภทคำถามที่ใช้ในแบบเรียนเล่มนี้

2.5 ควรมีการวิจัยความรู้เกี่ยวกับพื้นฐานแบบเรียนชีววิทยาของผู้เรียนก่อนมาศึกษาในชั้น ม.ศ.4 ว่าควรมีความรู้อะไรมาบ้าง

2.6 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการนำแบบเรียนนี้ไปใช้ว่าไ้ผลในเชิงปฏิบัติอย่างไร

2.7 ควรมีการวิจัยพื้นฐานของผู้สอนว่า มีพื้นฐานความรู้พอที่จะทำไ้เนื้อหาที่เขียนไว้อย่างคั่นั้น ไ้ผลตามจุดหมายที่ไ้ตั้งไว้อย่างไร ? ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ใช้เป็น-

แนวทางในการฝึกอบรมวิทยากรต่อไป

2.8 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนที่ใช้หลักสูตร เดิมและนักเรียนที่ใช้หลักสูตรที่ปรับปรุงฉบับนี้ว่าอย่างไรจะส่งผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนมากกว่ากัน.





บรรณานุกรม

- กอ สวัสดิพานิชย์ "สอนให้คิดไม่ใช่สอนให้จำ" สาริต ฉบับพิเศษที่ 3 : 36, 2514.
- กนก จันทระจร ความเห็นของครูวิทยาศาสตร์โรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดพระนคร เกี่ยวกับการใช้แบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2511 ปรินิพนธ์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2512, 52 หน้า.
- เจริญ บุญญวัฒน์ และ ส่องสี ชูติวงศ์ "การสอนวิชาวิทยาศาสตร์เบื้องต้นในชั้นประถมศึกษา" เอกสารการอบรมวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย 2512, หน้า 8.
- จำนง พรายแถมแซ คู่มือวิชาการศึกษาเทคนิคและวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สหพันธ์ 2514, 214 หน้า.
- เชาน์ เคอร์ส เอช, เอน. การสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไปสำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย ประณีต โกมารกุล ณ นคร และคณะ แปล สำนักงานเลขาธิการคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ 2507, 503 หน้า.
- ชากาคักกี วชิรปรีชาพงษ์ การวิเคราะห์หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแง่ของรูปแบบและวิธีการเสนอเนื้อหา ปรินิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2514, 96 หน้า.
- นันทนา ศิริพละ การศึกษาเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเทศบาล จังหวัดพระนคร ปีการศึกษา 2511 ปรินิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2512, 139 หน้า.
- นวนฉวี ทิพานุกะ การสำรวจปัญหาและอุปสรรคในการเรียนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนในโครงการทดลองและปรับปรุงมัธยมศึกษา ปี 2507 ปรินิพนธ์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2508, 82 หน้า.

- ประทีป จรัสรุ่งรวิวรร การวิเคราะห์หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในแง่ของรูปแบบและวิธีการเสนอเนื้อหา ปริณิฎานันท์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสาณมิตร 2514, 111 หน้า.

ประมวลการสอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 5 ตามหลักสูตรประ โยคมัธยมศึกษาตอนปลาย (สายสามัญ)
โรงพิมพ์แสงทองการพิมพ์ (สาขา) พระนคร 2505, 374 หน้า.

พิทักษ์ รัชพลเดช นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์โรงเรียนสตรีเนติศึกษา
พระนคร 2513, 74 หน้า.

- มนุญ ปิยาวรณนท์ ปัญหาและอุปสรรคในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในจังหวัดพระนคร ปีการศึกษา 2512 ปริณิฎานันท์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสาณมิตร 2513, 143 หน้า.

วิชาการ, กรม, กระทรวงศึกษาธิการ "ความเป็นมาของหลักสูตรวิทยาศาสตร์" รายงานการ
สัมมนาศึกษานิเทศก์และครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนกการพิมพ์
วิทยาลัยครูสวนสุนันทา 2509, 427 หน้า.

- วีรยุทธ์ วิเชียรโชติ เอกสารการแปลพฤติกรรมที่คาดหวังจากความมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์
ระดับประถมศึกษาตอนปลาย ฉบับอัปเดต 9 หน้า.

ศึกษาธิการ, กระทรวง ความเป็นมาของหลักสูตรสามัญศึกษา โรงพิมพ์ส่งเสริมอาชีพ 2504,
212 หน้า.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบบเรียนวิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว 2516, 154 หน้า.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบคำบรรยายระหว่างการประชุมทางวิชาการ วันที่ 14 - 24 เมษายน 2514.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบการประชุมทางชีววิทยา
เกี่ยวกับข้อเสนอแนะหลักสูตรชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย วันที่ 14 - 24
เมษายน 2514 ฉบับอัครสำเนา.

สวัสดิ์ ศรีกัตัญญ์ การศึกษาหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัย-
วิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515. 131 หน้า.

อำนาจ เจริญศิลป์ "ความสำคัญของความมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์" ประชาศึกษา
24 (8) : 40 - 41 มีนาคม 2516.

B.S. Bloom Hand book on formative and Summative Evaluation of Student Learning. Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1971, 923 pp.

Blanc, Sam S. "A Tropical Analysis of High School Biology Text Book" Science Education 41 (3) April, 1957.

Charles, Ir, W.W. "Pretesting a college Text book" Educational Research Bulletin, 29 (4) : pp. 85 - 95 April 1950.

Chinnis, Robert Jennings, "The Development of physical Science Principles in Elementary School Science Text book", Dissertation Abstracts, 23 : 2750, February, 1963.

Elmer, Burton, "The Status of Science Education in Iowa High School", Dissertation Abstracts, 19 : 1922 - 1923, January, 1959.

Hulda Grobman "BSCS" Newsletter, 12 : 2 - 7, February, 1962.

Inlow, Gail M., Maturity in High School Teaching, Prentice Hall, INC., New York, 1963, 467 pp.

Kunkel, Adriana Lanting, "Influence of the High School Chemistry Text book used on Students Success in College chemistry" Dissertation Abstracts, 30 (8) 3365, February, 1970.

Mallison, George Crison "The Reading Difficulty of Text book in Elementary Science", Science Education 39 : 46, December, 1955.

Maxwell C.R., The Selection of Textbooks, pp. 10 - 12 Houghton Mifflin Company, New York, 1951.

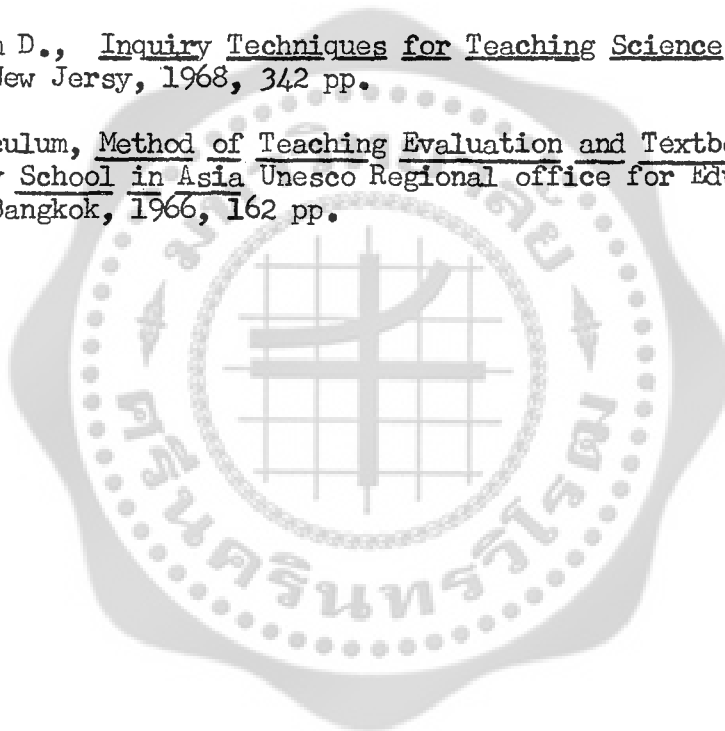
Newport, John Frank, "An Evaluation of Selected Series of Elementary School Science Textbook", Dissertation Abstracts 26 : 800 - 801 August, 1965.

Norman E. Gronlund, Stating Behavioral objectives for Classroom Instruction, The Macmillan Company, New York, 1970, 58 pp.

Peterson, Elmor, Aspect of Readability in Social Studies, P.1. Bureau of Publication, Teaching College, Columbia University, New York, 1964.

Romey, William D., Inquiry Techniques for Teaching Science Prentice Hall, New Jersey, 1968, 342 pp.

Unesco, Curriculum, Method of Teaching Evaluation and Textbook in Primary School in Asia Unesco Regional office for Education in Asia, Bangkok, 1966, 162 pp.





ภาคผนวก

รายละเอียดของเนื้อหาชีววิทยาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บทที่ 1 เราจะศึกษาชีววิทยากันอย่างไร ?

1.1 ชีววิทยาคืออะไร ?

- ก1. ชีววิทยามีรากศัพท์มาจากภาษากรีก
- ก2. ความหมายของคำว่า ชีววิทยา
- ก3. (1) ชีววิทยาคือความรู้และกิจกรรมที่เกี่ยวกับการศึกษาสิ่งมีชีวิต
(2) ชีววิทยาช่วยให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจชีวิต

1.2 นักวิทยาศาสตร์ศึกษาวิทยาศาสตร์กันอย่างไร ?

- ก1. นักวิทยาศาสตร์ตั้งปัญหาเพราะอยากรู้อยากเห็น
- ก2. (1) ความหมายของคำว่าสมมติฐาน (2) ความหมายของทฤษฎี
- ก3. (1) วิธีการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา, ตั้งสมมติฐาน และตรวจสอบสมมติฐาน (2) ปัญหาเกิดจากความอยากรู้อยากเห็น และการสังเกตเห็นความผิดปกติ (3) การกำหนดปัญหามุ่งหาข้อสงสัยหรือคำถาม (4) สมมติฐานมาจากปัญหาซึ่งได้เสนอไว้ (5) สมมติฐานมีใช้คำตอบจนกว่าจะมีการพิสูจน์ (6) การตรวจสอบสมมติฐานกระทำโดยการรวบรวมข้อมูลตามแนวที่สมมติฐานได้เสนอไว้ (7) การตรวจสอบสมมติฐานกระทำได้โดยการควบคุม

- ข1. (1) อธิบายข้อเท็จจริง และปัญหาจากภาพที่ 1 - 1, และ 1 - 2
(2) อธิบายถึงความแตกต่างข้อเท็จจริงสมมติฐานและทฤษฎี

- ง1. (1) สังเกตภาพที่ 1 - 1, และ 1 - 2
(2) สังเกตของเหลวในหลอดทดสอบ

- ง4. (1) ตั้งสมมติฐานจากภาพ 1 - 1, และ 1 - 2
(2) ตั้งสมมติฐานปัญหาแมลงสาบตาย
(3) ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของหลอดทดลอง

- ง5. (1) เสนอข้อพิสูจน์สมมติฐานปัญหาแมลงสาบตาย
(2) เสนอข้อพิสูจน์สมมติฐานการเปลี่ยนแปลงของของเหลวในหลอดทดลอง

บทที่ 2 ระบบนิเวศน์

2.1 กลุ่มสิ่งมีชีวิตและที่อยู่อาศัย

- ก2. (Community (2) habitat
ก3. สถานที่ทุกแห่งมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่
ก5. สิ่งมีชีวิตบางชนิดอยู่ได้ทุกหนทุกแห่ง บางชนิดอาศัยอยู่เฉพาะแห่ง

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัย

- ก2. Ecosystem
ก3. (1) สภาพแวดล้อมที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตอยู่รวมกันเรียกระบบนิเวศน์
(2) ความสำเร็จในการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับความสามารถในการปรับตัว
ก5. สิ่งมีชีวิตแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือสิ่งมีชีวิตบนบก, ในน้ำจืด, ในน้ำเค็ม
ก7. (1) ที่อยู่อาศัยมีความสำคัญต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต
(2) สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม
(3) สิ่งมีชีวิตจะดำรงชีพได้อย่างไรก็ในที่อยู่อาศัยเหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อตน
ข2. ภาพ 2 - 2 แปลความหมายความสัมพันธ์ระหว่างที่อยู่อาศัยกับสิ่งมีชีวิต

2.3 การศึกษาระบบนิเวศน์ในสภาพธรรมชาติ

- ข1. ลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่สำรวจเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมอย่างไร
ง1. สังเกตที่อยู่ จำนวน และลักษณะของสิ่งมีชีวิต
ง7. (1) บันทึกข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับที่อยู่ จำนวน และลักษณะของสิ่งมีชีวิต
(2) จัดทำตารางสำหรับสำรวจ

- ง8. นำผลการสำรวจมาอภิปรายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- ง9. (1) ระบุสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในบริเวณที่สำรวจ (2) คาคะเนการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม

2.4 การศึกษาระบบนิเวศจำลอง

- ก2. (1) Biological factor (2) Physiological factor
- ก3. ทั้ง Biological factor และ Physiological factor ต่างก็มีอิทธิพลต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต
- ก5. อิทธิพลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตแบ่งออกเป็นอิทธิพลที่เนื่องมาจากสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต
- ง1. สังเกตจำนวนที่อยู่ลักษณะและพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตของระบบนิเวศจำลอง
- จ7. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกต
- ง8. (1) หาเหตุผลว่าสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันจึงแตกต่างกัน
(2) ในนิเวศนี้เกี่ยวข้องกับอาจมีสิ่งมีชีวิตอยู่หลายชนิด และมีความสัมพันธ์กัน
- ง9. นักเรียนคาคะเนผลที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิต เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม
- ง11. ใช้เครื่องมือทดลองปฏิบัติการเกี่ยวกับระบบนิเวศ

2.5 อิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพต่อสิ่งมีชีวิต

- ก3. วิธีการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับองค์ประกอบไร่วิถีหลาย ๆ อย่าง
- ก5. เปรียบเทียบลักษณะภายนอกของสัตว์เมืองร้อนและเมืองหนาว
- ข3. (1) ปัจจัยอะไรบ้างที่ทำให้สัตว์ออกหากินเวลาต่างกัน (2) คนออกข่าวกับคนอดน้ำอย่างไหนทนไ้มากกว่ากันเพราะเหตุใด
- ง1. (1) ศึกษาปัจจัยทางกายภาพบางอย่างที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต
(2) สังเกตการเปลี่ยนแปลงสิ่งมีชีวิตในหลอด (3) สังเกตหลอดที่ 4 เปลี่ยนหรือไม่

- ง7. บันทึกข้อมูลศึกษาทางภาคเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า
- ง8. (1) ความแตกต่างของสีในแต่ละหลอดทั้งภาคเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าและป่า
(2) หาเหตุผลว่าเหตุที่หลอดที่ 4 เปลี่ยน เนื่องจากอะไร ?
- ง9. (1) นักเรียนคิดต่อไปว่ามีสาเหตุอะไรอีกบ้างที่ส่งผลกระทบกระเทือนต่อสิ่งมีชีวิตในการทดลอง (2) คาดคะเนผลที่เกิดจากน้ำหลอดที่ 4 ถ้าเปลี่ยนสภาพสิ่งแวดล้อม

2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

- ก1. (1) พืชสีเขียวสร้างอาหารขึ้นได้เอง (2) สัตว์อาศัยพืชหรือสัตว์อื่นเป็นอาหาร (3) สิ่งมีชีวิตหลายชนิดอยู่ในโลก (4) สัตว์กินสัตว์ (5) สิ่งมีชีวิตอยู่รวมกันโดยฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แก่กัน (6) สิ่งมีชีวิตบางชนิดอาศัยอยู่ด้วยกัน แต่ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์โดยอีกฝ่ายหนึ่งไม่เสียประโยชน์ (7) สิ่งมีชีวิตบางชนิดอยู่ด้วยกันแต่แยกจากกันก็อยู่ไม่ได้ (8) สิ่งมีชีวิตบางชนิดอาศัยอยู่ในสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นโดยสิ่งมีชีวิตที่ถูกอาศัยต้องเสียประโยชน์ (9) สิ่งมีชีวิตบางชนิดกินอาหารจากซากอินทรีย์
- ก2. (1) autotrophic organism (2) heterotrophic organism
(3) Biosphere (4) Prey (5) Predation (6) Proto-cooperation (7) Commensalism (8) mutualism (9) Lichens
(10) Parasitism (11) host (12) Saprophytism
- ก3. (1) พืชถูกถ่ายเทจากพืชไปยังสัตว์ (2) สิ่งมีชีวิตทั้งหลายในโลกนี้ต่างมีความสัมพันธ์กันทั้งทางตรงและทางอ้อม
- ก7. (1) ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตทำให้สิ่งมีชีวิตมีจำนวนคงที่ (2) พืชและสัตว์ที่อาศัยร่วมกันต่างมีความสัมพันธ์กันในแง่อาหาร
- ข1. (1) อธิบายถึงการถ่ายเทสารที่เป็นอาหารของพืชไปสู่อาหารของสัตว์ (2) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดอกไม้กับแมลง
- ข2. (1) ระบุประเภทของพาราสิตในหนู (2) ระบุประเภท host ของมาเดเรีย

- ข3. อธิบายถึงสมมุติฐานธรรมชาติว่าเป็นปรากฏการณ์ที่ตายตัวหรือไม่
- ง1. (1) สังเกตอย่างละเอียดปลาทิ้งไว้กลางแดด (2) สังเกตการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ (3) สังเกตลักษณะของปาราสิตที่นำมาศึกษา
- ง9. ระบุชื่อพาราสิตชนิดอื่น ๆ และศึกษาตำแหน่งที่อาศัยอยู่
- ง11. ไขเครื่องมือในการทดลองปัจจัยทางกายภาพ

บทที่ 3 การถ่ายทอดพลังงาน

3.1 พลังงานกับสิ่งมีชีวิต

- ก3. พลังงานกับกิจกรรมของชีวิตมีความสัมพันธ์กัน

3.2 แหล่งกำเนิดพลังงาน

- ก1. (1) ร่างกายของคนทำงานไม่ได้ ถ้าไม่ได้อินอาหาร (2) รถเคลื่อนที่ไม่ได้ ถ้าขาดเชื้อเพลิง (3) พืชเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิต
- ก2. (1) พลังงานศักย์ (2) พลังงานจลน์
- ก3. (1) พลังงานมีอยู่ในโมเลกุลของอาหารหรือเชื้อเพลิง (2) พืชสังเคราะห์โดยอาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์
- ก7. พลังงานของพืชและสัตว์ได้จากดวงอาทิตย์
- ข4. นักเรียนสรุปแหล่งกำเนิดพลังงานของสิ่งมีชีวิตในโลก

3.3 การจัดระดับต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศน์

- ก1. (1) พืชผลิตอาหาร (2) สัตว์กินพืชและสัตว์ (3) ซากสิ่งมีชีวิตสลายตัวโดยการกระทำของจุลินทรีย์
- ก2. (1) Producers (2) Consumers (3) herbivores (4) Carnivores (5) Omnivores (6) Scavenger (7) Decomposer
- ก3. (1) พืชมีคลอโรฟิลล์เป็นแหล่งอาหารสำคัญของสัตว์ (2) สิ่งมีชีวิตที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง (3) กลุ่มสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์กัน

- ก5. ในระบบนิเวศหนึ่ง ๆ แบ่งออกได้เป็น ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยอินทรีย์สาร
 ข3. อธิบายผลที่จะเกิดจากปราศจาก Decomposer
 ค. นำความรู้ในเรื่อง Decomposers ไปทำบุญหมัก

3.4 ความเกี่ยวข้องของของกลุ่สิ่งมีชีวิตระดับต่าง ๆ

- ก2. (1) ห่วงโซ่อาหาร (2) food web
 ก3. (1) สิ่งมีชีวิตกินอาหารเป็นลำดับต่อเนื่องกันเรียกว่าห่วงโซ่อาหาร
 (2) ความเกี่ยวข้องในแง่การกินอาหารที่ซับซ้อนเรียกว่าสายใยอาหาร
 ก4. สัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทางของการถ่ายทอดพลังงาน
 ค. (1) ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เขียนห่วงโซ่อาหาร (2) เขียนสายใยอาหาร
 จากข้อมูลที่กำหนดในระบบนิเวศจำลอง (3) เขียนสายใยอาหารจาก
 ข้อมูลอาหารที่นักเรียนรับประทานหนึ่งมื้อ

3.5 ปริมาณและแสดงปริมาณของสิ่งมีชีวิต

- ก3. ผู้บริโภคในลำดับท้าย ๆ ต้องการอาหารจากสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในลำดับแรก ๆ
 มากขึ้น
 ก4. นำสายใยอาหารที่เขียนไว้มาพิจารณาปริมาณของสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องกัน
 ในแต่ละลำดับ
 ข3. บอกเหตุผลปริมาณของสิ่งมีชีวิตจากฐานถึงยอดปริมาณจึงลดลง
 ค. เขียนปริมาณแสดงปริมาณของสิ่งมีชีวิต

3.6 การถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร

- ก1. (1) ผู้ผลิตใช้พลังงานแสงเพียงประมาณ 0.2 % (2) สัตว์กินพืชจะรับ
 ถ่ายทอดพลังงานจากพืช 50 % (3) พลังงานที่รับนี้เสริมสร้าง
 เป็นเนื้อเยื่อได้ $\frac{1}{4}$ หรือร้อยละ 25 (4) พลังงานที่ถ่ายทอดจากสัตว์
 ชนิดแรก 70 % (5) ผู้บริโภคลำดับที่ 2 รับถ่ายทอดพลังงาน 30 %
 (6) พลังงานที่สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดได้รับจากอาหารได้พลังงานเป็นอัตราส่วน
 1 ใน 10 ทุก ๆ ลำดับการถ่ายทอด

- ก3. (1) พลังงานมีการสูญเสียระหว่างการถ่ายทอดแต่ละลำดับขั้น
(2) พลังงานจะส่งผ่านต่อไปในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด
- ข1. (1) อธิบายถึงปริมาณของพลังงานที่สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดได้รับจะเท่ากันหมดหรือไม่เพราะเหตุใด ? (2) ปริมาณสิ่งมีชีวิตในลำดับต่ำลงมาถึงฐานปिरามิดจะต้องขยายเพิ่มมากขึ้นเพียงใด
- ข3. (1) ถ้าปริมาณของสิ่งมีชีวิตที่ยอดของปิรามิดมากขึ้น จะมีผลกระทบกระเทือนต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในห่วงโซ่อาหารนั้นอย่างไร ? (2) อัตราการเพิ่มจะทันกันหรือไม่

บทที่ 4 ประชากร

4.1 ประชากรคืออะไร ?

ก2. Population

ก3. จำนวนของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งในขณะหนึ่งคือประชากร

ข3. ประเมินความถูกต้อง และให้รายละเอียดเพิ่มเติมข้อความที่ไม่ถูกต้อง

4.2 ทฤษฎีประชากรของ Malthus

ก2. จำนวนประชากรถูกจำกัดด้วยปริมาณอาหารและเครื่องยังชีพ

ก7. ประชากรเพิ่มตามอัตราเลขาคณิต แต่อาหารและเครื่องยังชีพเพิ่มตามอัตราเลขาคณิต

4.3 ความหนาแน่นของประชากร

ก7. ความหนาแน่นของประชากร = $\frac{\text{จำนวนสิ่งมีชีวิต}}{\text{พื้นที่}}$

ข3. คำนวณหาความหนาแน่นของข้าวโพดที่มีจำนวนเท่ากันในพื้นที่ดินที่มีเนื้อที่ต่างกัน

4.4 การวัดขนาดประชากร

ก2. (1) Sampling (2) Random sampling

ก3. การวัดจำนวนประชากรอาจทำได้โดยการเลือกตัวอย่างในเนื้อที่ตัวอย่าง หรือโดยวิธีสุ่ม

- ข3. เลือกพื้นที่ศึกษาโดยวิธีสุ่มประมาณ 10 ตัวอย่าง
- ง1. ไซโมเมตรวัดขนาดเนื้อที่
- ง6. เลือกพื้นที่ใช้ศึกษา
- ง7. บันทึกจำนวนพืชที่นับได้แต่ละแปลง หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบความหนาแน่น
- ง9. ต้องการทราบจำนวนพืชที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมีวิธีทำอย่างไร ?
- ค. (1) นับจำนวนพืชชนิดเดียวกันในพื้นที่ 1 ตารางเมตร
(2) หาค่าเฉลี่ยจำนวนพืชที่ศึกษาต่อหนึ่งแปลง

4.5 การเปลี่ยนแปลงของประชากร

- ก2. (1) อัตราการตาย (2) อัตราการเกิด (3) อัตราการอพยพเข้า
(4) อัตราการอพยพออก
- ก3. การเปลี่ยนแปลงของประชากรมีส่วนเกี่ยวข้องกับ การเกิดการตาย การอพยพเข้า และออก
- ก7. การอพยพเข้าและการอพยพออกเป็นสาเหตุทำให้ขนาดประชากรเปลี่ยนแปลงไป
- ข1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงจำนวนของนกยางในเนื้อที่ 50 ไร่
- ข3. (1) ควบคุมประชากรของวัวจากข้อมูลที่กำหนดไว้ (2) หาอัตราการเกิดของนก จากข้อมูลที่กำหนดให้
- ง7. บันทึกจำนวนไข่และลูกนกในรัง
- ง8. มีแม่นก 34 ตัว จงหาอัตราการเกิดของนกชนิดนี้

4.6 อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่อประชากร

- ก3. สิ่งแวดล้อมทำให้ความหนาแน่นของประชากรเปลี่ยนแปลง
- ง6. (1) เหตุใดการทดลองครั้งที่ 2 จึงต้องมีการป้องกันไม่ให้หนูอพยพออก
(2) จะสร้างการทดลองและดำเนินการอย่างไร ?
(3) มีปัจจัยอะไรบ้างที่หนูทดลองอาจไม่ได้ควบคุมให้เหมือนกัน
- ง8. (1) สรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร (2) ปัจจัยที่ควบคุมความหนาแน่นของประชากรหนูในการทดลองครั้งที่ 3 ของ Emlen คืออะไร ?

4.7 การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร

- ก1. การเพิ่มประชากรของประเทศไทยเกิดจากการลดอัตราการตายมากกว่าการเพิ่มอัตราการเกิด
- ข1. อธิบายความแตกต่างของกราฟพื้นที่กับกราฟ 4 - 5 ใดอย่างไร ?
- ข2. (1) เขียนกราฟแสดงประชากรคนในโลกจากข้อมูลที่กำหนดให้ (2) กราฟที่ให้อ่านกับกราฟในภาพ 4 - 5 ถึง 4 - 7 อย่างไร ? (3) นักเรียนทำนายว่า พ.ศ. 2528 ประชากรคนในโลกเป็นอย่างไร (4) เขียนกราฟแสดงการเพิ่มของประชากรจากข้อมูลที่ได้อ่าน (5) อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้อัตราการเพิ่มของประชากรเปลี่ยนไป
- ข3. ถ้าสิ่งมีชีวิตอื่นอยู่ในสภาพเหมือนการทดลองเรื่อง Diatom จะได้อ่านกราฟเช่นนี้หรือไม่
- ค. นักเรียนคิดว่าถึงเวลาแล้วหรือยังที่เราต้องคำนึงถึงและดำเนินการควบคุมประชากรในประเทศไทย

บทที่ 5 อนุกรมวิธาน

5.1 การสังเกตที่เกิดขึ้นเองจากธรรมชาติ

- ก3. ความจำเป็นในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติของพืชและสัตว์มากขึ้น

5.2 การจัดจำพวกในชีวิตรประจำวัน

- ก3. การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตทางชีววิทยา นักชีววิทยาเลือกจัดตามลักษณะของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ
- ก5. การจัดสิ่งของจัดได้ 2 วิธี คือ จัดเรียงลำดับตัวอักษรกับจัดตามลักษณะของสิ่งเหมือนกัน

5.3 ความคิดริเริ่มในการจัดจำพวกโดยใช้ลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

- ก5. (1) การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตอาจนำเอาความคล้ายคลึงกันมาเป็นหลักจำแนก (2) การจัดเรียงลำดับตามตัวอักษร เป็นการจัดจำพวกครั้งแรก, การจัดลำดับรองลงมาคือจัดเป็นหมู่ย่อยลงไปอีกจากหมู่ใหญ่

5.4 แนวการจัดจำพวกสิ่งมีชีวิต

- ก1. (1) Aristotle แบ่งพืชเป็นไม้ยืนต้น, ไม้ล้มลุก, พุ่ม และแบ่งสัตว์เป็นพวกที่มีเลือดสีแดง และพวกไม่มีเลือดสีแดง (2) สัตว์ที่อาศัยในน้ำทั้งหมดเป็นพวกเดียวกับปลาหรือไม่สัตว์อะไรที่ไม่ใช่ปลา (3) ดินเนียส แบ่งพืชเป็นพวกพุ่ม โดยถือเถาวัลย์เป็นหลักเกณฑ์
- ก2. (1) tree (2) shrub (3) herb (4) Artificial Classification (5) Natural Classification (6) Taxonomy
- ก3. การแบ่งสิ่งมีชีวิตสมัยก่อนแบ่งโดยถือเอาลักษณะผิวเผินกับการแบ่งโดยพิจารณาเชื้อสายเป็นหลัก

5.5 การพิจารณาลักษณะ โครงสร้างภายนอก

- ง1. (1) นักเรียนลองฝึกหัดพิจารณาของสัตว์มีกระดูกสันหลังชนิดอื่น ๆ
(2) ตัวอย่างตารางจำแนกลักษณะของสัตว์มีกระดูกสันหลัง
(3) สังเกตลักษณะของดอกไม้ตามลักษณะที่มีในตาราง

5.6 การพิจารณาลักษณะ โครงสร้างภายใน

- ก2. (1) Taxonomist (2) fossil
- ก3. (1) ความคล้ายคลึงของโครงสร้างภายในเป็นรากฐานสำคัญใช้เป็นหลักเปรียบเทียบการจัดจำพวก (2) สัตว์บางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างบางประการ แต่ยังคงจัดเป็นพวกเดียวกัน
- ก5. (1) นักวิทยาศาสตร์ยึดลักษณะ โครงสร้างเป็นพื้นฐานสำคัญ เนื่องด้วยเหตุ 2 ประการ คือ รูปร่างลักษณะของโครงสร้าง และหลักฐานของโครงสร้างที่ไคจากซากโบราณ (2) เปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ที่ใช้เป็นหลักในการจัดจำพวกไคจากซากโบราณ (3) คน, ลิงชิมแปนซี, ลิงกอริลลา ภูมิมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด
- ง1. (1) พิจารณาโครงกระดูกของแขนคนกับ ปีกนก, ปีกค้างคาว, ขาเตาบก, ครีบกปลา (2) สังเกตจำนวนพันดัดที่ขากระดูกโครงกระดูก ลักษณะนิ้วเท้าของสัตว์

5.7 การพิจารณาลักษณะโดยรวมกาย

ก1. (1) สัตว์บางชนิดมีระยางค์บางชนิดไม่มีระยางค์ (2) สัตว์มีกระดูกสันหลังทุกชนิดจะมีช่องเหงือกในระยะเอมบริโอ (3) สัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิดมีระยางค์บางชนิดไม่มีระยางค์

ก2. (1) Appendage (2) gill slit (3) operculum

ก3. การจำพวกของอาศัยลักษณะหลาย ๆ ลักษณะ

5.8 Dichotomous Key

ก2. Dichotomous Key

ค. ใช้ Key นี้หาคำนิยามว่า แมว จิ้งจก เป็นสัตว์พวกใด

5.9 ลำดับในการจัดหมวดหมู่

ก2. (1) Hierachy (2) Kingdom (3) Phylum (4) Class

(5) Order (6) family (7) genus (8) species

ก3. การจำแนกยังแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ และในกลุ่มใหญ่ ๆ แต่ละกลุ่มยังแยกเป็นกลุ่มย่อย ๆ

5.10 หลักเกณฑ์ในการจำพวกสิ่งมีชีวิตในระดับต่าง ๆ กัน

ก3. สัตว์ที่อยู่ใน Phylum เดียวกัน มีได้พิจารณาเฉพาะลักษณะเดียว

ข3. หอย, ไส้เดือน, กิ้งกือ ไม่มี Notochord ควรจัดอยู่ใน Phylum Arthropoda ด้วยกันหรือไม่

ค. สังเกตสัตว์ในตารางสัตว์ชนิดใดรวมหมู่กันมากที่สุด และคล้ายคลึงกันอย่างไร

5.11 ไม่มีเนื้อหาตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

5.12 ชื่อวิทยาศาสตร์

ก4. นักชีววิทยากำหนดใช้ภาษาลาตินด้วยเหตุ 2 ประการ ประการแรกเป็นภาษาที่นักวิทยาศาสตร์นิยม ประการที่ 2 ภาษาลาตินเป็นภาษาที่ตายแล้ว

5.13 ระบบการตั้งชื่อสองชื่อ

ก2. Binomial nomenclature

- ก3. การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์อ้างอิงลักษณะ สถานที่ ประวัติการค้นพบ
- ก4. (1) ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยชื่อ 2 ชื่อ คือ genus และ species (2) การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ต้องเขียนชื่อย่อ ผู้ตั้งกำกับไว้หลังชื่อวิทยาศาสตร์นั้น ๆ
- ก5. ชื่อ Genus เป็นชื่อแสดงความหมายของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ

5.14 อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

- ก1. Vertebrate ในระยะตัวอ่อนจะมี Notochord
- ก2. (1) Notochord (2) Setae (3) tube feet (4) hook
(5) spicule (Spongin (7) Xylem (8) phloem
(9) Cotyledon (10) Cone (11) Rhizoid (12) Chlorophyll
(13) flagellum (14) pseudopodium (15) cilia
(16) Chloroplast (17) hypha (18) ascus
- ก3. (1) พืชใบเลี้ยงเดี่ยวระยะเอมบริโอมีใบเลี้ยงใบเดียว (2) พืชใบเลี้ยงคู่ระยะเอมบริโอมีใบเลี้ยง 2 ใบ (3) Protis เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะร่วมกันของพืชและสัตว์ (4) แมดที่เรื้อรังทั้งคุณและโทษพบได้ทุกหนทุกแห่ง (5) Protozoa เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่ไม่มีสีเขียว (6) เห็ดราไม่มีคลอโรฟิลล์จึงสร้างอาหารเองไม่ได้ ต้องใช้อินทรีย์สารจากสิ่งแวดล้อม
- ก5. (1) ลักษณะทั่วไปของสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ (2) ลักษณะทั่วไปของปลา (3) Protochordate ต่างจาก Vertebrate คือมี Notochord อยู่ตลอดไป (4) ลักษณะของพวก arthropod แตกต่างจากพวก Chordate (5) ลักษณะที่สำคัญของแมลงคือร่างกายแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก ส่วนท้อง (6) แมงมุมมีส่วนหัว ส่วนอก รวมกัน มีขา 4 คู่ ไม่มีหนวด (7) ลักษณะทั่วไปของกิ้งกือ ตะขาบ (8) ลักษณะทั่วไปของ Annelids (9) ลักษณะทั่วไปของ Mollusk

- (10) Mollusk แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดเปลือกเดี่ยวและชนิดเปลือกคู่
 (11) ลักษณะทั่วไปของ Echinoderm (12) ลักษณะทั่วไปของ
 หนอนตัวแบน (13) Worm แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ พวกพาทินอัสกับ
 Parasite (14) ลักษณะทั่วไปของหนอนตัวกลม (15) ลักษณะทั่วไป
 ของ Coelenterate (16) ลักษณะทั่วไปของฟองน้ำ (17) พืชมี
 ระบบท่อลำเลียงแบ่งเป็น 3 หมู่ย่อย ๆ คือ มีคอก ไม่มีคอก แต้มเมล็ด
 ไม่มีคอก ไม่มีเมล็ด (18) พืชมีระบบท่อลำเลียง คือ Xylem และ
 Phloem (19) พืชมีคอกแบ่งเป็น 2 หมู่ย่อย คือใบเลี้ยงเดี่ยวกับใบ
 เลี้ยงคู่ (20) ลักษณะทั่วไปของพืชพวก Gymnosperm (21) ลักษณะ
 ทั่วไปของพืชไม่มีคอกและไม่มีเมล็ด (22) ลักษณะทั่วไปของพืชไม่มีระบบ
 ท่อลำเลียง (23) ลักษณะทั่วไปของ Moss (24) ลักษณะทั่วไปของ
 แบคทีเรีย (25) ลักษณะทั่วไปของสาหร่าย (26) การจำแนกสาหร่าย
 จำแนกตามสีที่พบเห็น (27) ลักษณะที่สำคัญของเห็ดรา 3 ประการ คือ
 ไม่มีเนื้อเยื่อเป็นท่อลำเลียง ไม่มีคลอโรพลาสต์ สืบพันธุ์โดยสร้างสปอร์
 (28) ลักษณะของราเมือก (29) ลักษณะทั่วไปของ Virus

บทที่ 6 หน่วยของสิ่งมีชีวิต

6.1 กล้องจุลทรรศน์และการค้นพบหน่วยของสิ่งมีชีวิต

- ก1. (1) ลิวเวนฮุค นักวิทยาศาสตร์ชาวดัตช์ คิดแปลงแว่นขยายมาเป็นกล้อง
 จุลทรรศน์ชนิดเลนส์เดี่ยว (2) Robert Hook สร้าง Compound
 lens.
 ก2. Cell
 ก3. กล้องจุลทรรศน์เปลี่ยนแปลงจาก Single lens มาเป็น Compound
 lens
 ก6. ระบุเทคนิคขบวนการใช้กล้องจุลทรรศน์
 ก7. กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ = กำลังขยายเลนส์วัตถุ $\times$ กำลังขยายเลนส์ตา

ง1. เปรียบเทียบกลองจุลทรรศน์ในห้องปฏิบัติการกับภาพที่ 6 - 4

ง11. มีทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์

6.2 เซลล์คืออะไร ?

ก1. (1) รูปร่างลักษณะ เซลล์เบื้องต้น (2) รูปร่างลักษณะ เซลล์เบื้องต้นข้างนอก

(3) รูปร่างลักษณะ เซลล์ของเนื้อเยื่อสัตว์ชนิดต่าง ๆ จากภาพ 6 - 9

(4) รูปร่างลักษณะ เซลล์ของเนื้อเยื่อพืชชนิดต่าง ๆ จากภาพ 6 - 10

ก3. Cell มีรูปร่างต่าง ๆ กัน

ก6. (1) รูเทคนิคปฏิบัติการเกี่ยวกับเรื่อง เซลล์พืช (2) รูเทคนิคปฏิบัติการ

เกี่ยวกับเรื่อง เซลล์สัตว์ (3) รูเทคนิคปฏิบัติการเกี่ยวกับเซลล์เนื้อเยื่อ

ก7. สิ่งมีชีวิตทั้งหลายประกอบด้วยเซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์

ข1. (1) เปรียบเทียบความแตกต่างของเซลล์ Robert Hook พบกับเซลล์

สิ่งมีชีวิตที่พบ (2) อธิบายความหมายของเซลล์ตามความหมายของ ชวานน์

และ ชไลเดน

ง1. (1) เปรียบเทียบเยื่อแก้วจากกล้องจุลทรรศน์กับภาพที่ 6 - 8 (2) สังเกต

การเคลื่อนไหว เซลล์สาหร่ายหางกระรอก (3) บอกส่วนสลายของเซลล์

เมื่อยตาย และส่วนที่ยังคงอยู่เมื่อเซลล์ตายไปแล้ว

ง8. บอกชื่อส่วนประกอบที่นักเรียนพบในเซลล์สัตว์

ง11. (1) มีทักษะในการใช้เครื่องมือปฏิบัติการ เรื่อง เซลล์พืช (2) มีทักษะ

ในการใช้เครื่องมือปฏิบัติการ เรื่อง เซลล์สัตว์

6.3 โครงสร้างของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ก1. ภาพเซลล์ที่ศึกษากว้างกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะเห็นโครงสร้างชัดเจน

กว่าที่ศึกษากว้างกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา

ง1. สังเกตเซลล์ที่ศึกษากว้างกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

6.4 การแบ่งเซลล์และเจริญเติบโต

ก1. (1) มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับ Chromosome และ Cytoplasm

(2) Cell แบ่งได้เป็น 2 เซลล์

ก2. (1) Chromosome (2) Nucleolus, (3) Centromere

(4) Chromatid (5) Daughter Chromosome

ก3. (1) พืชและสัตว์ที่กำลังเจริญเติบโตจะมีการสังเคราะห์สารภายในเซลล์
(2) การแบ่งเซลล์เป็นผลของการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทางเคมีที่เกิดขึ้น
ภายในเซลล์ (3) ในเซลล์สัตว์จำนวน Chromosome ที่ได้ใหม่เท่า
และเหมือนกับเซลล์เดิมทุกประการ (4) การแบ่งเซลล์ทำให้พันธุกรรมเพิ่ม
มากขึ้น

ก6. ระบุเทคนิคของการปฏิบัติ การแบ่งเซลล์ของรากหอม

ก7. สิ่งมีชีวิตจะดำรงชีวิตอยู่ได้ก็ต่อเมื่อทุกเซลล์ได้รับอากาศ อาหาร และ
กำจัดของเสียออกโดยผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

ง1. สังเกตลักษณะของนิวเคลียสในกล้องจุลทรรศน์

ง8. เปรียบเทียบแต่ละนิวเคลียสที่เห็นในสไลด์กับภาพที่ 6 - 15

ง9. เปรียบเทียบอัตราการเพิ่มของพันธุ์กับอัตราการเพิ่มของปริมาณและ
ถ้าเพิ่มความยาวแต่ละคานขึ้นเรื่อย ๆ อัตราส่วนระหว่างพันธุ์กับปริมาณจะ
เป็นอย่างไร ?

ง10. ให้เหตุผลว่าทำไมเซลล์ที่กำลังเจริญเติบโตจึงต้องแบ่งตัว

6.5 การสร้างเซลล์สืบพันธุ์

ก1. (1) เซลล์ในร่างกายของมนุษย์จำนวน Chromosome 46 เส้น (2) การ
สร้างเซลล์สืบพันธุ์สิ่งมีชีวิตเพศผู้เกิดในอัณฑะของสัตว์หรืออวัยวะเพศเมีย
เกิดในรังไข่ของสัตว์และพืช

ก2. (1) Zygote (2) Meiosis (3) homologous chromosome
(4) Diploid cell (5) Monoploid cell

ก3. (1) สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันต่างมีเซลล์ที่มีจำนวน Chromosome เท่ากันหมด
(2) การแบ่งเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และใช้ นิวเคลียสจะลดจำนวน Chromosome
ลงครึ่งหนึ่ง เป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (3) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ไคเซลล์ใหม่มี Chromatid ทำหน้าที่เป็น Chromosome เซลล์ละ 2 เส้น เท่ากับครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม

- ก4. ลักษณะ Chromosome เป็นคู่ ใช้สัญลักษณ์ $2n$
- ก5. ความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส คือ เซลล์ไมโทซิสเป็นเซลล์มีองค์ประกอบครบสามารถเจริญเติบโตและแบ่งเซลล์ได้ ส่วนเซลล์ไมโอซิสเป็นเซลล์มีองค์ประกอบไม่ครบ และมักมีอายุสั้น

บทที่ 7 ความสำคัญของน้ำต่อสิ่งมีชีวิต

7.1 ปริมาณของน้ำในสิ่งมีชีวิต

- ก1. ตัวเลขที่ระบุปริมาณน้ำในสิ่งมีชีวิตในเซลล์มี 65 % ในเลือดมี 92 % เนื้อเยื่อไขมันมี 60 % กล้ามเนื้อมีประมาณ 80 % ในเนื้อเยื่ออื่น ๆ มีมากกว่า 50 %

- ก3. น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต

ข2. แปลความหมายจากกราฟที่ให้

ข3. นำวิธีการไปใช้น้ำในเนื้อเยื่อใด

7.2 น้ำเป็นสารประกอบที่จำเป็นในการสร้างอาหารของพืช

- ก3. การสร้างโปรตีนและสารประกอบอื่น ๆ ภายในเซลล์ของอาศัยน้ำ

7.3 น้ำเป็นกัช่วยในการลำเลียงสาร

- ก2. (1) Diffusion (2) active transport (3) Osmosis
(4) Selectively Permeable membrane

- ก3. น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีมากเพราะน้ำมีคุณสมบัติทำให้แรงดึงดูดระหว่างไฮดรอกซิล และไฮดรอกซิลลดลง จึงทำให้สารละลายน้ำได้

ข1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำที่กานกรวย

- ง1. (1) สังเกตการละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำ
(2) สังเกตระดับน้ำในกานกรวย

ง11. (1) มีทักษะใช้เครื่องมือเรื่องน้ำเป็นตัวทำละลาย

(2) มีทักษะใช้เครื่องมือทดลอง Osmosis

7.4 นำช่วยในปฏิกิริยาเคมีในเซลล์

ก2. Hydrolysis

ก3. (1) ปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดเกิดขึ้นกับสารที่อยู่ในรูปไอออน

(2) ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตต้องอาศัยน้ำเป็นสำคัญ

ก4. สัญญลักษณ์ปฏิกิริยาเคมี แป้ง + น้ำ $\longrightarrow$ กลูโคส

7.5 นำช่วยในการควบคุมอุณหภูมิ

ก2. คำจำกัดความ ความจุความร้อนของสาร

ก3. (1) น้ำเป็นตัวกลางสำคัญควบคุมอุณหภูมิผิวโลก

(2) นำควบคุมอุณหภูมิของร่างกายของสิ่งมีชีวิต

ข3. หาเหตุผลมาอธิบาย เรื่องอุณหภูมิ

ง1. (1) สังเกตระดับอุณหภูมิที่เทอร์โมมิเตอร์เท่ากัน (2) สังเกตอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงอย่างไร ?

ง8. ศึกษาค้นคว้าเหตุผลที่สังเกตได้

ง10. สรุปผลว่าน้ำหรือแอลกอฮอล์ชนิดไหนรักษาอุณหภูมิได้ดีกว่ากัน

ง11. มีทักษะการใช้เครื่องมือปฏิบัติการเรื่องอุณหภูมิ

7.6 นำช่วยในการสืบพันธุ์และแพร่พันธุ์

ก1. นำเมือกมีน้ำเป็นองค์ประกอบ 90 %

ก2. Amnion

ก3. (1) การเคลื่อนที่ของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ไปปฏิสนธิกับไข่ของอาศัยน้ำเป็น

ปัจจัยสำคัญ (2) สัตว์บางชนิดที่หายใจทางผิวหนังจะมีผิวหนังเปียก

ตลอดเวลา

บทที่ 8 การสังเคราะห์แสง

8.1 โครงสร้างภายนอกของใบ

ก1. สังเกตใบจากตัวอย่างที่นำมาศึกษา

8.2 โครงสร้างภายในของใบ

ง1. (1) สังเกตลักษณะภายในของใบ (2) สังเกตลักษณะกลุ่มเซลล์ในใบ

ง11. มีทักษะปฏิบัติการเรื่องใบ

8.3 การสร้างอาหารของพืช

ก1. ก๊าซในครอบแก้วทดลองก่อนนำกิ่งไม้เข้าไปเป็นก๊าซอะไร ?

ก3. การสร้างอาหารของพืชสีเขียวคือการ ไบโอสเครต

ก4. (1) ก๊าซ A $\xrightarrow{\text{พืชสีเขียว}}$ ก๊าซ B

(2) ก๊าซ A $\xrightarrow{\text{พืชสีเขียว}}$ อินทรีย์สาร + ก๊าซ B
(อาหาร)

(3) ก๊าซ A + น้ำ $\xrightarrow{\text{พืชสีเขียว}}$ อินทรีย์สาร + ก๊าซ B

ข2. แปลความหมายจากสมการ การสังเคราะห์แสง

ง4. สร้างสมมติฐานว่า สิ่งที่ช่วยในการกลุ่ใหม่และสิ่งที่มีชีวิตอยู่
เป็นการชนิดเดียวกัน

ง9. สรุปผลน้ำหนักต้นหลิวที่เพิ่มขึ้น

8.4 การทดสอบการ ไบโอสเครตในใบไม้

ก6. รู้เทคนิคขบวนการทดสอบการ ไบโอสเครตในใบไม้

ง1. (1) สังเกตการเปลี่ยนแปลงของใบไม้ในสารละลายไอโอดีน

(2) สังเกตสีของน้ำขณะต้มใบไม้

ง8. ตีความหมายคุณสมบัติของแอลกอฮอล์ที่นำมาใช้ในใบไม้

ง10. สรุปผลการทดลองทดสอบการ ไบโอสเครตในใบไม้

ง11. มีทักษะการใช้เครื่องมือทดสอบการ ไบโอสเครตในใบไม้

8.5 การทดสอบการที่พืชดูดเอาไอน้ำ

ข1. นักเรียนอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้น

ง1. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารละลายในหลอดที่สำหรับหาทางกระบอก
กับหลอดที่ควบคุม

ง11. มีทักษะการใช้เครื่องมือทดสอบการที่พหุคูณเอาไว้

8.6 การทดสอบการที่เกิดจากการสังเคราะห์แสง

ก6. ระบุเทคนิคการทดสอบการที่เกิดจากการสังเคราะห์แสง

ง1. สังเกตการเปลี่ยนแปลงในหลอดทดลองที่ใส่สารเคมีว่าหลอดทดลองในน้ำเค็ม

ง8. อธิบายความหมายสิ่งที่อยู่ในหลอดทดลองว่าเป็นอะไร

ง11. มีทักษะการใช้เครื่องมือทดสอบการที่เกิดจากการสังเคราะห์แสง

8.7 ปัจจัยในการสร้างคาร์โบไฮเดรตของพืช

ก6. ระบุเทคนิคทดสอบแสงเป็นปัจจัยในการสร้างคาร์โบไฮเดรต

ข3. นำความรู้ที่ได้ศึกษามาอธิบายกราฟในภาพที่ 8 - 9

ค. นำความรู้ไปทดลองผลที่เกิดจากพืช โดยใช้แสงจากหลอดไฟฟ้ากับแสงจากดวงอาทิตย์

ง1. สังเกตการเรียงตัวของใบไม้บนต้นไม้ชนิดต่าง ๆ

ง6. วางโครงการทดลองพืชที่ใช้แสงสว่างจากไฟฟ้ากับพืชที่ใช้แสงสว่างจากดวงอาทิตย์

ง8. (1) อธิบายความหมายจากการทดลองสร้างคาร์โบไฮเดรตของพืช

(2) อธิบายความหมายการทดลองที่นำไปทดสอบผลเกี่ยวกับแสงสว่าง

ง9. (1) ให้เหตุผลว่าการสร้างคาร์โบไฮเดรตของพืชจะสร้างที่ไหนในใบ

(2) อธิบายผลการทดลองทดสอบเกี่ยวกับเรื่องแสง

ง10. สรุปผลการทดลองการสร้างคาร์โบไฮเดรตของพืช

8.8 ความสัมพันธ์ของโครงสร้างภายนอกและภายในของใบกับการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต

ข4. สรุปผลว่าลักษณะองค์ประกอบของใบมีผลเกี่ยวข้องกับการสร้างคาร์โบไฮเดรต

ค. นำความรู้ที่ได้ศึกษามาใช้ประโยชน์ในชีวิต

บทที่ 9 โภชนาการ

ก5. อาหารแบ่งเป็น 2 พวก คืออาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย และอาหารที่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย

9.1 ประเภทของสารอาหาร

ก5. อาหารแบ่งเป็น 5 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เกลือแร่ วิตามิน

9.2 อาหารประเภทที่ให้พลังงาน

ก1. (1) กลูโคสมีอัตราส่วนไฮโดรเจนกับออกซิเจน 2 : 1 (2) ไขมันอาจเป็นของแข็งหรือของเหลวในอุณหภูมิปกติ (3) เนื้อมีไขมันอาหารที่มีโปรตีนสูง เพราะมีกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่มาก พืชเป็นอาหารให้โปรตีนต่ำ เพราะมีกรดอะมิโนที่จำเป็นน้อย

ก2. (1) Cellulose (2) Chitin (3) glycogen
(4) Amino acid (5) Insulin

ก3. (1) อาหารคาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งที่ให้พลังงานแก่ร่างกายได้แก่ แป้ง น้ำตาล (2) หน้าที่หลักของโปรตีน คือสร้างโปรตีนหลายชนิดที่จำเป็นแก่ร่างกาย

ก4. (1) $C_6H_{12}O_6$ (2) $C_{57}H_{110}O_6$ (3) $C_{254}H_{377}O_{75}N_{65}S_6$

ก5. (1) ธาตุประกอบกันเป็นคาร์โบไฮเดรต มี คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน (2) ไขมันประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน (3) มีกรดอะมิโนประมาณ 20 ชนิด แต่ร่างกายจำเป็นต้องรับมี 8 ชนิด (4) โปรตีนประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน

ข3. บอกชื่ออาหารคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่น ๆ ยกเว้นที่กล่าวมาแล้ว

ค. นำวิธีการทดสอบน้ำตาลโดยใช้สารละลาย Benedict ไปทดสอบน้ำตาลได้สาร

- ง1. (1) สังเกตสีของหลอดทดลองที่หยดสารไอโอดีนลงไป
(2) สังเกตสีในหลอดทดลองที่หยดสารละลาย
(3) สังเกตกระดากที่ห่ออาหารว่าอาหารชนิดใดมีไขมันมากหรือน้อย
(4) สังเกตสีอาหารในหลอดทดลอง เมื่อหยดกรดคลินประสี
- ง7. บันทึกผลทดสอบอาหารโปรตีนลงในตาราง
- ง8. (1) บอกชนิดอาหารที่ห่อด้วยกระดาษชนิดใดมีไขมันมากหรือน้อย
(2) ที่ความหมายจากสีที่หยดกรดคลินประสีลงไปในอาหาร
- ง9. ให้เหตุผลว่าจะนำวิธีการทดลองไปทดสอบอาหารประเภทแบ่งทุกชนิดได้หรือไม่
- ง10. สรุปผลการทดลองอาหารว่าชนิดใดมีโปรตีนมากกว่ากัน
- ง11. (1) มีทักษะทดสอบน้ำตาลในอาหาร (2) มีทักษะทดสอบโปรตีนในอาหาร
- 9.3 อาหารประเภทที่ไม่ให้พลังงาน
- ก1. (1) แคลเซียมมีมากที่สุดในร่างกาย ประมาณร้อยละ 2 ของน้ำหนักร่างกาย
ความสำคัญคือให้ความแข็งแรงแก่กระดูก ฟัน เลือดแข็งตัว (2) ในการ
สร้างกระดูกและฟันมีฟอสฟอรัสกับแคลเซียมอยู่ในอัตรา 3 : 2
(3) ร่างกายมีเหล็กประมาณ 4 - 5 กรัมอยู่ในเลือดประมาณ 55 - 60
(4) เมื่อกัดเหล็กแดงในร่างกายมีอายุเพียง 120 วัน (5) อาหารที่มี
ธาตุเหล็กมากคือ ตับ รองลงมาคือเนื้อสัตว์ต่าง ๆ (6) ไอโอดีนมีใน
ร่างกายร้อยละ 0.0004 (7) วิตามินรวมประกอบด้วย วิตามิน บี 1
จนถึง บี 12
- ก2. (1) Mineral (2) metabolism (3) hemoglobin (4) anemia
(5) Thyroid (6) Thyroxin (7) Goiter (8) Scurvy
(9) beri-beri (10) night blindness (11) Thiamine
(12) Riboflavin (13) biotin (14) folic acid
(15) Ascorbic (16) Viosterol

- ก3. (1) วิตามินเป็นอาหารจำเป็นสำหรับร่างกาย คือช่วยให้สุขภาพแข็งแรง
(2) เกลือแร่เป็นสารอาหารที่ร่างกายต้องการในปริมาณไม่มาก แต่ขาดเสียไม่ได้ (3) ปริมาณเกลือแร่ที่ร่างกายต้องการนี้ มีจำนวนแตกต่างกันไป

ก5. อาหารที่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย คือ เกลือแร่ และวิตามิน

- ข1. (1) อธิบายถึงเกลือแร่ที่มีอยู่ในกระป๋อง (2) อธิบายถึงน้ำแร่ที่อ้างว่าเป็นประโยชน์แก่ร่างกายหรือไม่

ข3. บอกชื่ออาหารและอธิบายว่าอาหารชนิดนั้น ๆ ประกอบด้วยแร่ธาตุชนิดไหนมากน้อยเพียงใด

9.4 การกินอาหารในถูกตองตามหลักโภชนาการ

ก3. การกินอาหารตามหลักโภชนาการ คือกินสารอาหารให้ครบ 5 ชนิด

9.5 พลังงานจากอาหารแต่ละประเภทไม่เท่ากัน

ก1. อาหารที่ให้พลังงานมากที่สุดคือไขมัน ส่วนอาหารคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนให้พลังงานพอ ๆ กัน

ก3. อาหารทุกชนิดที่กินน้ำหนักเท่ากันอาจให้พลังงานไม่เท่ากัน

ข3. จากที่ศึกษามาแล้ว จะให้เหตุผลว่าเราควรรับประทานกล้วยหรือแอปเปิ้ล

9.6 ปริมาณแคลอรีที่คนต้องการต่อวัน

ก1. (1) ค่าเฉลี่ยของพลังงานที่พลโลกต้องการในวันหนึ่งอย่างน้อยประมาณ 2800 แคลอรี (2) อาหารประเภทไขมันและแป้งที่ร่างกายต้องการประมาณ 2400 แคลอรี (3) โดยทั่วไปผู้ชายต้องการพลังงานมากกว่าผู้หญิง

ก3. (1) ปริมาณอาหารเป็นจำนวนแคลอรีที่ร่างกายต้องการ ยังแตกต่างกันไปตามลักษณะเพศ กับอาชีพ (2) ปริมาณแคลอรีที่ร่างกายต้องการนั้น ถ้าหากในระยะเวลาพักนอนจะต้องการน้อยกว่าในระยะที่ออกกำลังกาย

ข2. (1) แปลความหมายค่าพลังงานที่คนต่างอาชีพต้องการต่อวันจากกราฟ

(2) แปลความหมายค่าพลังงานที่กินต่างวัย ต่างเพศ ต้องการต่อวันจากกราฟ

9.7 การกินอาหารให้สมดุลและถูกสัดส่วนตามความต้องการของร่างกาย

- ก1. (1) เกณฑ์เฉลี่ยในการกินอาหารสำหรับเด็กและผู้ใหญ่ และปริมาณสารอาหารที่ควรได้รับในวันหนึ่ง ๆ (2) ถั่วเหลืองมีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 34 (3) ตารางแสดงการเปรียบเทียบปริมาณ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนในอาหารหนัก 100 กรัม
- ก3. (1) ในช่วงที่ร่างกายกำลังเจริญเติบโตต้องบริโภคอาหารพวกโปรตีนให้มาก (2) การกินอาหารให้ถูกส่วนต้องกินโดยคำนึงถึงปริมาณและคุณภาพของอาหารทุกชนิด
- ข2. แปลความหมายจากกราฟแสดงปริมาณโปรตีนที่ชนชาติต่าง ๆ บริโภคในหนึ่งวัน

บทที่ 10 การย่อยอาหาร

- ก3. สัตว์บางชนิดมีอวัยวะซับซ้อนสำหรับย่อยอาหาร บางชนิดมีอวัยวะที่ไม่ซับซ้อน บางชนิดไม่มีอวัยวะย่อยอาหาร

10.1 ทางเดินอาหารและอวัยวะย่อยอาหาร

- ก1. (1) หลอดอาหารมีความยาว 25 ซม. เป็นเพียงทางผ่านของอาหาร (2) ลำไส้เล็กขคอยู่ในช่องท้องยาวประมาณ 6 เมตร กว้าง 4 ซม. (3) ลำไส้ใหญ่ยาวประมาณ 1.50 เมตร กว้างประมาณ 6 เซนติเมตร (4) ลำไส้ตั้งอยู่ระหว่างลำไส้ใหญ่และลำไส้เล็กเป็นถุงยาวประมาณ 8 ซม. (5) ลำไส้ใหญ่แบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ คือ Caecum, Colon, Pelvic and Rectum (6) ต่อมน้ำลายมี 3 คู่ คือ Parotid gland, Sublingual gland, Submandibular gland. (7) น้ำดีทำให้อาหารไขมันแตกตัวเป็นเม็ดเล็ก ๆ อยู่ในสภาพพร้อมที่จะย่อย (8) ตีของน้ำดีขึ้นอยู่กับการควบคุมของตับในน้ำดี 2 ชนิด คือ ตีแดงและสีเขียว (9) น้ำย่อยจากตับอ่อนมี 3 ชนิด คือ ไลเพส, ทริพซิน, และ อไมเลส (10) น้ำย่อยจากตับอ่อนย่อยอาหารทุกประเภท

- ก2. (1) Pharynx (2) Rectum (3) Esophagus (4) Epiglottis (5) Larynx (6) Pylorus (7) Duodenum (8) Villus (9) Appendix (10) Salivary gland (11) Amylase (12) Ptyalin (13) mucus (14) liver (15) bile (16) gall bladder (17) Pancreas (18) Pancreatic Juice (19) Lipase (20) Trypsin (21) amylase

ก3. การย่อยอาหารของร่างกายจำต้องอาศัยอวัยวะหลายชนิด เช่น ปาก กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก และลำไส้ใหญ่

ง1. สิ่งที่เกิดขึ้นขณะกลืนอาหาร กลืนเสียงเลื่อนขึ้นเบื้องบนได้หรือไม่

10.2 การย่อยและการดูดซึมอาหาร

ก1. (1) ทางเดินอาหารตอนต้นมีการย่อย มี 3 ตอน คือ ปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้ (2) อาหารประเภทโปรตีนเริ่มย่อยในกระเพาะ โดย Pepsin Rennin ย่อยโปรตีนในนม Lipase ยังไม่ย่อยไขมัน เพียงแต่เปลี่ยนไขมันให้อยู่สภาพ Colloid (3) อาหารที่ยังไม่ย่อยหรือย่อยไม่เสร็จจะย่อยที่ลำไส้เล็กโดยมีน้ำย่อยจากถุงน้ำดีเข้ารวมย่อยพวกไขมัน (4) อาหารที่ถูกย่อยเป็นโมเลกุลเล็กจะถูกดูดซึมเข้าสู่ Villus ซึ่งภายใน Villus มีน้ำเหลืองและเลือดมารับอาหารส่งหมุนเวียนให้ร่างกายต่อไป (5) อาหารอยู่ในกระเพาะประมาณ 3 - 4 ชั่วโมง ในลำไส้เล็กประมาณ 6 ชั่วโมง และอยู่ในลำไส้ใหญ่ 12 ชั่วโมง

- ก2. (1) Spincter muscle (2) Pepsin (3) Rennin (4) Lipase (5) Colloid (6) fatty acid (7) Mono-saccharide (8) Polysaccharide (9) maltose (10) Lactose (11) Casein (12) peptone (13) Poly-peptide (14) peptide (15) emulsified fats

- (16) amylase (17) maltase (18) Lactase
 (19) trypsin (20) Chymotrypsin (21) peptidase
 (20) Disaccharide

- ก3. (1) การย่อยอาหารจะเกิดบริเวณปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก
 การดูดซึมอาหารจะเกิดบริเวณผนังของลำไส้เล็ก (2) อาหารต่างชนิด
 กันจะถูกย่อยในบริเวณเดียวกัน หรือต่างบริเวณกันได้ (3) อาหาร
 แต่ละชนิดมีน้ำย่อยมาย่อยโดยเฉพาะ
- ก4. (1) เครื่องหมายบวกลบ หมายถึงความเข้มข้นของสีมาก
 (2) เครื่องหมาย A, B แสดงชนิดของสี
- ก6. (1) รูเทคนิคปฏิบัติการทดสอบแป้งและน้ำตาล
 (2) รูเทคนิคปฏิบัติการย่อยอาหาร โปรตีนควยน้ำย่อย Pepsin
- ข1. ให้นักเรียนอธิบายผลของการรับเคี้ยวอาหารและรับกลิ่น
- ข2. (1) ให้นักเรียนอธิบายว่า เมื่อโปรตีนถูกย่อยเป็นกรดอะมิโนแล้ว จึงไม่ทำ
 ปฏิกิริยากับ enzyme pepsin
- ค. (1) นำอาหารชนิดต่าง ๆ มาทดสอบกับน้ำตาลาย
 (2) อาหารที่อยู่ในปากประเภทใดบ้างที่ถูกย่อยในปาก
- ง1. สังเกตสีเมื่อเติมสารละลาย Benedict ลงในหลอดแบ่งสูง
- ง7. บันทึกผลการทดลอง หยค Benedict ลงในหลอด ก, ข, ค
- ง9. ให้เหตุผลผลการทดลอง เปรียบเทียบการย่อยอาหารประเภทโปรตีน
- ง11. มีทักษะปฏิบัติการการย่อยอาหารประเภทโปรตีน

บทที่ 11 การหายใจ

11.1 การหายใจคืออะไร ?

- ก1. ข้อมูลแสดงปริมาณก๊าซออกซิเจน, ไนโตรเจน, คาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่
 ในลมหายใจเข้าและลมหายใจออก

- ก2. (1) Respiration (2) aerobic respiration (3) Anaerobic respiration
- ก3. (1) สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ต้องรับออกซิเจนเข้าสู่ร่างกาย เพื่อใช้สร้างพลังงาน
(2) การหายใจเป็นขบวนการสลายอาหารเพื่อให้เกิดพลังงานในการดำรงชีวิต
(3) การหายใจแบบใช้ออกซิเจนจะมีการเผาผลาญอาหารอย่างสมบูรณ์ คือได้ $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{พลังงาน}$
- ก5. การหายใจมี 2 แบบ คือ แบบใช้ออกซิเจนและแบบไม่ใช้ออกซิเจน
- ก7. นำหลักการทดลองเรื่องการสังเคราะห์แสงมาใช้ในการทดลองเรื่องการหายใจ
- ข2. นำความรู้จากข้อมูลในการวางเกี่ยวกับปริมาณภายในต่าง ๆ ในลมหายใจเข้าและออก เป็นการเพิ่มความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบของลมหายใจเข้าและออก
- ง5. เลือกทดสอบสมมติฐานเรื่องความแตกต่างระหว่างอากาศในบรรยากาศและลมหายใจออก
- ง6. (1) วางโครงการทดลองเรื่องความแตกต่างระหว่างอากาศในบรรยากาศและลมหายใจออก (2) วางโครงการทดลองเรื่องลมหายใจออกกับน้ำปูนใส
- ง10. สรุปผลการทดลองเรื่องความแตกต่างระหว่างอากาศในบรรยากาศและลมหายใจออกได้เหมาะสม
- ง11. มีทักษะปฏิบัติการความแตกต่างระหว่างอากาศในบรรยากาศและลมหายใจออก

11.2 การวัดอัตราการหายใจ

- ก1. อัตราการหายใจของสัตว์ชนิดต่าง ๆ โดยคิดปริมาณออกซิเจนเป็น cm^3 ต่อ 1 กรัม น้ำหนักต่อ 1 ชั่วโมง
- ก2. (1) สัตว์เลือดเย็น (2) สัตว์เลือดอุ่น (3) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
- ก3. (1) อุณหภูมิร่างกายของสัตว์เลือดเย็นเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของ

สิ่งแวดล้อม (2) อุณหภูมิของสัตว์เลือดอุ่น และเลี้ยงลูกด้วยน้ำนม
สามารถควบคุมให้อยู่ในระดับคงที่ใด (3) อัตราการหายใจมีความ
สัมพันธ์และเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของการทำงาน

- ก6. รูเทคนิคใช้เครื่องมือปฏิบัติการ การวัดอัตราการหายใจของสัตว์
- ข2. จากตารางแสดงอัตราการหายใจของสัตว์ชนิดต่าง ๆ พบว่าสัตว์ต่างชนิดกัน
มีอัตราการหายใจแตกต่างกันไป
- ข3. (1) นักเรียนบอกถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหายใจของคน (2) อธิบายว่า
สัตว์มีกระดูกสันหลังด้วยกัน พวกไหนมีกลไกในการผลิตพลังงานที่มีประสิทธิ-
ภาพสูงที่สุด
- ง1. (1) ซึ่งสัตว์ขนาดเล็ก เช่น กบ หนู ที่ใช้หลอด
(2) สังเกตน้ำสีที่เคลื่อนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง
- ง3. ประมาณผลการวัดโดยสังเกตการเคลื่อนที่ของหยดน้ำสี
- ง8. ที่ความหมายขบวนการที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของหยดน้ำสี
- ง11. มีทักษะใช้เครื่องมือปฏิบัติการวัดอัตราการหายใจของสัตว์

11.3 แบบต่าง ๆ ของโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ

- ก1. (1) เหยือกปลาประกอบด้วยเส้นใยเล็กละเอียดและเส้นหลอด
เส้นโลหิตฝอย การแลกเปลี่ยนการเกิดขึ้นระหว่างเลือดในเส้นเลือดฝอย
ที่เหยือกกับน้ำที่ล้อมรอบอยู่ (2) ในน้ำมีออกซิเจนละลายอยู่ 0.5 %
โดยปริมาตร (3) ในบรรยากาศมีออกซิเจนอยู่ 20 % โดยปริมาตร
- ก2. (1) Trachea (2) Spiracle (3) Alveolus
- ก3. (1) เซลล์ทุกเซลล์ต้องการออกซิเจนและกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ออกนอก
ร่างกายโดยการแพร่ของการผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ (2) สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน
มีโครงสร้างสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซแตกต่างกันออกไป (3) สัตว์น้ำส่วนใหญ่
ใช้เหงือกเป็นอวัยวะหายใจ (4) สัตว์บกบางชนิดสร้างเมือกปกคลุม
ร่างกาย บางชนิดสร้างเกล็ดหุ้มร่างกาย (5) แมลงรับออกซิเจน

และกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์โดยผ่านผนังหลอดเลือดเล็ก ๆ (6) สัตว์มีกระดูกสันหลังที่อยู่บนบกมีปอดเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซกับบรรยากาศ (7) สัตว์บางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงระบบหายใจในช่วงการเจริญเติบโต (8) พืชชั้นสูงมีการแลกเปลี่ยนก๊าซเพื่อการหายใจเช่นเดียวกันกับเซลล์ของสัตว์ (9) เซลล์พืชสันดาปอาหารเวลากลางคืนจึงใช้ออกซิเจนมากและคายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

ก7. (1) น้ำไหลผ่านเหงือกอย่างรวดเร็ว จะมีผลเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนก๊าซของปลา (2) พืชและสัตว์เซลล์เดียวใช้ออกซิเจนและกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ออกนอกร่างกายผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง

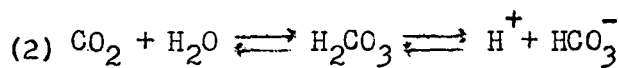
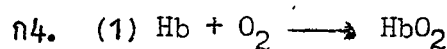
ข1. อธิบายถึงบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซมากที่สุดในพืช

11.4 การหายใจของคน

ก1. (1) หลอดลมแยกเป็น 2 กิ่ง ชาย - ขวา (2) ปอดทั้งสองข้างมี Lung ประมาณ 300 ล้านถุง มีพื้นที่แลกเปลี่ยนก๊าซรวม 90 ตารางเมตร (3) ขวอกเป็นที่อยู่ของอวัยวะสำคัญ 2 อย่าง คือ ปอดและหัวใจ (4) กระบังลมมีรูปร่างคล้ายฝ่ามือเป็นแผ่นกล้ามเนื้อแข็งแรง ทึบระหว่างขวอกกับขวทอง (5) Hemoglobin เป็นสารที่ไม่คงตัวในแหล่งมีออกซิเจนมาก จะรวมตัวกับออกซิเจนได้เต็มที่ในบริเวณที่ขาดออกซิเจน จะไม่รวมกับออกซิเจน

ก2. (1) Cilia (2) glottis (3) bronchus (4) bronchiole (5) Pneumonia (6) emphysema

ก3. การออกซิเจนแพร่เข้าสู่เม็ดเลือดแดงในเส้นเลือดฝอยในปอด รวมตัวกับ hemoglobin เป็น Oxyhemoglobin (2) การเคลื่อนที่ของกระบังลมมีผลต่อปริมาตรอากาศในปอด เช่นเดียวกับวัฏจักร (3) การฟอกโลหิตเสียให้เป็นโลหิตที่ดีจะคงในนิ่วสาร Hemoglobin (4) การเคลื่อนที่ของกระบังลมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับการหายใจ



(3) ลูกศรแสดงทิศทางการไหลของเลือดจากภาพที่ 11 - 11

ก5. การหายใจของคนมีการแลกเปลี่ยนก๊าซ 2 ระยะ คือระหว่างอากาศในถุงลมของปอด กับเลือดและระหว่างเลือดกับเซลล์ในเนื้อเยื่อต่าง ๆ

ก7. (1) อธิบายถึงการที่กระดูกโครงกระดูกสูงขึ้นจะมีผลอย่างไรต่อปริมาตรภายในช่วงอก (2) ปริมาตรที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากการสูดลมเข้าปอดแรง ๆ มีผลให้ความกดดันภายในของอวัยวะต่าง ๆ ปอดต่ำลง อากาศภายนอกจึงผ่านเข้าสู่อปอด

ข2. แปลความหมายจากภาพที่แสดงการแลกเปลี่ยนก๊าซ

ข3. ให้เหตุผลว่าถ้าอยู่ในที่ที่มีความหนาแน่น ออกซิเจนน้อยจะเกิดอะไรขึ้นกับการหายใจของคนเรา

ง1. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของลูกโป่ง เมื่อคังแน่นยางลงและเมื่อปล่อยเชือกที่ยึดแน่นยางออก

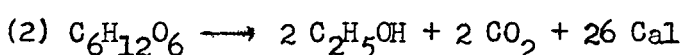
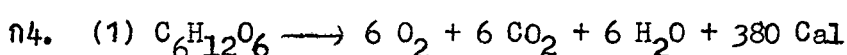
ง9. (1) เปรียบเทียบส่วนประกอบของการทดลองกลไกการหายใจกับส่วนประกอบของการหายใจ (2) เปรียบเทียบผลของการทดลองกับกลไกการสูดลมหายใจเข้าออกของคน

11.5 การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ก1. (1) ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตที่หายใจได้ทั้งสองแบบแล้วแต่สภาวะแวดล้อม
(2) แอลกอฮอล์เป็นสารที่มีจุดเดือดประมาณ 70°

ก2. (1) Facultative organism (2) fermentation

ก3. ในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน เนื้อเยื่อต่างชนิดกัน ก็มีความสามารถในการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้ไม่เท่ากัน



- ก6. รูเทคนิคปฏิบัติการทดสอบการหายใจของ yeast แบบไม่ใช้ออกซิเจน
- ข2. ให้เหตุผลว่าสมการที่สลายกลูโคสอย่างไม่สมบูรณ์ได้พลังงานน้อยกว่าสมการที่กลูโคสสลายตัวอย่างสมบูรณ์
- ง1. สังเกตการเปลี่ยนแปลงเทอร์โมมิเตอร์และน้ำปูนใส
- ง6. วางโครงการทดลองการหายใจของ yeast โดยไม่ใช้ออกซิเจนได้เหมาะสม
- ง8. ตีความหมายการเปลี่ยนแปลงของเทอร์โมมิเตอร์และน้ำปูนใส
- ง9. ทิ้งเครื่องมือไว้ 2 วัน แล้วคนปลายหลอดนำการมีกลิ่นขึ้น นักเรียนอธิบายว่ากลิ่นนี้เป็นสารอะไร
- ง11. มีทักษะปฏิบัติการเรื่องการหายใจของ yeast แบบไม่ใช้ออกซิเจน

บทที่ 12 การลำเลียงในสัตว์

- ก3 (1) ไม่เลกุลอาหารจะทองส่งไปให้เซลล์ต่าง ๆ ที่ร่างกายเพื่อไปใช้ในการเจริญเติบโต (2) การลำเลียงสารต้องอาศัยการแพร่ของสารระหว่างเซลล์ ส่วนสัตว์หลายเซลล์รวมทั้งคนต้องอาศัยระบบหมุนเวียนที่ซับซ้อน

12.1 เลือดคน

- ก1. (1) คนเรามีเลือดอยู่ประมาณร้อยละ 7 - 9 ของน้ำหนักตัว (2) เลือดคนมีน้ำเลือดประมาณร้อยละ 55 ของปริมาณเลือดทั้งหมด ที่เหลืออีก 45 % เป็นเซลล์เม็ดเลือด (3) เซลล์เม็ดเลือดแดงมีประมาณ 5 ล้านเซลล์ต่อเลือด 1 ลบ. ม.ม. แต่ผู้หญิงมีประมาณ 4.5 - 4.8 ล้านเซลล์ (4) รูปร่างลักษณะเซลล์เม็ดเลือดขาวขนาดใหญ่กว่าเม็ดเลือดแดงมีนิวเคลียสเห็นชัด เลือด 1 ลบ. ม.ม. มีเซลล์เม็ดเลือดขาวประมาณ 5000 - 10,000 เซลล์ (5) granulocyte สร้างจากโพรงกระดูกมีจำนวนมากที่สุด หน้าที่ทำลายเชื้อโรคที่เข้าสู่ร่างกาย (6) lymphocyte เป็นเม็ดเลือดขาวที่สร้างจากต่อมน้ำเหลืองและมาทำหน้าที่สร้าง antibody (7) Platelet สร้างมาจาก

โพรงกระดูกขนาดเล็กกว่าเม็ดเลือดแดงเกือบ 4 เท่า รูปร่างไม่แน่นอน เลือด 1 ลบ. ม.ม. มี Platelet 10,000 - 40,000

(8) นำเลือดประกอบควยน้ำประมาณร้อยละ 90 - 93 มีโปรตีน 2 - 3 ชนิค ประมาณร้อยละ 7 - 10 (9) เลือดสามารถนำออกซิเจน ไปไคร้อยละ 0.5 hemoglobin สามารถนำไปได้คี่กว่า 40 เท่า ร้อยละ 20 (10) คมีเลือดในร่างกายประมาณ 5 - 6 ลิตร

ก2. (1) Plasma (2) Corpuscle (3) Erythrocyte (4) bone marrow (5) granulocyte (6) lymphocyte (7) Ameboid movement (8) lymph node (9) antibody (10) Platelet (11) fibrinogen (12) Clot (13) oxyhemoglobin (14) Thromboplastin (15) Prothrombin (16) Thrombin (17) fibrin (18) heparin (19) antiprothrombin

ก3. (1) เลือดประกอบควยเซลล์เม็ดเลือดกับของเหลว คือน้ำเลือด (2) เม็ดเลือดประกอบควยเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาว (3) หน้าที่เม็ดเลือดแดงคือพอกโลหิตเสียให้เป็นโลหิตคี่เพราะในเม็ดเลือด มีสาร hemoglobin (4) หน้าที่เม็ดเลือดขาว คืทำลายสารต่าง ๆ ที่เป็นพิษต่อร่างกาย เพราะในเม็ดเลือดขาวมีสาร antibody

ก4. อักษรยของเซลล์เม็ดเลือดแดง RBC

ก5. เม็ดโลหิตขาวแบ่งเป็น 2 พวก คื แกรนูลโลไซท์ กับลิมโฟไซท์

ก6. รูเทคนิคปฏิบัติการทำ blood smear

ง1. (1) สังเกตลักษณะเลือดที่แผ่น slide (2) สังเกตรูปร่างเซลล์เม็ดเลือด

ง11. มีทักษะปฏิบัติการเรื่อง blood smear

12.2 ระบบการหมุนเวียนโลหิตของคน

ก1. (1) หัวใจคนและสัตว์เลี้ยงลูกควยน้ำมี 4 ห้อง บน 2 ห้อง ล่าง 2 ห้อง หองบนเรียก Auricle หองล่างเรียก Ventricle (2) ระบบหมุนเวียนแบบปิด เลือดจะไหลวนเวียนอยู่ในทอเลือดตลอดเวลาเป็น

ระบบมีเส้นเลือดฝอย (3) ระบบหมุนเวียนเปิดเลือดไม่ผ่านท่อโดยตลอด
แต่ผ่านช่องว่างระหว่างเนื้อ

- ก2. (1) Auricle (2) Ventricle (3) artery (4) Vein
(5) Closed Circulatory system (6) blood sinus
(7) opened circulatory system

- ก3. (1) เลือดหมุนเวียนเพราะหัวใจสูบฉีดเลือดไปยังส่วนต่าง ๆ หัวใจสูบฉีด
ไกลเพราะกลามเนื้อที่ผนังหัวใจทำงานโดยหดตัวคลายตัว (2) หัวใจ
ห้องขวาขับเลือดที่มี CO_2 อยู่สูง หัวใจห้องซ้ายขับเลือดที่มีออกซิเจน
อยู่สูง (3) สัตว์บางชนิดมีระบบหมุนเวียนเป็นแบบวงจรเปิด บางชนิด
เป็นแบบวงจรปิด

- ก6. รู้เทคนิคปฏิบัติการ เรื่องหัวใจ

- ข3. นักเรียนอธิบาย Artery เส้นโค่นำเลือดเสีย Vein เส้นโค่นำเลือดดี

- ข4. อธิบายถึงเส้นเลือดที่ถูกเข้มนัดยาเจาะโดยใช้หลักการอธิบายว่าเป็นเส้น
เลือดแดงหรือเส้นเลือดดำ

- ง1. (1) สังเกตลักษณะภายนอกของหัวใจสัตว์ที่นำมาศึกษา (2) สังเกต
เส้นเลือดที่ติดต่อกับหัวใจจากการใช้กรรไกรตัดและสังเกตของภายในหัวใจ
ทั้งหมด ดูความหนาบางของผนังกันหัวใจ (3) สังเกตการเคลื่อนที่ของ
เลือดภายในเส้นเลือด (4) สังเกตการเต้นของชีพจร

- ง3. นับอัตราการเต้นของชีพจรใน 1 นาที

- ง7. (1) เขียนแผนภาพบันทึกผลการศึกษาเส้นเลือดในหัวใจ
(2) ออกกำลัง 2 - 3 นาที นับจำนวนการเต้นชีพจร 1 นาที บันทึกผลลง
ในตาราง

- ง10. เปรียบเทียบอัตราการเต้นชีพจร 1 นาที หลังการออกกำลังกายกับของเพื่อน

บทที่ 13 ระบบขับถ่าย

13.1 การกำจัดของเสียออกนอกร่างกาย

- ก1. สัตว์มีกระดูกสันหลังส่วนมากขับถ่ายของเสียเป็น Urea ของเสียอีกชนิดหนึ่งคือกรด Uric
- ก2. (1) Metabolism (2) nitrogenous waste (3) Deamination
- ก3. ร่างกายกำจัดของเสียออกไ้หลายทาง คือทางลมหายใจ ทางผิวหนัง และทางทวารหนัก
- ก4. NH_2

13.2 อวัยวะขับถ่ายของเสียของสัตว์ต่าง ๆ

- ก2. (1) Contractile Vaccumole (2) Flame Cell (3) Nephridia (4) Malpighian tubule (5) Kidney
- ก3. สัตว์มีอวัยวะขับถ่ายต่าง ๆ กัน
- ข4. ให้เหตุผลว่าสัตว์เซลล์เดียวต้องควบคุมปริมาณน้ำภายในตัว

13.3 อวัยวะขับถ่ายของเสียในคนและสัตว์ชั้นสูง

- ก1. (1) ไตมีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่ว ยาว 4 - 5 นิ้ว กว้าง $2\frac{1}{2}$ นิ้วหนา $1\frac{1}{4}$ นิ้ว (2) Nephron ทำหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือด แต่ละข้างมีประมาณ 1 ล้านหน่วย เนื้อไตมี 1.56 เมตร (3) สารที่ถูกกรองผ่านเข้า Bowman Capsule 99 % (4) ทารางแสดงส่วนประกอบของสารที่กรองผ่านไตและของน้ำปัสสาวะ (5) ปกติคนขับน้ำปัสสาวะวันละ 1 ลิตรครึ่ง
- ก2. (1) Cortex (2) medulla (3) Pelvis (4) urethra (5) Ureter (6) Nephron (7) Bowman(s capsule (8) glomerulus (9) Collecting duct (10) urinary bladder (11) Vasopressin
- ก3. (1) ปริมาณน้ำปัสสาวะจะถ่ายออกนอกร่างกายไม่ไ้ขึ้นอยู่กับน้ำมาก

แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณของเกลือด้วย (2) การทำงานของไตครั้งแรกเป็น
ขบวนการกรองจากกลุ่มเส้นเลือดฝอย ตอนที่สองเป็นการดูดสารบางอย่าง
กลับคืนเข้าสู่เส้นเลือดออกจากไต

- ก5. ไตมาตามยาวแบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นนอกคือ Cortex ชั้นในคือ Medulla
- ข2. แปลความหมายจากตารางตอบคำถามสารอะไรที่ถูกดูดกลับคืน
- ข4. สรุปถึงของเหลวที่เหลือ 178.5 - 188.5 ลิตร ไปไหน
- ก. นำความรู้มาให้ความเห็นว่าในฤดูหนาวหรืออากาศเย็น ๆ จึงปวดปัสสาวะบ่อยๆ

13.4 โรคเกี่ยวกับไต

- ก1. ปกติในน้ำปัสสาวะมีกรด Uric และแคลเซียมฟอสเฟตซึ่งอาจตกค้างในท่อ
ปัสสาวะ เกิดเป็นโรคนิ่ว
- ก2. (1) Nephritis (2) edema (3) Uremia (4) renin
- ก3. (1) ไตมีหน้าที่หลายประการคือ ขจัดเกลือที่มากเกินไป ขจัดน้ำให้ปริมาณ
พอเหมาะ ขจัดของเสียพวกไนโตรเจน และขจัดกรดอะมิโนที่มากเกินไป
(2) โรคที่มักเกิดกับไตคือ โรคนิ่ว โรค Nephritis และโรค edema

บทที่ 14 การคายน้ำ

- ง1. สัญเกตตนไม้ในกระถางที่ใช้พลาสติกคลุมก้นกับกึ่งที่เค็ดใบทั้งให้หมด แล้วจึง
ใช้ถุงพลาสติกคลุม
- ง8. (1) ให้เหตุผลถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดความแตกต่างกันระหว่างกึ่งไม้ที่ใช้ถุง
พลาสติกคลุม กับกึ่งที่เค็ดใบทั้งหมดแล้วใช้ถุงพลาสติกคลุม

14.1 การสูญเสียน้ำของพืชในรูปของไอน้ำ

- ก2. (1) Stoma (2) Transpiration (3) epidermis
(4) guard cell
- ก3. (1) พืชมีการสูญเสียน้ำในรูปของไอน้ำไ้มากที่ปากใบ รองลงมาคือที่ลำต้น
และผิวใบ (2) การปิดเปิดของปากใบเกี่ยวข้องกับแรงดัน Osmosis

- ก6. รูเทคนิคปฏิบัติการ เรื่องปากใบ
- ง8. สังเกตจำนวนปากใบของพืชที่นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์
- ง10. เปรียบความแตกต่างระหว่างเซลล์ epidermis กับเซลล์คุม
- ง11. มีทักษะการใช้เครื่องมือปฏิบัติการ เรื่องปากใบ

14.2 การวัดอัตราการคายน้ำของพืช

- ก2. Photometer
- ก6. รูเทคนิคปฏิบัติการ เรื่องการคายน้ำของพืช
- ง1. สังเกตฟองอากาศเคลื่อนที่ในหลอดยาง
- ง3. วัดระยะทางที่ฟองอากาศเคลื่อนที่ในเวลา 30 นาที
- ง9. ให้เหตุผลสาเหตุที่ทำให้ฟองอากาศเคลื่อนที่
- ง11. มีทักษะปฏิบัติการ เรื่องการคายน้ำของพืช

14.3 ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคายน้ำ

- ก3. แสงสว่างและลมพัดเป็นปัจจัยทำให้พืชคายน้ำได้แตกต่างกัน
- ง1. (1) สังเกตการเคลื่อนที่ของฟองอากาศเมื่อนำเครื่องไปตั้งกลางแจ้งประมาณ 30 นาที (2) สังเกตการเคลื่อนที่ของฟองอากาศเมื่อนำพัดลมมาเป่าที่เครื่องมือการทดลองการคายน้ำของพืช
- ง3. (1) วัดระยะทางที่ฟองอากาศเคลื่อนที่เมื่อนำเครื่องมาตั้งไว้กลางแจ้งนาน 30 นาที (2) วัดระยะทางที่ฟองอากาศเคลื่อนที่เมื่อใช้พัดลมเป่าเครื่องมือการทดลอง
- ง10. เปรียบความแตกต่างของการใช้ปัจจัย เช่น แสงแดดและพัดลมมาเป่าเครื่องมือทดลองการคายน้ำ
- ง11. มีทักษะปฏิบัติการ เรื่องการคายน้ำของพืช เมื่อใช้ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาช่วย

14.4 การคายน้ำของพืชในสภาพของ ๆ เหลว

- ก1. พืชใบเลี้ยงคู่จะคายน้ำในรูปหยดน้ำไค้กว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

- ก2. (1) Hydrathode (2) guttation
 ก3. การสูญเสียในรูปหยดน้ำของพืชมักเกิดที่ปลายของรูใบ
 ง1. สังเกตการ เกาะของหยดน้ำที่ปลายใบไม้ตอนเช้า ๆ

บทที่ 15 การสืบพันธุ์

15.1 สิ่งมีชีวิตมาจากไหน

- ก3. สิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นเองไม่ได้ แต่มาจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน
 ก6. ระบุเทคนิคปฏิบัติการทดสอบเลี้ยงเชื้อรา
 ก7. (1) ศตวรรษที่ 19 คนส่วนใหญ่เข้าใจว่าสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นได้ 3 ประการ
 1. เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต 2. เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจากสัตว์ชนิดหนึ่ง
 3. เกิดจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (2) ผลการทดลองของ Radi และ
 นักวิทยาศาสตร์อื่นสนับสนุนสมมติฐานว่า สิ่งมีชีวิตเกิดจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน
 ข2. (1) แปลความหมายการทดลองของ Radi (2) ใ้เหตุผลการเปลี่ยนแปลง
 ของเชื้อราหลังจากเกาะหลอด ก1. ลงใน ก2. และหลอด ข1.
 ลงในหลอด ข2. ต่างจากก่อนเกาะอย่างไร?
 ง1. สังเกตการเปลี่ยนแปลงทดสอบการเลี้ยงเชื้อราในหลอดทดลอง
 ง6. ใ้เหตุผลการทดลองเลี้ยงเชื้อรามีหลอด ค1. ก2. และ ง1. ง2.
 ไว้เพื่ออะไร
 ง9. (1) ใ้เหตุผลว่า Radi ปิดปากขวดทดลองด้วยผ้าขาวบางแล้วทำไม
 ต้องใช้กรงลวดตาข่ายครอบชั้นนอกอีก (2) ใ้เหตุผลการเปลี่ยนแปลง
 ภายในหลอดเลี้ยงเชื้อรา (3) สังเกตการเปลี่ยนแปลงหลอดเลี้ยงเชื้อรา
 หลังจากเกาะหลอด ก1. ลงใน ก2. และหลอด ข1. ลงในหลอด ข2.
 ง10. (1) จากการทดลองของ Radi นักเรียนจงสรุปว่าหนอนมาจากแมลงวัน
 หรือไม่ (2) สรุปผลการทดลองของ Radi ครั้งที่ 2 เรื่องหนอนเกิด
 จากแมลงวันหรือไม่
 ง11. มีทักษะปฏิบัติการทดลองเลี้ยงเชื้อรา

15.2 ความสำคัญของการสืบพันธุ์

- ก3. (1) สิ่งมีชีวิตแตกต่างจากสิ่งไม่มีชีวิต คือ มีการสืบพันธุ์และมีการเจริญเติบโต (2) สิ่งมีชีวิตมีการสืบพันธุ์เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์เอาไว้
- ก5. การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต มี 2 แบบ คือ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

15.3 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

- ก1. (1) พืชและสัตว์ชั้นต่ำมีการสืบพันธุ์แบบแบ่งตัว เองออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน (2) ทั้งอาหารไวหลาย ๆ วันจะมีราขึ้น เพราะสปอร์ของราปลิวอยู่ในอากาศตกลงสู่อาหาร (3) ยีสต์และไฮดราสืบพันธุ์โดยแตกหน่อ
- ก2. (1) การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (2) การสืบพันธุ์แบบสร้างสปอร์ (3) การสืบพันธุ์แบบแตกหน่อ (4) การสืบพันธุ์แบบแยกตัวเอง
- ก3. (1) การสืบพันธุ์แบบแบ่งเซลล์ไมโทซิสไดนิวเคลียสจำนวนมาก และมีผนังกันนิวเคลียส จะโคเซลล์ใหม่เป็นจำนวนมาก (2) การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสนั้น โครโมโซมแบ่งไม่เท่ากัน จึงได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ไม่เท่ากัน
- ก5. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมีหลายอย่าง คือ การแบ่งตัว เองออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน, การสร้างสปอร์, การแตกหน่อ, การแยกตัวเอง
- ก6. (1) ระบุเทคนิคปฏิบัติการ เรื่องการแบ่งตัว โดยทดลองกับ Planaria (2) ระบุเทคนิคปฏิบัติการ เรื่อง yeast
- ค. นำหลักการที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การขยายพันธุ์พืช โดยการแตกหน่อ จะสามารถนำไปใช้กับพืชชนิดใด
- ง1. (1) สังเกตการเปลี่ยนแปลงบนขนมปังขึ้น ผลไม่สุกปกเปิดอกเมื่อทิ้งไว้หลาย ๆ วัน (2) สังเกต Planaria ที่ถูกตัดออกเป็น 2 ส่วน มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร?
- ง9. ให้เหตุผลวิธีการป้องกันไม่ให้ราสืบพันธุ์ได้
- ง11. (1) มีทักษะปฏิบัติการ เรื่อง yeast (2) มีทักษะปฏิบัติการทดลอง เรื่องการแยกตัวเองโดยใช้ Planaria ทดลอง

15.4 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

- ก1. พืชชั้นต่ำใช้เซลล์ร่างกายเป็นเซลล์สืบพันธุ์ และสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โคนิก
สำหรับ และรา
- ก2. (1) gamete (2) male gamete (3) female gamete
(4) fertilization
- ก3. (1) การผสมพันธุ์แบบอาศัยเพศ เกิดเมื่อเซลล์เพศผู้และเพศเมียรวมเป็น
เซลล์เดียวกันคือการปฏิสนธิ (2) สิ่งมีชีวิตระดับสูงมีอวัยวะสืบพันธุ์ทำหน้าที่สร้าง
เซลล์สืบพันธุ์และอาจมีอวัยวะเพศผู้เพศเมียอยู่ในตัวเดียวกัน หรือแยกเพศกัน

15.5 การสืบพันธุ์ของพืชดอก

- ก1. (1) โครงสร้างของพืชดอกมีกลีบเลี้ยงอยู่นอกสุด ถัดเข้าไปเป็นกลีบดอก
เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในหลอด (2) ละอองเรณูของพืชมีรูปร่าง
และขนาดแตกต่างกัน
- ก2. (1) Calyx (2) Sepal (3) Corolla (4) Petal (5) Nectary
(6) oil glands (7) Androecium (8) Stamen (9) filament
(10) anther (11) Pollen (12) gynecium (13) Pistil
(14) Stigma (15) Style (16) receptacle (17) Ovary
(18) Ovule (19) Superior ovary (20) Inferior ovary
(21) Complete flower (22) Incomplete flower
(23) Perfect flower (24) imperfect flower (25) Pistillate
flower (26) Pollination (27) Self Pollination
(28) Cross Pollination (29) Pollen tube
- ก3. เมื่อดอกละอองเกสรตัวผู้ตกไปผสมกับเกสรตัวเมียภายในรังไข่แล้ว ไข่อ่อนจะ
เจริญเป็นเมล็ด ส่วนรังไข่จะเจริญไปเป็นผล
- ก5. ส่วนประกอบของดอกไม่มี 4 ชั้น คือ กลีบเลี้ยง, กลีบดอก, เกสรตัวผู้
และเกสรตัวเมีย

- ก6. รูปร่างลักษณะรังไข่ของไม้ดอก
- ง1. (1) สังเกตชั้นต่าง ๆ ของดอกไม้ (2) สังเกตรูปร่างละอองเรณูของไม้ดอกต่างชนิดกันจากกล้องจุลทรรศน์ (3) สังเกตลักษณะผิวนอกของละอองเรณู และสังเกตสีตัว (4) สังเกตรูปร่างยอดเกสรตัวเมียและมีละอองเรณูอยู่ภายในหรือไม่
- ง11. มีทักษะปฏิบัติการสวนประกอบของดอก

15.7 การสืบพันธุ์แบบสลับ

- ก2. (1) Sporophyte (2) gametophyte (3) Plasmodium (4) gametocyte
- ก3. การสืบพันธุ์แบบสลับเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศระยะหนึ่ง และมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศสลับกันไป (2) พืชและสัตว์ชั้นต่ำบางชนิดมีการสืบพันธุ์แบบสลับ
- ข2. (1) ที่ความหมายจากแผนภาพวัฏจักรการสืบพันธุ์แบบสลับ (2) ที่ความหมายจากแผนภาพการสืบพันธุ์สลับของเฟิร์น
- ง1. สังเกตอับสปอร์ด้านหลังใบเฟิร์นควมวนขยาย ศึกษาสปอร์เฟิร์นจากกล้องจุลทรรศน์

บทที่ 16 การเจริญของสิ่งมีชีวิต

16.1 ขบวนการต่าง ๆ ในการเจริญ

- ก1. สิ่งมีชีวิตประกอบด้วยเซลล์หลายล้านเซลล์ แต่เมื่อเป็น Zygote มีเพียงเซลล์เดียว
- ก2. meristem
- ก3. การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตมีขบวนการที่เกี่ยวข้องกันคือ การเพิ่มจำนวนเซลล์ ขนาดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหน้าตาของเซลล์ ตลอดจนการสร้างอวัยวะ
- ก5. สัตว์เมื่อเติบโตเต็มที่จะหยุดการเจริญเติบโตหรือเติบโตในอัตราช้าลง ส่วนพืชบางส่วน เช่น ยอดหรือปลายรากเติบโตได้โดยไม่จำกัดอายุ

16.2 การเจริญในเนื้อเยื่อเจริญของพืช

- ก1. เซลล์ของปลายใบ ปลายรากที่บริเวณต่าง ๆ มีขนาดต่างกันตามตำแหน่งของแต่ละบริเวณ
- ก2. (1) Elongation zone (2) meristematic zone
(3) maturation zone
- ก3. พืชจะมีการเจริญเติบโตตลอดเวลาบริเวณปลายรากและปลายยอด
- ก5. เปรียบเทียบปลายรากตามยาวที่เห็นในรูปกับของจริงบนสไลด์
- ข3. อธิบายภาพจาก slide ปลายยอดพืช ดูจากกล้องจุลทรรศน์บริเวณใดที่ถือเป็นการเจริญเติบโตขั้นแรกแล้วอยู่ในขั้นตอนการใดใน 4 อย่างนั้น
- ข4. สรุปถึงสาเหตุการศึกษาการเจริญในพืชที่มองไข่น้ำเนื้อเยื่อจากปลายราก แทนที่จะไข่น้ำเนื้อเยื่อจากปลายยอดหรือรอบลำต้น
- ง1 (1) สังเกตการแบ่งเซลล์ปลายรากห้อมจากการศึกษาดูด้วยกล้องจุลทรรศน์
(2) สังเกตเซลล์ปลายยอดพืชตามยาว
- ง8. (1) สรุปลักษณะ เซลล์รากห้อมจากสไลด์ของจริงว่าการกระจายของเซลล์ต่างจากในรูปภาพอย่างไร ? (2) ศึกษาลักษณะนิวเคลียสเซลล์รากห้อมในทั้ง 3 zone ลักษณะแตกต่างกันหรือเหมือนกัน
- ง9. ให้เหตุผลการศึกษาบริเวณทั้ง 3 zone zone ใดแสดงการเจริญเติบโตใดใน 4 ขั้นตอนที่ผ่านมาแล้ว
- ง11. (1) มีทักษะปฏิบัติการย้อมสีปลายรากห้อม
(2) มีทักษะปฏิบัติการศึกษาปลายยอดพืชตามยาว

16.3 การเจริญในระยะเอ็มบริโอของสัตว์

- ก1 (1) ไข่ไก่มีขนาดเล็ก รอบนอกครึ่งบนมีสีเทา ครึ่งล่างมีสีขาว ต่อมามีหลายเซลล์ ข้างในกลวง (2) สักส่วนร่างกายของไก่ที่แรกหลังคลอด สมองเจริญเติบโตเร็วกว่าส่วนอื่น หลัง 5 ขวบไปแล้วสมองเจริญช้าลง (3) ตัวอ่อนของปลากระเบน ฉลาม ภายในไข่มีอาหารอยู่พร้อมแล้ว

การฟักไข่และเจริญเติบโตของตัวอ่อนเกิดในมดลูกแม่จนตัวอ่อนช่วยตัวเองได้ จึงคลอดออกมาจากแม่

- ก2. (1) animal hemisphere (2) Vegetal hemisphere
(3) blastula (4) cleavage (5) larva (6) Adult
(7) metamorphosis (8) Placenta (9) เอ็มบริโอ
(10) mammary gland (11) Pouch (12) umbilical
cord (13) amnion

- ก3. (1) การเจริญของไข่กับแบ่งเซลล์ครั้งแรกตามแนวตั้งได้จำนวนเซลล์มากมาย ต่อมากลุ่มเซลล์เหล่านี้เปลี่ยนรูปร่างให้เหมาะสมกับหน้าที่ระยะนี้ตัวอ่อนจะครบถ้วนกลายเป็นตัวอ่อน (2) การป้องกันภัยของตัวอ่อนในสัตว์ชนิดต่าง ๆ บางชนิดในไข่มีอาหารอยู่พร้อมในตัวอ่อนเติบโตถึงขั้นจึงจะหากินเองได้ บางชนิดต้องอาศัยอาหารจากแม่ระยะหนึ่งจึงแยกไปหากินเองได้ตามลำพัง (3) ตัวอ่อนของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนใหญ่อะไรจะเจริญภายในมดลูกแม่ อาศัยอาหาร gas และกำจัดของเสียออกทางรก (4) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิดออกลูกเป็นไข่แล้วฟักเป็นตัวภายหลัง

- ก5. การเจริญในสัตว์แบ่งเป็น 3 ชนิด 1. ไข่ได้รับการผสมพันธุ์และเจริญภายนอกตัวแม่ 2. บางชนิดได้รับการผสมพันธุ์ภายใน แต่เจริญเติบโตภายในไข่นอกตัวแม่ 3. ชนิดที่มีการผสมพันธุ์และเจริญเติบโตภายในตัวแม่
- ข1. อธิบายถึงผลข้อดีและข้อเสียของตัวอ่อนที่อาศัยอาหารภายในไข่กับตัวอ่อนที่อาศัยอาหารจากแม่โดยผ่านทางรก

16.4 การเจริญในระยะเอ็มบริโอของพืช

- ก1. เอ็มบริโอของพืชเจริญภายในเครื่องมือหลายชั้น ซึ่งประกอบเป็นเมล็ด และมีอาหารอยู่ด้วย

- ก2. (1) egg nucleus (2) endosperm (3) Seedling
 (4) Seed germination (5) Simple fruit (6) multiple fruit
 (7) aggregate fruit (8) epicarp (9) mesocarp
 (10) endocarp (11) Testa (12) Cotyledon
- ก3. (1) ในเมล็ดไซโกตของพืชจะเจริญโดยเริ่มด้วยการเพิ่มจำนวนเซลล์
 การเพิ่มขนาดเซลล์ (2) การเจริญของเมล็ดเกิดจากการผสม 2 ครั้ง
 ครั้งแรกนิวเคลียสไซ 1 อัน ผสมกับนิวเคลียสละอองเรณูเจริญเป็นเอมบริโอ
 ครั้งที่ 2 นิวเคลียสละอองเรณูอีก 1 อัน ผสมกับภายในไซอีก 2 อัน
 เจริญเป็น endosperm (3) การเกิดผลเดี่ยว, ผลกลุ่ม, ผลรวมนั้น
 เนื่องจากลักษณะที่แตกต่างกันของรังไข่
- ค. นำความรู้ไปใช้ศึกษาลักษณะผลไม้ชนิดต่าง ๆ และวิธีป้องกันภัยให้เอมบริโอ
 ของไม้ผลต่าง ๆ ที่ศึกษา

16.5 การเจริญหลังจากระยะเอมบริโอ

- ก2. (1) Complete metamorphosis
 (2) Incomplete metamorphosis
- ก5. การเจริญเติบโตหลังขั้นเอมบริโอมีดังนี้ ก. เปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ
 ข. เปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหัน
- ข1. (1) อธิบายลักษณะวิธีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ
 (2) อธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหัน
- ง9. ให้เหตุผลว่าการเปลี่ยนแปลงขั้นสุดท้ายของแมลงและกบ ทำให้สิ่งมีชีวิต
 เหล่านี้สามารถในการปรับตัวที่สุด
- ง10. ลงความเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงแต่ละขั้นของแมลงและกบว่าเหมาะสม
 ในการดำรงชีวิตในขั้นนั้น ๆ อย่างไร

บทที่ 17 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

17.1 ลักษณะของสิ่งมีชีวิต

ก1. สิ่งมีชีวิตมีหลายชนิด

ก3. สิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ย่อมมีลักษณะเฉพาะที่ช่วยให้เห็นความแตกต่างระหว่างหมู่

17.2 ลักษณะของสิ่งมีชีวิตถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นต่อ ๆ ไปได้หรือไม่

ก1. ลักษณะบางประการ เหมือนพ่อแม่

ก3. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นอื่น เรียกว่าลักษณะทางพันธุกรรม

ก4. เครื่องหมายแสดงลักษณะทางพันธุกรรมของคน

✓ = มีลักษณะเหมือนกัน

✗ = มีลักษณะไม่เหมือนกัน

- = ไม่มีบุคคลนั้นหรือได้หายไปก่อนจะสังเกตลักษณะนั้น

ข1. อธิบายว่ามีหลักสังเกตคนในรูปภาพใดอย่างไรจึงทราบว่าคนเหล่านั้นเชื้อชาติไหน

ข4. ใช้หลักการอธิบายลักษณะคล้ายคลึงกันระหว่างพี่น้องแสดงว่าลักษณะนั้นได้ถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่น้องอย่างไร ?

17.3 ความแตกต่างของลักษณะ

ก1. ลักษณะบางลักษณะมีความแตกต่างอย่างชัดเจน บางลักษณะก็คล้ายคลึงกันมาก

ก2. (1) ความผันแปรต่อเนื่อง (2) ความผันแปรไม่ต่อเนื่อง

ก3. ลักษณะของสิ่งมีชีวิต มีทั้งที่เป็นลักษณะที่ผันแปรต่อเนื่องและผันแปรไม่ต่อเนื่อง

ข1. อธิบายว่าถ้าความสูงมีความผันแปรไม่ต่อเนื่อง จะเขียนกราฟใดลักษณะเหมือนลักษณะแรกได้หรือไม่

ข2. แปลความหมายจากกราฟมาอธิบายลักษณะเส้นโค้งของกราฟ

ง1. สังเกตการวัดความสูงของนักเรียนในชั้นเรียน

- ง7. (1) บันทึกความสูงของนักเรียนที่วัดได้ลงในตาราง (2) เขียนกราฟแสดงความสูงของนักเรียน (3) บันทึกลักษณะลิ้นของนักเรียนลงในตารางที่หาไว้
- ง8. ที่ความหมายของวัดความสูงของนักเรียนที่แจกแจงอยู่ในรูปภาพ
- ง10. สรุปข้อมูลเกี่ยวกับลิ้นของนักเรียนที่ศึกษาว่าส่วนใหญ่มีลักษณะเช่นไร ?

17.4 ลักษณะของการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

- ก1. ผสมดอกโหระพาดอกสีม่วงกับดอกสีขาวได้ดอกสีม่วง แต่เมื่อเอาลูกที่มีดอกสีม่วงผสมกับดอกสีม่วง จะได้ลูกสีม่วงและสีขาว
- ก2. (1) first filial (2) Second filial
- ก3. ลักษณะของลูกจะเหมือนพ่อหรือแม่อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือมีลักษณะเหมือนปู่ย่าตายาย
- ก4. (1) แผนผังแสดงการผสมพันธุ์ของต้นโหระพาพันธุ์พ่อแม่และรุ่นลูก
(2) แผนผังแสดงการผสมพันธุ์ของต้นโหระพาพันธุ์ลูกและรุ่นหลาน
(3) $F_1 =$ รุ่นลูก $F_2 =$ รุ่นหลาน

17.5 ลักษณะเด่นและลักษณะด้อย

- ก1. ผสมถั่วพันธุ์สูงแท้กับถั่วพันธุ์เตี้ยแท้ ได้ถั่วพันธุ์สูง แต่เมื่อเอารุ่นลูกที่ตนสูงผสมกันเอง จะได้รุ่นหลานตนสูงและตนเตี้ย
- ก2. (1) Dominant (2) recessive
- ก3. gene ที่มีคุณสมบัติเป็นลักษณะเด่นจะแสดงลักษณะเด่นออกมา เมื่อ gene นั้นเป็นลักษณะเด่นทั้งคู่หรือ gene นั้นอยู่ร่วมกับลักษณะด้อย
- ก7. ต้นถั่วลักษณะเตี้ยใน F_1 ไม่แสดงออกมาได้ เพราะถูกลักษณะเด่นข่มเอาไว้
- ข1. (1) อธิบายลักษณะคุณสมบัติต่าง ๆ ของต้นถั่วที่มีความสำคัญต่อการศึกษพันธุศาสตร์ (2) อธิบายความหมายของลักษณะเด่นและลักษณะด้อย

17.6 จีโนไทป์, ฟีนไทป์

- ก1. เมล็ดเกิดจากการผสมระหว่างละอองเกสรกับไข่ในเกสรตัวเมีย

- ก2. (1) genotype (2) phenotype (3) gene (4) element
(5) allele (6) homozygous (7) heterozygous
- ก3. (1) ลักษณะของสิ่งมีชีวิตถูกควบคุมด้วยยีนส์ (2) การแสดงของ gene
ใด ๆ ย่อมมีความสัมพันธ์อื่น ๆ ที่แสดงลักษณะอย่างเดียวกัน
(3) gamete เป็นตัวนำพันธุกรรมถ่ายทอดจากชั่วหนึ่งไปยังอีกชั่วหนึ่ง
- ก4. อักษรตัวใหญ่แทนยีนส์ ลักษณะเด่น อักษรตัวเล็กแทนยีนส์ลักษณะด้อย
- ก7. ยีนส์ของละออง เกสรหรือไข่ต่างก็มีเพียงหน่วยเดียวต่อหนึ่งลักษณะ
- ข4. มีเหตุผลอะไรที่ทำให้เมนเดลคิดว่า ต้นสูง F1 มียีนส์แสดงตนเพียงอย่างเดียว

17.7 สัดส่วนของรุ่นที่ 2

- ก1. ผลการผสมของ F1 ที่กระทำโดยเมนเดลไครน์ F2 ที่มีลักษณะเด่น
และด้อยประมาณ 3 : 1
- ก4. (1) อักษรสัญลักษณ์ แสดงลักษณะของต้นถั่วลักษณะสูงและเตี้ย เส้นที่
ลากโยงแสดง gene ที่ผสมกัน (2) ตารางแสดงการผสมพันธุ์ของ
ต้นถั่ว
- ก7. ผลการผสมของรุ่น F1 จะได้ลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อยเท่ากับ 3 : 1
- ข2. สังเกตข้อมูลในตารางการทดลองของเมนเดล นำทฤษฎีของเมนเดลมา
ตอบคำถาม จำนวน Phenotype และ Genotype

17.8 การถ่ายทอดพันธุกรรมสองลักษณะ

- ก2. (1) Monohybrid cross (2) Dihybrid Cross
- ก3. การพิจารณาลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมมีทั้งพิจารณาเพียงลักษณะเดียว
และการพิจารณาทั้ง 2 ลักษณะไปพร้อม ๆ กัน
- ก4. (1) ตัวอักษรแทนสัญลักษณ์ของลักษณะขนหนู ขนสั้นและขนยาว
(2) ตารางแผนภาพแสดงวิธีการใช้การผสมพันธุ์ของหนูตะเภา
- ข1. (1) อธิบายความหมายของ Dihybrid cross ratio
(2) อธิบายถึงการที่ทดลองใช้ลูกปักตางสีกันจำนวนเท่ากันมาทดลอง

- ข2. (1) จากการารแสดงการผสมพันธุ์ของหนูตะเภา ให้อธิบายว่ามี Phenotype กี่ชนิด เป็นสัดส่วนเท่าใด (2) บอกจำนวนสัดส่วนและจำนวนเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ที่มีลักษณะพันธุกรรม 2 ลักษณะ
- ง7. บันทึกสีของลูกปลัดขิงในการวาง
- ง8. บอกจำนวนแตกต่างกันของลูกปลัดขิง เป็นสัดส่วนเท่าไร ?

17.9 สรุปผลการทดลองของเมนเดล

- ก7. (1) ยีนส์ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม (2) ยีนส์ควบคุมลักษณะหนึ่งยีนมีอยู่เป็นคู่ ยีนส์คู่หนึ่งอาจเหมือนกันหรือต่างกัน (3) ถ้ายีนส์คู่หนึ่งแตกต่างกัน ยีนส์เดียว เทานั้นที่แสดงออกมา ส่วนอีกยีนส์หนึ่งยังคงแฝงอยู่ (4) กฎแห่งการแยก (5) กฎแห่งโอกาส (6) กฎแห่งการรวมกลุ่ม

17.10 สิ่งแวดล้อมและพันธุกรรมเกี่ยวข้องกันอย่างไร ?

- ก1. (1) สิ่งมีชีวิตมีลักษณะและความสามารถแตกต่างกัน (2) สิ่งมีชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน
- ก3. ความแตกต่างของลักษณะและความสามารถของสิ่งมีชีวิตเกี่ยวข้องกับพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม
- ข1. (1) อธิบายถึงสิ่งแวดล้อมและลักษณะพันธุกรรมของโหระพา (2) อธิบายถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อร่างกายของคนเรา (3) อธิบายถึงความสามารถต่าง ๆ ความฉลาด คือ เลว มีอะไรเป็นสิ่งแวดล้อม
- ง1. (1) สังเกตต้นกล้าโหระพาที่เพาะไว้ในกะบะ (2) สังเกตต้นกล้าโหระพาที่อยู่ในหมักและที่แสงสว่าง
- ง7. (1) นับจำนวนต้นกล้าโหระพาแต่ละลักษณะลงในตารางบันทึกผล (2) นับจำนวนต้นกล้าโหระพาแต่ละลักษณะในกะบะที่อยู่ในหมักและกะบะที่อยู่ในที่สว่างลงในตารางบันทึกผล.