

### บรรณานุกรม

- กอ สวัสดิ์พานิช. "ข้อคิดบางประการ เกี่ยวกับการฝึกหัดครู," เอกสารสัมมนาผู้อำนวยการ, อาจารย์ใหญ่ และ ผู้ช่วยฝ่ายวิชาการ. กรมการฝึกหัดครู, 2513.
- กลุ่ม วิชโรบล. ชีววิทยาประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย. พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2516.
- เจริญ บุญชูวงศ์, ส่องสี ชูติวงศ์, และเมธูมาศ พริ้งทองฟู. คู่มือทดลองชีววิทยา. หน่วยศึกษานิเทศกรมการฝึกหัดครู, 2505.
- ชวาล แพทย์กุล. เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 4. พระนคร: วัฒนาพานิช, 2508.
- ธีระชัย ปุณโชนิติ. "การสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอนอย่างมีระบบ," วารสารครูศาสตร์. (สิงหาคม-พฤศจิกายน 2515), 38-64.
- บัวบูชา ช่อตรง. "การวิเคราะห์พฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้คำพูดในการเรียนการสอน," วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชาบริหารการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2512. (อัครสำเน).
- ประณีต โภมารกุล ณ นคร. "การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น," วารสารสามัญศึกษา. 12 (2) (กุมภาพันธ์ 2518), 15.
- ผสม เพชรจำรัส. "การใช้ Interaction Analysis System," วิเคราะห์การสอนของนักเรียนฝึกสอนโดยการสังเกตด้วยระบบ The Reciprocal Category System," (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2516) (อัครสำเน).  
หน้า 107.
- พเยาว์ ผลพฤษ. "กริยาร่วมทางวาจากับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์  
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย," วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชาวิจัยการศึกษา  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. (อัครสำเน).

วิรุฬห์ สุวรรณกิจ. ชีววิทยามัธยมศึกษาก่อนปลาย. พิมพ์ครั้งที่ 5. พระนคร: อักษรเจริญทัศน์,  
2510.

\_\_\_\_\_ . ปฏิบัติการชีววิทยามัธยมศึกษาก่อนปลาย. พระนคร: อักษรเจริญทัศน์,  
2510.

สัญญา ทิพเสนา. "การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้น  
ของชบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับ  
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา," วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ, 2517. (พิมพ์ดีด).

สุวัฑฒ์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. พระนคร: วัฒนาพานิช, 2516.

สมบุญ สุริยะวงศ์. "กริยาวรรวมทางวาทาในห้องเรียนกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ในชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 7" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย, 2517. (อักษำเนา).

อารี สันทรวี. "กรมการฝึกหัดครู อดีต ปัจจุบัน อนาคต," ศูนย์ศึกษา. 16 (3) มกราคม-  
มีนาคม 2516.

อุทัย ชีวชนะรักษ์. "การ เปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะ  
ขั้นสูงของชบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป  
ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา," วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ, 2517. (พิมพ์ดีด).

American Association for the Advancement of Science. Science A  
Process Approach. AAAS/Xerox Corporation, 1970.

American Institute of Biological Science. High School Biology the  
Teacher's Handbook. Colorado : Johnson Publishing Company, 1961.  
Part 1-3.

Amidon, Edmund J., "Teacher-Pupil Interaction Patterns in the Elementary  
School," Paper Read at School Men's Week. Philadelphia : University  
of Pennsylvania, 1962.

\_\_\_\_\_, and Flanders, Ned A. "The Role of the Teacher in the Classroom,"  
A Manual for Understanding and Improving Teacher Classroom  
Behavior, 1967, 92.

\_\_\_\_\_, and Hough, John B. Interaction Analysis : Theory, Research and  
Application. Reading : Addison - Wesley Publishing Company, 1967.

Anderson, Durwood Lynn. "An Application of Flanders' Interaction  
Analysis System and Fluency in Asking Questions to Increase  
Student Achievement in a Data Processing Program," Dissertation  
Abstracts. 35 (4), (October, 1974), 2113-A.

Bethel, John Lowell. "Science Inquiry and the Development of Classification  
and Oral Communication Skills in Innercity Children," Dissertation  
Abstracts. 35 (11), (May 1975), 7178-A.

Brogan, Joseph John Jr. "Verbal Behavior, Classroom Interaction and  
Pupil Science Interest Achievement : An Investigation of  
Teacher Effectiveness in High School Biology and Chemistry  
Teaching Using the Flanders Method of Interaction Analysis and  
a Pupils Science Inventory Within Experimentally Adjusted

- Contrasting Classroom Climates," Dissertation Abstracts.  
32 (5), November, 1971), 2502-A.
- Budd, Nathan (ed.). Assessment of Teacher Competencies. Kansas  
State : Teacher College of Emporia, 1964, 104.
- Butrow, John W., "The Process Learning Components of Introductory  
Physical Science : A Pilot Study," Research in Education.  
6(10) October, 1971.
- Clark, Leonard H. Strategies and Tactics in Secondary School  
Teaching. London : The Macmillan Company, 1970.
- Chung - Teh Fan. Item Analysis Table. Princeton : Education  
Testing Service.
- Cunningham, J.D. "Interaction Analysis : A Useful Technique for  
Research and Science Supervision," Science Education.  
February, 1967), 27-32.
- Edwards, Allen L. Statistical Methods for the Behavioral Sciences.  
New York : Holt - Rinehart & Winston, 1961.
- Falk, Doris F. Biology Teaching Methods. New York : John Wiley &  
Sons Inc., 1971.
- Flanders, Ned A. Interaction Analysis in the Classroom : Annual  
for Observers. Minnesota : College of Education, 1960.

Flanders, Ned A. Analyzing Teaching Behavior. Addison - Wesley Publishing Company, 1969.

\_\_\_\_\_, "Intent Action, and Feedback : A Preparation for Teaching," The Journal of Teacher Education. XIV (September, 1963), 251-260.

Fuffe, Darrel Wayne. "The Development of Test Items for the Integrated Science Process : Formating Hypothesis and Devining Operationally," Research in Education, 8 (4), April, 1973.

Gage, N.L. Handbook of Research on Teaching. Chicago : Rand McNally & Company., 1967, 247.

Grady, Patrick Michael. "Influences on Change in Verbal Behavior of Student Teachers," Dissertation Abstracts. 35 (7) (January 1975), 4300-A.

Halley, Gregoria Nardi. "Co-operating Teachers' Effect on Student Teachers' Verbal Behavior : A Flanders System Approach," Dissertation Abstracts. 35 (8) 1975, 5190-A.

Henry, Cole. "An Interpretation of the Science - A Process Approach Objectives in Terms of Existing Psychological and Experimentation," Research in Education. 6(8) August, 1971.

Kaur, Rajinder. "Evaluation of the Science Process Skills of observation and Classification," Dissertation Abstracts. 34 (1) July, 1973, 186 - A.

Lindquist, E.F. Design and Analysis of Experiments in Psychology and Education. Boston : Houghton Mifflin Company, 1956.

Okey, James R., and Fiel Ronald R. Science Process Skills Program, Laboratory for Educational Development. Bloomington : Indiana University, 1971.

Phillips, E.A. Basic Ideas in Biology. New York : the Macmillan Company, 1971.

Renner, John W., and Stafford Dong G. Teaching Science in the Secondary School. New York : Harper and Row Publishers, 1972.

Riley, J.P. "The Effect of Science Process Training on Pre-Service Elementary Teachers' Process Skills Abilities, Understanding of Science, Attitudes toward Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts. 35 (8) (February, 1975), 5152-A.

Schantz, Betty. An Experimental Study Comparing the Effects of Recall by Children Direct and Indirect Teaching Methods as a Tool of Measurement. Pennsylvania State University, 1963.

Scottish Certificate of Education Examination Board. Biology, Syllabus and Specimen Questions Paper. Edinburgh: McCorquodale & Co., Ltd., 1968.

Shier, W. S. La, Jr. "The Use of Interaction Analysis in BSCS Laboratory Block Classroom," Paper Read at the National Science Teachers Association Meetings. New York : McGraw-Hill Book Company, 1943.

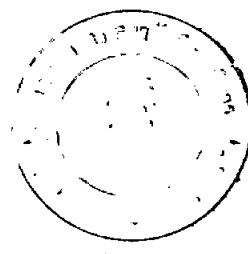


- Uricheck, Michael J., "The Effect of Verbal Interaction on the Achievement of Specific Skills in the Introductory Chemistry Laboratory," Dissertation Abstracts. 32 (3):(September 1971), 1362-A.
- Villee, C.A. Biology. 4<sup>th</sup> ed., Philadelphia : W.B.Saunders Company, 1962.
- Weber, M.C." The Influence of the Science Curriculum Improvement Study on the Learner's Operational Utilization of Science Processes," Dissertation Abstracts. 32 (7):(January 1972), 3582 - A.
- Widdean, M.F., "A Productive Education of Science A Process Approach," Dissertation Abstracts. 32(7): (January 1972), 3583-A.
- Winer, B.J., Statistical Principles in Experimental Design. New York: McGraw-Hill Book Company, 1962.
- Wolfson, M.L. "A Consideration of Direct and Indirect Teaching with Respect to Achievement and Retention of Learning in Science Classroom," Dissertation Abstracts. 31(11):(May 1971), 6435-A.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ภาคผนวก ก.

ตารางการวิเคราะห์ประเภทของกิจกรรมทางวาจาระหว่างครูและนักเรียน

ครูพูด (Teacher Talk)	อิทธิพลทางอ้อม (Indirect Influence)	<p>1. <u>การยอมรับความรู้สึกของนักเรียน</u>: การยอมรับความรู้สึกของนักเรียนและแสดงออกค่านูวาจาในลักษณะที่เห็นอกเห็นใจ ไม่ชมชวูวาจาจะเป็นความรู้สึกในคานที่ เป็นที่พอใจของครูหรือไม่ก็ตาม</p> <p>2. <u>การชมเชยหรือสนับสนุนให้กำลังใจ</u>: การชมเชยหรือสนับสนุนการกระทำหรือพฤติกรรมทางวาจาของนักเรียน การกลาววูวา "ดีมาก" หรือ "พูดตอไปซี" หรือการพูดตลก ขูขูขัน แต่ไม่ใช่การล้อเลียนถากถางนักเรียนคนใดคนหนึ่ง ก็นับวูวาอยู่ในพฤติกรรมประเภทนี้ด้วย</p> <p>3. <u>การยอมรับหรือนำความคิดเห็นของนักเรียนมาใช้</u>: การยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน การนำความคิดเห็นหรือขอเสนอแนะของนักเรียนมาใช้ในการสอน การนำความคิดเห็นของนักเรียนมาพูดชวูให้นักเรียนทั้งห้องได้ทราบ และการอธิบายหรือปรุงแต่งขอความที่นักเรียนพูดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น แต่เมื่อใดก็ตามที่ครูสอดแทรกความคิดเห็นของตนเองลงไชด้วย จะต้องบันทึกไว้ในพฤติกรรมประเภทที่ 5</p> <p>4. <u>การถาม</u>: การถามคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาหรือวิธีการต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์ให้นักเรียนตอบ</p>
	อิทธิพลทางตรง (Direct Influence)	<p>5. <u>การบรรยาย</u>: การบรรยายข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาหรือวิธีการต่าง ๆ การแสดงความคิดเห็นของครู</p> <p>6. <u>การให้แนวทาง</u>: การออกคำสั่ง การแนะแนวทางโดยมีความมุ่งหมายให้นักเรียนปฏิบัติตาม</p> <p>7. <u>การวิจารณ์หรือการใช้อำนาจของครู</u>: พฤติกรรมที่แสดงวูวครเป็นใหญ่ในการเรียนการสอน การคว่านักเรียน การวิจารณ์คำพูด หรือการกระทำของนักเรียน การไล่นักเรียนออกนอกห้อง คำกลาวประสงคให้นักเรียนเปลี่ยนพฤติกรรมในแนวทางที่ครูประสงค</p>
นักเรียนพูด (Student Talk)		<p>8. <u>นักเรียนพูด-ตอบคำถามของครู</u>: นักเรียนพูดโดยที่ครูเป็นฝ่ายริเริ่มก่อน ซึ่งจะทำให้นักเรียนตองพูด</p> <p>9. <u>นักเรียนพูด-ริเริ่ม</u>: นักเรียนเป็นฝ่ายริเริ่มในการพูดเอง เช่นการแสดงความคิดเห็น การตั้งคำถามถามครู</p> <p>10. <u>การเงยบหรือการวูววยสับสน</u>: การหยุดเวาระยะการพูด ชวูเวลาแห่งการเงยบหรือความวูววยสับสน ซึ่งไมอาจจำแนกพฤติกรรมในขณะนั้น เขาอยู่ในประเภทใดได้.</p>

## ภาคผนวก ข.

## หลักเกณฑ์ในการจำแนกพฤติกรรม

กฎที่ 1 : เมื่อไม่แน่ใจว่า พฤติกรรมที่สังเกตในขณะนั้น ควรจะอยู่ในประเภทใด ให้เลือกพฤติกรรมที่มีตัวเลขรหัสใกล้เคียงที่สุดจากพฤติกรรมประเภทที่ 5

กฎที่ 2 : ถ้าพฤติกรรมในเบื้องต้นของครูนั้นเป็นประเภทอิทธิพลทางตรงหรือทางอ้อมโดยสม่ำเสมอ อย่าเพิ่งเปลี่ยนไปบันทึกพฤติกรรมที่เป็นประเภทตรงข้าม จนกว่าจะมีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนเกิดขึ้น

กฎที่ 3 : ผู้สังเกตจะต้องไม่ใช่อคติของตน หรือคำนึงถึงความตั้งใจ หรือวัตถุประสงค์ของครูผู้สอน มาใช้ในการบันทึกพฤติกรรม แต่ผู้สังเกตควรจะต้องคำถามถามตนเองว่า พฤติกรรมนี้มีความหมายต่อนักเรียนอย่างไร ในแง่ของการจำกัดหรือให้เสรีภาพแก่นักเรียน

กฎที่ 4 : ถ้ามีพฤติกรรมทางวาจาเกิดขึ้นมากกว่าหนึ่งประเภทในช่วงเวลา 3 วินาที ให้บันทึกพฤติกรรมลงไปทุกประเภท แต่ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางวาจาเกิดขึ้นในเวลา 3 วินาที ให้บันทึกพฤติกรรมประเภทนั้นซ้ำลงไปอีก

กฎที่ 5 : พฤติกรรมทางวาจาประเภทที่ 6 คือการให้แนวทางแก่นักเรียน หมายถึง คำพูดของครูที่ทำให้เกิด หรือน่าจะทำให้เกิดพฤติกรรมที่สามารถสังเกตเห็นได้ในนักเรียน

กฎที่ 6 : เมื่อครูเรียกชื่อนักเรียน โดยทั่วไปผู้สังเกตจะบันทึกหมายเลข 4

กฎที่ 7 : ถ้ามีช่วงของความเงียบเกิดขึ้น (อย่างน้อย 3 วินาที) ให้บันทึกพฤติกรรมประเภท 10 ลงไปทุก ๆ 3 วินาที ของความเงียบ การหัวเราะ การทำงานบนกระดาน ฯลฯ

กฎที่ 8 : เมื่อครูพูดทวนคำตอบของนักเรียนและคำตอบนั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องให้บันทึกหมายเลข 2

กฎที่ 9 : เมื่อครูพูดทวนความคิดเห็นของนักเรียน และแสดงการสื่อความหมาย เพียงว่าความคิดเห็นนั้นจะได้รับการพิจารณาหรือยอมรับในการอภิปรายกันต่อไป ใ้บันทึก หมายเลข 3

กฎที่ 10 : ถ้านักเรียนคนหนึ่งพูดต่อนักเรียนอีกคนหนึ่ง โดยไม่มีการชักจูงหว่าด้วยการพูดจากครูเลย ใ้บันทึกหมายเลข 10 ลงไประหว่างหมายเลข 9 หรือ 8 เพื่อแสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนตัวนักเรียนผู้พูด

กฎที่ 11 : คำพูดเช่น "อืม" "จะ" "ถูกต้อง" "ใช่ได้" "ดีมาก" ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างเลข 9 ส่องตัว ใ้บันทึกหมายเลข 2 ลงไป

กฎที่ 12 : คำพูดตกลงหรือชวนชั้นของครู เป็นพฤติกรรมประเภทที่ 2 แต่ถาเป็นการตกลงเพื่อล่อเลียน ถากถาง หรือทำให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งต้องอับอายขายหน้า จะต้องจัดอยู่ในพฤติกรรมประเภทที่ 7

กฎที่ 13 : คำถามประเภทที่ครูถามเองตอบเอง ไม่ใช่คำถามที่แท้จริง เป็นแต่เพียงเทคนิคอย่างหนึ่งในการอธิบายของครูเท่านั้น ดังนั้นจึงควรจัดอยู่ในพฤติกรรมประเภทที่ 5

กฎที่ 14 : คำถามประเภทแนวแคบ (Narrow Questions) เป็นเครื่องหมายที่จะคาดหวังไ้ควา พฤติกรรมประเภทที่ 8 จะตามมา ถ้านักเรียนให้คำตอบที่เฉพาะเจาะจง และทำนายล่วงหน้าไ้ควาจะตอบมาในแนวใด คำตอบนั้นจะอยู่ในพฤติกรรมประเภทที่ 8 แต่ถา นักเรียนอธิบาย ขยายความ และอ้างหลักฐานต่าง ๆ ประกอบคำตอบของตน ผู้สังเกตควรจะเริ่มต้นบันทึกหมายเลข 9

กฎที่ 15 : ในกรณีที่นักเรียนหลาย ๆ คนตอบพร้อม ๆ กัน หรืออ่านดัง ๆ พร้อม ๆ กันตามที่ครูสั่ง ใ้บันทึกหมายเลข 8

## ภาคผนวก ก.

การหาค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยงของเครื่องมือวิเคราะห์กิจกรรมทางวาจา

การหาค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยงของเครื่องมือวิเคราะห์กิจกรรมทางวาจา

ของการวิจัยครั้งนี้

ใช้วิธีที่ฟลันเคอร์ส พัฒนามาจากวิธีของสก็อต  $\pi = \frac{P_o - P_e}{100 - P_e}$  โดยใช้วิธีกราฟ

ในการหาค่า  $\pi$  เริ่มต้นด้วยการหาค่า  $P_o$ ,  $P_e$ , และค่า  $\pi$  ตามลำดับดังนี้  
การหาค่า  $P_o$

1. เขียนประเภทของพฤติกรรมตามแนวตั้ง
2. เขียนจำนวนของพฤติกรรมแต่ละประเภทของการสังเกตพบเรียงเคียงกันสองครั้ง
3. เปลี่ยนจำนวนพฤติกรรมของแต่ละประเภทเป็นร้อยละ
4. หาผลรวมของร้อยละของความแตกต่าง
5. หาค่า  $P_o$  โดยนำผลรวมร้อยละของความแตกต่างไปลบออกจาก 100

การหาค่า  $P_e$

1. นำเปอร์เซ็นต์สูงสุดของความถี่ครั้งที่ 1 หรือความถี่ครั้งที่ 2 หรือค่าเฉลี่ยระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถี่ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ไปเปิดกราฟ (ภาพที่ 1) ตามเส้นโค้ง
2. นำเปอร์เซ็นต์สูงสุดของพฤติกรรมของความถี่ครั้งที่ 1 หรือความถี่ครั้งที่ 2 หรือค่าเฉลี่ยระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถี่ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ไปเปิดกราฟ (ภาพที่ 1) ตามแกนนอน (แกน x)
3. จากจุดที่เส้นโค้งตามข้อหนึ่งและเส้นตั้งฉากตามข้อสองมาพบกัน ลากเส้นตรงขนานกับแกนนอนไปพบกับแกนตั้ง (แกน y) ที่จุดใด ก็จะได้ค่า  $P_e$

จากตารางที่ 17 ค่า  $P_o = 100 - 5.89 = 94.11$

เปอร์เซ็นต์สูงสุดของความถี่ครั้งที่ 1 คือ 58.05 ใหญ่ที่เส้นระหว่างเส้นโค้งที่ 50 และ 60  
เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปอร์เซ็นต์รองของความถี่ครั้งที่ 2 = 25.40 ใหญ่ที่ตามแกนนอนระหว่างเส้น

25 และ 30 ตรงจุด 25.40 (โดยประมาณ) ลากเส้นตั้งฉากจากจุดนี้ไปพบเส้นโค้งที่หา  
 ไวข้างต้น จากจุดตัดนี้ ลากเส้นขนานกับแกนนอน ไปพบแกนตั้ง อ่านค่าได้ 44

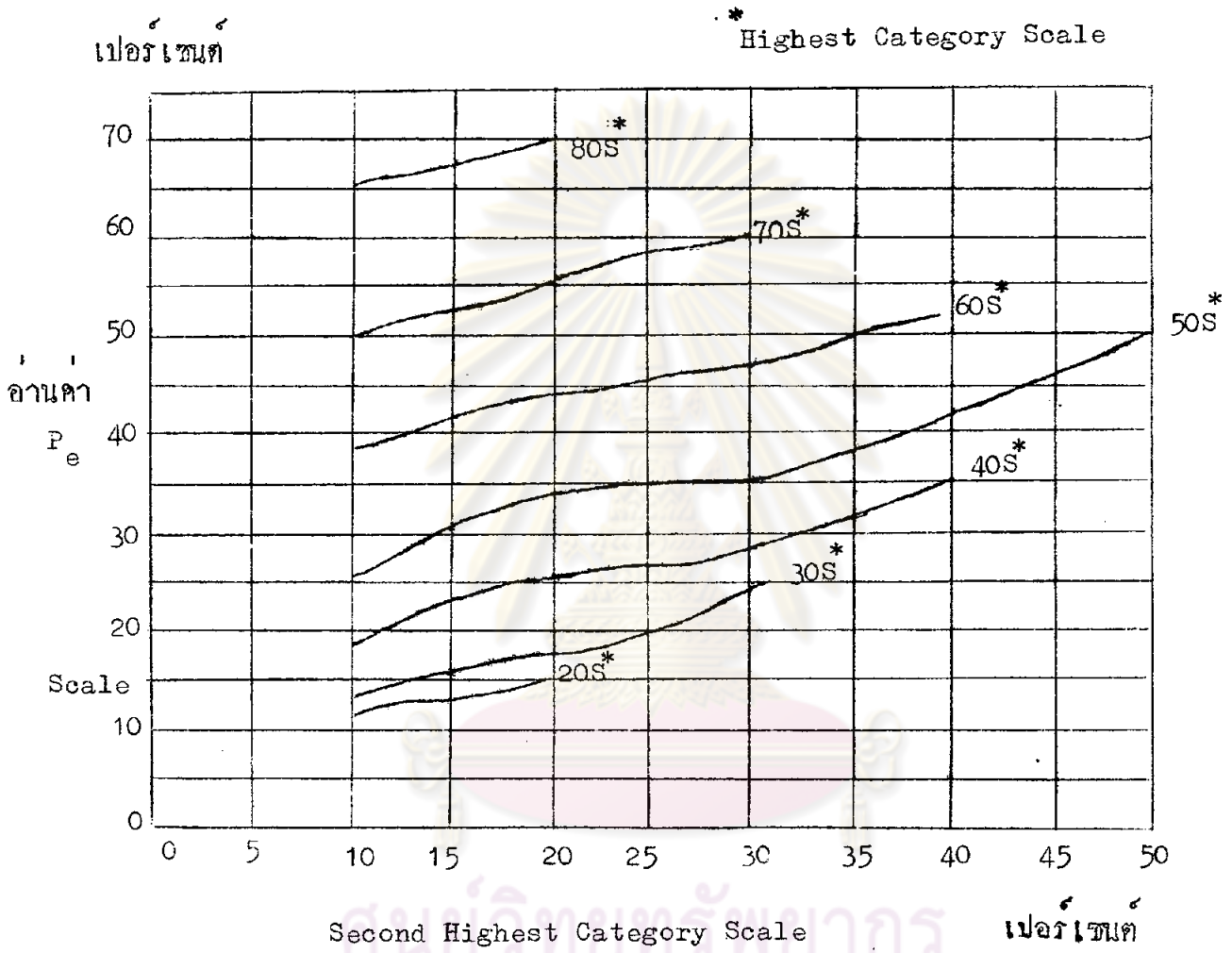
$$\text{นั่นคือ } P_e = 44$$

ค่า  $\mathcal{R}$  (Reliability) หาได้โดยนำค่า  $P_o$  และ  $P_e$  ไปเปิดกราฟตามภาพที่ 2  
 ได้ค่า  $\mathcal{R} = .88$



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

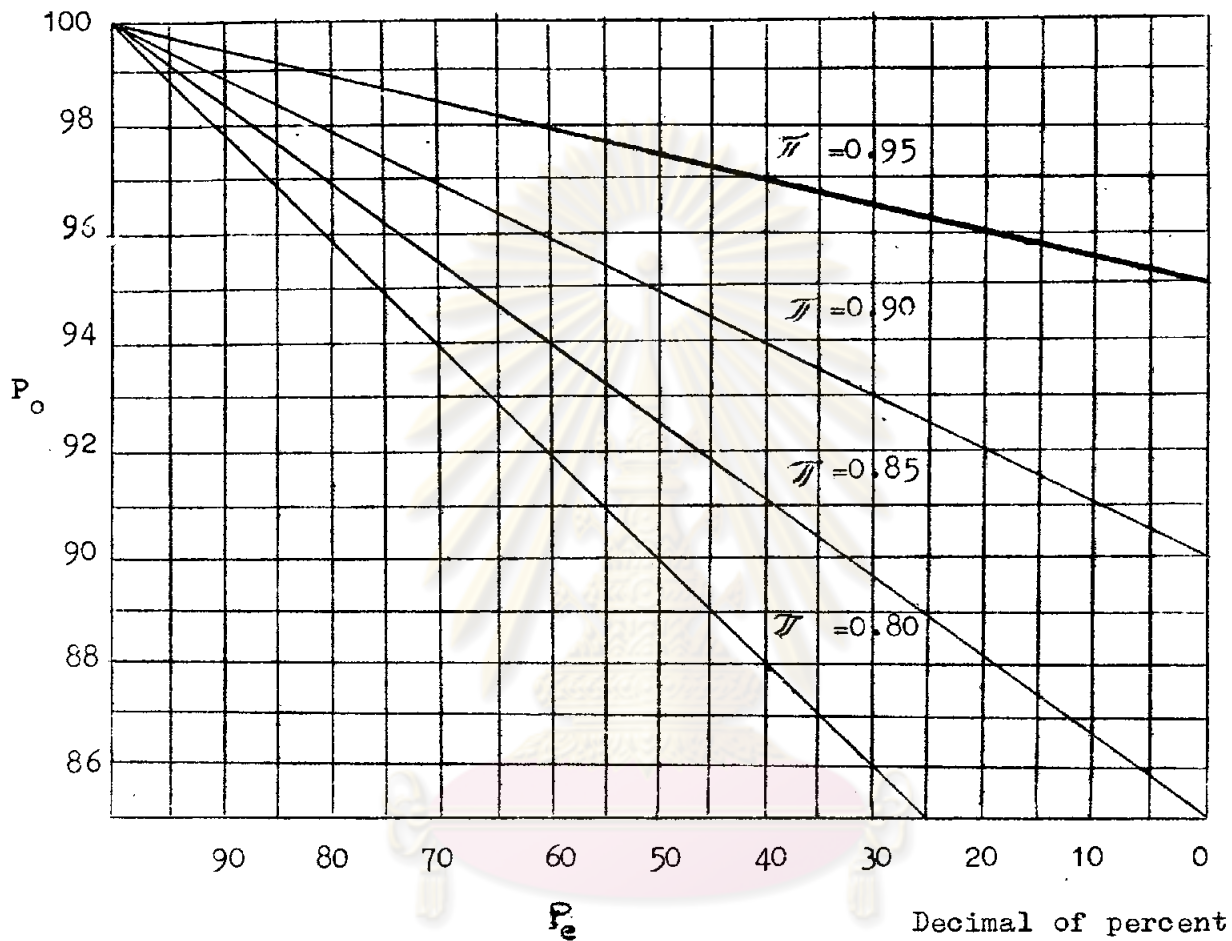
ภาพที่ 1 การประมาณค่า  $P_e$



ศูนย์จิตวิทยาการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ "ไฟ" ( $\mathcal{T}$ )



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 11

ผลรวมของความแตกต่างระหว่างร้อยละของความถี่ของพฤติกรรมที่สังเกตได้ 2 ครั้ง

ประเภทของพฤติกรรม	ความถี่ของ พฤติกรรม ประเภทที่ 1	ความถี่ของ พฤติกรรม ประเภทที่ 2	ร้อยละของ ความถี่ ครั้งที่ 1	ร้อยละของ ความถี่ ครั้งที่ 2	ร้อยละของ ความ แตกต่าง
1	-	-	-	-	-
2	12	15	2.61	3.19	.58
3	6	9	1.30	1.89	.59
4	115	124	25.40	26.39	1.39
5	267	270	58.03	57.45	.58
6	17	14	3.69	2.99	.70
7	-	-	-	-	-
8	17	14	3.69	2.99	.70
9	20	16	4.35	3.40	.95
10	6	8	1.30	1.70	.40
รวม	460	470	99.97	100.00	5.89

ร้อยละของพฤติกรรมที่ไม่ตรงกัน คือ = 5.89

$$P_0 = 100 - 5.89 = 94.11$$

ภาคผนวก ง.

ตารางที่ 12.

ตารางมิติของความคิดของกริยาวางทางวาจาในการเรียนบทเรียนฝึกทักษะเชิงซ้อนของชบวนการวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

สคมภ (อันคบทที่สอง)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	27	24	65	55	6	1	6	10	6	
3	-	1	63	21	27	-	-	10	5	7	
4	-	3	4	122	38	7	4	168	98	46	
5	-	1	1	124	1870	35	2	14	18	32	
6	-	1	1	11	29	25	2	7	4	10	
7	-	-	-	2	3	2	2	2	3	-	
8	-	107	22	55	32	5	2	14	1	4	
9	-	55	26	38	22	5	-	-	72	9	
10	-	2	-	38	51	5	2	10	16	87	มิติรวม
รวม	-	197	141	476	2127	90	15	231	227	201	3705
%	-	5.91	4.23	14.28	63.81	2.70	.45	6.93	6.81	6.03	

แถว  
(อันคบทหนึ่ง)

$$\frac{I}{D} = .27$$

## ตารางที่ 13

ตารางมิติของความสัมพันธ์ของกริยาวรรณทางวิชาการในการเรียนบทเรียนฝึกทักษะเชิงซ้อนของขบวนการวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

สภมภ (อันดับที่สอง)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	44	54	88	92	18	-	16	42	25	
3	-	1	59	22	28	1	-	18	33	12	
4	2	16	1	207	32	12	1	144	188	68	
แถว (อันดับที่ หนึ่ง)	5	-	7	3	217	845	31	-	91	106	22
6	-	10	-	25	33	31	-	6	20	20	
7	-	15	-	-	2	1	5	-	2	1	
8	-	150	20	63	54	1	1	16	5	14	
9	-	150	35	125	66	12	-	-	113	64	
10	10	8	6	55	51	19	2	11	72	130	
รวม	19	401	178	802	1203	126	9	302	581	356	3977
%	.57	12.03	5.34	24.06	36.09	3.78	.27	9.06	-	-	

$$\frac{I}{D} = .51$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ตารางที่ 14.

ตารางมิติของความสัมพันธ์ของกริยาวางจากในกาเรียนบทเรียนเด็กทักษะเชิงชั้นของขบวนการ  
วิทยาศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่างที่ 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	57	2	-	1	1	1	-	-	-	-	
2	4	120	67	138	66	18	-	37	40	23	
3	-	6	122	53	30	4	1	36	32	10	
4	6	11	12	269	42	11	-	293	176	66	
5	-	15	1	181	558	29	-	25	37	20	
6	-	9	-	13	30	38	-	4	13	13	
7	-	17	-	2	1	-	4	1	-	1	
8	-	190	47	88	47	2	1	46	4	21	
9	8	137	55	106	45	9	-	-	331	14	
10	7	16	3	46	41	14	-	27	44	88	
รวม	82	524	307	897	861	126	126	469	677	256	4325
%	1.64	10.48	6.14	17.94	17.22	2.52	2.52	9.38	13.54	5.12	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\frac{I}{D} = .62.$$

## ภาคผนวก จ

## การคำนวณ

1. สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ของความรู  
พื้นฐาน ก่อนการ เรียนทักษะเชิงซ้อนของชมวนการวิทยาศาสตร์ ตามตารางที่ 1

แหล่งแห่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	$SS_A = \frac{\sum T_j^2}{n} - \frac{G^2}{kn}$	$k - 1$	$SS_A/k-1$	
ภายในกลุ่ม	$SS_{GWA} = \sum (\sum X_j^2) - \frac{\sum T_j^2}{n}$	$kn-k$	$SS_{GWA}/kn-k$	
รวมทั้งหมด	$SS_{\Sigma} = \sum (\sum X_j^2) - \frac{G^2}{kn}$	$kn-1$		

$T_j$  = ผลรวมของคะแนนแต่ละกลุ่มทดลอง

$G$  = ผลรวมของคะแนนทั้งสามกลุ่ม

$k$  = จำนวนกลุ่ม

$n$  = จำนวนตัวอย่างในกลุ่ม

df = ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

$SS_A$  = ผลบวกกำลังสองระหว่างกลุ่ม (Sum of Square into its between-treatments)

$SS_{GWA}$  = ผลบวกกำลังสองภายในกลุ่ม (Sum of Square into its groups-within-treatments)

$SS_T$  = ผลบวกกำลังสองรวมทั้งหมด (The Total Sum of Squares)

2. การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของพันความรุ้เดิมก่อนการเรียนบทเรียนฝึกทักษะเชิงซ้อนของชววนการวิทยาศาสตร์ ตามตารางที่ 2

	กลุ่มที่คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด (A)	กลุ่มที่คะแนนเฉลี่ยรองลงมา (B)	กลุ่มที่คะแนนเฉลี่ยสูงสุด (C)
ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	11.05	12.57	14.12
กลุ่มที่คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด (A)	11.05	B-A=1.5200*	C-A=3.07*
กลุ่มที่คะแนนเฉลี่ยรองลงมา (B)	12.57		C-B = 1.5500*
กลุ่มที่คะแนนเฉลี่ยสูงสุด (C)	14.12		

ศูนย์วิทยุทยาการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	r	2	3
		2.80	3.36
$q_{.95} (2, 117)$		1.2444	1.4930

$$\sqrt{\frac{MS_{error}/n \cdot q(2, 117)}{MS_{error}/n}}$$

$$q = \frac{\bar{T}_{largest} - \bar{T}_{smallest}}{\sqrt{MS_{error}/n}}$$

$$T_{\text{largest}} = \text{คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่มีคะแนนสูง}$$

$$T_{\text{smallest}} = \text{คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่มีคะแนนต่ำ}$$

3. สูตรแสดงการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งแห่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	$T_{yyR} = S'_{yy} - E'_{yy}$	k-1	$T_{yyR}/k-1$	
ภายในกลุ่ม	$E'_{yy} = E_{yy} - E_{xy}^2/E_{xx}$	k(n-1)-1	$E'_{yy}/k(n-1)-1$	
รวมทั้งหมด	$S'_{yy} = S_{yy} - S_{xy}^2/S_{xx}$	kn-2		

$T_{yyR}$  = ผลบวกกำลังสองระหว่างกลุ่มที่ปรับแล้ว

$E'_{yy}$  = ผลบวกกำลังสองภายในกลุ่มที่ปรับแล้ว

$S'_{yy}$  = ผลบวกกำลังสองรวมทั้งหมดที่ปรับแล้ว

X = คะแนนสอบก่อนการ เรียน

Y = คะแนนสอบหลังการ เรียน

T = คะแนนรวมของแต่ละกลุ่มทดลอง

G = คะแนนรวมของทุกกลุ่มทดลอง



$$E_{yy} = \sum y^2 - (\sum T_{yj}^2)/n$$

$$E_{xy} = \sum xy - (\sum T_{xj} T_{yj})/n$$

$$E_{xx} = \sum x^2 - (\sum T_{xj}^2)/n$$

$$S_{xy} = \sum xy - G_x G_y / kn$$

$$S_{xx} = \sum x^2 - G_x^2 / kn$$

$$S_{yy} = \sum y^2 - G_y^2 / kn$$

4. การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนสอบภายหลังที่ได้ปรับค่าแล้ว เป็นรายคู่

$$F = t^2 = \frac{(\bar{T}'_j - \bar{T}'_m)^2}{MS'_w \frac{2}{n} + \frac{(\bar{X}_j - \bar{X}_m)^2}{E_{xx}}}$$

$$\bar{T}'_j = \text{คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มที่ใดคะแนนเฉลี่ยสูง}$$

$$\bar{T}'_m = \text{คะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มที่ใดคะแนนเฉลี่ยต่ำ}$$

$$\bar{X}_j = \text{คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ใดคะแนนเฉลี่ยสูง}$$

$$\bar{X}_m = \text{คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ใดคะแนนเฉลี่ยต่ำ}$$

$$n = \text{จำนวนคนในแต่ละกลุ่มทดลอง}$$

5. การทดสอบความแตกต่างของการเรียนทักษะเชิงซ้อนของขบวนการวิทยาศาสตร์ระหว่างเพศชายและเพศหญิง

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

$\bar{x}_1$  = คะแนนเฉลี่ยของเพศชาย

$\bar{x}_2$  = คะแนนเฉลี่ยของเพศหญิง

$x_1$  = คะแนนสอบของนักเรียนชาย

$x_2$  = คะแนนสอบของนักเรียนหญิง

$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$  = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของเพศชายและของเพศหญิง

$$= \sqrt{\frac{(x_1^2 + x_2^2)}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ฉ.

## ค่าระดับความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบสอบ

ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
1	.42	.24	16	.48	.24
2	.37	.22	17	.48	.33
3	.43	.34	18	.60	.21
4	.33	.23	19	.47	.22
5	.35	.26	20	.50	.20
6	.59	.38	21	.48	.23
7	.20	.33	22	.43	.34
8	.30	.34	23	.51	.20
9	.27	.29	24	.43	.21
10	.35	.25	25	.21	.30
11	.55	.31	26	.46	.20
12	.45	.25	27	.52	.37
13	.39	.35	28	.47	.20
14	.48	.37	29	.28	.31
15	.39	.36	30	.35	.20

p = ระดับความยากง่าย

r = อำนาจจำแนก

## ภาคผนวก ช.

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่ไ้พิจารณาแบบสอบทักษะเชิงซ้อนของขบวนการวิทยาศาสตร์

## คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระชัย ปุณณโชติ
๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โรจน์ จะโนภาษ
๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยงสุข รัตมีมาศ

## ผู้อำนวยการจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

๑. อาจารย์ จิตต์ไธส บคุงรัตน์
๒. อาจารย์ อนันต์ จันทกรระวี
๓. อาจารย์ สมถวิล ภูศิริ
๔. อาจารย์ นันทิยา บุญเคลือบ
๕. อาจารย์ เป็นใจ สมวิเชียร
๖. อาจารย์ สาลี ตั้งควิจางกูร

## อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน

๑. อาจารย์ สุกนธา บุญส่ง
๒. อาจารย์ อ้าวุธ วัฒนสิน

## อาจารย์แผนกสถิติ-วิจัย-วัดผล สำนักทดสอบ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

๑. อาจารย์ สมบูรณ์ ชิตพงศ์

ศูนย์ ทายทรัพย์ เคียง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ๗

## แบบสอบทักษะเชิงซ้อนของขบวนการวิทยาศาสตร์

## คำชี้แจง

1. แบบสอบนี้มุ่งที่จะวัดความเข้าใจในทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาปรับปรุงการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ขอสอบเป็นแบบเลือกตอบ แต่ละข้อมีคำตอบให้เลือก 5 คำตอบ มีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ให้นักเรียนเขียน X ทับตัวอักษรในกระดาษคำตอบในหัวข้อที่ตรงกับหัวข้อหน้าข้อความของคำตอบที่ให้เลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ชี้ค = ทับ X เกิม แล้วเขียน X ทับหัวข้อใหม่ เช่น เปลี่ยนจาก ข. เป็น ง.

1. ก. ~~ข.~~ ค. ง. จ.

2. นักเรียนต้องส่งตัวข้อสอบและกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบ ถ้านักเรียนนำออกจากห้องสอบจะถือว่าทุจริตในการสอบ
3. ห้ามทำข้อสอบก่อนที่ผู้คุมสอบจะให้ทำ และหยุดทันทีเมื่อหมดเวลา
4. ถ้าพบว่าข้อใดยาก ไม่ควรใช้เวลาคิดข้อนั้นมากเกินไป ให้เลื่อนไปทำข้ออื่นก่อน ถ้ามีเวลาเหลือจึงย้อนมาทำข้อนั้น ๆ ใหม่.

1. ถ้าตัดรากต้นกล้าข้าว 5 ต้น จากปลายสุดของราก ซึ่งมีความยาวเท่า ๆ กัน 5 วันต่อมา วัดความยาวของรากที่งอกเพิ่มขึ้น จะได้อัตราเลขทั้งตารางข้างล่างนี้.-

ความยาวของราก ที่ถูกตัด	ต้นที่ 1 ไม่ตัดเลย	ต้นที่ 2 ตัดออก 1 ซม.	ต้นที่ 3 ตัดออก 3 ซม.	ต้นที่ 4 ตัดออก 5 ซม.	ต้นที่ 5 ตัดออก 7 ซม.
ความยาวที่เพิ่มขึ้น ใน 5 วันต่อมา	44.5 ซม.	35.7 ซม.	20.1 ซม.	15.3 ซม.	7.4 ซม.

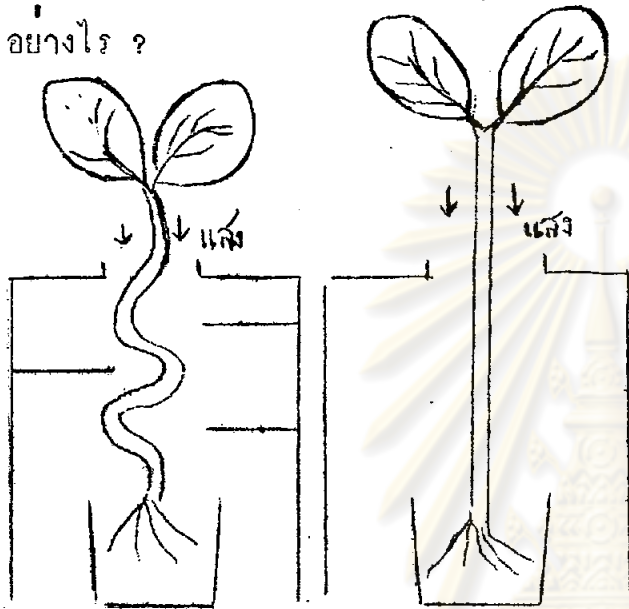
นักเรียนคิดว่าจะสรุปผลจากตารางได้อย่างไร ?

- การเจริญของรากพืชสัมพันธ์กับความยาวที่ถูกตัดออก
- การตัดรากพืชมีผลต่อการเจริญของพืช
- รากแต่ละต้นมีอัตราการเจริญไม่คงที่
- แต่ละบริเวณของรากมีความสามารถในการเจริญเท่ากัน
- แต่ละบริเวณของรากมีความสามารถในการเจริญไม่เท่ากัน



2. บรรจุน้ำลงในขวดปากกว้าง 4 ใบ ใบที่หนึ่งบรรจุน้ำต้ม ใบที่สองบรรจุน้ำประปา ใบที่สามบรรจุน้ำจากสระ ใบที่สี่บรรจุน้ำประปาสมน้ำจากสระ
- หลังจากตั้งทิ้งไว้ในห้องทดลอง 1 สัปดาห์ น้ำในขวดใบที่ 1 สีใสสะอาดเหมือนเดิม ใบที่สองค่อนข้างใสสะอาด, ใบที่สามและสี่ ขุ่น และสีค่อนข้างเขียว ข้อใดอธิบายปรากฏการณ์ของน้ำในขวดใบที่ 3 และ 4
- มีจุลินทรีย์ที่มีสีเขียวเกิดขึ้นภายหลังที่ตั้งทิ้งไว้
  - เกิดการสังเคราะห์แสงของจุลินทรีย์
  - ขาดการสังเคราะห์แสงทำให้จุลินทรีย์ตาย
  - จุลินทรีย์ขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วในที่จำกัด
  - การขับถ่ายออกมาในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทำให้น้ำเน่า

3. จากภาพการเจริญเติบโตของต้นไม้ในกระถางสองกระถาง ซึ่งครอบไว้ด้วยกล่องสีดำ เจาะรูให้แสงเข้าจากข้างบนลงมาจากด้านเดียว ใบหนึ่งมีแผ่นไม้กั้นสลับหว่างภายในกล่อง อีกใบหนึ่งไม่มีอะไรกั้น นักเรียนจะสรุปผลการเจริญเติบโตของต้นไม้ในกระถางได้อย่างไร ?



- ก. ถ้าพืชได้รับแสงสว่างเต็มที่ลำต้นจะตั้งตรง  
 ข. แผ่นไม้เป็นอุปสรรคในการเจริญเติบโตของพืช  
 ค. พืชเคลื่อนที่เข้าหาแสงซึ่งเป็นสิ่งเร้า  
 ง. ขอ ก. และ ข.  
 จ. ไม่มีข้อใดถูกเลย.

4. นักวิทยาศาสตร์ทดสอบการทำงานของเอนไซม์ที่สกัดจากเซลล์ที่เป็นมะเร็ง โดยทดลองดังนี้

บรรจุสารละลายไทรอกซินลงในหลอดแก้ว 40 หลอด แล้วเติมเอนไซม์ลงในหลอดแก้วที่บรรจุไทรอกซินแล้วเพียง 20 หลอด, อีก 20 หลอดไม่เติมอะไรเลย เขาสังเกตความเปลี่ยนแปลงทุก 5 นาที พบว่าไทรอกซินในหลอดที่เติมเอนไซม์ ถูกย่อยหมดในเวลา 27 นาที โดยเฉลี่ย

นักเรียนคิดว่าควรสรุปผลจากการทดลองนี้ว่าอย่างไร ?

- ก. เอนไซม์ในเซลล์มะเร็งบางเซลล์สังเคราะห์ไทรอกซิน  
 ข. เอนไซม์ในเซลล์มะเร็งบางเซลล์ทำลายไทรอกซิน  
 ค. อุณหภูมิสูงทำลายไทรอกซิน  
 ง. ไทรอกซินเปลี่ยนแปลงสภาพได้ง่ายที่สุด  
 จ. เอนไซม์จากเซลล์มะเร็งทำลายไทรอกซินทุก 5 นาที



5. แผนภาพข้างล่างนี้แสดงลักษณะตัวกระต่าย 4 Species และแสดงที่อยู่ของกระต่าย ทั้ง 4 Species ในอเมริกาเหนือ



พบในทะเลทราย = Species A

พบในทุ่งหญ้า = Species B

พบในป่า, หนองน้ำ = Species C

พบแถบขั้วโลก = Species D

นักเรียนจะสรุปความแตกต่างของกระต่ายได้อย่างไร ?

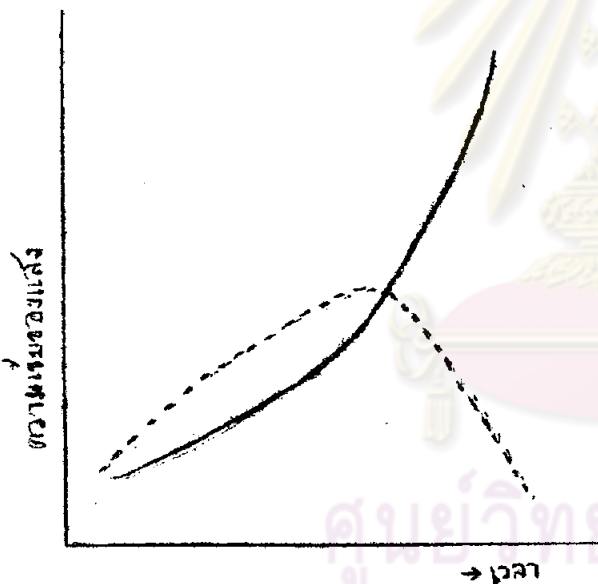
- กระต่าย Species A เป็นบรรพบุรุษของกระต่ายอีก 3 Species
  - กระต่าย Species C มีจำนวนมากที่สุด
  - ขนาดของกระต่ายขึ้นกับลักษณะภูมิประเทศ
  - ลักษณะหูของกระต่ายผันแปรตามแหล่งกำเนิด
  - ลักษณะของหัวกระต่ายใช้ทำนายถิ่นที่อยู่
6. นักชีววิทยามุ่งมั่นทำการเลี้ยงแบคทีเรีย 4 ชนิด เพื่อศึกษาความสามารถในการดำรงชีวิตในสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกัน โคช้อมูลดังนี้.-

แบคทีเรีย	ความเข้มข้นของสารละลาย (%)	จำนวน
W	$5 \times 10^{-3}$	1,000
X	$5 \times 10^{-2}$	750
Y	$5 \times 10^{-1}$	450
Z	5	100

ข้อใดควรจะเป็นผลสรุปที่ไ้จากตารางข้างบนนี้

- แบคทีเรีย X ปรับตัวไ้ดีกว่าแบคทีเรีย W
- แบคทีเรีย W ปรับตัวไ้ดีกว่าแบคทีเรีย X
- แบคทีเรีย W ปรับตัวไ้ดีกว่าแบคทีเรีย Z
- แบคทีเรียเจริญเติบโตไ้ดีที่สุดใ้ในสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำ
- ไม่อาจสรุปผลจากตารางไ้.

7. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงกับจำนวนฟองอากาศที่พืชปล่อยออกมาเนื่องจากการสังเคราะห์แสง นักเรียนคิดว่าจะแปลความหมายจากข้อมูลไ้อย่างไร ?



----- จำนวนฟองอากาศ  
 \_\_\_\_\_ ความเข้มของแสง

- จำนวนฟองอากาศเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง
- จำนวนฟองอากาศปล่อยออกมาโดยไม่มีขีดจำกัดราวเท่าที่ความเข้มของแสงยังเพิ่มอยู่เรื่อย ๆ
- จำนวนฟองอากาศที่พืชปล่อยออกมาใ้มีผลทำให้ความเข้มของแสงสูงขึ้น
- จำนวนฟองอากาศที่พืชปล่อยออกมาใ้มีผลทำให้ความเข้มของแสงลดลง
- จำนวนฟองอากาศจะปล่อยออกมาตามระดับความเข้มของแสง จนถึงขีด ๆ หนึ่งการสังเคราะห์แสงจะลดลง

8. ถ้าต้องการจะศึกษาความทนทานของกุ่มงักงันช่วยต่ออุณหภูมิของน้ำทะเล นักเรียนจะต้องควบคุมตัวแปรไ้โดยบาง ?

- ก. อายุ และขนาดของกุ่ม
- ข. รัศมีของกุ่ม
- ค. ความเค็มของน้ำทะเล
- ง. ปริมาณแสงที่ส่องลงมา
- จ. อาหารของกุ่มขณะทดลอง

9. ในการทดลองเปรียบเทียบผล "การสกัดสีของพืชด้วยน้ำร้อนและน้ำเย็น" ตัวแปรต้นของการทดลองนี้คืออะไร ?

- ก. น้ำร้อน
- ข. น้ำเย็น
- ค. ปริมาณของน้ำที่ใช้ในการสกัดสี
- ง. ความเข้มข้นของสีที่สกัดออกมา
- จ. อุณหภูมิของน้ำ.

10. ในการทดสอบสมมติฐานที่ว่า "ดินชนิดต่าง ๆ จะอุ้มน้ำได้ในปริมาณที่ต่างกัน" ผู้ทดลองควรจะควบคุมตัวแปรใดบ้าง ?

- ก. ชนิดของดิน
- ข. ปริมาณน้ำที่ดินกักซึมเอาไว้
- ค. ปริมาณของน้ำที่ซึมผ่านดินชนิดต่าง ๆ
- ง. ปริมาตรของดินชนิดต่าง ๆ
- จ. ข้อ ข. และ ง.

11. ถ้าจะทดสอบสมมติฐานที่ว่า "กุหลาบจะสูงขึ้นถ้ารดน้ำ และใส่ปุ๋ยมากขึ้น" ปริมาณใดจะเปลี่ยนตามปริมาณใด ?

- ก. ปริมาณน้ำและปุ๋ยจะเปลี่ยนตามความสูงของกุหลาบ
- ข. ความสูงของกุหลาบจะเปลี่ยนตามปริมาณน้ำและปุ๋ย
- ค. ปริมาณปุ๋ยจะเปลี่ยนตามความสูงของกุหลาบ และปริมาณน้ำ

- ง. ปริมาณน้ำจะเปลี่ยนตามความสูงของภูเขาและปุย  
 จ. ความสูงของพีช และปริมาณปุยจะเปลี่ยนตามปริมาณน้ำที่ใช้.
12. ถ้าต้องการจะทดลองว่า "พืชคายออกซิเจน ในขณะที่สังเคราะห์แสง" จะต้องควบคุมตัวแปรใดบ้าง จึงจะทำให้อัตราการคายออกซิเจนในขณะที่สังเคราะห์แสงคงที่
- ก. ปริมาณของแสงแดด  
 ข. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์  
 ค. ปริมาณความชื้นในอากาศ  
 ง. ขอ ก. และ ข.  
 จ. ขอ ข. และ ค.
13. ในการทดลองเพื่อศึกษาว่า "ยิ่งวัชพืชได้รับสารเคมีมาก จะยิ่งลดอัตราการหายใจลง" ซึ่งทดลองโดยให้สารเคมีแก่วัชพืชพวกหนึ่งมาก อีกพวกหนึ่งน้อย แล้ววัดอัตราการแตกต่างของอัตราการหายใจของทั้งสองพวก ข้อใดควรเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน ?
- ก. อัตราการใช้ออกซิเจน  
 ข. ปริมาณสารเคมี  
 ค. อัตราการหายใจของวัชพืช  
 ง. การเจริญเติบโตของวัชพืช  
 จ. อายุและชนิดของวัชพืช.
14. นักวิทยาศาสตร์ศึกษาผลของอิทธิพลภายนอกต่ออัตราการงอกของเมล็ด ข้อความใด ควรจะหมายถึงอัตราการงอกของเมล็ด ?
- ก. ลักษณะเมล็ดที่งอก  
 ข. จำนวนเมล็ดที่งอกต่อหน่วยเวลา  
 ค. ความสูงของต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ด  
 ง. ระยะเวลาในการงอกของเมล็ด  
 จ. ปริมาณแสงต่อปริมาณเมล็ดที่งอก.

15. ผู้เชี่ยวชาญทางเภสัชภัณฑ์ ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยตอกการเจริญเติบโตของต้นฝรั่ง ข้อใดควรจะเป็นความหมายของ การเจริญเติบโตของต้นฝรั่ง ใ้ค้ดีที่สุด
- น้ำหนักของต้นฝรั่งหลังจากปลูกไ้ 8 - 9 สัปดาห์
  - จำนวนใบของต้นฝรั่ง
  - เส้นผ่าศูนย์กลางของต้นฝรั่ง
  - ความสูงของต้นฝรั่งในสัปดาห์ที่ 8 - 9
  - ถูกทุกข้อ.
16. ข้อใดเป็นสมมุติฐานเกี่ยวกับโรคมะเร็ง ที่จะมองเห็นแนวการทดสอบในห้องปฏิบัติการใ้ค้ดีที่สุด?
- โรคมะเร็ง เกิดจากบุคคลนั้นไ้รับรังสี
  - โรคมะเร็งในกระเพาะอาหาร เกิดจากการกินช่องเฝ้คบอย ๆ
  - โรคมะเร็ง เกิดไ้กับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเกือบทุกชนิด
  - รังสีเอกซ์ ทำให้เกิดโรคมะเร็งในหนู
  - ปริมาณเซลล์ในเม้คเลือดของหนูจะเปลี่ยนไปหลังจากไ้รับรังสีเอกซ์
17. ข้อใดควรจะเป็นลักษณะที่แสดงว่าเม้ล็ดมีการหายใจขณะงอก ซึ่งสามารถทดสอบไ้ง่ายที่สุด ?
- ปริมาณออกซิเจนลดลง
  - ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น
  - ปริมาณความชื้นลดลง
  - น้ำหนักเม้ล็ดถ่วงลดลง
  - อุณหภูมิสูงขึ้น
18. รังสีปรมาณู ทำให้การงอกของ เม้ล็ดถั่วเขียวช้าลง ข้อใดควรจะเป็นผลที่เกิดจากรังสีปรมาณู ?
- จำนวนต้นถั่วที่งอกต่อหน่วยพื้นที่
  - จำนวนต้นถั่วที่งอกต่อหน่วยเวลา

- ค. จำนวนเมล็ดต่อหน่วยเวลา
- ง. จำนวนใบที่ไ้รับรังสีปรมาณู
- จ. จำนวนลำต้นที่ไ้รับรังสีปรมาณู.

19. ในการทดลองครั้งหนึ่ง ผู้ทดลองต้องการที่จะปลูกมะลิ จึงวางแผนการทดลอง โดยนำเอากิ่งมะลิกำลังผลิกิ่งหลายกิ่ง แบ่งออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน แล้วนำส่วนหนึ่งแชไว้ในกระป๋องบรรจุน้ำประปา ส่วนอีกส่วนหนึ่งแชไว้ในน้ำประปาจำนวนเท่ากัน แต่ผสมด้วยเกลือ ซอโคเป็นสมมติฐานก่อนที่จะทำการทดลองนี้ ?

- ก. น้ำประปาช่วยให้กิ่งมะลิโตเร็วขึ้น
- ข. กิ่งมะลิมิผลก่อนน้ำประปา
- ค. เกลือมิมีผลต่อการผลิตของใบ
- ง. เกลือทำให้น้ำประปาริสุทธ์
- จ. กิ่งมะลิอาจทำให้น้ำเกลือเปลี่ยนสี.

20. ในการเพาะเมล็ดถั่วเขียวในถาดที่มีกระดาดชั้นรองอยู่ขนาดเท่ากันทั้งสองใบ ใบละ 15 เมล็ด ถาดใบหนึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0° ซ. อีกใบหนึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25° ซ. เป็นเวลา 5 วัน พบว่าถาดใบที่หนึ่งไม่มีเมล็ดงอกเลย ในใบที่สองงอกเกือบหมด การทดลองนี้ ทำเพื่อพิสูจน์สมมติฐานอะไร ?

- ก. การงอกของเมล็ดต้องการเวลา
- ข. การงอกของเมล็ดขึ้นกับอุณหภูมิ
- ค. ความชื้นไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ด
- ง. ถาดอุณหภูมิต่ำการงอกของเมล็ดต้องใช้เวลานาน
- จ. ความชื้นและอุณหภูมิมีความสำคัญในการงอกของเมล็ด

21. นักวิทยาศาสตร์พบว่าลูกไก่ที่กินข้าวชั้คิวนอกออก มักเป็นโรคเหน็บชา แต่ลูกไก่ที่กินอาหารหลายชนิดรวมทั้งข้าวที่ชั้คิวนอกออกมักแข็งแรงก็ ซอโคเป็นสมมติฐานของโรคเหน็บชา?

- ก. การขาดข้าวทำให้ เป็นโรคเหน็บชา.



- ข. การขาดสารอาหารที่ผิวหนังของข้าว ทำให้เป็นโรคเห็บขา
- ค. ระบบประสาทควบคุมการทำงานกล้ามเนื้อขี้คอง ทำให้เป็นโรคเห็บขา
- ง. ไก่ที่อ่อนแอ มักเป็นโรคเห็บขา
- จ. ยังสรุปไม่ได้ ต้องวินิจฉัยสาเหตุอื่นประกอบ.

22. วิจัยเลี้ยงลูกออกไข่ในอ่างสองใบ ลูกออกในอ่างที่หนึ่งขายาวแต่หางสั้นกว่าในอีกอ่างหนึ่ง เขาสงสัยว่าทำไมจึงต่างกันเช่นนั้น ทั้ง ๆ ที่ลูกออกทั้งสองอ่างมีอายุเท่ากัน

นักเรียนคิดว่าข้อใด ไม่ควรจะสรุปเป็นสมมติฐาน ของปัญหานี้ได้

- ก. สปีชีส์ต่างกัน ทำให้รูปร่างต่างกัน
- ข. อาหารในน้ำต่างกันทำให้รูปร่างต่างกัน
- ค. ลูกออกกลุ่มที่ได้รับการฉีดฮอร์โมนมีรูปร่างต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการฉีดฮอร์โมน
- ง. ลูกออกขายาวและหางสั้นเป็นบรรพบุรุษของลูกออกขาสั้นและหางยาว
- จ. สภาพแวดล้อมของน้ำในอ่างต่างกันทำให้มีรูปร่างต่างกัน.

23. ในการศึกษาความเป็นอยู่ของปลาชนิดหนึ่ง พบว่าปลาชนิดนี้วางไข่ในน้ำจืด แล้วย้ายที่อยู่ไปอาศัยในน้ำเค็มตั้งแต่เป็นตัวอ่อน จนกระทั่งโตเต็มที่ซึ่งใช้ระยะเวลาถึง 5 ปี แล้วจึงว่ายน้ำกลับมายาวางไข่ที่เค็มอีก

นักเรียนคิดว่าข้อใดเป็นสมมติฐานที่จะ สอดคล้องกับปรากฏการณ์มากที่สุด

- ก. ปลาปล่อยสารบางอย่างทิ้งไว้เป็นสื่อเรียกพวกกลับมา
- ข. ปลาจดจำที่อยู่เมื่อแรกเกิดได้ และต้องวางไข่ในน้ำจืด
- ค. ปลาอาจจะมีสัญชาตญาณที่จะกลับคืนสู่ถิ่นเค็มได้
- ง. การวางไข่ในน้ำจืดทำให้มีความทนทานที่จะอยู่ในน้ำเค็ม
- จ. การสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ของอาศัยน้ำเค็ม.

24. เพื่อที่จะทดสอบสมมติฐานที่ว่า "การนำเหล่าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันของยีนบนโครโมโซม"



ผู้ทดลองใ้วางแผนการครั้งนี้ ฉายรังสีเอกซ์ในปริมาณเท่ากัน ให้แก่หนูตัวเมียที่กำลังท้อง 5 ตัว ซึ่งมีขนาด น้ำหนัก อายุ ความสมบูรณ์พอ ๆ กัน โดยใช้เวลาในการฉายแสง 5, 10, 15, 20, และ 25 นาทีตามลำดับ แล้วสังเกตลักษณะของลูกที่เกิดจากหนูทั้ง 5 ตัวนี้ ในการทดลองนี้ผู้ทดลอง ไม่ได้ทำสิ่งใด

- ก. แยกหนูเป็นกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง
- ข. บอกตัวแปรที่ต่อควบคุมในการทดลอง
- ค. บอกการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต้น
- ง. บอกค่าของตัวแปรตามที่เปลี่ยนไป
- จ. บอกสิ่งที่ใช้เป็นตัวอย่างในการทดลอง

25. นายแดงมีที่ดิน 2 แปลง แปลงละ 15 ไร่ เขาต้องการจะทำไร่ส้มในที่ดินแปลงหนึ่งที่เหมาะสมแก่การปลูกส้มและสร้างโรงงานทำผลไม้กระป๋องในที่ดินแปลงหนึ่ง เขาจึงนำดินจากแปลงทั้งสองมาตรวจสอบคุณภาพ

วิธีใดควร เป็นวิธีเลือกดิน จากแปลงทั้งสองได้เหมาะสมที่สุด ?

- ก. เลือกจากทุกตารางในที่ดินแต่ละแปลง
- ข. เลือกจากหลายแห่งแบบสุ่มในที่ดินแต่ละแปลงมาทดลอง
- ค. เลือกเอาดินตรงบริเวณเดียวกันของทั้งสองแปลง
- ง. เลือกเอาดินตรงกลางของที่ดินทั้งสองแปลง
- จ. เลือกจากที่ใดก็ได้ขอให้อยู่ในที่ดินทั้งสองแห่งที่จะเปรียบเทียบกัน.

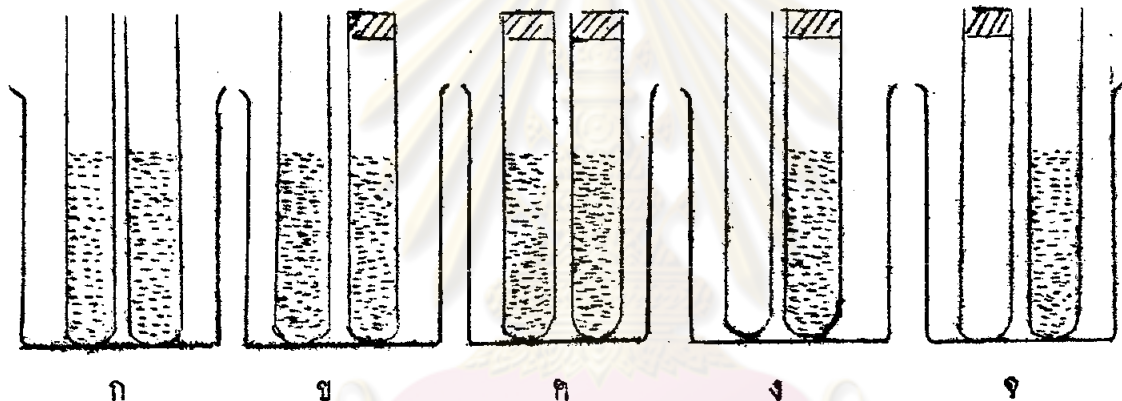
26. ถ้าจะทดลองว่ารากพืชมีหน้าที่ดูดน้ำ และแร่ธาตุเพื่อส่งไปเลี้ยงลำต้น นักเรียนควรจะทำเนื่งการทดลองอย่างไร ?

- ก. ตัดรากพืชคามขวางแล้วนำมาทดสอบหาแป้งและน้ำตาล
- ข. ศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์เพื่อตรวจหาท่อลำเลียงน้ำ และอาหารในบริเวณ เซลล์รากขนอ่อน
- ค. ตัดก้านส่งโดยให้รากจุ่มในน้ำสี แล้วสังเกตน้ำสีที่ขึ้นจากรากไปยังลำต้น
- ง. ศึกษความเปลี่ยนแปลงของพืชสองกระถาง ซึ่งใช้พลาสติกคลุมดินให้ทั่วแล้ว

รคน้ำกระดางหนึ่ง และรคน้ำโคลนไม่คลุมพลาสติกอีกกระดางหนึ่ง

จ. ขอ ค. และ ง.

27. จากสมมติฐานที่ว่า มีเชื้อแบคทีเรียในอากาศ นักเรียนจะเลือกการทดลองชุดใดเพื่อตรวจสอบสมมติฐานนี้



 = อาหารเลี้ยงแบคทีเรีย ที่ได้รับการฆ่าเชื้อแล้ว

28. นักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งรายงานว่า มีรากไม้ชนิดหนึ่งมีลักษณะคล้ายกวาวเครือ ซึ่งหมอโบราณใช้รักษาอาการป่วยของเขาให้หายได้ ขอความใตที่แสดงถึงขบวนการที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการค้นคว้าเบื้องต้นเกี่ยวกับสมบัติทางยาของพืชนั้น.
- นำพืชไปทดสอบกับคนกลุ่มหนึ่ง โดยมีการควบคุมที่เหมาะสมแล้วบันทึกการทดลองไว้
  - ทดลองกับหนูสองกลุ่ม โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อทดสอบผลของพืชนั้น
  - ส่งตัวอย่างของสารที่สกัดได้จากพืชนั้นไปยังกลุ่มนายแพทย์ทั่วโลก เพื่อวินิจฉัย

- ง. เอาพืชนั้นกับคนกวาวว่เครือมาตัดขวางดูว่าข้างในของพืชนั้นต่างกับคนกวาวว่เครืออย่างไร
- จ. เอาพืชนั้นมาสะกัสนี้ เปรียบเทียบสิ่งที่สะกัศไคจากคนกวาวว่เครือแล้วดูว่าสีเหมือนกันหรือไม่.
29. จะมีวิธีทดลองอย่างไร เพื่อพิสูจน์สมมุติฐานที่ว่า "การตายของหนูหลังจากที่ถูกรังสีเอกซ์นั้นเนื่องมาจากการติดเชื้อแบคทีเรีย"
- ก. ฉายรังสีเอกซ์ให้หนูกลุ่มทดลอง และควบคุม แต่ให้ยาป้องกันการติดเชื้อเฉพาะกลุ่มทดลอง
- ข. ให้ยาป้องกันการติดเชื้อแก่หนูทั้งหมด แต่ฉายรังสีเอกซ์ให้เฉพาะกลุ่มทดลอง
- ค. สังเกตพฤติกรรมของหนูทั้งหมดหลังจากได้รับรังสีเอกซ์ และยาป้องกันการติดเชื้อ
- ง. ฉีดเชื้อแบคทีเรียให้แกหนูทั้งหมดหลังจากได้รับรังสีเอกซ์
- จ. สังเกตพฤติกรรมของหนูกลุ่มทดลองหลังจากติดเชื้อแบคทีเรีย
30. จะมีวิธีทดลองอย่างไร เพื่อหาคำตอบว่า ยีราฟมีคอยาวเนื่องจากการยืดคอของยีราฟในรุ่นก่อนหรือไม่
- ก. วัดความยาวของโครงกระดูกส่วนลำคอของยีราฟรุ่นก่อน เปรียบเทียบกับความยาวของคอยีราฟในปัจจุบัน
- ข. เปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของคอยีราฟในแต่ละรุ่น ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มที่ให้กินหญ้าในระดับที่ไม่ต้องยืดคอและในระดับที่แขนงไว้
- ค. เลี้ยงยีราฟรุ่นพ่อแม่ให้กินหญ้า ในระดับที่แขนงไว้ แล้วเปรียบเทียบความยาวกับคอของลูกที่ออกมา
- ง. ไม่อาจทำการทดลองได้ เพราะไม่เป็นจริงตามทฤษฎีวิวัฒนาการ
- จ. ไม่อาจทำการทดลองได้ เพราะใช้ระยะเวลาานเกินควร.

ภาคผนวก ช.

บทเรียนฝึกทักษะเชิงซ้อนของขบวนการวิทยาศาสตร์

บทเรียนที่ 1

เรื่อง	ทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน	หมายเหตุ
<p>สำรวจบึงการงอกของเมล็ด การงอกของเมล็ดกับองค์ประกอบหลายอย่างเช่น อากาศ ความชื้น อุณหภูมิ สารเคมีบางอย่างทำให้การงอกของเมล็ดช้าลงและบางอย่างทำให้เมล็ดไม่งอกเลย</p>	<p>การตั้งสมมติฐาน การทดลอง</p>	<p>1. สร้างสมมติฐานจากการสังเกตและการสรุปอ้างอิงได้ 2. สร้างและแสดงให้เห็นวิธีที่จะตรวจสอบสมมติฐานได้ 3. เสนอเหตุผลเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่รวมรวมกันทั้งได้</p>	<p>1. สังเกตเมล็ดถั่วชนิดต่าง ๆ ซึ่งแช่ไว้ในสารละลายต่างกัน คือ น้ำเปล่า น้ำตาล เกลือ กากทับทิม ดินประสิว น้ำส้ม แล้วบรรยายสิ่งที่สังเกตเห็น 2. ร่วมกันสรุปผลจากคำบรรยาย การสังเกตเมล็ดถั่วซึ่งแช่ในสารละลาย</p>	<p>สารละลายมีปริมาณและความเข้มข้นเท่ากัน เพาะเมล็ดถั่วในเวลาเดียวกันเป็นเวลานานเท่ากัน ครูอาจช่วยให้นักเรียนเห็นปัญหากระจางชน โดยแนะนำการสังเกตให้เช่น เมล็ด ในสารละลาย บางชนิดจะพองตัวขึ้น บางชนิดมีแนวโน้มที่จะพองตัวบางชนิด</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทเรียนที่ 1 (ต่อ)

เรื่อง	ทักษะขบวนการ วิทยาศาสตร์	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	หมายเหตุ
<p>การตั้งสมมติฐาน</p> <p>สมมติฐานเป็นข้อความจริงชั่วคราว ที่สมมติขึ้นโดยที่ยังไม่มีการทดสอบรับรอง สมมติฐานอาจจะผิดทั้งหมด ถูกทั้งหมด หรือถูกบ้างผิดบ้างในบางส่วนก็ได้</p> <p>สมมติฐานที่ได้รับการทดสอบยืนยันแล้วว่าเป็นความจริงจะ เปลี่ยนสภาพเป็นทฤษฎีความจริงหรือกฎวิทยาศาสตร์แล้วเท่านั้น</p>			<p>3. ร่วมกันอภิปรายเพื่อให้เข้าใจว่าเหตุใดข้อความที่สรุปจากสิ่งที่สังเกตเห็นเกี่ยวกับการงอกของเมล็ดนั้นเรียกว่าสมมติฐาน สมมติฐานมีความสำคัญอย่างไร ตั้งขึ้นได้อย่างไร ฯลฯ</p> <p>4. กำหนดปัญหาอื่น ๆ ให้นักเรียนหัดตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง แล้วร่วมกันพิจารณาว่า สมมติฐานใดเป็น สมมติฐานที่ดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงเหตุผลประกอบ</p>	<p>งอกเป็นต้นอ่อนงอกเนื่องจากสาเหตุใดสารละลายที่ไซแซเกี่ยวข้องกับอย่างไร</p>

เรื่อง	ทักษะขบวนการ วิทยาศาสตร์	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน	หมายเหตุ
<p>การตั้งสมมติฐานควรจะเขียนกว้าง ๆ ให้ครอบคลุมวัตถุทุกชนิดที่มีอยู่ในขอบข่าย (class) เดียวกันใหม่มากที่สุดเท่าที่จะทำได้</p>			<p>5. ให้นักเรียนฝึกหัดตั้งปัญหา พร้อมทั้งสมมติฐานด้วยตนเอง แล้วแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ตลอดจนการหาวิธีทดสอบสมมติฐานด้วยการคาดคะเนในรูป if...then...</p> <p>6. ให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองในเวลาดำเนินการ เพื่อสังเกตความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามสมมติฐานเกี่ยวกับการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากสารเคมีหรือไม่ แล้วหัดปรับปรุงสมมติฐานอีกครั้ง ภายหลังจากการสังเกต เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น</p>	

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



เรื่อง	ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน	หมายเหตุ
<p>องค์ประกอบในการเจริญเติบโตของพืช</p> <p>ทนกุหลาบจะเจริญงอกงามดีขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้ คือ น้ำ อากาศ แสงแดด ปุ๋ย ระยะทางระหว่างต้น และ อุณหภูมิ</p> <p>ตัวประกอบแต่ละตัวซึ่งจะส่งผลต่อความเจริญเติบโตของกุหลาบ เรียกว่าตัวแปร(Variable)</p> <p>ในปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ ประกอบด้วยตัวแปร 3 ประเภท คือ ตัวแปร</p>	<p>การจำแนกและควบคุมตัวแปร</p>	<p>1. บ่งชี้ได้ว่าอะไรคือตัวแปรที่มีผลต่อการทดลอง</p> <p>2. บ่งชี้ได้ว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม ตัวแปรที่คงควบคุมให้คงที่ และตัวแปรที่ไม่ต้องควบคุม</p> <p>3. แยกได้ว่าสภาวะการอื่นไหนทำให้ตัวแปรที่มีค่าคงที่สภาวะการอื่นไหนทำให้ตัวแปรที่มีค่าไม่คงที่</p>	<p>1. กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ แล้วให้พิจารณาว่าองค์ประกอบใด มีผลต่อการทดลองนั้น เช่น ต้องการจะปลูกกุหลาบให้โตเร็วและออกดอกให้พิจารณาว่าอะไรคือองค์ประกอบที่ก่อให้เกิดผลดังกล่าว</p> <p>2. กำหนดสถานการณ์ให้ เช่น ถ้าต้องการศึกษาว่าปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุหลาบให้พิจารณาว่า ค่าใดเปลี่ยนแปลงตามค่าใด ตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่คงควบคุมให้คงที่</p> <p>3. ให้นักเรียนหัดตั้งปัญหา แล้วร่วมกันพิจารณาถึงตัวแปรที่มีผลต่อการทดลอง ชนิดของตัวแปร <b>สภาวะการที่ทำให้ตัวแปร -</b></p>	

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



เรื่อง	ทักษะสมรรถนะ วิทยาศาสตร์	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้	หมายเหตุ
<p>อิสระหรือตัวแปรที่เราต้องการควบคุมของมัน (Independent Variable หรือ Manipulated Variable) ตัวแปรตามหรือตัวแปรซึ่งเป็นผลจากตัวแปรอิสระ (Dependent หรือ Responding Variable) และตัวแปรที่เราบังคับให้คงที่ (Controlled Variable)</p>			<p>มีค่าคงที่และไม่คงที่</p> <p>4. อภิปรายถึงความสำคัญของตัวแปรและวิธีควบคุมตัวแปร</p>	

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่อง	ทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
<p><u>การหายใจของยีสต์แบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Respiration)</u></p> <p>เมื่อเทยีสต์ลงในสารละลายน้ำตาลกลูโคส หิ้งไวสลักเกอร์จะมีปรากฏการณ์ขึ้นจากตัวยีสต์ลอยขึ้นไปสู่ผิวของสารละลายก๊าซนั้นคือการบวมโตออกไซค์ ซึ่งเกิดจากการหายใจของยีสต์ ดังสมการ</p> $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$	<p>การออกแบบการทดลอง</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. สร้างแบบการทดลองได้ บ่งชี้การจัดเตรียมอุปกรณ์และลำดับขั้นตอนการทดลองได้</li> <li>2. บ่งชี้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองได้</li> <li>3. ออกแบบการทดลองเพื่อยืนยันผลการทดลองเดิมได้</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ให้นักเรียนตั้งเกศยีสต์แห้งที่เพาะในน้ำตาลกลูโคส ในขวดรูปชมพู่ซึ่งปิดฝาด้วยจุกยาง แล้วให้ออกซิเจนในหัวข้อต่อไป             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 การเปลี่ยนแปลงของยีสต์ที่สังเกตเห็นได้โดยปราศตาและจมูก</li> <li>1.2 สาเหตุในการเกิดฟองของยีสต์ในขวด การเกิดกลิ่นแอลกอฮอล์ ฯลฯ</li> </ol> </li> <li>2. ร่วมกันตั้งสมมติฐานจากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่นักเรียนสังเกตเห็นได้จากยีสต์ที่เพาะไว้ในขวดดังกล่าว             <p><u>ตัวอย่าง</u></p> <p><u>สิ่งที่สังเกตได้</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เกิดฟองก๊าซตลอดเวลา</li> </ol> <p><u>สมมติฐานที่คาดว่านักเรียนจะกล่าวถึง</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ฟองก๊าซที่เห็นคือ CO<sub>2</sub></li> <li>2. การเกิด CO<sub>2</sub> แสดงว่ายีสต์มีการหายใจ</li> </ol> </li> </ol>

บทเรียนที่ 3 (ต่อ)

เรื่อง	ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
			<p>2. ยีสต์อยู่ในขวดที่ปิดสนิทไม่มีการถ่ายเทอากาศและมีฟองเกิดขึ้นตลอดเวลา</p> <p>3. ถ้าเปิดจุกขวดกลิ้งจะได้อกลืนแอลกอฮอล์</p> <p>3.1. ยีสต์หายใจโดยไม่มีไฮดรอกซิเจน</p> <p>3.2. เอนไซม์ของยีสต์ทำปฏิกิริยากับน้ำตาลกลูโคสทำให้เกิดแอลกอฮอล์</p> <p>3. ร่วมกันพิจารณาการเกิดฟองก๊าซในขวดทดลองเพื่อหาทางทดสอบสมมติฐาน ด้วยการคาดคะเน ในรูป If...then...            เช่น 3.1 ถ้ายีสต์มีการหายใจ ก็จะต้องมีการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub>            3.2 ถ้าก๊าซนั้นเป็น CO<sub>2</sub> เมื่อนำมาทดสอบในน้ำปูนใส น้ำปูนใสจะขุ่น            3.3 ถ้ายีสต์หายใจโดยไม่มีไฮดรอกซิเจน เมื่อเทน้ำมันเคลือบผิวหน้าของยีสต์ ยีสต์ยังคงปล่อย CO<sub>2</sub> ได้</p>

บทเรียนที่ 3 (ต่อ)

เรื่อง	ทักษะขบวนการ วิทยาศาสตร์	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน
			<p>4. ร่วมกันพิจารณาหาแบบการทดลองเพื่อทดสอบการคาดคะเนตามข้อ 3 ดังต่อไปนี้</p> <p>4.1 การจัดเตรียมและจัดตั้งเครื่องมือ</p> <p>4.2 การดำเนินการทดลองเป็นขั้น ๆ</p> <p>4.3 ผลที่ควรจะเกิดจากการทดลอง</p> <p>4.4 ปัญหาที่คาดว่าจะเกิดจากการทดลอง และวิธีแก้ปัญหา นั้น ๆ</p> <p>5. ร่วมกันออกแบบการทดลองเปรียบเทียบ เรื่องยีสต์หายใจโดยไม่ใช้ออกซิเจน ทั้งนี้เพื่อเสริมความเข้าใจเรื่องการจำแนกและควบคุมตัวแปร</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่อง	ทักษะขบวนการ วิทยาศาสตร์	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน
<p>ปฏิกิริยาของยีสต์กับน้ำตาลกลูโคส ระดับอุณหภูมิต่างกัน ยีสต์หายใจโดยไม่ใช้ออกซิเจน เอนไซม์ในเซลล์ของยีสต์ ทำปฏิกิริยากับน้ำตาลกลูโคส ทำให้เกิดเอทิลแอลกอฮอล์, คาร์บอนไดออกไซด์และพลังงาน ปฏิกิริยาเช่นนี้เรียกว่า การหมัก (Fermentation) ก๊าซที่เกิดขึ้นจากการหมัก คือ คาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดเนื่องจากการหมักวัดได้ โดยการผ่านคาร์บอนไดออกไซด์ ลงในขวดน้ำปูนใส ที่ทราบน้ำ-</p>	<p>การตีความหมาย จากข้อมูล</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. อานตารางข้อมูลและอธิบายความหมายจากกราฟได้</li> <li>2. เปรียบเทียบลักษณะของข้อมูลจากตารางตัวเลขและจากกราฟได้</li> <li>3. สรุป (Generalization) จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้</li> <li>4. ออกแบบการทดลองเพื่อเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเปรียบเทียบคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหมักของยีสต์ในระดับอุณหภูมิต่างกันได้</li> </ol>	<p>1. อภิปรายผลของการทำปฏิกิริยาระหว่างยีสต์กับน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเรียนแล้วในบทเรียนที่ 3</p> <p>2. อภิปรายร่วมกันในหัวข้อต่อไปนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 สมการแสดงการหมักของยีสต์</li> <li>2.2 การใช้คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นตัวบ่งชี้ การเกิด การหมักของยีสต์ และการวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหมัก</li> <li>2.3 การออกแบบการทดลองเพื่อเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างยีสต์และน้ำตาลกลูโคส</li> </ol> <p>3. ให้นักเรียนพิจารณาตัวเลขในตารางข้อมูล ซึ่งแสดงการเกิดคาร์บอนไดออกไซด์เนื่องมาจากปฏิกิริยาของยีสต์ และน้ำตาลกลูโคสในระดับอุณหภูมิต่างกัน และคาดคะเนลักษณะของกราฟพลอตจนอธิบายความหมายของกราฟจาก</p>

บทเรียนที่ 4 (ต่อ)

เรื่อง	ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
<p>หนักแล้ว</p> <p>ปริมาณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากน้ำหนักเดิมของน้ำปัสสาวะคือน้ำหนักคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น</p> <p>เนื่องจากการหายใจของยีสต์</p> <p>3. การหมักและการเกิดคาร์บอนไดออกไซด์จะเกิดเร็ว ถ้าให้อุณหภูมิสูงขึ้นกว่าระดับอุณหภูมิปกติและจะเกิดช้าลงเมื่อให้อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิปกติ</p>		<p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p>	<p>ตารางข้อมูล</p> <p>4. สรุปผลการทดลอง</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



เรื่อง	ทักษะขบวนการ วิทยาศาสตร์	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
<p>การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต</p> <p>1. การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตเริ่มตั้งแต่เป็นไซโกท ซึ่งเป็นเซลล์เดี่ยว จนกระทั่งเป็นพืชหรือเป็นสัตว์ที่โตเต็มที่ โดยการเพิ่มจำนวนเซลล์ เพิ่มความสูง เพิ่มน้ำหนัก เปลี่ยนรูปร่างและหน้าที่ของเซลล์ การสร้างอวัยวะ</p> <p>2. การให้นิยามปฏิบัติการ</p> <p>การให้นิยามปฏิบัติการจะต้องประกอบด้วยลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้</p>	<p>การให้นิยามปฏิบัติการ</p>	<p>1. แปลความหมายจากตารางข้อมูลและกราฟได้</p> <p>2. คาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ เมื่อพิจารณาจากกราฟ</p> <p>3. สร้างนิยามปฏิบัติการที่อธิบายถึงขบวนการความคิดรวบยอดได้อย่างถูกต้อง</p> <p>4. บ่งชี้คำที่ใช้ในการให้นิยามปฏิบัติการแต่ละครั้งได้เมื่อกำหนดปัญหา, ข้อมูล ฯลฯ ให้</p>	<p>1. ให้นักเรียนพิจารณาตัวเลขจากตารางข้อมูลที่แจกให้ซึ่งแสดงการเพิ่มขนาดและความสูงของหญิงชาวไทยอายุ 1 - 20 ปี ว่าตัวเลขดังกล่าวให้ความหมายอะไรแก่เรานำตัวเลขเหล่านั้นเขียนลงในกราฟจะให้แกนใดแทนค่าของอะไร</p> <p>2. ทดึกรูปบนกระดานดำภายหลังจากอภิปรายข้อ 1 แล้ว ให้พิจารณาลักษณะของเส้นกราฟเปรียบเทียบทั้งความสูงและน้ำหนักของทั้งสองเพศแล้วคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นภายหลังจากอายุ 20 ปีขึ้นไป (ไม่ได้แสดงไว้ในกราฟ)</p> <p>3. ให้พิจารณากราฟอีก 2 แผน คือ</p> <p>ก. กราฟแสดงการเจริญเติบโตของต้นถั่วอายุ 1-20 วัน</p> <p>ข. กราฟแสดงการเพิ่มจำนวนเซลล์ของแบคทีเรีย 1 ตัวในเวลา 24 ชั่วโมง</p>



บทเรียนที่ 5 (ต่อ)

เรื่อง	ทักษะขบวนการ วิทยาศาสตร์	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
<p>2.1 เป็นข้อความที่รัดกุม</p> <p>2.2 ระบุการกระทำที่จะทดสอบได้ (เราทำอะไร ทำอย่างไร)</p> <p>2.3 ระบุสิ่งที่สังเกตเห็นได้ (เราสังเกตอะไร เราวัดอะไร เช่น "การเคลื่อนที่ของพืชเขาหาแสงซึ่งเป็นสิ่งเร้า" นิยามปฏิบัติการมีดังนี้</p> <p>ก. ปลายยอดพืชเอมเขาหาแสงแดด</p>		<p>5. แยกนิยามปฏิบัติการออกจากนิยามที่ไม่ใช่นิยามปฏิบัติการได้</p>	<p>แล้วอธิบายความหมายจากกราฟ และสรุปหัวข้อเรื่องที่เรียนในช่วงนี้</p> <p>4. จากหัวข้อที่ช่วยกันสรุป ให้นักเรียนร่วมกันให้ความหมายของหัวข้อที่ตั้งขึ้น ( การเจริญเติบโตของสิ่งที่มีชีวิต) ตามความเข้าใจของนักเรียนเอง</p> <p>5. ครั้นแล้วให้นักนิยามพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ หลังจากนั้นให้นักเรียนให้นิยามของหัวข้อเรื่องเดิมอีกครั้งตามเกณฑ์ที่กำหนดให้</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทเรียนที่ 5 (ต่อ)

เรื่อง	ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
<p>ข. ปลายยอดคนถั่ว เคลื่อนที่ เป็นวงแบบทวนเข็มนาฬิกา</p> <p>ค. การเคลื่อนที่ทั้งกลาวใน</p> <p>ข้อ ข. เกิดทุกครั้งเมื่อแตกใบอ่อน</p>			

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประวัติการศึกษา

นางสุมาลี พิตรากู๊ด ไคร์แปริญญาครุศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับสอง)  
จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2509 และเข้าศึกษาต่อใน  
แผนกศึกษามัธยมศึกษา สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
เมื่อปีการศึกษา 2516

ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งอาจารย์โท วิทยาลัยครูเชียงใหม่ จังหวัด  
เชียงใหม่



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย