

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

บุญถิ่น อัครถาวร. "แนวนโยบายการผลิตครูในอนาคต" วารสารครูศาสตร์
(กุมภาพันธ์ - มีนาคม ๒๕๑๔) หน้า ๒๖.

วิจิตร ศรีสะอาด. "แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการศึกษา ตอนที่ ๓ ปัญหาการศึกษาในโรงเรียน
ที่มีครูสอนไม่ครบชั้น" วารสารครูศาสตร์
(กันยายน ๒๕๑๔ - มีนาคม ๒๕๑๕) หน้า ๕

สุมน อมรวิวัฒน์. "ความครบทางการศึกษา" วารสารครูศาสตร์
(เมษายน - พฤษภาคม ๒๕๑๔) หน้า ๒๖

ก้อ สวัสดิ์พานิช. "สนทนากการศึกษา" เอกสารประกอบการวิทยุศึกษา
(๑๑ พฤศจิกายน ๒๕๑๔) หน้า ๑ - ๔

สีปพนนท์ เกตุทัต. "บทบาทของวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีในการพัฒนาการศึกษา"
ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา กรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๑๓.

ประจวบสุข อาชาอร่าม คู่มือการอบรมครูมัธยมศึกษา
หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ๒๕๑๓ หน้า ๑๒๓

นวลฉวี ทิพานุกะ "การสำรวจผลการ เรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนกวิทยาศาสตร์
ของโรงเรียนในโครงการทดลองและปรับปรุงมัธยมวิสามัญ ๒๕๐๓" วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ๒๕๐๔

เป็รื่อง กุญฑ "สู่ทางในการนำเทคโนโลยีมาช่วยปรับปรุงคุณภาพ
ของการศึกษาในระดับประถมศึกษา" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยี
การศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ๒๕๑๓

- สุนันท์ ปัทมาคม. "เอกสารประกอบคำบรรยาย วิชา "Principle of Media Based Individualized Instruction" แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา ๒๕๑๖
- สิทธิชัย ทีโลกะวิชัย. "ชุดการเรียนเปิดเสรีจายบุคคล สำหรับวิชาการผลิตภาพถ่าย เพื่อการศึกษา" วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ๒๕๑๘
- โอวาท พูลศิริ. "ชุดเรียนเปิดเสรีจายบุคคลสำหรับวิชาการสอน แบบโปรแกรม" วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ๒๕๑๘
- วณิช จุฑะวิภาค. "การสร้างชุดการเรียนเปิดเสรีจายบุคคลวิชาวัสดุ และการออกแบบ สำหรับบัณฑิต. แผนกศิลปศึกษา" วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ๒๕๑๘
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีกับการศึกษาปัจจุบัน แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า ๕ (เอกสารโรเนียว)
- สัมภา พงษ์ไสรณ, สุขย์ เสมือนโพธิ์. Individualized Study. - Carrel รายงานวิชา Praticum in A. V. Education แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๖
- เทษา นิยะอัมมิยะ. "การสอนตามเอกัตภาพ" วารสารครุศาสตร์ ๔ ๑๖

สมคิด เมตไตรพัชร์. "การสอนวิชาถ่ายรูปเป็นรายบุคคลโดยใช้สไลด์เทปเสียง"
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๗

สุภาพ วาดเขียน. "การวิจัยเชิงการทดลองทางการศึกษา แผนกวิชาวิจัยการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ๒๕๑๕. ๒๗๔ หน้า.

ประคอง กรรณสุต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, ๒๕๑๓
๑๕๕ หน้า

ปกครอง ไชยกาล. หลักการสถิติสำหรับ การศึกษาชั้นมหาวิทยาลัย พระนคร:
มงคลการพิมพ์, ๒๕๑๘, ๕๔๖ หน้า

ชวาล แพรต์กุล. เทคนิคการวัดผล พระนคร: วัฒนาพานิช, ๒๕๐๓. ๔๕๒ หน้า

วิเชียร เกตุสิงห์. การวัดผลการศึกษา และสถิติเบื้องต้น พระนคร: ห้างหุ้นส่วน
การพิมพ์ ไชยวัฒน์, ๒๕๑๗. ๒๖๖ หน้า

สุชา จันทรเฒ. การวิจัยทางการศึกษา พระนคร: แพรพทยา, ๒๕๑๕

สำเภา วรางกูร. คำบรรยายวิชา "Administration" แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๖.

ภาษาไทย

- Elija, Bruce Meeks. "Learning Packages versus Conventional Methods of Instruction", Dissertation Abstracts, Vol. 32, No. 8, (February 1972), P.4295-A
- Langstaff, Anne Louise. "Development and Evaluation of an Auto-Instructional Media Package for Teacher Education," Dissertation Abstracts, Vol. 33, No. 4 (1972), P. 1566-A.
- Ellen Jean Baird, McDonald. "The Development and Evaluation of a Set of Multi-Media Self-Instructional Learning Activity Packages for Use in Remedial English at an Urban Community College," Dissertation Abstracts, Vol. 34, No. 4 (October 1973), P. 1590-A.
- Evans, Paul Lytell. "Developing and Experimentally Teaching A Learning Activity Package Entitled Human Rights in Education in Two Selected Classes in Curriculum and Instruction in the Secondary School in the College of Education at the University of Oklahoma," Dissertation Abstracts, Vol. 34, No. 8 (February 1974), P. 4613-A.
- Clara, Louise Presley. "The Relationship of Selected Student Characteristics to Achievement with the Learning Package in Secondary English Classes," Dissertation Abstracts, Vol. 34, No. 8 (February 1974), P. 4980-A.

Rigby, Dorothy Sue. "The Effectiveness of Learning activity Package Instruction versus the Teacher Directed Method of Teaching Intermediat College Type Writing", Dissertation Abstracts, Vol.35, No.2 (August 1975), P. 949-A.

Wasserman, Melvin. " The Desion and Validation of a Self-Instructional Learning Package for the Acquisition of Ascending Melodic Interval Skill; a Developmental Process," Dissertation Abstracts, Vol.35, No.7 (January 1975) p. 4048-A.

Olsen, Johannes Ingebret. "The Effect of Learning Packages on the Continuous Progress Education Pilot Program in the Kanawa County West Virginia Schools," Dissertation Abstracts, Vol.35 No.8 (February 1975), P. 4992-A.

Bishop, Loyd K. Individualizing Education System, New Youk : Harper & Row Publishers, 1971.

Beggs, David W. and Buffle, Edward G. Independent Study, Bloomington London : Indiana University Press, 1965.

Dell, Hellen D. Individualizing Instruction Materials and Classroom Procedures. Chicago : Science Research Associates, Inc., 1971.

Carter V, Good. Dictionary of Education. New Youk :

Erickson, Corton W.H. Administering Instructional Media Programs. New York : The Macmillan Company, 1968.

Groulund, Normon Edward. Individualizing Classroom Instruction. New York : Macmillan, 1974.

Karlin, Meziel Schoen brum. Individualized Instruction. West Nyack N. Y. : Parker, 1974.

Rita Dunn, Kenneth Dunn. Practical Approaches to Individualizing Instruction. New York : Parker Publishing Company, Inc., 1972.

Shiman, David A. Individualized Instruction. New York : McGraw-Hill, 1974.

Garrett, Henry E. Testing for Teacher. New York : American Book Company, 1959.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนที่ใช้ในชุดการสอนทั้ง ๕ ชุด

ในการวิเคราะห์ความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ คือหาอำนาจจำแนกคนเก่ง และไม่เก่ง และหาความยากง่ายของข้อทดสอบไว้วิธี Short Method of Item Analysis ของ Henry E. Garrett ซึ่งใช้สูตรดังนี้

$$V_i = \frac{R_h - R_l}{N_h}$$

$$D_i = \frac{R_h + R_l}{N_h + N_l}$$

V_i = คำนีความเชื่อถือได้ (Validity Index) หรืออำนาจจำแนกคนเก่ง และไม่เก่งออกจากกัน จะมีค่าตั้งแต่ ๐ (แยกได้น้อยที่สุด) จนถึง ๑ (แยกได้มากที่สุด)

D_i = คำนีความยากง่ายของคำถาม (Difficulty Index) จะมีค่าตั้งแต่ ๐ (ยากที่สุด) จนถึง ๑ (ง่ายที่สุด)

R_h = จำนวนคนที่ตอบคำถามใดถูกต้องในกลุ่มคนที่ได้คะแนนต่ำ

R_l = จำนวนคนที่ตอบคำถามใดถูกต้องในกลุ่มคนที่ได้คะแนนต่ำ

N_h = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มได้คะแนนสูงคิดเป็น ๕๐% ของจำนวนผู้ตอบทั้งหมด (ใช้ ๕๐% เพราะมีตัวอย่างประชากร ๒๐ คน)

N_l = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มได้คะแนนคิดเป็น ๕๐% ของจำนวนผู้ตอบทั้งหมด (ใช้ ๕๐% เพราะมีตัวอย่างประชากร ๒๐ คน)

ตารางที่ ๑ การวิเคราะห์ผลของข้อทดสอบเรื่อง "วิธีใช้และการเก็บรักษา กลองจุดพรศน์" (ตัวอย่างประชากร ๒๐ คน)

จำนวน	ข้อที่																				
		๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙	๑๐	๑๑	๑๒	๑๓	๑๔	๑๕	๑๖	๑๗	๑๘	๑๙	๒๐
R_h		๔	๔	๔	๑๐	๔	๖	๘	๗	๔	๑๐	๔	๔	๑๐	๗	๔					
R_l		๕	๖	๕	๕	๕	๑	๓	๓	๕	๕	๖	๖	๕	๔	๕					
$R_h - R_l$		๔	๓	๔	๕	๔	๕	๕	๔	๕	๕	๓	๓	๕	๓	๔					
$R_h + R_l$		๑๔	๑๕	๑๔	๑๕	๑๔	๗	๑๑	๑๐	๑๔	๑๕	๑๐	๑๐	๑๕	๑๔	๑๔					
V_i		.๕	.๓	.๕	.๕	.๕	.๕	.๕	.๕	.๕	.๕	.๓	.๓	.๕	.๓	.๕					
D_i		.๓๐	.๓๕	.๓๐	.๓๕	.๓๐	.๓๕	.๔๕	.๕๐	.๓๐	.๓๕	.๓๕	.๓๕	.๓๕	.๔๕	.๓๐					

อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .๓ - .๕

ความยากง่ายอยู่ระหว่าง .๓๕ - .๓๕

ตารางที่ ๒ การวิเคราะห์ผลของข้อทดสอบเรื่อง "โครงสร้างของเซลล์ภายใต้ กลองจุดพรศน์อิเล็กทรอนิกส์อน" (ตัวอย่างประชากร ๒๐ คน)

จำนวน	ข้อที่																				
		๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙	๑๐	๑๑	๑๒	๑๓	๑๔	๑๕	๑๖	๑๗	๑๘	๑๙	๒๐
R_h		๑๐	๔	๑๐	๑๐	๔	๔	๕	๖	๑๐	๔	๘	๘	๑๐	๑๐	๑๐	๑๐	๔	๖	๘	๘
R_l		๔	๔	๕	๔	๒	๕	๑	๑	๔	๔	๔	๔	๔	๕	๕	๕	๔	๖	๖	
$R_h - R_l$		๖	๕	๕	๖	๓	๔	๔	๕	๖	๕	๔	๔	๖	๖	๕	๖	๔	๒	๒	๒
$R_h + R_l$		๑๔	๑๓	๑๕	๑๔	๑๑	๑๔	๖	๗	๑๔	๑๓	๑๒	๑๒	๑๔	๑๕	๑๕	๑๕	๑๔	๑๒	๑๔	๑๔
V_i		.๖	.๕	.๕	.๖	.๓	.๔	.๔	.๕	.๖	.๕	.๔	.๔	.๖	.๖	.๕	.๖	.๔	.๒	.๒	.๒
D_i		.๓๐	.๒๕	.๓๕	.๓๐	.๔๕	.๓๐	.๓๐	.๓๕	.๓๐	.๒๕	.๒๐	.๒๐	.๓๐	.๓๐	.๓๕	.๓๐	.๓๐	.๕๐	.๓๐	.๓๐

ตารางที่ ๓ การวิเคราะห์ผลของข้อทดสอบเรื่อง "การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส" (ตัวอย่างประชากร ๒๐ คน)

จำนวน \ ข้อที่	๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙	๑๐	๑๑	๑๒	๑๓	๑๔	๑๕	๑๖	๑๗	๑๘	๑๙	๒๐	
R_h	๔	๔	๖	๘	๘	๔	๔	๔	๘	๔	๘	๔	๗	๔	๕	๘	๑๐	๔	๔	๗	
R_l	๓	๒	๒	๔	๖	๓	๓	๕	๒	๒	๕	๔	๔	๓	๑	๖	๕	๕	๔	๓	
$R_h - R_l$	๖	๒	๔	๔	๒	๑	๑	๓	๖	๖	๓	๐	๓	๑	๔	๒	๕	๐	๐	๔	
$R_h + R_l$	๗	๖	๘	๑๒	๑๔	๗	๖	๙	๑๐	๑๐	๑๓	๑๒	๑๑	๑๑	๕	๑๖	๑๕	๑๔	๑๔	๑๑	๑๐
V_i	.๖	.๓	.๔	.๔	.๒	.๔	.๖	.๔	.๖	.๓	.๕	.๓	.๖	.๔	.๒	.๕	.๔	.๕	.๔	.๔	
D_i	.๖,๕๕	.๔	.๖	.๓	.๒	.๖	.๓	.๕,๕๕	.๖,๕๕	.๖,๕๕	.๕	.๖	.๓	.๓,๓๕	.๓,๓๕	.๕	.๕	.๕	.๕	.๕	

อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .๒ - .๓
 ความยากง่ายอยู่ระหว่าง .๒ - .๓๕

ตารางที่ ๔ การวิเคราะห์ผลของข้อทดสอบเรื่อง "การถ่ายละอองเรณูและการปฏิสนธิ" (ตัวอย่างประชากร ๒๐ คน)

จำนวน \ ข้อที่	๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙	๑๐	๑๑	๑๒	๑๓	๑๔	๑๕
R_h	๔	๔	๗	๔	๔	๑๐	๗	๘	๔	๗	๔	๖	๑๐	๗	๔
R_l	๒	๑	๓	๓	๕	๕	๓	๕	๓	๕	๐	๓	๒	๕	๕
$R_h - R_l$	๒	๓	๔	๑	๑	๕	๔	๑	๑	๒	๗	๓	๘	๒	๑
$R_h + R_l$	๖	๕	๑๐	๗	๙	๑๕	๑๐	๑๓	๗	๑๒	๑๐	๙	๑๒	๑๒	๙
V_i	.๓	.๔	.๔	.๖	.๔	.๕	.๓	.๕	.๔	.๔	.๖	.๓	.๕	.๔	.๕
D_i	.๕๕,๕๕	.๕,๕๕	.๕,๕๕	.๖	.๓	.๓,๓๕	.๕,๕๕	.๕,๕๕	.๓	.๕	.๓	.๖,๖๕	.๕,๕๕	.๓	.๕

อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .๓ - .๔

ตารางที่ ๕ การวิเคราะห์ผลของข้อทดสอบเรื่อง "เอมบริโอของคน"
(ตัวอย่างประชากร ๒๐ คน)

จำนวน \ ข้อที่	๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙	๑๐	๑๑	๑๒	๑๓	๑๔	๑๕
R_h	๕	๑๐	๘	๖	๕	๘	๕	๕	๕	๑๐	๕	๖	๘	๕	๘
R_l	๕	๕	๓	๒	๓	๖	๖	๕	๖	๕	๕	๒	๖	๕	๖
$R_h - R_l$	๕	๖	๕	๔	๖	๒	๓	๕	๓	๖	๕	๔	๒	๕	๒
$R_h + R_l$	๑๐	๑๕	๑๑	๘	๑๒	๑๔	๑๑	๑๐	๑๑	๑๕	๑๐	๘	๑๔	๑๐	๑๔
V_i	.๕	.๖	.๕	.๔	.๖	.๒	.๓	.๕	.๓	.๖	.๕	.๔	.๒	.๕	.๕
D_1	.๓	.๓	.๕๕	.๔	.๖	.๓	.๓๕	.๓	.๓๕	.๓	.๓	.๕	.๓	.๓	.๓

อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .๒ - .๖
 ความยากง่ายอยู่ระหว่าง .๕ - .๓๕

หาค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อถือได้ของข้อทดสอบโดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

(Kuder Richardson)

$$R_{k-21} = \frac{K}{K-1} \left[\frac{1 - \bar{x}(K-\bar{x})}{KS^2} \right]$$

- R_{k-21} = ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ที่ต้องการหา
- S^2 = กำลังสองของความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
หรือความแปรปรวน (Covariance)
- \bar{x} = ค่ากลาง เลขคณิต (mean)
- K = จำนวนข้อ

ตารางที่ ๖ สัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ เรื่อง "วิธีใช้และการเก็บ
รักษากล่องจุลทรรศน์"

นักเรียน	x	x ²
๑	๑๒	๑๔๔
๒	๑๓	๑๖๙
๓	๑๒	๑๔๔
๔	๑๐	๑๐๐
๕	๖	๓๖
๖	๗	๔๙
๗	๑๒	๑๔๔
๘	๑๓	๑๖๙
๙	๑๓	๑๖๙
๑๐	๑๐	๑๐๐
๑๑	๑๒	๑๔๔
๑๒	๑๑	๑๒๑
๑๓	๑๐	๑๐๐
๑๔	๑๑	๑๒๑
๑๕	๙	๘๑
๑๖	๑๓	๑๖๙
๑๗	๖	๓๖
๑๘	๑๔	๑๙๖
๑๙	๑๓	๑๖๙
๒๐	๑๔	๑๙๖

$$\begin{aligned}
 SD^2 &= \frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2 \\
 &= \frac{2567}{20} - \left(\frac{221}{20}\right)^2 \\
 &= 128.35 - (11.05)^2 \\
 &= 128.35 - 122.10 \\
 &= 5.90
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } R_{k-21} &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\bar{x}(k-\bar{x})}{kS^2} \right] \\
 &= \frac{k\bar{x}^2 - \bar{x}(k-\bar{x})}{S^2 (k-1)} \\
 &= \frac{15(5.90) - 11.05(15-11.05)}{5.90(15-1)} \\
 &= \frac{88.50 - 11.05(3.95)}{5.90(14)} \\
 &= \frac{88.50 - 43.64}{82.60} \\
 &= \frac{44.86}{82.60} \\
 &= .54
 \end{aligned}$$

ตารางที่ ๗ สัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อถือใจของแบบทดสอบเรื่องโครงสร้างของ เซลล์
ภายใต้กล้องจุลทรรศน์เล็กตรอน

นักเรียน	x	x ²
๑	๑๗	๒๘๙
๒	๑๙	๓๖๑
๓	๑๙	๓๖๑
๔	๑๗	๒๘๙
๕	๑๖	๒๕๖
๖	๑๘	๓๒๔
๗	๑๑	๑๒๑
๘	๑๒	๑๔๔
๙	๑๗	๒๘๙
๑๐	๙	๘๑
๑๑	๑๒	๑๔๔
๑๒	๑๕	๒๒๕
๑๓	๘	๖๔
๑๔	๑๑	๑๒๑
๑๕	๑๑	๑๒๑
๑๖	๑๓	๑๖๙
๑๗	๘	๖๔
๑๘	๑๖	๒๕๖
๑๙	๑๘	๓๒๔
๒๐	๑๗	๒๘๙

$$\begin{aligned}
 SD^2 &= \frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2 \\
 &= \frac{4244}{20} - (14.05)^2 \\
 &= 212.20 - 197.40 \\
 &= 14.80
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{k-21} &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\bar{x}(k-\bar{x})}{kS^2} \right] \\
 &= \frac{kS^2 - \bar{x}(k-\bar{x})}{S^2(k-1)} \\
 &= \frac{20(14.80) - 14.80(20-14.80)}{14.80(20-1)} \\
 &= \frac{296 - 14.80(5.20)}{281.20} \\
 &= \frac{296 - 76.96}{281.20} \\
 &= \frac{219.04}{281.20} \\
 &= .77
 \end{aligned}$$

ตารางที่ ๘ สัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบเรื่อง
"การแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส"

นักเรียน	x	x ²
๑	๑๔	๑๙๖
๒	๑๓	๑๖๙
๓	๑๓	๑๖๙
๔	๑๕	๒๒๕
๕	๘	๖๔
๖	๑๖	๒๕๖
๗	๑๕	๒๒๕
๘	๑๕	๒๒๕
๙	๑๕	๒๒๕
๑๐	๑๑	๑๒๑
๑๑	๘	๖๔
๑๒	๖	๓๖
๑๓	๖	๓๖
๑๔	๑๒	๑๔๔
๑๕	๙	๘๑
๑๖	๖	๓๖
๑๗	๒	๔
๑๘	๙	๘๑
๑๙	๙	๘๑
๒๐	๙	๘๑

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\begin{aligned}
 SD^2 &= \frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2 \\
 &= \frac{2841}{20} - (11.05)^2 \\
 &= 142.05 - 122.10 \\
 &= 19.95
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{k-21} &= \frac{k}{k-1} \left[\frac{1 - \bar{x}(k-\bar{x})}{kS^2} \right] \\
 &= \frac{kS^2 - \bar{x}(k-\bar{x})}{S^2(k-1)} \\
 &= \frac{20(19.95) - 11.05(20 - 11.05)}{19.95 (19)} \\
 &= \frac{399 - 98.89}{379.05} \\
 &= \frac{300.11}{379.05}
 \end{aligned}$$

$$= 0.79$$

ศูนย์วิทยุพยากรณ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๔ สัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อถือนำได้ของแบบทดสอบเรื่อง
"การถ่ายละอองเรณูและการปฏิสนธิ"

นักเรียน	x	x ²
๑	๑๑	๑๒๑
๒	๑๐	๑๐๐
๓	๙	๘๑
๔	๑๑	๑๒๑
๕	๙	๘๑
๖	๑๑	๑๒๑
๗	๑๐	๑๐๐
๘	๑๓	๑๖๙
๙	๑๒	๑๔๔
๑๐	๑๐	๑๐๐
๑๑	๑๐	๑๐๐
๑๒	๘	๖๔
๑๓	๑๐	๑๐๐
๑๔	๙	๘๑
๑๕	๙	๘๑
๑๖	๗	๔๙
๑๗	๖	๓๖
๑๘	๗	๔๙
๑๙	๑๒	๑๔๔
๒๐	๘	๖๔

$$\begin{aligned}
 SD^2 &= \frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2 \\
 &= \frac{1906}{20} - (9.60)^2 \\
 &= 95.30 - 82.08 \\
 &= 13.22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{k-21} &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\bar{x}(k-\bar{x})}{kS^2} \right] \\
 &= \frac{kS^2 - \bar{x}(k-\bar{x})}{S^2(k-1)} \\
 &= \frac{15(13.22) - 9.60(15-9.60)}{13.22(14)} \\
 &= \frac{198.30 - 9.60(5.40)}{185.08} \\
 &= \frac{198.30 - 51.84}{185.08} \\
 &= \frac{146.46}{185.08} \\
 &= .79
 \end{aligned}$$

ตารางที่ ๑๑ สัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อถือโคของแบบทดสอบเรื่อง
" เอมบริโอของคน "

นักเรียน	x	x ²
๑	๑๒	๑๔๔
๒	๑๔	๑๙๖
๓	๑๔	๑๙๖
๔	๘	๖๔
๕	๑๒	๑๔๔
๖	๑๓	๑๖๙
๗	๘	๖๔
๘	๘	๖๔
๙	๑๒	๑๔๔
๑๐	๑๓	๑๖๙
๑๑	๙	๘๑
๑๒	๙	๘๑
๑๓	๙	๘๑
๑๔	๑๒	๑๔๔
๑๕	๑๔	๑๙๖
๑๖	๗	๔๙
๑๗	๑๓	๑๖๙
๑๘	๗	๔๙
๑๙	๑๑	๑๒๑
๒๐	๙	๘๑
Σ	๒๑๔	๒๔๐๖

• (b)

$$\begin{aligned}SD^2 &= \frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2 \\&= \frac{2406}{20} - (10.70)^2 \\&= 120.30 - 114.49 \\&= 5.81\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{k-21} &= \frac{k}{k-1} \left[\frac{1 - \bar{x}(k-\bar{x})}{kS^2} \right] \\&= \frac{kS^2 - \bar{x}(k-\bar{x})}{S^2(k-1)} \\&= \frac{15(5.81) - 10.70(15-10.70)}{5.81(14)} \\&= \frac{87.15 - 10.70(4.30)}{5.81(14)} \\&= \frac{87.14 - 46.01}{81.34} \\&= \frac{41.14}{81.34} \\&= .50\end{aligned}$$

ตารางที่ ๑๑ สัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อถือโคของแบบทดสอบทั้ง ๕ ชุด รวมกัน

นักเรียน	วิธีใช้ โครงสร้าง การแบ่งการปฏิบัติสัมมนาเอมบริโอ รวมทั้ง					๕ ชุด x	x ²
	ทดลอง (๑๕)	เขต (๒๑)	เขต (๒๑)	ของ คน (๑๕)	(๕๕)		
๑	๑๒	๑๓	๑๔	๑๑	๑๒	๖๖	๔๓๕๖
๒	๑๓	๑๓	๑๓	๑๐	๑๔	๖๙	๔๗๖๑
๓	๑๒	๑๔	๑๓	๙	๑๔	๖๗	๔๔๘๙
๔	๑๐	๑๓	๑๔	๑๑	๘	๖๔	๔๐๙๖
๕	๖	๑๖	๘	๙	๑๒	๕๑	๒๖๐๑
๖	๗	๑๘	๑๓	๑๑	๑๓	๖๖	๔๓๕๖
๗	๑๒	๑๑	๑๘	๑๐	๘	๕๕	๓๐๒๕
๘	๑๓	๑๒	๑๘	๑๓	๘	๖๔	๔๐๙๖
๙	๑๓	๑๓	๑๕	๑๒	๑๒	๖๙	๔๗๖๑
๑๐	๑๐	๙	๑๑	๑๐	๑๓	๕๓	๒๘๐๙
๑๑	๑๒	๑๒	๘	๑๐	๙	๕๑	๒๖๐๑
๑๒	๑๑	๑๕	๗	๘	๙	๕๑	๒๖๐๑
๑๓	๑๐	๙	๗	๑๐	๙	๕๑	๒๖๐๑
๑๔	๑๑	๑๑	๑๒	๙	๑๒	๕๕	๓๐๒๕
๑๕	๙	๑๑	๙	๙	๑๔	๕๒	๒๗๐๔
๑๖	๑๓	๑๓	๖	๗	๗	๔๙	๒๔๐๑
๑๗	๖	๘	๒	๖	๑๓	๓๙	๑๕๒๑
๑๘	๑๔	๑๖	๙	๗	๗	๕๓	๒๘๐๙
๑๙	๑๓	๑๘	๘	๑๒	๑๑	๖๒	๓๘๔๔
๒๐	๑๔	๑๓	๘	๘	๙	๕๖	๓๑๓๖

$$\begin{aligned}
 SD^2 &= \frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2 \\
 &= \frac{65456}{20} - (56.45)^2 \\
 &= 3272.80 - 3186.60 \\
 &= 86.20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{k-21} &= \frac{k}{k-1} \left(\frac{1 - \bar{x}(k - \bar{x})}{kS^2} \right) \\
 &= \frac{kS^2 - \bar{x}(k - \bar{x})}{S^2(k-1)} \\
 &= \frac{85(86.20) - 56.45(85 - 56.45)}{86.20(84)} \\
 &= \frac{7327 - 1611.64}{7240.80} \\
 &= \frac{5715.36}{7240.80} \\
 &= .78
 \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยาสงฆากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๒ คะแนนประเมินผลของอาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๑๐๒
 ๕ คน และนิสิตปริญญาโทแผนกโสตทัศนศึกษา ๕ คน รวม ๑๐ คน
 คะแนนเต็ม ๖๐ คะแนน

ชุดที่	เรื่อง	คนที่										Σ	x̄	%
		๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙	๑๐			
๑.	ชีวิตและเก็บรักษากล้อง จุลทรรศน์	๕๔	๕๕	๕๘	๕๓	๕๘	๕๔	๕๕	๕๖	๕๓	๕๕	๕๕๕	๕๕.๕	๙๒.๕๐
๒.	โครงสร้างของเซลล์ภายใน กล้องจุลทรรศน์ เล็คตรอน	๕๓	๕๖	๕๔	๕๔	๕๖	๕๕	๕๘	๕๒	๕๒	๕๖	๕๕๐	๕๕.๐	๙๑.๖๖
๓.	การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส	๕๐	๕๘	๕๒	๕๘	๕๔	๕๓	๕๘	๕๕	๕๙	๕๐	๕๕๓	๕๕.๓	๙๒.๘๓
๔.	การถ่ายละอองเรณูและการ ปฏิสนธิ	๕๘	๕๓	๕๒	๕๙	๕๓	๕๐	๕๙	๕๐	๕๔	๕๐	๕๕๓	๕๖.๓	๙๒.๘๓
๕.	เอมบริโอของคน	๕๕	๕๖	๕๓	๕๔	๕๓	๕๖	๕๔	๕๒	๕๐	๕๔	๕๕๑	๕๕.๑๐	๙๐.๑๖
เฉลี่ย											๕๕๓	๕๕.๓		

สรุปผล ประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๑๐๒ พัง ๕ ชุด คิดได้
 ร้อยละ ๘๓.๘๘ นี้มีวางอยู่ในเกณฑ์

ตารางที่ ๑๓ ประสิทธิภาพของชุดการสอน ๕ ชุด เมื่อทดสอบกับนักเรียน ๑๐ คน

- ชุดที่ ๑ เรื่อง วิธีใช้และเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์
- ชุดที่ ๒ เรื่อง โครงสร้างของ เซลล์ภายในไตกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
- ชุดที่ ๓ เรื่อง การแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส
- ชุดที่ ๔ เรื่อง การถ่ายละออง เรณูและการปฏิสนธิ
- ชุดที่ ๕ เรื่อง เอมบริโอของคน

	ชุดที่ ๑	ชุดที่ ๒	ชุดที่ ๓	ชุดที่ ๔	ชุดที่ ๕	ชุดที่ ๑	ชุดที่ ๒	ชุดที่ ๓	ชุดที่ ๔	ชุดที่ ๕
นักเรียน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน
	แบบฝึก ทดสอบ	แบบฝึก ทดสอบ	แบบฝึก ทดสอบ	แบบฝึก ทดสอบ	แบบฝึก ทดสอบ	แบบฝึก ทดสอบ	แบบฝึก ทดสอบ	แบบฝึก ทดสอบ	แบบฝึก ทดสอบ	แบบฝึก ทดสอบ
	หัด หลังเรียน (๑๕)	หัด หลังเรียน (๑๕)	หัด หลังเรียน (๒๐)	หัด หลังเรียน (๒๐)	หัด หลังเรียน (๒๐)	หัด หลังเรียน (๒๐)	หัด หลังเรียน (๑๕)	หัด หลังเรียน (๑๕)	หัด หลังเรียน (๑๕)	หัด หลังเรียน (๑๕)
๑.	๑๒	๑๒	๑๕	๑๕	๑๓	๑๓	๑๕	๑๓	๑๕	๑๕
๒.	๑๕	๑๓	๒๐	๑๕	๑๒	๑๖	๑๕	๑๕	๑๕	๑๕
๓.	๑๓	๑๓	๑๕	๑๕	๑๓	๑๒	๑๓	๑๕	๑๕	๑๕
๔.	๑๓	๑๓	๑๓	๑๓	๑๒	๑๒	๑๕	๑๕	๑๕	๑๓
๕.	๑๕	๑๕	๒๐	๑๒	๑๒	๑๕	๑๕	๑๕	๑๕	๑๕
๖.	๑๕	๑๕	๑๕	๒๐	๑๒	๑๖	๑๕	๑๕	๑๕	๑๕
๗.	๑๒	๑๒	๑๖	๑๕	๑๒	๑๒	๑๓	๑๓	๑๓	๑๒
๘.	๑๕	๑๓	๑๖	๑๖	๑๖	๑๕	๑๕	๑๓	๑๓	๑๑
๙.	๑๓	๑๓	๑๕	๑๕	๑๕	๑๕	๑๕	๑๓	๑๕	๑๕
๑๐.	๑๕	๑๓	๑๓	๑๓	๑๕	๑๖	๑๓	๑๒	๑๓	๑๓
Σ	๑๓๓	๑๓๐	๑๕๐	๑๓๗	๑๓๖	๑๖๗	๑๓๕	๑๓๕	๑๕๑	๑๓๖
\bar{X}	๑๓.๓	๑๓.๐๐	๑๕.๐	๑๓.๗	๑๓.๖	๑๖.๗	๑๓.๕	๑๓.๕	๑๕.๑	๑๓.๖
%	๘๘.๖๖๘๖.๖๖	๘๐.๐	๘๘.๕๐	๘๘.๐๐	๘๓.๐๐	๙๒.๖	๘๕.๓	๘๕.๐๐	๙๐.๖๖	

การหาประสิทธิภาพใช้เกณฑ์ ๘๐/๘๐ ๘๐ แรก คือคะแนนแบบฝึกหัด

ชุดที่ ๑	มีประวัติภาพ	๔๔.๖๖/๔๕.๖๖
ชุดที่ ๒	มีประวัติภาพ	๕๐.๐๐/๔๘.๐๐
ชุดที่ ๓	มีประวัติภาพ	๔๘.๐๐/๔๓.๐๐
ชุดที่ ๔	มีประวัติภาพ	๕๒.๖/๔๕.๓
ชุดที่ ๕	มีประวัติภาพ	๕๔/๕๐.๖๖



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชุดที่ ๑	มีประสิทธิภาพ	๘๘.๕๒/๘๗.๓๓
ชุดที่ ๒	มีประสิทธิภาพ	๘๑.๐๐/๘๘.๖๕
ชุดที่ ๓	มีประสิทธิภาพ	๘๘.๐๐/๘๘.๕๐
ชุดที่ ๔	มีประสิทธิภาพ	๘๒.๐๐/๘๖.๘๖
ชุดที่ ๕	มีประสิทธิภาพ	๘๘.๒๐/๘๘.๑๘

เมื่อใช้ชุดการสอนกับกลุ่มใหญ่ ๓๐ คน ชุดการสอนก็ยังคงมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเกณฑ์ ๘๐/๘๐ อยู่ จึงยืนยันว่าชุดการสอนมีประสิทธิภาพที่ระใช้การได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๕ ทดสอบความมีนัยสำคัญของชุดการสอนที่ "วิธีใช้และเก็บรักษา กลองจูลทรรพีณ"

นักเรียน	คะแนน ทดสอบ		x ²	y ²	xy
	ก่อนเรียน (๑๕) x	หลังเรียน (๑๕) y			
๑๒	๑๒	๑๒	๑๔๔	๑๔๔	๑๖
๑๓	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙	๑๖๙
๑๔	๑๔	๑๔	๑๙๖	๑๙๖	๑๙๖
๑๕	๑๕	๑๕	๒๒๕	๒๒๕	๒๒๕
๑๖	๑๖	๑๖	๒๕๖	๒๕๖	๒๕๖
๑๗	๑๗	๑๗	๒๘๙	๒๘๙	๒๘๙
๑๘	๑๘	๑๘	๓๒๔	๓๒๔	๓๒๔
๑๙	๑๙	๑๙	๓๖๑	๓๖๑	๓๖๑
๒๐	๒๐	๒๐	๔๐๐	๔๐๐	๔๐๐
๒๑	๒๑	๒๑	๔๔๑	๔๔๑	๔๔๑
๒๒	๒๒	๒๒	๔๘๔	๔๘๔	๔๘๔
๒๓	๒๓	๒๓	๕๒๙	๕๒๙	๕๒๙
๒๔	๒๔	๒๔	๕๗๖	๕๗๖	๕๗๖
๒๕	๒๕	๒๕	๖๒๕	๖๒๕	๖๒๕
๒๖	๒๖	๒๖	๖๗๖	๖๗๖	๖๗๖
๒๗	๒๗	๒๗	๗๒๙	๗๒๙	๗๒๙
๒๘	๒๘	๒๘	๗๘๔	๗๘๔	๗๘๔
๒๙	๒๙	๒๙	๘๔๑	๘๔๑	๘๔๑
๓๐	๓๐	๓๐	๙๐๐	๙๐๐	๙๐๐
๓๑	๓๑	๓๑	๙๖๑	๙๖๑	๙๖๑
๓๒	๓๒	๓๒	๑๐๒๔	๑๐๒๔	๑๐๒๔
๓๓	๓๓	๓๓	๑๐๘๙	๑๐๘๙	๑๐๘๙
๓๔	๓๔	๓๔	๑๑๕๖	๑๑๕๖	๑๑๕๖
๓๕	๓๕	๓๕	๑๒๒๕	๑๒๒๕	๑๒๒๕
๓๖	๓๖	๓๖	๑๓๐๐	๑๓๐๐	๑๓๐๐
๓๗	๓๗	๓๗	๑๓๘๑	๑๓๘๑	๑๓๘๑
๓๘	๓๘	๓๘	๑๔๖๔	๑๔๖๔	๑๔๖๔
๓๙	๓๙	๓๙	๑๕๔๙	๑๕๔๙	๑๕๔๙
๔๐	๔๐	๔๐	๑๖๓๖	๑๖๓๖	๑๖๓๖
๔๑	๔๑	๔๑	๑๗๒๕	๑๗๒๕	๑๗๒๕
๔๒	๔๒	๔๒	๑๘๑๖	๑๘๑๖	๑๘๑๖
๔๓	๔๓	๔๓	๑๙๐๙	๑๙๐๙	๑๙๐๙
๔๔	๔๔	๔๔	๑๙๐๔	๑๙๐๔	๑๙๐๔
๔๕	๔๕	๔๕	๒๐๐๒๕	๒๐๐๒๕	๒๐๐๒๕
๔๖	๔๖	๔๖	๒๑๑๖	๒๑๑๖	๒๑๑๖
๔๗	๔๗	๔๗	๒๒๔๑	๒๒๔๑	๒๒๔๑
๔๘	๔๘	๔๘	๒๓๗๖	๒๓๗๖	๒๓๗๖
๔๙	๔๙	๔๙	๒๕๒๑	๒๕๒๑	๒๕๒๑
๕๐	๕๐	๕๐	๒๕๐๐	๒๕๐๐	๒๕๐๐
๕๑	๕๑	๕๑	๒๕๘๑	๒๕๘๑	๒๕๘๑
๕๒	๕๒	๕๒	๒๖๖๔	๒๖๖๔	๒๖๖๔
๕๓	๕๓	๕๓	๒๗๔๙	๒๗๔๙	๒๗๔๙
๕๔	๕๔	๕๔	๒๘๓๖	๒๘๓๖	๒๘๓๖
๕๕	๕๕	๕๕	๒๙๒๕	๒๙๒๕	๒๙๒๕
๕๖	๕๖	๕๖	๓๐๑๖	๓๐๑๖	๓๐๑๖
๕๗	๕๗	๕๗	๓๑๐๙	๓๑๐๙	๓๑๐๙
๕๘	๕๘	๕๘	๓๒๐๔	๓๒๐๔	๓๒๐๔
๕๙	๕๙	๕๙	๓๒๙๙	๓๒๙๙	๓๒๙๙
๖๐	๖๐	๖๐	๓๓๙๖	๓๓๙๖	๓๓๙๖
๖๑	๖๑	๖๑	๓๔๙๖	๓๔๙๖	๓๔๙๖
๖๒	๖๒	๖๒	๓๕๙๖	๓๕๙๖	๓๕๙๖
๖๓	๖๓	๖๓	๓๖๙๙	๓๖๙๙	๓๖๙๙
๖๔	๖๔	๖๔	๓๘๐๔	๓๘๐๔	๓๘๐๔
๖๕	๖๕	๖๕	๓๙๑๖	๓๙๑๖	๓๙๑๖
๖๖	๖๖	๖๖	๔๐๒๕	๔๐๒๕	๔๐๒๕
๖๗	๖๗	๖๗	๔๑๓๖	๔๑๓๖	๔๑๓๖
๖๘	๖๘	๖๘	๔๒๔๙	๔๒๔๙	๔๒๔๙
๖๙	๖๙	๖๙	๔๓๖๔	๔๓๖๔	๔๓๖๔
๗๐	๗๐	๗๐	๔๔๘๑	๔๔๘๑	๔๔๘๑
๗๑	๗๑	๗๑	๔๕๙๖	๔๕๙๖	๔๕๙๖
๗๒	๗๒	๗๒	๔๗๑๓	๔๗๑๓	๔๗๑๓
๗๓	๗๓	๗๓	๔๘๓๒	๔๘๓๒	๔๘๓๒
๗๔	๗๔	๗๔	๔๙๕๓	๔๙๕๓	๔๙๕๓
๗๕	๗๕	๗๕	๕๐๗๖	๕๐๗๖	๕๐๗๖
๗๖	๗๖	๗๖	๕๒๐๑	๕๒๐๑	๕๒๐๑
๗๗	๗๗	๗๗	๕๓๒๘	๕๓๒๘	๕๓๒๘
๗๘	๗๘	๗๘	๕๔๕๗	๕๔๕๗	๕๔๕๗
๗๙	๗๙	๗๙	๕๕๘๘	๕๕๘๘	๕๕๘๘
๘๐	๘๐	๘๐	๕๗๒๑	๕๗๒๑	๕๗๒๑
๘๑	๘๑	๘๑	๕๘๕๖	๕๘๕๖	๕๘๕๖
๘๒	๘๒	๘๒	๕๙๙๓	๕๙๙๓	๕๙๙๓
๘๓	๘๓	๘๓	๖๑๓๒	๖๑๓๒	๖๑๓๒
๘๔	๘๔	๘๔	๖๒๗๓	๖๒๗๓	๖๒๗๓
๘๕	๘๕	๘๕	๖๔๑๖	๖๔๑๖	๖๔๑๖
๘๖	๘๖	๘๖	๖๕๖๑	๖๕๖๑	๖๕๖๑
๘๗	๘๗	๘๗	๖๗๐๘	๖๗๐๘	๖๗๐๘
๘๘	๘๘	๘๘	๖๘๕๖	๖๘๕๖	๖๘๕๖
๘๙	๘๙	๘๙	๖๙๙๙	๖๙๙๙	๖๙๙๙
๙๐	๙๐	๙๐	๗๑๔๔	๗๑๔๔	๗๑๔๔
๙๑	๙๑	๙๑	๗๒๙๑	๗๒๙๑	๗๒๙๑
๙๒	๙๒	๙๒	๗๔๔๐	๗๔๔๐	๗๔๔๐
๙๓	๙๓	๙๓	๗๕๙๑	๗๕๙๑	๗๕๙๑
๙๔	๙๔	๙๔	๗๗๔๔	๗๗๔๔	๗๗๔๔
๙๕	๙๕	๙๕	๗๘๙๙	๗๘๙๙	๗๘๙๙
๙๖	๙๖	๙๖	๘๐๕๖	๘๐๕๖	๘๐๕๖
๙๗	๙๗	๙๗	๘๒๑๖	๘๒๑๖	๘๒๑๖
๙๘	๙๘	๙๘	๘๓๗๙	๘๓๗๙	๘๓๗๙
๙๙	๙๙	๙๙	๘๕๔๔	๘๕๔๔	๘๕๔๔
๑๐๐	๑๐๐	๑๐๐	๑๐๐๐๐	๑๐๐๐๐	๑๐๐๐๐
Σ	๒๖๕	๓๕๓	๒๕๕๐	๕๖๓๓	๓๕๑๕
\bar{x}	๕.๓	๗.๑	$\frac{\sum x^2}{N}$	$\frac{\sum y^2}{N}$	$\frac{\sum xy}{N}$
SD ²	๑.๕๖	๑.๒๓			

สูตร

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2] [N \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \\
 &= \frac{30(3515) - 268(393)}{\sqrt{[30(2450) - (268)^2] [30(5167) - (393)^2]}} \\
 &= \frac{105450 - 10324}{\sqrt{(73500 - 71824)(155010 - 154449)}} \\
 &= \frac{126}{\sqrt{1676 (561.00)}} \\
 &= \frac{126}{\sqrt{940236}} \\
 &= \frac{126}{969.66} \\
 &= .12
 \end{aligned}$$

$$s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) = \sqrt{\frac{s_{x_1}^2 + s_{x_2}^2}{2} - 2r_{12} s_{x_1} s_{x_2}}$$

สมมุติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$$s_{\bar{x}_1} = \frac{SD_1}{\sqrt{N_1 - 1}} = \frac{1.38}{\sqrt{29}} = \frac{1.38}{5.38} = .25$$

$$s_{\bar{x}_2} = \frac{SD_2}{\sqrt{N_2 - 1}} = \frac{.78}{\sqrt{29}} = \frac{.78}{5.38} = .14$$

$$s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) = \sqrt{(.25)^2 + (.14)^2 - 2(.12)(.25)(.14)}$$

$$= \sqrt{.06 + .01 - .00}$$

$$= \sqrt{.07}$$

$$= .26$$

อัตราส่วนวิกฤติ

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$$

$$= \frac{13.10 - 8.93}{.26}$$

$$= \frac{4.17}{.26}$$

$$= 16.03$$

ขอบเขตปฏิเสธค่า $t > t_{.01, df, .29} = 2.76$

ค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าค่า t ในตาราง $16.03 > 2.76$

จึงปฏิเสธสมมุติฐาน แสดงว่าผลการสอบก่อนเรียนและผลการสอบ

หลังเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $.01$

ตารางที่ ๑๖ ทดสอบความมีนัยสำคัญของชุดการสอนที่ ๒ "โครงสร้างของเซลล์
ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เล็กครอน"

นักเรียน	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน	คะแนนทดสอบ หลังเรียน	x^2	y^2	xy
	x (๒๐)	y (๒๐)			
๑.	๑๔	๑๙	๑๙๖	๓๖๑	๒๖๖
๒.	๑๒	๑๙	๑๔๔	๓๖๑	๒๒๘
๓.	๑๓	๑๗	๑๖๙	๒๘๙	๑๑๙
๔.	๑๕	๑๙	๒๒๕	๓๖๑	๒๘๕
๕.	๑๖	๑๗	๒๕๖	๒๘๙	๑๕๓
๖.	๑๖	๑๗	๒๕๖	๒๘๙	๑๕๓
๗.	๑๗	๑๙	๒๘๙	๓๖๑	๓๓๖
๘.	๑๗	๑๙	๒๘๙	๓๖๑	๓๓๖
๙.	๑๘	๑๗	๓๒๔	๒๘๙	๑๕๓
๑๐.	๑๘	๑๗	๓๒๔	๒๘๙	๑๕๓
๑๑.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๑๒.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๑๓.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๑๔.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๑๕.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๑๖.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๑๗.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๑๘.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๑๙.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๒๐.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๒๑.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๒๒.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๒๓.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๒๔.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๒๕.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๒๖.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๒๗.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๒๘.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๒๙.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
๓๐.	๑๙	๑๗	๓๖๑	๒๘๙	๑๕๓
Σ	๒๕๓	๕๓๖	๓๐๓๓	๕๕๖๒	๕๖๒๓
\bar{x}	๕.๓๒	๑๓.๑๓	$\frac{\Sigma x^2}{N}$ ๑๐๑.๖๓	$\frac{\Sigma y^2}{N}$ ๓๑๖.๐๖	
SD ²	๕.๕๘	๑.๓๑			

$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } r_{xy} &= \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(N \sum x^2 - (\sum x)^2)(N \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \\
 &= \frac{30(5283) - (293)(532)}{\sqrt{(30(3039) - (293)^2)(30(9482) - (532)^2)}} \\
 &= \frac{156690 - 155876}{\sqrt{(91170 - 85849)(284460 - 283024)}} \\
 &= \frac{814}{\sqrt{(5321)(1436)}} \\
 &= \frac{814}{\sqrt{7640956}} = \frac{814}{\sqrt{2764.22}} \\
 &= .29
 \end{aligned}$$

สมมุติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) = \sqrt{s_{\bar{x}_1}^2 + s_{\bar{x}_2}^2 - 2r_{12} s_{\bar{x}_1} s_{\bar{x}_2}}$$

$$s_{\bar{x}_1} = \frac{SD_1}{\sqrt{n-1}} = \frac{2.47}{\sqrt{29}} = \frac{2.47}{5.38} = .4591$$

$$s_{\bar{x}_2} = \frac{SD_2}{\sqrt{n-1}} = \frac{1.30}{\sqrt{29}} = \frac{1.30}{5.38} = .2416$$

$$\begin{aligned}
 s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) &= \sqrt{(.4591)^2 + (.2416)^2 - 2(.29)(.4591)(.2416)} \\
 &= \sqrt{.2107 + .0583 - .0643}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{อัตราส่วนวิกฤติ } t &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} = \frac{17.73 - 9.76}{.45} \\ &= \frac{7.97}{.45} = 17.71 \end{aligned}$$

$$\text{ขอบเขตปฏิเสธค่า } t < .01 \text{ (df .29) } = 2.76$$

ค่า t ที่คำนวณได้มากกว่า 2.76 จึงปฏิเสธสมมุติฐาน
 แสดงว่าผลการทดสอบก่อนเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
 ที่ระดับ $.01$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๓ ทดสอบความมีนัยสำคัญระดับที่ ๓ "การแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส"

นักเรียน	คะแนนทดสอบ	คะแนนทดสอบ	x^2	y^2	xy
	ก่อนเรียน	หลังเรียน			
	x	y			
๑.	๑	๑๘	๑	๓๒๔	๑๘
๒.	๒	๑๗	๔	๒๘๙	๓๔
๓.	๓	๑๘	๙	๓๒๔	๕๔
๔.	๔	๑๗	๑๖	๒๘๙	๖๘
๕.	๕	๑๗	๒๕	๒๘๙	๘๕
๖.	๖	๑๖	๓๖	๒๕๖	๙๖
๗.	๗	๑๖	๔๙	๒๕๖	๑๑๒
๘.	๘	๑๖	๖๔	๒๕๖	๑๒๘
๙.	๙	๑๖	๘๑	๒๕๖	๑๔๔
๑๐.	๑๐	๑๖	๑๐๐	๒๕๖	๑๖๐
๑๑.	๑๑	๑๖	๑๒๑	๒๕๖	๑๗๖
๑๒.	๑๒	๑๖	๑๔๔	๒๕๖	๑๙๒
๑๓.	๑๓	๑๖	๑๖๙	๒๕๖	๒๐๘
๑๔.	๑๔	๑๖	๑๙๖	๒๕๖	๒๒๔
๑๕.	๑๕	๑๖	๒๒๕	๒๕๖	๒๔๐
๑๖.	๑๖	๑๖	๒๕๖	๒๕๖	๒๕๖
๑๗.	๑๗	๑๖	๒๘๙	๒๕๖	๒๗๒
๑๘.	๑๘	๑๖	๓๒๔	๒๕๖	๒๘๘
๑๙.	๑๙	๑๖	๓๖๑	๒๕๖	๓๐๘
๒๐.	๒๐	๑๖	๔๐๐	๒๕๖	๓๒๐
๒๑.	๒๑	๑๖	๔๔๑	๒๕๖	๓๓๖
๒๒.	๒๒	๑๖	๔๘๔	๒๕๖	๓๕๒
๒๓.	๒๓	๑๖	๕๒๙	๒๕๖	๓๖๘
๒๔.	๒๔	๑๖	๕๗๖	๒๕๖	๓๘๔
๒๕.	๒๕	๑๖	๖๒๕	๒๕๖	๔๐๐
๒๖.	๒๖	๑๖	๖๗๖	๒๕๖	๔๑๖
๒๗.	๒๗	๑๖	๗๒๙	๒๕๖	๔๓๒
๒๘.	๒๘	๑๖	๗๘๔	๒๕๖	๔๔๘
๒๙.	๒๙	๑๖	๘๔๑	๒๕๖	๔๖๔
๓๐.	๓๐	๑๖	๙๐๐	๒๕๖	๔๘๐
Σ	๒๐๙	๕๐๓	๑๒๒๑	๘๕๕๓	๓๕๕๘
\bar{x}	๖.๙๖	๑๖.๙๐	$\frac{\Sigma x^2}{N}$	$\frac{\Sigma y^2}{N}$	
SD^2	๕.๕๙	๑.๙๕	๕๘.๐๓	๒๘๖.๖๖	

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \\
 &= \frac{30(3554) - (209)(507)}{\sqrt{[30(1621) - (209)^2][30(8597) - (507)^2]}} \\
 &= \frac{106620 - 105963}{\sqrt{(48630 - 43681)(257910 - 257049)}} \\
 &= \frac{657}{\sqrt{(4949)(861)}} = \frac{657}{\sqrt{4261089}} \\
 &= \frac{657}{2064.24} = .31
 \end{aligned}$$

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) = \sqrt{s_{\bar{x}_1}^2 + s_{\bar{x}_2}^2 - 2r_{12} s_{\bar{x}_1} s_{\bar{x}_2}}$$

$$s_{\bar{x}_1} = \frac{SD_1}{\sqrt{n-1}} = \frac{2.36}{\sqrt{29}} = \frac{2.36}{5.38} = .4386$$

$$s_{\bar{x}_2} = \frac{SD_2}{\sqrt{n-1}} = \frac{.97}{\sqrt{29}} = \frac{.97}{5.38} = .1802$$

$$\begin{aligned}
 s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) &= \sqrt{(.4386)^2 + (.1802)^2 - 2(.31)(.4386)(.1802)} \\
 &= \sqrt{.1923 + .0324 - .0490} \\
 &= \sqrt{.1757} = .41
 \end{aligned}$$

อัตราส่วนวิกฤต

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} = \frac{16.90 - 6.96}{.41}$$

$$= \frac{9.94}{.41} = 24.24$$

ขอบเขตปฏิเสธค่า t ($\alpha = .01$ df 29) = 2.76

ค่า t ที่คำนวณได้ 24.24 > 2.76

จึงปฏิเสธสมมติฐาน แสดงว่าการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๔ ทดสอบความมีนัยสำคัญคู่ที่ ๔ "การถายละออง เวย์และ การปฏิสนธิ"

นักเรียน	คะแนนทดสอบ	คะแนนทดสอบ	x^2	y^2	xy
	ก่อนเรียน	หลังเรียน			
	x (๑๕)	y (๑๕)			
๑.	๑	๑๔	๑	๑๙๖	๑๔
๒.	๑	๑๓	๑	๑๖๙	๑๓
๓.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๔.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๕.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๖.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๗.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๘.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๙.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๑๐.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๑๑.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๑๒.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๑๓.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๑๔.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๑๕.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๑๖.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๑๗.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๑๘.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๑๙.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๒๐.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๒๑.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๒๒.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๒๓.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๒๔.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๒๕.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๒๖.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๒๗.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๒๘.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๒๙.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
๓๐.	๑	๑๑	๑	๑๒๑	๑๑
Σ	๓๓๐	๓๓๐	๓๐๘๓	๕๐๘๘	๓๓๐๐
\bar{x}	๕.๓๖	๑๓.๐๐	$\frac{\Sigma x^2}{N}$ ๓๖.๒๓	$\frac{\Sigma y^2}{N}$ ๑๖๘.๕๓	
SD ²	๓.๓๔	.๕๓			

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(N \sum x^2 - (\sum x)^2)(N \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \\
 &= \frac{30(2222) - 171(390)}{\sqrt{((30(1087) - (171)^2)(30(5098) - (390)^2))}} \\
 &= \frac{66660 - 66690}{\sqrt{(32610 - 29241)(152940 - 152100)}} \\
 &= \frac{-30}{\sqrt{3369(840)}} = \frac{-30}{\sqrt{2829960}} \\
 &= \frac{-30}{1682.22} = -.01
 \end{aligned}$$

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$s_{\bar{x}_1} = \frac{SD_1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1.93}{\sqrt{29}} = \frac{1.93}{5.38} = .3587$$

$$s_{\bar{x}_2} = \frac{SD_2}{\sqrt{n-1}} = \frac{.96}{\sqrt{29}} = \frac{.96}{5.38} = .1784$$

$$\begin{aligned}
 s_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} &= \sqrt{s_{\bar{x}_1}^2 + s_{\bar{x}_2}^2 - 2r_{12} s_{\bar{x}_1} s_{\bar{x}_2}} \\
 &= \sqrt{(.3587)^2 + (.1784)^2 - 2(-.01)(.3587)(.1784)} \\
 &= \sqrt{.1286 + .0318 + .0012} \\
 &= \sqrt{.1616} \\
 &= .40
 \end{aligned}$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}}$$

$$= \frac{13.00 - 5.70}{.40}$$

$$= \frac{7.30}{.40}$$

$$= 18.25$$

ขอบเขตปฏิเสธค่า $t (\alpha .01 \text{ df } 29) = 2.76$

แต่ค่า t ที่คำนวณได้ 18.25 มากกว่า 2.76

จึงปฏิเสธสมมติฐานแสดงว่าผลการสอนหลังเรียนและผลการสอนก่อนเรียน

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \\
 &= \frac{30(3237) - (224)(431)}{\sqrt{[30(1800) - (224)^2][30(6211) - (431)^2]}} \\
 &= \frac{97110 - 96544}{\sqrt{(54000 - 50176)(186330 - 185761)}} \\
 &= \frac{566}{\sqrt{(3824)(569)}} = \frac{566}{\sqrt{2175856}} \\
 &= \frac{566}{1475.09} = .38
 \end{aligned}$$

สมมุติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$\bar{s}_{x_1} = \frac{SD_1}{\sqrt{n-1}} = \frac{2.08}{\sqrt{29}} = \frac{2.08}{5.38} = .3866$$

$$\bar{s}_{x_2} = \frac{SD_2}{\sqrt{n-1}} = \frac{.91}{\sqrt{29}} = \frac{.91}{5.38} = .1691$$

$$\begin{aligned}
 \sqrt{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2} &= \sqrt{\bar{s}_{x_1}^2 + \bar{s}_{x_2}^2 - 2r_{12} \bar{s}_{x_1} \bar{s}_{x_2}} \\
 &= \sqrt{(.3866)^2 + (.1691)^2 - (.38)(.3866)(.1691)} \\
 &= \sqrt{.1494 + .0285 - .0496} \\
 &= \sqrt{.1283} \\
 &= .35
 \end{aligned}$$

อัตราส่วนวิกฤติ

$$\begin{aligned}t &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} \\&= \frac{14.36 - 7.46}{.35} \\&= \frac{6.90}{.35} \\&= 19.71\end{aligned}$$

ขอบเขตปฏิเสธค่า t ($\alpha = .01$ df = 29) = 2.76

แต่ค่า t ที่คำนวณได้ 19.71 มากกว่า 2.76

จึงปฏิเสธสมมติฐาน แสดงว่า ผลการทดสอบหลัง เรียนและผลการทดสอบก่อนเรียน
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๒๐ เปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียนระหว่าง กลุ่มทดลอง และ
กลุ่มควบคุม

นักเรียน	คะแนนกลุ่ม		x_1^2	x_2^2
	ทดลอง (x_1)	ควบคุม (x_2)		
๑๐.	๓๖	๕๐	๑๒๙๖	๑๖๐๐
๑๑.	๓๗	๕๐	๑๔๔๔	๑๖๐๐
๑๒.	๔๑	๓๖	๑๖๘๑	๑๒๙๖
๑๓.	๕๐	๓๗	๒๕๐๐	๑๓๖๙
๑๔.	๓๗	๓๖	๑๓๖๙	๑๒๙๖
๑๕.	๓๗	๓๕	๑๓๖๙	๑๒๒๕
๑๖.	๓๗	๕๐	๑๓๖๙	๒๕๐๐
๑๗.	๓๕	๓๓	๑๒๒๕	๑๐๘๙
๑๘.	๓๕	๓๖	๑๒๒๕	๑๒๙๖
๑๙.	๓๗	๓๗	๑๓๖๙	๑๓๖๙
๒๐.	๓๖	๓๗	๑๓๖๙	๑๓๖๙
๒๑.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๒๒.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๒๓.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๒๔.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๒๕.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๒๖.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๒๗.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๒๘.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๒๙.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๓๐.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๓๑.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๓๒.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๓๓.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๓๔.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๓๕.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๓๖.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๓๗.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๓๘.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๓๙.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๔๐.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๔๑.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๔๒.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๔๓.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๔๔.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๔๕.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๔๖.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๔๗.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๔๘.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๔๙.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๕๐.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๕๑.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๕๒.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๕๓.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๕๔.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๕๕.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๕๖.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๕๗.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๕๘.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๕๙.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๖๐.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๖๑.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๖๒.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๖๓.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๖๔.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๖๕.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๖๖.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๖๗.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๖๘.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๖๙.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๗๐.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๗๑.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๗๒.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๗๓.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๗๔.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๗๕.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๗๖.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๗๗.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๗๘.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๗๙.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๘๐.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๘๑.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๘๒.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๘๓.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๘๔.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๘๕.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๘๖.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๘๗.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๘๘.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๘๙.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๙๐.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๙๑.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๙๒.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๙๓.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๙๔.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๙๕.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๙๖.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๙๗.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๙๘.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๙๙.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
๑๐๐.	๓๕	๕๐	๑๒๒๕	๒๕๐๐
Σ	๑๑๓๕	๑๑๖๔	๔๓๗๕๕	๕๕๘๓๖
\bar{x}	๓๕.๒๓	๓๗.๔๐	$\frac{\Sigma x_1^2}{N}$	$\frac{\Sigma x_2^2}{N}$
SD ²	๓๐.๓๓	๒๓.๗๖	๑๕๑.๑๖	๑๕๖.๓๐

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$\alpha = .05$$

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 30 + 30 - 2 = 58$$

สูตร $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$

$$s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1 - 1} + \frac{s_2^2}{n_2 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{30.43}{29} + \frac{23.76}{29}}$$

$$= \sqrt{1.04 + .81}$$

$$= \sqrt{1.85} = 1.36$$

$$t = \frac{38.23 - 38.80}{1.36} = \frac{-.57}{1.36}$$

$$= -.41$$

ขอบเขตปฏิเสธค่า t ($\alpha = .05$ df 58)

$$t \geq 2.00$$

แต่ค่า t มีจำนวนได้เพียง $-.41 < 2.00$

จึงยอมรับสมมติฐานแสดงว่านักเรียนทั้งสอง กลุ่มคือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

แสดงว่า นักเรียนสอง กลุ่ม ทั้ง กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีพื้นฐานความรู้ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ ๒๑ เปรียบเทียบผลการสอนระหว่างชุดการสอนที่ ๑ และการบรรยาย

นักเรียน	คะแนนกลุ่ม		x_1^2	x_2^2
	ทดลอง	ควบคุม		
	x_1	x_2		
๑.	๑๒	๑๓	๑๔๔	๑๖๙
๒.	๑๓	๑๔	๑๖๙	๑๙๖
๓.	๑๓	๑๔	๑๖๙	๑๙๖
๔.	๑๕	๑๔	๒๒๕	๑๙๖
๕.	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙
๖.	๑๔	๑๒	๑๙๖	๑๔๔
๗.	๑๒	๑๔	๑๔๔	๑๙๖
๘.	๑๓	๑๒	๑๖๙	๑๔๔
๙.	๑๕	๑๓	๒๒๕	๑๖๙
๑๐.	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙
๑๑.	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙
๑๒.	๑๔	๑๒	๑๙๖	๑๔๔
๑๓.	๑๒	๑๓	๑๔๔	๑๖๙
๑๔.	๑๔	๑๓	๑๙๖	๑๖๙
๑๕.	๑๕	๑๓	๒๒๕	๑๖๙
๑๖.	๑๒	๑๓	๑๔๔	๑๖๙
๑๗.	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙
๑๘.	๑๓	๑๔	๑๖๙	๑๙๖
๑๙.	๑๔	๑๒	๑๙๖	๑๔๔
๒๐.	๑๒	๑๓	๑๔๔	๑๖๙
๒๑.	๑๒	๑๓	๑๔๔	๑๖๙
๒๒.	๑๒	๑๓	๑๔๔	๑๖๙
๒๓.	๑๒	๑๓	๑๔๔	๑๖๙
๒๔.	๑๔	๑๓	๑๙๖	๑๖๙
๒๕.	๑๓	๑๔	๑๖๙	๑๙๖
๒๖.	๑๔	๑๔	๑๙๖	๑๙๖
๒๗.	๑๔	๑๑	๑๙๖	๑๒๑
๒๘.	๑๓	๑๒	๑๖๙	๑๔๔
๒๙.	๑๒	๑๔	๑๔๔	๑๙๖
๓๐.	๑๓	๑๒	๑๖๙	๑๔๔
Σ	๓๙๓	๓๙๐	๕๑๕๓	๕๐๙๐
\bar{x}	๑๓.๑๐	๑๓.๐๐	$\frac{\Sigma x_1^2}{N}$	$\frac{\Sigma x_2^2}{N}$
SD ²	.๒๒	.๒๒	๑๓๖.๒๓	๑๖๙.๖๖

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$$

$$s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1 - 1} + \frac{s_2^2}{n_2 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{.62}{29} + \frac{.66}{29}}$$

$$= \sqrt{.02 + .02}$$

$$= \sqrt{.04} = .2$$

$$t = \frac{13.10 - 13.00}{.2} = \frac{.10}{.2} = .50$$

$$H_0 \quad \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 \quad \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\alpha = .05$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

$$= 30 + 30 - 2$$

$$= 58$$

ขอบเขตที่ปฏิเสธค่า t ($\alpha = .05, df = 58$)

$$t \geq 2.00$$

$$\therefore \text{แต่ค่า } t \text{ ที่คำนวณได้} = .50$$

ยอมรับสมมุติฐาน แสดงว่านักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนและนักเรียนที่เรียนแบบบรรยาย แตกต่างกัน ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\alpha = .05$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

$$= 60 - 2 = 58$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$$

$$\sigma(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1 - 1} + \frac{s_2^2}{n_2 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{1.71}{29} + \frac{-.14}{29}}$$

$$= \sqrt{.05 - .004} = \sqrt{.046} = .2$$

$$t = \frac{17.73 - 17.43}{.2} = \frac{.30}{.20}$$

$$= 1.5$$

ขอบเขตที่ปฏิเสธค่า t ($\alpha = .05, df = 58$)

$$t \geq 2.00$$

ค่า t ที่คำนวณได้ $1.5 < 2.00$

ยอมรับสมมติฐานแสดงว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนและนักเรียนที่เรียนแบบบรรยาย แตกต่าง กันไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ ๒๓ เปรียบเทียบผลการสอนระหว่างบุคลากรสอนที่ ๓ และการบรรยาย

นักเรียน	คะแนนกลุ่ม		x_1^2	x_2^2
	ทดสอบ	ควบคุม		
	x_1	x_2		
๑.	๑๗	๑๖	๓๒๔	๒๕๖
๒.	๑๗	๑๗	๒๘๙	๒๘๙
๓.	๑๗	๑๖	๓๒๔	๒๕๖
๔.	๑๘	๑๕	๒๒๕	๒๒๕
๕.	๑๗	๑๖	๒๘๙	๒๕๖
๖.	๑๖	๑๕	๒๕๖	๒๒๕
๗.	๑๖	๑๕	๒๕๖	๒๒๕
๘.	๑๗	๑๖	๓๒๔	๒๕๖
๙.	๑๗	๑๕	๒๘๙	๒๒๕
๑๐.	๑๖	๑๗	๒๕๖	๒๘๙
๑๑.	๑๗	๑๕	๓๒๔	๒๒๕
๑๒.	๑๖	๑๗	๒๕๖	๒๘๙
๑๓.	๑๖	๑๕	๒๕๖	๒๒๕
๑๔.	๑๖	๑๗	๒๕๖	๒๘๙
๑๕.	๑๗	๑๖	๒๘๙	๒๕๖
๑๖.	๑๖	๑๖	๒๕๖	๒๕๖
๑๗.	๑๖	๑๕	๒๕๖	๒๒๕
๑๘.	๑๗	๑๕	๒๘๙	๒๒๕
๑๙.	๑๗	๑๖	๒๘๙	๒๕๖
๒๐.	๑๗	๑๖	๒๘๙	๒๕๖
๒๑.	๑๖	๑๖	๒๕๖	๒๕๖
๒๒.	๑๖	๑๖	๒๕๖	๒๕๖
๒๓.	๑๖	๑๖	๒๕๖	๒๕๖
๒๔.	๑๖	๑๕	๒๕๖	๒๒๕
๒๕.	๑๖	๑๗	๒๕๖	๒๘๙
๒๖.	๑๗	๑๗	๓๒๔	๓๒๔
๒๗.	๑๗	๑๗	๓๒๔	๓๒๔
๒๘.	๑๗	๑๗	๓๒๔	๓๒๔
๒๙.	๑๗	๑๗	๓๒๔	๓๒๔
๓๐.	๑๕	๑๗	๒๒๕	๓๒๔
Σ	๕๐๗	๔๕๓	๔๕๙๓	๔๑๕๕
\bar{x}	๑๖.๕๖	๑๖.๓๓	$\frac{\sum x_1^2}{N}$ ๒๕๖.๕๖	$\frac{\sum x_2^2}{N}$ ๒๗๑.๕๐
SD ²	.๕๕	๑.๕๖		

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\alpha = .05$$

$$df : n_1 + n_2 - 2 = 30 + 30 - 2 = 58$$

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1-1} + \frac{s_2^2}{n_2-1}}}$$

$$\sqrt{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1-1} + \frac{s_2^2}{n_2-1}} = \sqrt{\frac{.95}{29} + \frac{1.56}{29}}$$

$$= \sqrt{.30 + .05} = \sqrt{.08} = .28$$

$$t = \frac{16.90 - 16.43}{.28} = .47$$

$$= \frac{.47}{.28} = 1.67$$

ขอบเขตที่ปฏิเสธ H_0 ($\alpha = .05$, $df = 58$)

$$t \geq 2.00$$

แต่ค่า t ที่คำนวณได้ $1.67 < 2.00$

ยอมรับสมมุติฐานแสดงว่านักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนและนักเรียนที่เรียนแบบบรรยาย แตกต่างกัน ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ ๒๕ เปรียบเทียบผลการสอนระหว่างชุดการสอนที่ ๔ และการบรรยาย

นักเรียน	คะแนนกลุ่ม	คะแนนกลุ่ม	x_1^2	x_2^2
	ทดสอบ	ควบคุม		
	x_1 (๑๕)	x_2 (๑๕)		
๑.	๑๔	๑๓	๑๙๖	๑๖๙
๒.	๑๓	๑๑	๑๖๙	๑๒๑
๓.	๑๑	๑๑	๑๒๑	๑๒๑
๔.	๑๓	๑๔	๑๖๙	๑๙๖
๕.	๑๓	๑๔	๑๖๙	๑๙๖
๖.	๑๔	๑๓	๑๙๖	๑๖๙
๗.	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙
๘.	๑๔	๑๒	๑๙๖	๑๔๔
๙.	๑๔	๑๓	๑๙๖	๑๖๙
๑๐.	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙
๑๑.	๑๑	๑๑	๑๒๑	๑๒๑
๑๒.	๑๔	๑๒	๑๙๖	๑๔๔
๑๓.	๑๒	๑๓	๑๔๔	๑๖๙
๑๔.	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙
๑๕.	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙
๑๖.	๑๔	๑๓	๑๙๖	๑๖๙
๑๗.	๑๒	๑๔	๑๔๔	๑๙๖
๑๘.	๑๔	๑๒	๑๙๖	๑๔๔
๑๙.	๑๔	๑๔	๑๙๖	๑๙๖
๒๐.	๑๓	๑๒	๑๖๙	๑๔๔
๒๑.	๑๑	๑๓	๑๒๑	๑๖๙
๒๒.	๑๑	๑๒	๑๒๑	๑๔๔
๒๓.	๑๔	๑๑	๑๙๖	๑๒๑
๒๔.	๑๓	๑๒	๑๖๙	๑๔๔
๒๕.	๑๓	๑๑	๑๖๙	๑๒๑
๒๖.	๑๔	๑๑	๑๙๖	๑๒๑
๒๗.	๑๓	๑๒	๑๖๙	๑๔๔
๒๘.	๑๓	๑๔	๑๖๙	๑๙๖
๒๙.	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙
๓๐.	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙
Σ	๓๙๐	๓๗๕	๕๐๕๘	๔๗๑๗
\bar{x}	๑๓.๐๐	๑๒.๕๐	$\frac{\Sigma x_1^2}{N}$ ๑๖๘.๖๓	$\frac{\Sigma x_2^2}{N}$ ๑๕๗.๒๓
SD^2	๑.๕๓	๑.๕๘		

สมมุติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

$\alpha = .05$

$df = n_1 + n_2 - 2 = 30 + 30 - 2 = 58$

สูตร $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$

$\sigma(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1 - 1} + \frac{s_2^2}{n_2 - 1}} = \sqrt{\frac{.93}{29} + \frac{.98}{29}}$

$= \sqrt{.30 + .03} = \sqrt{.06}$

$= .24$

$t = \frac{.93 - .98}{.24} = \frac{-.05}{.24}$

$= -.00$

ขอบเขตปฏิเสธค่า t ($\alpha = .05$, $df : 58$)

$t \geq 2.00$

∵ ค่า t ที่คำนวณได้เพียง $-.00 < 2.00$

ยอมรับสมมุติฐาน แสดงว่านักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนและนักเรียนที่เรียน

ตารางที่ ๒๕ เปรียบเทียบผลการสอนระหว่างชุดการสอนที่ ๕ และการบรรยาย

นักเรียน	คะแนนกลุ่ม		x_1^2	x_2^2
	ทดลอง x_1	ควบคุม x_2		
๑.	๑๕	๑๕	๒๒๕	๒๒๕
๒.	๑๕	๑๕	๒๒๕	๒๒๕
๓.	๑๕	๑๓	๒๒๕	๑๖๙
๔.	๑๕	๑๔	๒๒๕	๑๙๖
๕.	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙
๖.	๑๕	๑๔	๒๒๕	๑๙๖
๗.	๑๔	๑๔	๑๙๖	๑๙๖
๘.	๑๕	๑๕	๒๒๕	๒๒๕
๙.	๑๔	๑๔	๑๙๖	๑๙๖
๑๐.	๑๕	๑๔	๒๒๕	๑๙๖
๑๑.	๑๕	๑๕	๒๒๕	๒๒๕
๑๒.	๑๕	๑๔	๒๒๕	๑๙๖
๑๓.	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙
๑๔.	๑๔	๑๔	๑๙๖	๑๙๖
๑๕.	๑๕	๑๔	๒๒๕	๑๙๖
๑๖.	๑๕	๑๔	๒๒๕	๑๙๖
๑๗.	๑๕	๑๔	๒๒๕	๑๙๖
๑๘.	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙
๑๙.	๑๔	๑๔	๑๙๖	๑๙๖
๒๐.	๑๓	๑๔	๑๖๙	๑๙๖
๒๑.	๑๔	๑๕	๑๙๖	๒๒๕
๒๒.	๑๔	๑๔	๑๙๖	๑๙๖
๒๓.	๑๕	๑๕	๒๒๕	๒๒๕
๒๔.	๑๕	๑๔	๒๒๕	๑๙๖
๒๕.	๑๕	๑๕	๒๒๕	๒๒๕
๒๖.	๑๓	๑๕	๑๖๙	๒๒๕
๒๗.	๑๕	๑๕	๒๒๕	๒๒๕
๒๘.	๑๓	๑๓	๑๖๙	๑๖๙
๒๙.	๑๕	๑๕	๒๒๕	๒๒๕
๓๐.	๑๕	๑๔	๒๒๕	๑๙๖
Σ	๔๓๑	๔๒๕	๒๒๑๑	๒๐๓๕
\bar{x}	๑๔.๓๖	๑๔.๑๖	$\frac{\Sigma x_1^2}{N}$ ๒๐๓.๐๓	$\frac{\Sigma x_2^2}{N}$ ๒๐๑.๑๖
SD^2	.๘๓	.๖๖		

สมมุติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

$\alpha = .05$

$df = (n_1 + n_2 - 2) = 30 + 30 - 2 = 58$

สูตร $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$

$\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}} = \sqrt{\frac{.83}{29} + \frac{.66}{29}}$

$= \sqrt{.02 + .02} = \sqrt{.04}$

$= .2$

ขอบเขตปฏิเสธค่า t ($\alpha = .05, df = 58$)

$t \geq 2.00$

แต่ค่า t ที่คำนวณได้เพียง $.00$

ยอมรับสมมุติฐานแสดงว่านักเรียนที่เรียนนิตยชุดการสอนและนักเรียนที่เรียนแบบบรรยายแตกต่างกันไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ $.05$

ตารางที่ ๒๒ เปรียบเทียบผลการทดสอบหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุมคะแนนทั้ง ๕ ชุด รวมกัน

นักเรียน	คะแนนกลุ่ม		x_1^2	x_2^2
	ทดลอง	ควบคุม		
	x_1	x_2		
๑.	๓๕	๓๕	๖,๐๘๔	๕,๒๖๕
๒.	๓๓	๓๒	๕,๓๖๙	๕,๑๘๔
๓.	๓๔	๓๒	๕,๙๒๖	๕,๑๘๔
๔.	๓๕	๓๕	๖,๒๔๑	๕,๒๖๕
๕.	๓๓	๓๓	๕,๓๖๙	๕,๓๖๙
๖.	๓๓	๓๑	๕,๓๖๙	๕,๐๔๑
๗.	๓๒	๓๔	๕,๑๘๔	๕,๙๒๖
๘.	๓๕	๓๓	๖,๒๔๑	๕,๓๖๙
๙.	๓๕	๓๒	๕,๒๖๕	๕,๑๘๔
๑๐.	๓๒	๓๓	๕,๓๒๖	๕,๓๖๙
๑๑.	๓๔	๓๒	๕,๙๒๖	๕,๑๘๔
๑๒.	๓๒	๓๓	๕,๓๒๖	๕,๓๖๙
๑๓.	๓๓	๓๒	๕,๓๖๙	๕,๑๘๔
๑๔.	๓๔	๓๒	๕,๙๒๖	๕,๓๒๖
๑๕.	๓๕	๓๒	๖,๐๘๔	๕,๓๒๖
๑๖.	๓๓	๓๕	๕,๓๖๙	๕,๒๖๕
๑๗.	๓๒	๓๒	๕,๓๒๖	๕,๑๘๔
๑๘.	๓๕	๓๓	๕,๒๖๕	๕,๓๖๙
๑๙.	๓๕	๓๕	๕,๒๖๕	๕,๒๖๕
๒๐.	๓๒	๓๓	๕,๒๖๕	๕,๒๖๕
๒๑.	๓๑	๓๓	๕,๐๔๑	๕,๓๖๙
๒๒.	๓๒	๓๑	๕,๓๒๖	๕,๐๔๑
๒๓.	๓๕	๓๓	๖,๐๘๔	๕,๓๖๙
๒๔.	๓๒	๓๒	๕,๒๖๕	๕,๑๘๔
๒๕.	๓๕	๓๒	๕,๓๒๖	๕,๓๖๙
๒๖.	๓๕	๓๒	๖,๒๔๑	๕,๓๒๖
๒๗.	๓๓	๓๓	๕,๓๖๙	๕,๓๖๙
๒๘.	๓๑	๓๕	๕,๐๔๑	๕,๒๖๕
๒๙.	๓๓	๓๕	๕,๓๖๙	๖,๐๘๔
๓๐.	๓๓	๓๕	๕,๒๖๕	๕,๒๖๕
Σ	๖,๒๕๓	๖,๒๒๖	๑๖๙,๓๘๑	๑๖๖,๒๘๘
\bar{x}	312.15	311.10	Σx_1^2	Σx_2^2

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$\alpha = .05$$

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 30 + 30 - 2 = 58$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2}}$$

$$\sqrt{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2} = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1 - 1} + \frac{s_2^2}{n_2 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{5.93}{29} + \frac{3.27}{29}} = \sqrt{.20 + .11}$$

$$= \sqrt{.31} = .55$$

$$t = \frac{75.10 - 73.53}{.55} = \frac{1.57}{.55}$$

$$= 2.85$$

ของเขตปฏิเสธค่า t ($\alpha = .05$ df 58)

$$t \geq 2.00$$

$$t \text{ ที่คำนวณได้} = 2.85 > 2.00$$

ปฏิเสธสมมติฐานแสดงว่าคะแนนกลุ่มทดลองแตกต่างจากคะแนนของกลุ่มควบคุม
อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

แสดงว่า ผลการเรียนรู้โดยชุดการสอนดีกว่าการสอนแบบบรรยาย

$$\text{สมมุติฐาน } H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$\alpha = .05$$

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 30 + 30 - 2 = 58$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$$

$$s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1 - 1} + \frac{s_2^2}{n_2 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{9.79}{29} + \frac{2.59}{29}}$$

$$= \sqrt{.33 + .08}$$

$$= \sqrt{.41} = .64$$

$$t = \frac{70.13 - 69.26}{.64}$$

$$= \frac{.87}{.64} = 1.35$$

ขอบเขตปฏิเสธค่า t ($\alpha = .05$ df 58)

$$t \geq . \quad 2.00$$

แต่ค่า t ที่คำนวณได้ 1.35 น้อยกว่า . 2.00

จึงยอมรับสมมุติฐาน แสดงว่าคะแนนทดสอบหลัง เรียน • สักใดนซ์ของ กบาคาเดบ

ตารางที่ ๒๒ เปรียบเทียบผลการทดสอบหลัง เรียนและหลัง เรียน • สัปดาห์
ของ กลุ่มควบคุม

นักเรียน	คะแนน หลัง เรียน F	คะแนนหลัง เรียน • สัปดาห์ I	D (F-1)	D ²
๑๐.	๖๕	๖๖	๑	๑
๑๑.	๖๕	๖๖	๑	๑
๑๒.	๖๕	๖๖	๑	๑
๑๓.	๖๕	๖๖	๑	๑
๑๔.	๖๕	๖๖	๑	๑
๑๕.	๖๕	๖๖	๑	๑
๑๖.	๖๕	๖๖	๑	๑
๑๗.	๖๕	๖๖	๑	๑
๑๘.	๖๕	๖๖	๑	๑
๑๙.	๖๕	๖๖	๑	๑
๒๐.	๖๕	๖๖	๑	๑
๒๑.	๖๕	๖๖	๑	๑
๒๒.	๖๕	๖๖	๑	๑
๒๓.	๖๕	๖๖	๑	๑
๒๔.	๖๕	๖๖	๑	๑
๒๕.	๖๕	๖๖	๑	๑
๒๖.	๖๕	๖๖	๑	๑
๒๗.	๖๕	๖๖	๑	๑
๒๘.	๖๕	๖๖	๑	๑
๒๙.	๖๕	๖๖	๑	๑
๓๐.	๖๕	๖๖	๑	๑
๓๑.	๖๕	๖๖	๑	๑
๓๒.	๖๕	๖๖	๑	๑
๓๓.	๖๕	๖๖	๑	๑
๓๔.	๖๕	๖๖	๑	๑
๓๕.	๖๕	๖๖	๑	๑
๓๖.	๖๕	๖๖	๑	๑
๓๗.	๖๕	๖๖	๑	๑
๓๘.	๖๕	๖๖	๑	๑
๓๙.	๖๕	๖๖	๑	๑
๔๐.	๖๕	๖๖	๑	๑
๔๑.	๖๕	๖๖	๑	๑
๔๒.	๖๕	๖๖	๑	๑
๔๓.	๖๕	๖๖	๑	๑
๔๔.	๖๕	๖๖	๑	๑
๔๕.	๖๕	๖๖	๑	๑
๔๖.	๖๕	๖๖	๑	๑
๔๗.	๖๕	๖๖	๑	๑
๔๘.	๖๕	๖๖	๑	๑
๔๙.	๖๕	๖๖	๑	๑
๕๐.	๖๕	๖๖	๑	๑
๕๑.	๖๕	๖๖	๑	๑
๕๒.	๖๕	๖๖	๑	๑
๕๓.	๖๕	๖๖	๑	๑
๕๔.	๖๕	๖๖	๑	๑
๕๕.	๖๕	๖๖	๑	๑
๕๖.	๖๕	๖๖	๑	๑
๕๗.	๖๕	๖๖	๑	๑
๕๘.	๖๕	๖๖	๑	๑
๕๙.	๖๕	๖๖	๑	๑
๖๐.	๖๕	๖๖	๑	๑
๖๑.	๖๕	๖๖	๑	๑
๖๒.	๖๕	๖๖	๑	๑
๖๓.	๖๕	๖๖	๑	๑
๖๔.	๖๕	๖๖	๑	๑
๖๕.	๖๕	๖๖	๑	๑
๖๖.	๖๕	๖๖	๑	๑
๖๗.	๖๕	๖๖	๑	๑
๖๘.	๖๕	๖๖	๑	๑
๖๙.	๖๕	๖๖	๑	๑
๗๐.	๖๕	๖๖	๑	๑
๗๑.	๖๕	๖๖	๑	๑
๗๒.	๖๕	๖๖	๑	๑
๗๓.	๖๕	๖๖	๑	๑
๗๔.	๖๕	๖๖	๑	๑
๗๕.	๖๕	๖๖	๑	๑
๗๖.	๖๕	๖๖	๑	๑
๗๗.	๖๕	๖๖	๑	๑
๗๘.	๖๕	๖๖	๑	๑
๗๙.	๖๕	๖๖	๑	๑
๘๐.	๖๕	๖๖	๑	๑
๘๑.	๖๕	๖๖	๑	๑
๘๒.	๖๕	๖๖	๑	๑
๘๓.	๖๕	๖๖	๑	๑
๘๔.	๖๕	๖๖	๑	๑
๘๕.	๖๕	๖๖	๑	๑
๘๖.	๖๕	๖๖	๑	๑
๘๗.	๖๕	๖๖	๑	๑
๘๘.	๖๕	๖๖	๑	๑
๘๙.	๖๕	๖๖	๑	๑
๙๐.	๖๕	๖๖	๑	๑
๙๑.	๖๕	๖๖	๑	๑
๙๒.	๖๕	๖๖	๑	๑
๙๓.	๖๕	๖๖	๑	๑
๙๔.	๖๕	๖๖	๑	๑
๙๕.	๖๕	๖๖	๑	๑
๙๖.	๖๕	๖๖	๑	๑
๙๗.	๖๕	๖๖	๑	๑
๙๘.	๖๕	๖๖	๑	๑
๙๙.	๖๕	๖๖	๑	๑
๑๐๐.	๖๕	๖๖	๑	๑
Σ	๒๒๐๖	๒๒๓๘	๑๒๘	๕๕๕
=	๓๖.๕๓	๒๕.๒๖	Σ D	๕.๒๖
			Σ D ²	๑๕.๙๐

สมมุติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

มัธยิมเลขคณิตของผลต่าง $= \frac{\sum D}{N} = \frac{128}{30} = 4.26$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D^2}{N} - \left(\frac{\sum D}{N}\right)^2} = \sqrt{19.80 - (4.26)^2}$$

$$= \sqrt{19.80 - 18.14} = \sqrt{1.66} = 1.28$$

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน $\frac{s_D}{\sqrt{n-1}} = \frac{1.28}{\sqrt{29}}$

$$= \frac{1.28}{5.38} = 0.2379$$

$$t = \frac{D}{s_D} = \frac{4.26}{0.23} = 18.52$$

ขอบเขตปฏิเสธ t ($\alpha = 0.05$ $df = 29$)

$$t \geq 2.04$$

แต่ $t = 18.52 > 2.04$

จึงปฏิเสธสมมุติฐาน แสดงว่าคะแนนทดสอบหลังเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน

• สัมพันธ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

คะแนนทดสอบหลังเรียนมากกว่าคะแนนทดสอบหลังเรียน • สัจใจ

สมมุติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$\bar{D} = \frac{\sum D}{N} = \frac{129}{30} = 4.30$$

$$\begin{aligned} S_D &= \sqrt{\frac{\sum D^2}{N} - \left(\frac{\sum D}{N}\right)^2} \\ &= \sqrt{32.90 - (4.30)^2} \\ &= \sqrt{32.90 - 18.49} \\ &= \sqrt{14.41} = 3.79 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{\bar{D}} &= \frac{S_D}{\sqrt{n-1}} = \frac{3.79}{\sqrt{29}} \\ &= \frac{3.79}{5.38} = .70 \end{aligned}$$

$$t = \frac{\bar{D}}{S_{\bar{D}}} = \frac{4.30}{.70} = 6.14$$

ขอบเขตปฏิเสธค่า t ($\alpha .05$, df 29)

$$t \geq 2.04$$

$$\text{แต่ } t = 18.50 > 2.04$$

จึงปฏิเสธสมมุติฐาน แสดงว่าคะแนนทดสอบหลัง และ คะแนนทดสอบ

หลัง เรียน • สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ ๓๐ ความคิดเห็นของผู้เรียนในการเรียนโดยใช้ชุดการสอนสำหรับวิชา
วิทยาศาสตร์ทั่วไป ๑๐๒ จากตัวอย่างประชากร ๓๐ คน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็น
๑. ท่านชอบเรียนด้วยตัวเองจากชุดการสอน	๔.๒๓	มาก
๒. ชุดการสอนนี้ให้ความรู้ใหม่	๓.๕๓	มาก
๓. ชุดการสอนนี้ช่วยประหยัดเวลาเรียน	๓.๕๓	มาก
๔. ท่านเข้าใจบทเรียนได้เร็วกว่าอาจารย์สอน	๓.๕๖	ปานกลาง
๕. ท่านอยากเรียนแบบนี้กับวิชาอื่น	๔.๐๓	มาก
๖. ชุดการสอนนี้ช่วยต่อการนำไปใช้เรียนด้วยตนเอง	๔.๑๓	มาก
๗. ชุดการสอนนี้สามารถชี้แทนครูได้	๔.๑๖	มาก
๘. ชุดการสอนนี้มีคุณค่าต่อการเรียนการสอน	๔.๑๓	มาก
๙. ท่านสามารถจดจำบทเรียนจากชุดการสอนนี้	๓.๔๖	ปานกลาง
๑๐. ท่านอยากลองนำวิธีการเรียนแบบนี้ไปสอนนักเรียน	๔.๔๐	มาก

เกณฑ์การตัดสิน

๕.๐๐ - ๕.๐๐	มีค่ามากที่สุด
๔.๕๐ - ๓.๖๐	มีค่ามาก
๓.๕๐ - ๒.๖๐	มีค่าปานกลาง
๒.๕๐ - ๑.๖๐	มีค่าน้อย
๑.๕๐ - ๑.๐๐	มีค่าน้อยที่สุด

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน ที่เรียนจากชุดการสอน

สำหรับวิชา "วิทยาศาสตร์ทั่วไป ๑๐๒"

ชื่อ ผู้เรียน

โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อ	รายการ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
๑.	ท่านชอบเรียนด้วยตนเองจากชุดการสอน					
๒.	ชุดการสอนนี้ให้ความรู้ใหม่					
๓.	ชุดการสอนนี้ช่วยประหยัดเวลาเรียน					
๔.	ท่านเข้าใจบทเรียนได้เร็วกว่าอาจารย์สอน					
๕.	ท่านอยากเรียนแบบนี้กับวิชาอื่น					
๖.	ชุดการสอนนี้ง่ายต่อการนำไปใช้เรียนด้วยตนเอง					
๗.	ชุดการสอนนี้สามารถชี้แทนครูได้					
๘.	ชุดการสอนนี้มีคุณค่าต่อการเรียนการสอน					
๙.	ท่านสามารถจดจำบทเรียนจากชุดการสอนนี้					
๑๐.	ท่านอยากรณรงค์วิธีการเรียนแบบนี้ไปสอนนักเรียน					

เกณฑ์ตัดสิน

๑ - ๑.๕ มีค่าน้อยที่สุด

๑.๖ - ๒.๕ มีค่าน้อย

๒.๖ - ๓.๕ มีค่าปานกลาง

๓.๖ - ๔.๕ มีค่ามาก

แบบประเมินผลผู้สอน

เรื่อง

โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องประเมินผลตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยมาก	รวมทั้งสิ้น
	๕	๔	๓	๒	๑	
๑. ความเหมาะสมกับผู้เรียน						
๒. ตรงกับวัตถุประสงค์เพียงใด						
๓. ทำให้เข้าใจเนื้อหาเพียงใด						
๔. ครอบคลุมเนื้อหาเพียงใด						
๕. การลำดับเนื้อหา						
๖. ความยาวของเนื้อหาเหมาะกับเวลา เพียงใด						
๗. การสรุปเนื้อหา						
๘. คุณค่าทางการจัดทำ						
๙. คุณค่าทางภาพ						
๑๐. คุณค่าทางคำบรรยายและดนตรีประกอบ						
๑๑. สะดวกในการใช้เพียงใด						
๑๒. จะใช้แทนครูได้เพียงใด						
รวมคะแนน						

เกณฑ์การประเมินผล

ดีมาก ๕ คะแนน,

ดี ๔ คะแนน

ปานกลาง ๓ คะแนน,

น้อย ๒ คะแนน

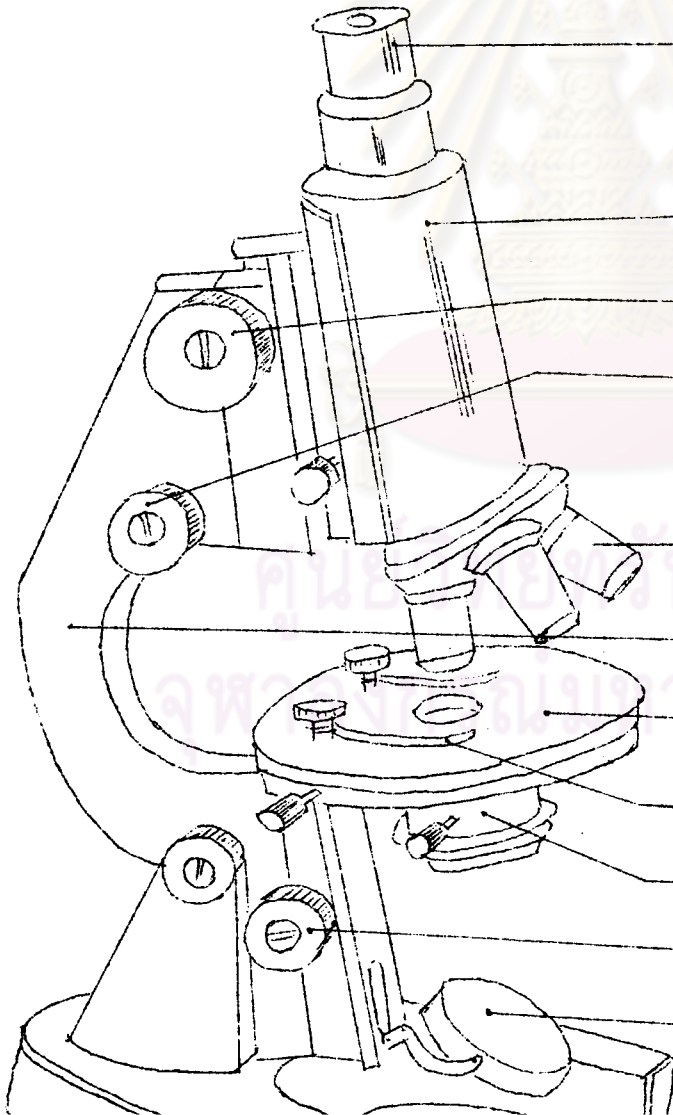
น้อยมาก ๑ คะแนน.

แบบฝึกหัดเรื่อง

วิธีใช้และเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

- จงบอกชื่อส่วนประกอบต่าง ๆ ของกล้องจุลทรรศน์ตามที่ถูกขีดและมีเลขกำกับไว้ให้ตอบเพียง ๑๐ ชื่อ



ศูนย์วิจัยสุขภาพกร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

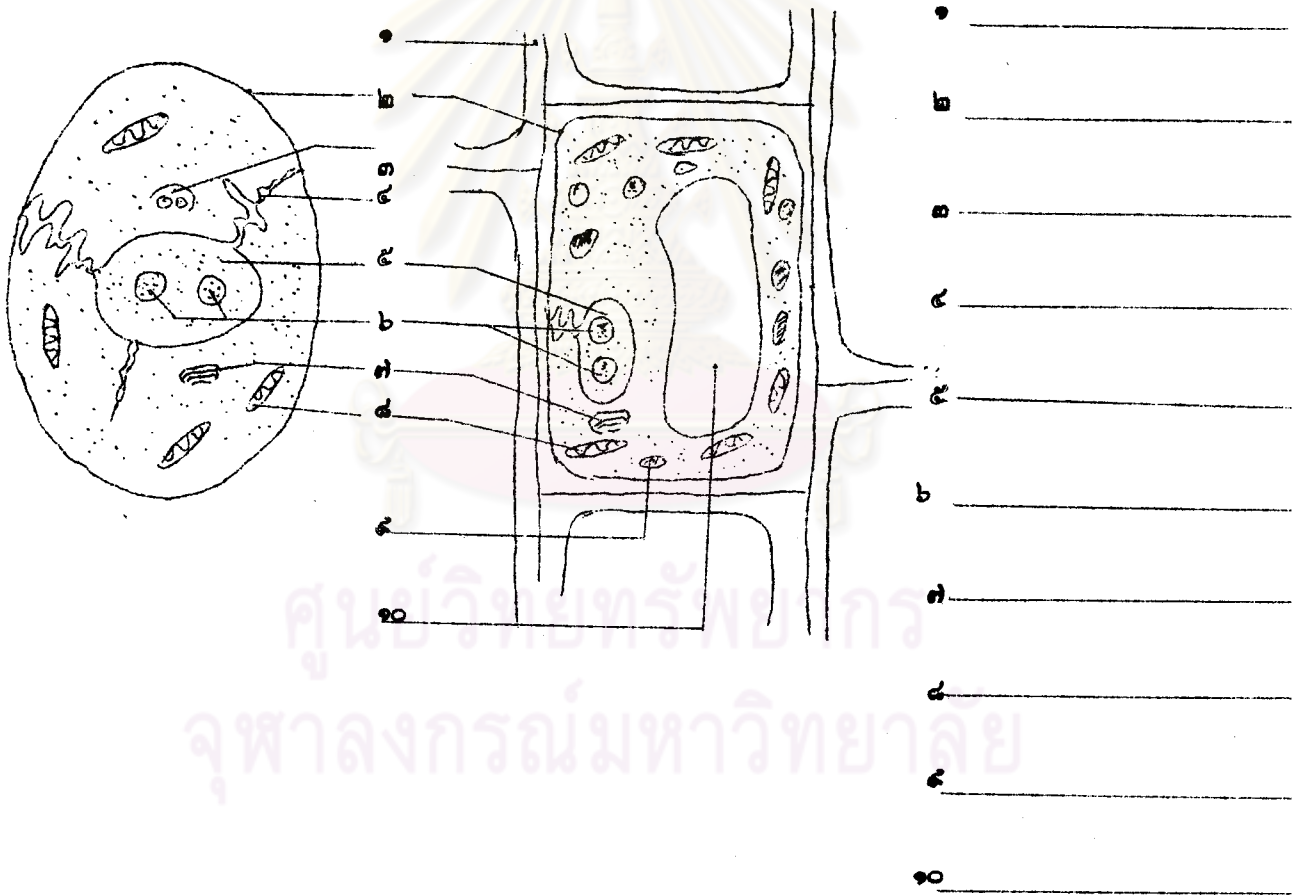
๒. กาเครื่องหมาย (X) ทับบนข้อที่ท่านเห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
- ๒.๑ ส่วนประกอบของ กลอง จุลทรรพ์ ที่ทำหน้าที่ปรับให้แสงผ่านเข้ากลอง พอ เหมาะ
คือ
- | | |
|---------------|--------------|
| ก. Adjustment | ค. Objective |
| ข. Diaphragm | ง. Limb |
- ๒.๒ ถ้าจะศึกษาปากใบของพืช เราจะลอกเนื้อเยื่อส่วนใดไปส่องดู
- | | |
|-------------|-----------|
| ก. ก้านบน | ค. โคนใบ |
| ข. ก้านล่าง | ง. ปลายใบ |
- ๒.๓ ถ้าเลนส์สปริง เล็กน้อยควรรักษาความสะอาดด้วย
- | | |
|-------------------|-------------|
| ก. น้ำ | ค. กระจกทึบ |
| ข. กระจกเช็ดเลนส์ | ง. ไซลีน |
- ๒.๔ ถ้าเลนส์มีความนำ หรือรอยมือติดอยู่ที่เลนส์ต้องทำความสะอาดด้วย
- | | |
|-----------|-------------------|
| ก. น้ำ | ค. กระจกเช็ดเลนส์ |
| ข. ลินส์ค | ง. ไซลีน |
- ๒.๕ สารที่ช่วยให้ดูความชื้นในที่เก็บกลองจุลทรรพ์คือ
- | | |
|-------------------------|-------------------|
| ก. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ | ค. ซิลิกาเจล |
| ข. ไฮเดียมไฮดรอกไซด์ | ง. สาลีและใยนาไท์ |

แบบฝึกหัดเรื่อง

โครงสร้างของ เซลล์ภายในท่อกลองจุลทรรศน์ เล็คตรอน

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

๑. จงบอกชื่อส่วนต่าง ๆ ของ เซลล์ตามที่ดูกล้องจุลทรรศน์ และมีเลขกำกับไว้ ให้ตอบเพียง ๕ ชื่อ



๒. จงเติมคำศัพท์ของทางวิชาการลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

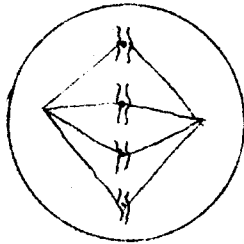
๒.๑ กลองจุลทรรศน์ เล็คตรอนมีกำลังขยายอย่างต่ำ _____ เท่า

๒.๒ คิวไฟในกลองจุลทรรศน์ธรรมดาเปรียบได้กับอะไรในกลองจุลทรรศน์ เล็คตรอน

- ๒.๕ อวัยวะบาง ๆ เรียงเป็นชั้น ๆ ในไซโทพลาสซึม (cytoplasm) มีหน้าที่รับโปรตีนจากเอนโดพลาสมิซึมอัติให้แน่น สร้าง เยื่อหุ้มทำเป็นเม็คโปรตีน คือ _____
- ๒.๖ อวัยวะที่ทำหน้าที่ผลิตพลังงานในแกเซลล์ คือ _____
- ๒.๗ อวัยวะที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงในเซลล์พืชคือ _____
- ๒.๘ อวัยวะที่ทำหน้าที่ย่อยสลายภายในเซลล์คือ _____
- ๒.๙ เมมเบรนเซลล์ของพืช เคลือบด้วยสารพวก _____
- ๒.๑๐ นิวคลีโอลัสมีหน้าที่สร้าง _____
- ๒.๑๑ เมื่อเวลาเมมเบรนเซลล์โครมาตินจะหดตัวสั้นกลายเป็น _____
- ๒.๑๒ เซลล์ที่สร้าง เม็คสปี เรียกว่า _____
- ๒.๑๓ เม็คแบง์ในเซลล์สัตว์ เรียกว่า _____
- ๒.๑๔ พวกเม็คแบง์ เม็คสปี เม็คไซมันอยู่ในส่วนใดของ เซลล์ _____
- ๒.๑๕ นอกเหนือเซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียส • ชื่อ _____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

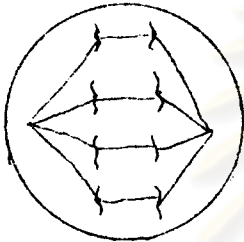
๓๗.



ภาพนี้เป็นการแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิสขั้นใด

- ก. Interphase ข. Prophase
ค. Metaphase ง. Anaphase

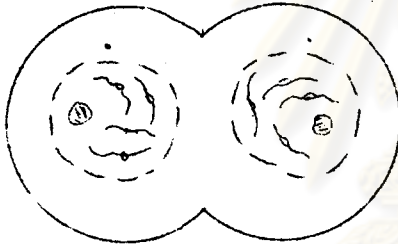
๓๘.



ภาพนี้เป็นการแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิสขั้นใด

- ก. Interphase ข. Prophase
ค. Metaphase ง. Anaphase

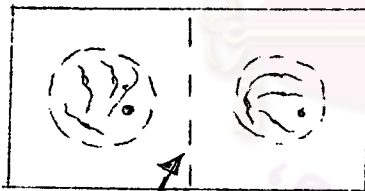
๓๙.



ภาพนี้เป็นการแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิสขั้นใด

- ก. Metaphase ข. Anaphase
ค. Telophase ง. Interphase

๔๐.



ในการแบ่ง เซลล์พืชขั้นสุดท้ายจะเกิดผนังกันระหว่าง
เซลล์ (บริเวณที่ถูกศรชี้) เราเรียกว่า

- ก. Cell wall ข. Cell membrane
ค. Cell plate ง. Cellulose

๔๑. การแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิสระยะที่มีการ เปลี่ยนแปลงทาง เคมีมากที่สุด

- ก. Interphase ข. Prophase
ค. Metaphase ง. Anaphase

๔๒. ในการแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิสเกิดเฉพาะในเซลล์สัตว์แต่ไม่เกิดในเซลล์พืช คือ

- ก. Centriole ข. Cell wall
ค. Nucleolus ง. Cell membrane

๔๓. การแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิสนิวคลีโอไลโอซิส เริ่มสลายไปในระยะใด

๑๔. ลักษณะการแบ่งเซลล์ เมื่อจบขบวนการแล้ว เซลล์ที่เกิดขึ้นใหม่มีจำนวนโครโมโซมเท่าเซลล์เดิมทุกประการ เป็นการแบ่งเซลล์แบบใด

ก. อดีมิโทซิส ข. ไมโทซิส

ค. ไมโอซิส ง. ไม่มีข้อใดถูก

๑๕. ลักษณะการแบ่งเซลล์ เมื่อจบขบวนการแล้ว เซลล์ที่เกิดขึ้นใหม่จะมีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม เป็นการแบ่งเซลล์แบบใด

ก. อดีมิโทซิส ข. ไมโทซิส

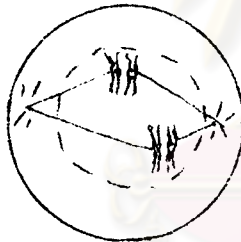
ค. ไมโอซิส ง. ไม่มีข้อใดถูก

๑๖. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสขั้น Prophase I แบ่งเป็นชั้นย่อย ๆ ทั้งหมดกี่ชั้น

ก. ๒ ชั้น ข. ๓ ชั้น

ค. ๔ ชั้น ง. ๕ ชั้น

๑๗.



ภาพนี้เป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสระยะ

Prophase I

โครโมโซมที่เป็นคู่กันจะมา

จับกันเป็นระยะใด

ก. Leptotene

ข. Zygotene

ค. Pachytene

ง. Diplotene

๑๘.



โครโมโซมที่เป็นคู่กัน เกิดการไขว่กันในระยะ

Prophase I

ชั้นใด

ก. Leptotene

ข. Zygotene

ค. Pachytene

ง. Diplotene

๑๙. การไขว่กันของโครโมโซมในข้อ ๑๘ เราเรียกว่า

ก. Homologous

ข. Heterotype

ค. Crossing over

ง. Homotype

๒๐. ระยะ Prophase I โครโมโซมแตกเปลี่ยนเป็นส่วนใหญ่กันและกันในชั้นใด

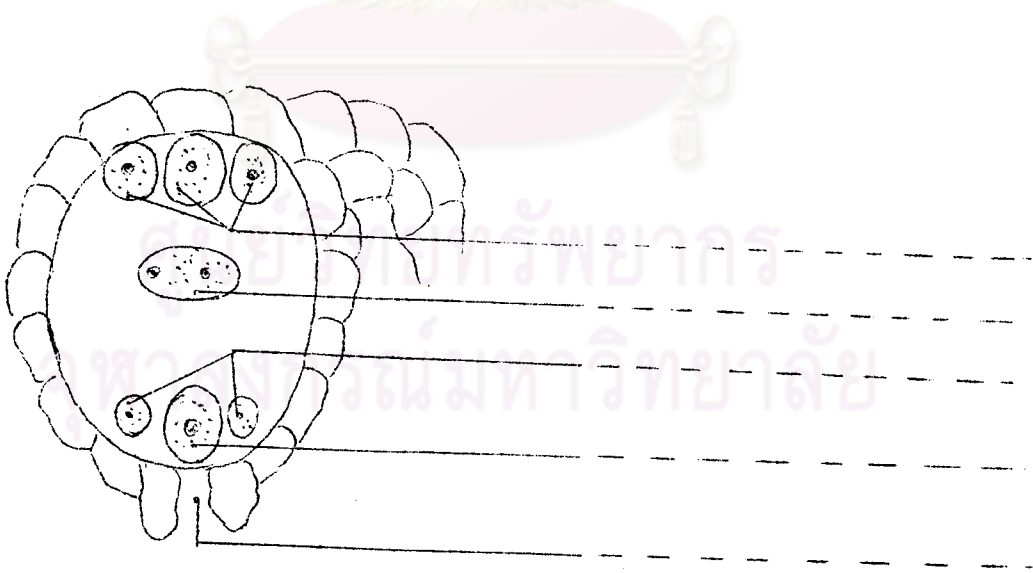
แบบฝึกหัดเรื่อง

การถ่ายละอองเรณูและการปฏิสนธิ

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

เติมศัพท์ทางวิชาการหรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

- ๑. นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า ดอกไม้ เจริญมาจาก _____
- ๒. ไคอะแตรมแสดงวงดอกไม้ชั้นในสุด คือ _____
- ๓. ภายใน ovule เซลล์ที่แบ่งตัวแบบไมโอซิสได้ เมกะสปอร์ เรียกว่า _____
- ๔. เมกะสปอร์แบ่งตัวแบบไมโทซิสได้ ๔ นิวคลีโอ อยู่ภายในเมกะสปอร์ตอนนี้ เรียกชื่อใหม่ว่า _____
- ๕. ดูภาพ เมกะสปอร์ ที่มี ๔ นิวคลีโอ แล้วเติมคำลงในลูกศรชี้ให้ถูกต้อง



๖. ในเกสรตัวผู้เซลล์ที่แบ่งตัวแบบไมโทซิสได้ ไมโครสปอร์ ๔ เซลล์
รวมเรียกว่า _____

๓. ครอบ ไมโครสปอร์ แล้วเติมชื่อตามลูกศร



๔. เมื่อไมโครสปอร์ตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย ส่วนที่เจาะเกสรตัวเมียให้เป็นหลอด เรียกว่า _____

๕. สเปิร์ม ๒ ตัวที่เข้าปฏิสนธิภายในเมกะสปอร์ที่มี ๔ นิวเคลียสตัวหนึ่ง เข้าผสมกับเซลล์ไข่ เกิดเป็น _____ อีกตัวหนึ่ง เข้าผสมกับ _____ กลายเป็นเอนโดสเปิร์ม ฉนั้นเอนโดสเปิร์ม จึงมีโครโมโซม ๓ n

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

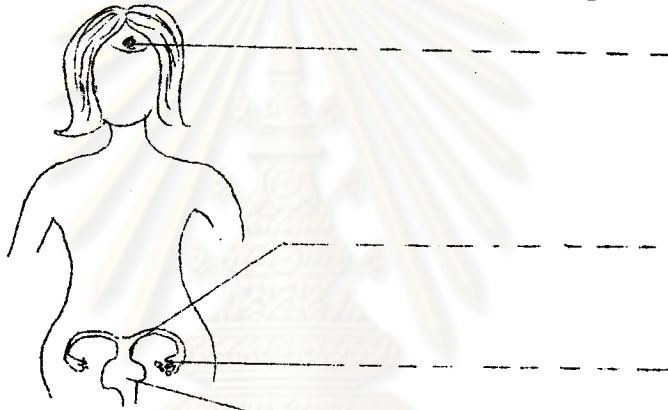
แบบฝึกหัดเรื่อง

" เอมบริโอของคน "

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

เติมศัพท์ทางวิชาการหรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

๑. ดู แผนภาพแสดง ระบบการสืบพันธุ์ของ เพศหญิง แล้ว เติมคำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



๒. อวัยวะที่สร้างฮอร์โมนควบคุมการตกไข่ คือ _____
๓. ฮอร์โมนที่ควบคุมการตกไข่นั้น ถูกควบคุมโดยฮอร์โมน _____
๔. อสุจิผสมกับไข่ที่ _____
๕. การที่อสุจิผสมกับไข่ เราเรียกว่า _____
๖. ไข่โคต แบ่งตัวแบบ _____
๗. ไข่โคตแบ่งตัวเจริญขึ้นได้หลายเซลล์ เรียกว่า _____
๘. เอมบริโอฝังตัวที่ _____
๙. เอมบริโอ เดินทางจากจุดกำเนิดถึงบริเวณฝังตัวใช้เวลา _____ วัน
๑๐. เอมบริโอมีระบบประสาท ปอด กระเพาะอาหาร คับ ไต ลำไส้ เมื่ออายุประมาณ _____
๑๑. เอมบริโอ เกิดแขนขาเมื่ออายุประมาณ _____
๑๒. เอมบริโอที่มีอวัยวะครบ มีกระดูกและหน้าตาคล้ายทารกเรียกว่า _____
๑๓. ทารกในครรภ์แม่เริ่มดูดนมเหยียดแขนขาได้ งอตัวได้เมื่ออายุประมาณ _____

แบบทดสอบเรื่อง

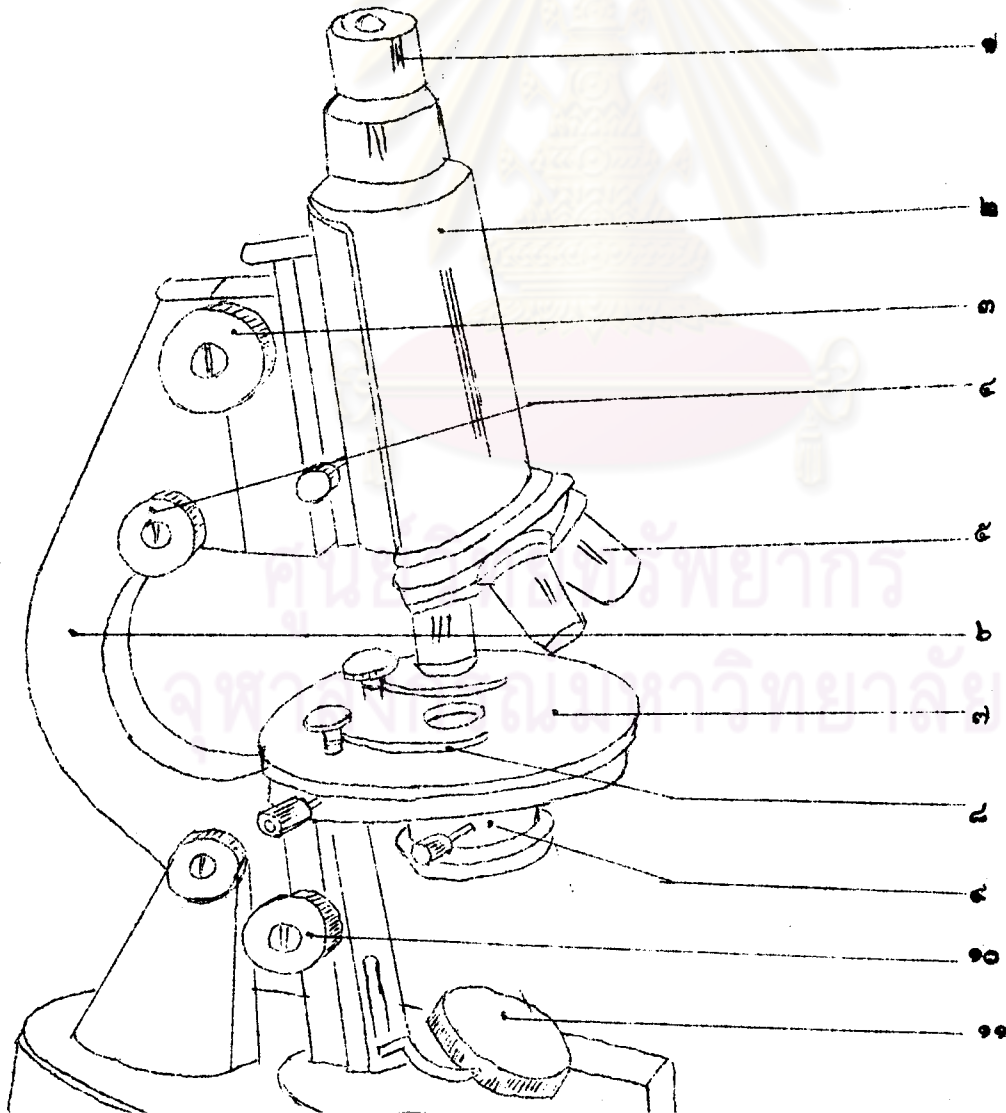
วิธีใช้และเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์

(เวลา ๑๐ นาที)

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

ให้กาเครื่องหมาย "(X)" ทั้บนข้อที่ท่านเห็นว่าถูกต้องที่สุดในการระคายคำตบพิเศษ

(คำสั่ง) ดูภาพต่อไปนี้แล้วบอกชื่อส่วนประกอบของ กล้องจุลทรรศน์ โดยตอบคำถาม
ตั้งแต่ข้อ ๑ ถึงข้อ ๕



๑. Goarse Adjustment คือหมายเลข
- ก. ๓ ข. ๔ ค. ๕ ง. ๑๐
๒. Diaphragm คือหมายเลข
- ก. ๕ ข. ๗ ค. ๕ ง. ๑๐
๓. Stage คือหมายเลข
- ก. ๗ ข. ๕ ค. ๑๐ ง. ๑๒
๔. Fine Adjustment คือหมายเลข
- ก. ๓ ข. ๔ ค. ๕ ง. ๑๐
๕. Condensor คือหมายเลข
- ก. ๖ ข. ๗ ค. ๕ ง. ๑๒
๖. กล้องถ่ายภาพในกล้องจุลทรรศน์ เล็กตรอนเทียบได้กับส่วนใดของ กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา
- ก. กระจกไฟ ข. คาชมอง ค. เลนซ์วัตถุ ง. เลนซ์ตา
๗. กล้องจุลทรรศน์ เล็กตรอนใช้แสงชนิดใด
- ก. รังสีเบตา ข. รังสีแกมมา ค. รังสีแอลฟา ง. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
๘. ภาพที่เกิดขึ้นในกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา เป็นภาพชนิดใด
- ก. ภาพเสมือนหัวกลับ ข. ภาพจริงหัวกลับ
- ค. ภาพเสมือนกลับขวาซ้าย ง. ภาพจริงกลับขวาซ้าย
๙. กล้องจุลทรรศน์ เล็กตรอนมีกำลังขยายอย่างต่ำกี่เท่า
- ก. ๕,๐๐๐ ข. ๕๐,๐๐๐ ง. ๕๐๐,๐๐๐ ง. ๕,๐๐๐,๐๐๐
๑๐. ไคอะแฟรม (Diaphragm) มีไว้ทำไม
- ก. ปรับแสงให้เข้ากล้องพอเหมาะ ข. ปรับภาพที่มองเห็นให้ขาวหรือดำพอเหมาะ
- ค. ปรับภาพให้เล็กหรือโตขึ้น ง. ปรับกล้องให้เลื่อนขึ้นหรือเลื่อนลง
๑๑. วัตถุประสงค์ภาพส่วนใดส่วนหนึ่งอย่างชัดเจนจะจัดกล้องอย่างไร
- ก. เลื่อนเลนส์กำลังขยายสูงใกล้วัตถุแล้วหมุนปรับภาพละเอียด
- ข. เลื่อนเลนส์กำลังขยายสูงใกล้วัตถุแล้วหมุนปรับภาพหยาบ

๑๒. ถ้าเลนส์สปริง เราควรทำความสะอาดอย่างไร
- ใช้น้ำล้างแล้วใช้กระดาษทิชชูเช็ดให้แห้ง
 - ใช้กระดาษเช็ดเลนส์
 - ใช้แอลกอฮอล์เช็ดเลนส์
 - ใช้น้ำมันลินซีคกลาง
๑๓. วิธีใดเป็นวิธีเก็บกล้องที่ถูกต้อง
- เลื่อนเลนส์วัตถุกำลังขยายสูงให้อยู่ในแนวล่างกล้องแล้วหมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้เลื่อนลงจนสุด
 - เลื่อนเลนส์วัตถุกำลังขยายสูงให้อยู่ในแนวล่างกล้องแล้วหมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้เลื่อนขึ้นจนสุด
 - เลื่อนเลนส์วัตถุกำลังขยายต่ำให้อยู่ในแนวล่างกล้องแล้วหมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้เลื่อนขึ้นจนสุด
 - เลื่อนเลนส์วัตถุกำลังขยายต่ำให้อยู่ในแนวล่างกล้องแล้วหมุนปุ่มปรับภาพหยาบให้เลื่อนลงจนสุด
๑๔. เมื่อเตรียมสไลด์สก็ เพื่อนำไปส่องกล้องเสร็จแล้ว ควรทำความสะอาด
- กระดาษเช็ดเลนส์
 - กระดาษทิชชู
 - แอลกอฮอล์
 - โซลิน
๑๕. สารสำหรับดูความชื้นในหีบเก็บกล้องจุลทรรศน์ คือ
- แอลกอฮอล์
 - โซลิน
 - กระดาษเช็ดเลนส์
 - ซิลิกา เจล

แบบทดสอบเรื่อง

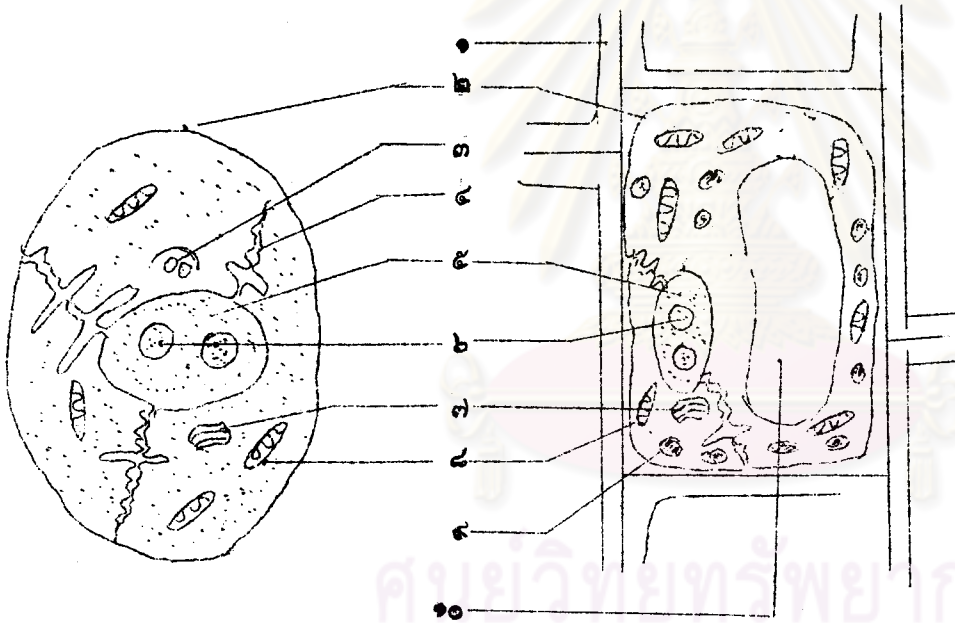
โครงสร้างของ เซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

(เวลา ๑๕ นาที)

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

จงกาเครื่องหมาย (X) "ทับบนข้อที่ท่านเห็นว่าถูกต้องที่สุดในกรณีคำถามพิเศษ

(คำสั่ง) ดูภาพองค์ประกอบของ เซลล์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามตั้งแต่ข้อ ๑ ถึงข้อ ๕



๑. Mitochondria ๑ หมายถึง เลข

ก. ๓

ข. ๖

ค. ๘

ง. ๕

๒. Endoplasmic Reticulum ๒ หมายถึง เลข

๓๖. Golgi Body คือหมายเลข
 ก. ๓ ข. ๗ ค. ๘ ง. ๙
๔๐. Nucleolus คือหมายเลข
 ก. ๓ ข. ๕ ค. ๖ ง. ๑๐
๕. Centriole คือหมายเลข
 ก. ๓ ข. ๔ ค. ๖ ง. ๘
๖. Vacuole มีลักษณะอย่างไร
 ก. เป็นช่องว่างเปล่า ข. มีอากาศบรรจุอยู่
 ค. มีของเหลวบรรจุอยู่ ง. มีน้ำบรรจุอยู่
๗. เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยสารอะไร
 ก. เซลลูโลส + โปรตีน ข. เซลลูโลส + ไขมัน
 ค. โปรตีน + ไขมัน ง. ไขมัน + คาร์โบไฮเดรต
๘. เซลล์ที่ไม่มี Nucleus คือ
 ก. กล้ามเนื้อ ข. กระดูก
 ค. รากหอม ง. สหราชอาณาจักรเงินแกมเขียว
๙. โครงสร้างซึ่งพบในเซลล์สัตว์แต่ไม่พบในเซลล์พืชคือ
 ก. ไลโซโซม ข. โครโมโซม ค. ไรโบโซม ง. เซ็นโตรโซม
๑๐. โครงสร้างซึ่งพบในเซลล์พืชแต่ไม่พบในเซลล์สัตว์คือ
 ก. เยื่อหุ้มเซลล์ ข. ไมโทคอนเดรีย
 ค. คลอโรพลาสต์ ง. โครโมโซม
๑๑. แหล่งสร้างโปรตีนของเซลล์คือ
 ก. นิวเคลียส ข. ไรโบโซม
 ค. กอลจิบอดี ง. เซ็นโตรโซม
๑๒. เยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane) นั้นพบ
 ก. เฉพาะเซลล์พืช ข. เฉพาะเซลล์สัตว์

๑๓. ส่วนของ เซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างพลังงานคือ
- ก. ไมโทคอนเดรีย
 - ข. นิวเคลียส
 - ค. คลอโรพลาสต์
 - ง. ไรโบโซม
๑๔. ศูนย์กลางของ การควบคุมพฤติกรรมต่าง ๆ ของ เซลล์คือ
- ก. นิวเคลียส
 - ข. แวกคิวโอล
 - ค. ไมโทคอนเดรีย
 - ง. เซลล์ วอลล์
๑๕. อวัยวะใดที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสง
- ก. กอลจิบอดี
 - ข. คลอโรพลาสต์
 - ค. ไมโทคอนเดรีย
 - ง. เซนโทรโซม
๑๖. โครมาทินอยู่ในส่วนใดของ เซลล์
- ก. ไฮโดรพลาซึม
 - ข. คลอโรพลาสต์
 - ค. ไมโทคอนเดรีย
 - ง. นิวเคลียส
๑๗. จุดเล็ก ๆ ที่เกาะบนเอนโดพลาซึม คืออะไร
- ก. ไรโบโซม
 - ข. คลอโรพิลล์
 - ค. ไมโทคอนเดรีย
 - ง. กอลจิบอดี
๑๘. โครโมโซมอยู่บริเวณไหนของ เซลล์
- ก. ไฮโดรพลาซึม
 - ข. นิวคลีโอลัส
 - ค. นิวเคลียส
 - ง. เยื่อหุ้มนิวเคลียส
๑๙. เซลล์พืชและสัตว์จัดได้ว่าคล้ายกันเพราะทั้ง เซลล์พืชและ เซลล์สัตว์มี
- ก. เซลล์ วอลล์
 - ข. เซนทริโอล
 - ค. กอลจิบอดี
 - ง. คลอโรพลาสต์
๒๐. อวัยวะ เซลล์ที่ทำหน้าที่สร้าง ไรโบโซม คือ
- ก. เอนโดพลาซึม
 - ข. นิวคลีโอลัส
 - ค. กอลจิบอดี
 - ง. เซนทริโอล

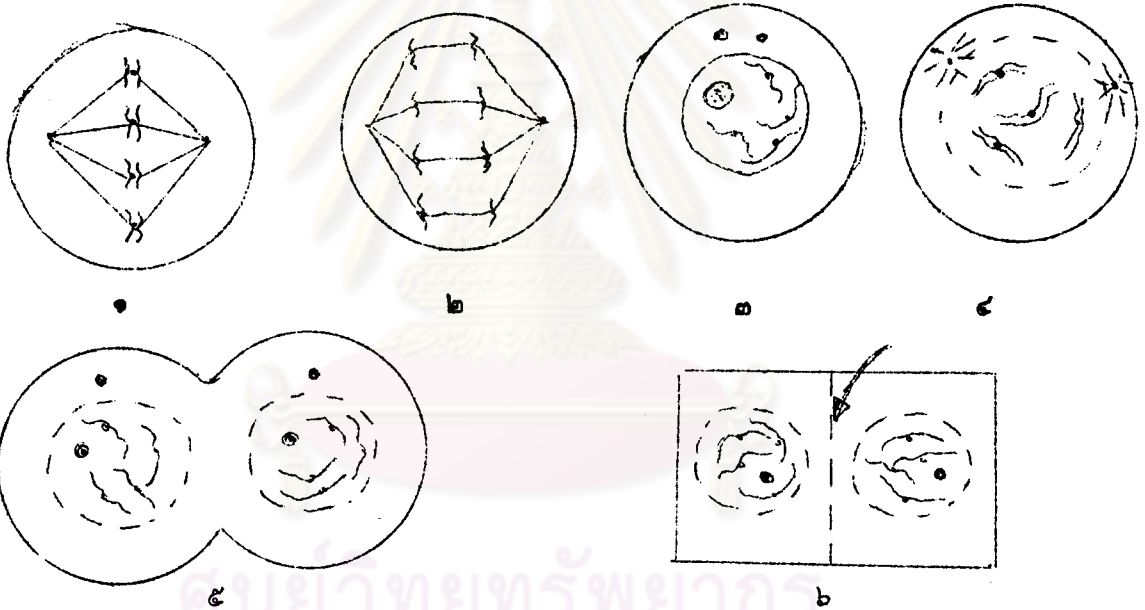
แบบทดสอบ เรื่อง

การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส

(เวลา ๑๕ นาที)

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

จงกาเครื่องหมาย ทั้ข้อที่ท่านเห็นว่าถูกต้องที่สุดในกระดาษคำตอบพิเศษ (คำสั่ง) ดูภาพการแบ่งเซลล์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ ๑ ถึง ข้อ ๕



๑. ภาพที่ ๑ เป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสขั้นใด
- | | |
|---------------|-------------|
| ก. Interphase | ข. Prophase |
| ค. Metaphase | ง. Anaphase |
๒. ภาพที่ ๒ เป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสขั้นใด
- | | |
|---------------|-------------|
| ก. Interphase | ข. Prophase |
| ค. Metaphase | ง. Anaphase |
๓. ภาพที่ ๓ เป็นแบ่งเซลล์ไมโทซิสขั้นใด

๔. ภาพที่ ๕ เป็นการแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิสขั้นใด

- ก. Interphase
- ข. Prophase.
- ค. Anaphase
- ง. Telophase

๕. ภาพที่ ๖ ตรงลูกศรชี้เรียกว่าอะไร

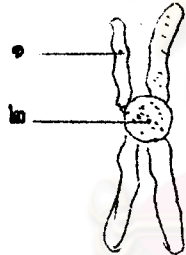
- ก. Cell wall
- ข. Cell Membrane
- ค. Cell plate
- ง. Cellulose

๖. การแบ่ง เซลล์แบบไมโอซิสระยะที่ ๑ ชั้น Prophase I แบ่งเป็นชั้นย่อย ๆ กี่ชั้น

- ก. ๒ ชั้น
- ข. ๓ ชั้น
- ค. ๔ ชั้น
- ง. ๕ ชั้น

๗. การแบ่ง เซลล์แบบไมโอซิสจากเซลล์เดียว เมื่อเสร็จสิ้นขบวนการแล้วจะได้เซลล์ใหม่ กี่เซลล์ ก. ๒ เซลล์ ข. ๔ เซลล์ ค. ๘ เซลล์ ง. ๑๖ เซลล์

๘.



ภาพนี้ คืออะไร

- ก. โครโมโซม
- ข. DNA
- ค. โครมาติด
- ง. โครโมเมียร์

๙. จากภาพข้อ ๘ หมายเลข ๑ คือ

- ก. โครมาทิน
- ข. โครมาติด
- ค. โครโมโซม
- ง. ไคเนโตคอร์

๑๐. ภาพข้อ ๘ หมายเลข ๒ คือ

- ก. เซนโทรโซม
- ข. เซนโทรเมียร์
- ค. เซนโทรโอล
- ง. ไคแอสมาตา

๑๑. โครโมโซม (Chromosome) ปรากฏให้เห็นครั้งแรกในระยะ

- ก. โปรเฟส (Prophase)
- ข. เมตาเฟส (Metaphase)
- ค. แอนาเฟส (Anaphase)
- ง. เทโลเฟส (Telophase)

๑๒. ระยะเวลาหนึ่งของการแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิสตอนที่กลมโครมาติด ๒ ชุดเคลื่อนที่แยกออกจากกันคือ

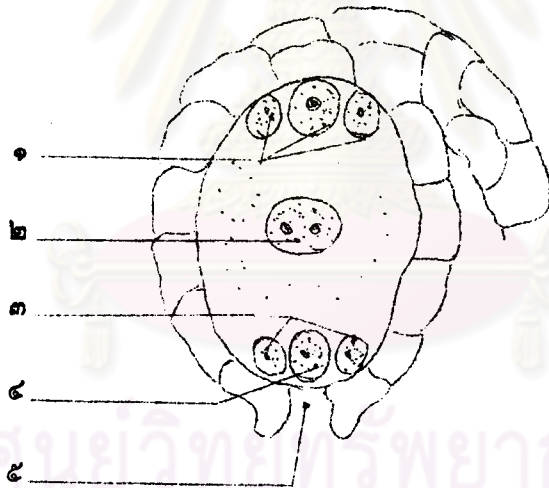
แบบทดสอบเรื่อง

การถ่ายละออง เรณูและการปฏิสนธิ

(เวลา ๑๐ นาที)

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

จงกาเครื่องหมาย "(X)" ทับบนข้อที่ท่านเห็นว่าถูกต้องที่สุดในกระดาษตอบพิเศษ
(คำสั่ง) ดูภาพของ ออมนิวไรโอในรังไข่ของดอกไม้แล้วตอบคำถามข้อ ๑ ถึง ข้อ ๕



๑. อีโนไซโทพลาซึม คือหมายเลข

ก. ๑ ข. ๒ ค. ๓ ง. ๔

๒. เซลล์ไข่ คือหมายเลข

ก. ๑ ข. ๒ ค. ๓ ง. ๔

๓. เมื่อเกิดการปฏิสนธิส่วนที่รวมกับ Sperm แล้วเจริญเป็นเอนโดสเปิร์ม คือ

ก. ๑ ข. ๒ ค. ๓ ง. ๔

๔. ส่วนที่ผสมกับอสุจิแล้วเจริญเป็น Zygote คือ

๑๔. ภายใน Ovule ของพืชมีดอกนั้น เมื่อมีการผสมพันธุ์เกิดขึ้นแล้ว กลุ่มเซลล์ต่อไปนี้ จะเสื่อมสลายไปคือ
- โพลารนิวคลีไอและซินเนอร์จิสต์
 - เอนโทโพทาล และ เซลล์ไซ
 - เอนโทโพทาล และ โพลารนิวคลีไอ
 - เอนโทโพทาล และ ซินเนอร์จิสต์
๑๕. เมื่อเรณูตกลงบนยอดเกสรตัวเมียแล้ว นิวเคลียสของเรณูจะแบ่งตัวเป็น ๒ นิวเคลียส ซึ่งทั้ง ๒ นิวเคลียสทำหน้าที่ต่างกัน อันหนึ่งทำหน้าที่สร้างหลอดลงไปในคอเกสรตัวเมีย เราเรียกว่า
- เจนเนอร์เรทีฟนิวเคลียส
 - ทิวมนิวเคลียส
 - สเปิร์ม
 - อัมเรณู

แบบทดสอบเรื่อง

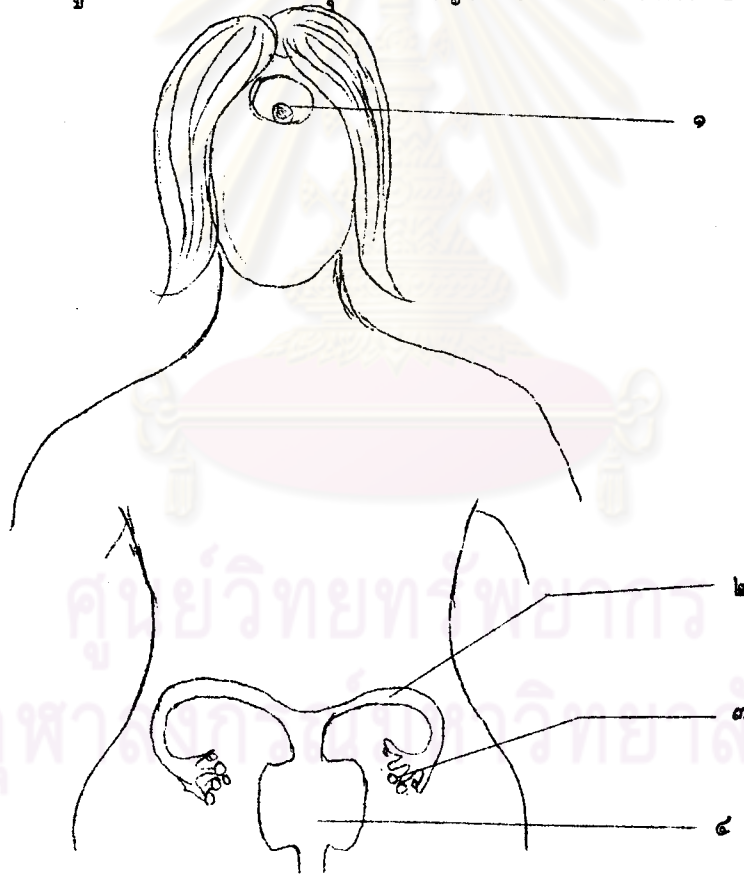
เอมบริโอของคน

(เวลา ๑๐ นาที)

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

จงกาเครื่องหมาย "X" ที่บนข้อที่ท่านเห็นว่าถูกต้องที่สุดในกระดาษตอบพิเศษ

(คำสั่ง) ดูภาพแสดงระบบสืบพันธุ์ของเพศหญิงแล้วตอบคำถามตั้งแต่ข้อ ๑ ถึงข้อ ๓



๑. Pituitary Gland คือหมายเลข

ก. ๑

ข. ๒

ค. ๓

ง. ๔

๒. Oviduct คือหมายเลข

ก. ๑

ข. ๒

ค. ๓

ง. ๔

๓. Uterus คือหมายเลข
- ก. ๑ ข. ๒ ค. ๓ ง. ๔
๔. Hormone ที่ช่วยกระตุ้นของเพศหญิงสร้าง คือ
- ก. Testosterone ข. Progesterone
ค. Androsterone ง. Thyroxin
๕. อสุจิผสมกับไข่ที่ไหน
- ก. ท่อนำไข่ ข. รังไข่
ค. มดลูก ง. ช่องคลอด
๖. เอมบริโอคืออะไร
- ก. เซลล์ซึ่งเกิดจากอสุจิผสมกับไข่ ข. อสุจิที่เจริญขึ้น
ค. ไข่โกทที่เจริญขึ้น ง. ไข่ที่เจริญขึ้น
๗. เอมบริโอมีระบบประสาท ปอด กระเพาะอาหาร คับ ไต สำไส้ และหัวใจเริ่มเห็นเมื่ออายุประมาณ
- ก. ๑๒ วัน ข. ๒๔ วัน ค. ๓๐ วัน ง. ๓๕ วัน
๘. เอมบริโอเกิดแขนขา เมื่อใด
- ก. ๑ สัปดาห์ ข. ๔ สัปดาห์ ค. ๕ สัปดาห์ ง. ๖ สัปดาห์
๙. เอมบริโอมีอวัยวะครบทุกอย่างเมื่อใด
- ก. ๑ สัปดาห์ ข. ๔ สัปดาห์ ค. ๕ สัปดาห์ ง. ๖ สัปดาห์
๑๐. ทารกในครรภ์แม่เริ่มดูดนมได้เหยียบแขนขาได้ งอตัวได้เมื่อใด
- ก. ๔ สัปดาห์ ข. ๑๖ สัปดาห์ ค. ๑๘ สัปดาห์ ง. ๒๕ สัปดาห์
๑๑. เส้นเลือดที่นำเลือดแดงไปเลี้ยง เอมบริโอคืออะไร
- ก. เส้นเลือดดำ ข. เวน (Vein)
ค. อาร์เทอร์รี่ (Artery) ง. รก (Placenta)
๑๒. เส้นเลือดที่นำเลือดเสียออกจากเอมบริโอ คืออะไร

๑๓๖. ไชโกท แมงตัววิชิโค

- | | |
|--------------|--------------|
| ก. อะมิโคชิส | ข. ไมโคชิส |
| ค. ไมโอชิส | ง. ไมมีซอถูก |

๑๔. Fetus (ฟิตัส) คืออะไร

- ก. เอ็มบริโอ ที่มีระบบประสาท ปอด กระเพาะ ตับ ไต ลำไส้ และหัวใจ
- ข. เอ็มบริโอ ที่มีตา อวัยวะภายใน และแขน ขา
- ค. เอ็มบริโอ ที่มีอวัยวะครบ มีกระดูก หน้าตาคล้ายทารก
- ง. เอ็มบริโอ ที่มีสมอง และตา

๑๕. การปฏิสนธิ คืออะไร

- | | |
|----------------------------------|----------------------------|
| ก. การที่อสุจิเข้าสู่อไข่ของหลอด | ข. การเจริญเติบโตของ ไชโกท |
| ค. การผสมของไข่และอสุจิ | ง. การที่ไข่เจริญเป็นไชโกท |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สไลด์ประกอบเทปเสียงชุดที่ ๑

เรื่อง "วิธีใช้และการเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์"

Slide ๑ วิธีใช้และการเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์

Slide ๒ กล้องจุลทรรศน์ที่เห็นมีลักษณะและรายละเอียดของส่วนประกอบบางอย่างแตกต่างกันบ้างตามวัตถุประสงค์ที่จะใช้ อย่างไรก็ตาม การจัดเตรียมกล้องให้อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้ก็มีหลักการคล้ายคลึงกัน

Slide ๓ กล้องจุลทรรศน์ทั่ว ๆ ไปมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ เลนส์ตา ปุ่มปรับภาพขยาย ปุ่มปรับภาพละเอียด เลนส์วัตถุ ที่หนีบสไลด์ แท่นวางวัตถุ ไคอะแฟรม กระจกเงา และฐานกล้อง

Slide ๔ เมื่อจะยกกล้องจุลทรรศน์จากที่หนึ่ง ไปยังอีกที่หนึ่ง ต้องไขมือนิ้วที่ถนัดจับแขนกล้อง อีกมือหนึ่งรองที่ฐานและต้องยกให้กล้องตั้งตรงเสมอ เพื่อป้องกันมิให้ส่วนประกอบบางอย่างของกล้องจุลทรรศน์ เช่น เลนส์ตาหรือกระจกเงา เลื่อนหล่นแตกหักเสียหาย

Slide ๕ เมื่อจะใช้กล้องจุลทรรศน์ควรตั้งกล้องไว้ในที่มีแสงสว่าง จงหลีกเลี่ยงการวางตามริมโต๊ะ เพราะอาจหลุดตกไถง่าย แท่นวางวัตถุต้องอยู่ในแนวระดับเสมอ เพื่อป้องกันการเลื่อนไหลของวัตถุที่ส่องดู

Slide ๖ ตรวจสอบเลนส์วัตถุ อันที่มีกำลังขยายต่ำสุด ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่า มีขนาดเส้นที่เล็กสุด หรือมีตัวเลขต่ำสุด เลื่อนเลนส์วัตถุอันนี้ให้อยู่ตรงกับแนวลำกล้อง ซึ่งจะมีเสียงดังกึกเบา ๆ เราจำเป็นต้องเริ่มศึกษาจากเลนส์อันนี้ก่อนเสมอ เพื่อดูลักษณะส่วนรวมของวัตถุนั้น

Slide ๗ ปรับกระจกเงาใต้แท่นวางวัตถุจนแสงเข้าลำกล้องเต็มที่ กระจกเงาคานหนึ่งเป็นกระจกเว้า ใช้กับกล้องที่ไม่มีเลนส์รวมแสง หรือในกรณีที่มีแสงน้อย ส่วนอีกคานหนึ่ง เป็นกระจกระนาบ ใช้กับกล้องที่มีเลนส์รวมแสงหรือมีแสงมาก

Slide ๗๘ สิ่งที่จะต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะวางอยู่บนแผ่นสไลด์ สไลด์ที่จะดูมี ๒ ชนิด คือ สไลด์ถาวรและสไลด์สด สำหรับสไลด์ถาวร ซึ่งเป็นสไลด์ที่ทำสำเร็จและมีสิ่งที่จะดูอยู่ภายใน ก่อนจะนำสไลด์ไปส่องดู ควร เช็ดด้วยอัลกอฮอล์ให้สะอาดเสียก่อน

Slide ๗๙ ส่วนสไลด์สด เช่น การดูปากใบของพืช มีวิธีการเตรียมคั่น หยดน้ำสะอาด ลงบนกึ่งกลางสไลด์ซึ่ง เช็ดสะอาดแล้ว

Slide ๘๐ ลอกผิวใบคั่นล่างใบบาง ๆ ตัดส่วนที่บางที่สุดเป็นชิ้นเล็ก ๆ วางลงบนหยดน้ำ ระวังอย่าให้เนื้อเยื่อซ้อนกัน

Slide ๘๑ วางกระจกปิดสไลด์ให้คั่นหนึ่งตะหยดน้ำแล้วควบ ๆ วางกระจกปิดสไลด์ลง อย่างช้า ๆ พยายามไม่ให้มีฟองอากาศเกิดขึ้น ในกรณีที่มีน้ำน้อยเกินไปควรใช้หลอดหยดคั่นน้ำหยด ลงบริเวณขอบของกระจกปิดสไลด์ โดยไม่ต้องยกกระจกปิดสไลด์ขึ้น

Slide ๘๒ หลังจากปิดด้วยกระจกปิดสไลด์แล้ว ใช้กระดาษ เบื่อ เช็ดน้ำบริเวณรอบ ๆ และใต้สไลด์เพื่อป้องกันมิให้เลนส์วัตถุ หรือแท่นวางวัตถุเปียกชื้น เพราะอาจทำให้เกิดราขึ้นที่ เลนส์ หรือเกิดสนิมตามส่วนที่เป็นโลหะ

Slide ๘๓ วางสไลด์ที่เตรียมเสร็จแล้ว บนแท่นวาง วัตถุ ใช้ปลายนิ้ว เลื่อนที่หุ้มสไลด์ ให้ทึบแน่นบนแผ่นสไลด์ เพื่อป้องกันมิให้สไลด์เลื่อนไปมาได้ง่ายเกินไป

Slide ๘๔ เลื่อนสไลด์ใหม่ บริเวณที่มีสิ่งที่จะดูอยู่ตรงกลางที่ลำแสงผ่านขึ้นมา

Slide ๘๕ เริ่มหาคำแห่งของภาพโดยหมุนปุ่มปรับภาพหยาบ เลื่อนลำกล้องลงจนเลนส์ วัตถุกำลัง ขยายต่ำสุดอยู่ที่ กล้อง กระจกปิดสไลด์มากที่สุด

Slide ๘๖ มองที่เส้นรศำ พร้อมกับหมุนปุ่มปรับภาพหยาบ เพื่อเลื่อนลำกล้องขึ้นช้า ๆ จนเห็นคำแห่งของภาพชัด ในกรณีที่ยังหาคำแห่งของภาพไม่ชัด ควร เลื่อนสไลด์ให้สิ่งที่ต้องการ จะดูอยู่ตรงกับลำแสงแล้ว เริ่มหาคำแห่งของภาพใหม่

Slide ๒๕ ถ้าต้องการให้ภาพชัดเจนและคมยิ่งขึ้น ควรหมุนปุ่มปรับภาพละเอียด เพียง เล็กน้อย

Slide ๒๖ ถ้าต้องการดูรายละเอียดเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่ง ก็อาจขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นได้ โดยมองภาพในกล้อง แล้วเลื่อนสไลด์ใหม่บริเวณที่ต้องการขยาย อยู่ตรงกลางวงกลมของภาพเปลี่ยนเลนส์วัตถุกำลังขยาย สูงให้ตรงกับแนวลําดวง

Slide ๒๗ มองที่เลนส์ตาแล้วหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดเพียง เล็กน้อย เพื่อให้ภาพชัดเจนที่สุด ถ้าต้องการขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นอีก ในกรณีนี้ที่กล้องนี้มีเลนส์วัตถุกำลังขยายสูงกวานี้ ก็ให้เปลี่ยนเลนส์วัตถุ อันที่มีกำลังขยายสูงมาแทนที่ แล้วหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดอย่าง เดียวเท่านั้น

Slide ๒๘ ถ้าจำเป็นจะต้อง เช็ด เลนส์ในกรณีที่เลนส์สกปรกควร เช็ดด้วยกระดาษเช็ดเลนส์เท่านั้น ห้ามใช้ผ้าหรือกระดาษชนิดอื่นเพราะจะทำให้เลนส์เป็นรอยได้ การ เช็ดเลนส์ต้อง เช็ดวนไปทางเดียว และควร เปลี่ยนตำแหน่งของกระดาษ เช็ดเลนส์ทุกครั้ง ที่วนครบ ๑ รอบ

Slide ๒๙ ถ้าพบว่ายังมีคราบน้ำหรือรอยมือติดอยู่ที่เลนส์ ต้องใช้กระดาษ เช็ดเลนส์ชนิด Xylene เพียง เล็กน้อย เช็ดเลนส์นั้นครั้ง หนึ่ง ก่อนแล้วจึงใช้กระดาษ เช็ดเลนส์ที่สะอาด เช็ดให้แห้งอีกครั้งหนึ่ง

Slide ๓๐ เลื่อนเลนส์วัตถุกำลังขยายต่ำสุดให้หยุดตรงแนวลําดวงหมุนปุ่มปรับภาพขยาย เลื่อนลําดวงลงจนสุด เลื่อนที่หนีบสไลด์ให้แนบกับส่นวางวัตถุ

Slide ๓๑ ปิดกระจกเงาให้อยู่ในแนวตั้งฉากกับพื้นเพื่อกันฝุ่นเกาะ

Slide ๓๒ ที่สำหรับเก็บกล้องจุลทรรศน์ ควรใส่สารพวก Silica gel ไว้ดูความชื้นเพื่อไม่ให้เกิดสนิมบนส่วนที่เป็นโลหะ หรือเกิดเชื้อราขึ้นที่เลนส์ของกล้องจุลทรรศน์

Slide ๓๓ ก่อนที่จะเก็บกล้องจุลทรรศน์ต้องตรวจดูความเรียบร้อยของ กล้องจุลทรรศน์อีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงนำกล้องจุลทรรศน์เข้าเก็บไว้ในกล่องใส่กล้องจุลทรรศน์

สไลด์ประกอบเทปเสียงชุดที่ ๒

เรื่อง "โครงสร้างของ เซลภายในไตกลองจูลทรรศน์อิเล็กตรอน"

Slide ๑ โครงสร้างของ เซลภายในไตกลองจูลทรรศน์อิเล็กตรอน

Slide ๒ กลองจูลทรรศน์อิเล็กตรอนเป็นกลองที่มีกำลังขยายถึง ๕ แสนเท่าหรือมากกว่า สามารถมองเห็นวัตถุที่เล็กกว่าที่มองเห็นวัตถุที่เล็กกว่าที่มองเห็นด้วยกลองจูลทรรศน์ธรรมดา ประมาณ ๕๐๐ เท่า การประดิษฐ์เครื่องมือชนิดนี้ขึ้นมา จึงทำให้ความสามารถในการมองเห็น ส่วนประกอบเล็ก ๆ ในเซลล์เพิ่มขึ้นอีกมากมาย

Slide ๓ แผนภาพนี้เปรียบเทียบการทำงานของ กลองจูลทรรศน์ธรรมดากับกลองจูลทรรศน์ อิเล็กตรอน ดวงไฟเปรียบได้กับขั้วลบ ตามองเห็นได้กับกลองถ่ายภาพ กลองทั้งสองชนิดมีส่วน ประกอบที่เหมือนกันได้แก่ โคมแสงที่ต่างกัน คือ กลองธรรมดาใช้แสงสว่างกับเลนส์แก้วหักเหแสง ส่วนกลองอิเล็กตรอนใช้แสงอิเล็กตรอนกับเลนส์แม่เหล็กไฟฟ้า

Slide ๔ แผนภาพนี้แสดง โครงสร้างหลักของ เซลสัตว์และ เซลพืช เซลสัตว์หุ้มด้วย เยื่อหุ้ม เซลภายในเซลล์ประกอบด้วยอวัยวะหลายอย่าง เซลพืชประกอบด้วยอวัยวะต่างๆ เกี่ยวกับ เซลสัตว์ ยกเว้น เซลผนังเซลล์ นอกจากนี้ในเซลล์พืชยังมี คลอโรพลาสต์ เม็ดแป้งที่เรียกว่า แวคคิวโอลขนาดใหญ่ และทั้ง เซลยังห่อหุ้มด้วยผนัง เซลอีกชั้นหนึ่ง

Slide ๕ ต่อไปนี้จะได้อธิบายรายละเอียดของส่วนประกอบแต่ละอย่าง เมื่อดูจากกลอง จูลทรรศน์อิเล็กตรอน สิ่งแรกที่จะกล่าว คือ เยื่อหุ้มเซลล์

Slide ๖ เยื่อหุ้มเซลล์เป็นเยื่อบาง ๆ ที่ห่อหุ้มไซโทพลาสซึมไว้รวมกันอยู่ได้ มีหน้าที่ควบคุม การเข้าออกของสาร ประกอบด้วยโปรตีน ๒ ชั้น และไขมัน ๑ ชั้น ซึ่งอยู่ระหว่างชั้นของ โปรตีน ในวงกลมบนขวาเป็นแผนภาพขยายเยื่อหุ้มเซลล์ เส้นสีดำ ๒ เส้นคือชั้นโปรตีน ๒ ชั้น ระหว่าง เส้นสีดำคือชั้นไขมัน ส่วนเป็นวงกลมบนซ้ายคือเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์สัตว์

Slide ๗ ภายในเซลล์นอกจากเนื้อไซโทพลาสซึมแล้ว ยังมีวุ้นประกอบหรือที่เรียกว่า อวัยวะภายในของ เซลล์อีกหลายอย่าง คือไปนี้จะไต่กล่าวถึงอวัยวะภายในเซลล์ที่ควรทราบ

Slide ๘ ร่างแหเอ็นโดพลาสซึมเป็นเยื่อบาง ๆ ๒ ชั้นเรียงทับไปมา เมื่อดูรูปตัดจะเห็น เหมือนร่างแหซึ่งกระจายอยู่ทั่วไปในไซโทพลาสซึม บนร่างแหจะสัง เกตเห็นเม็คโรไรโบโซมเกาะอยู่ ที่ผิว เต็มไปหมด ไรโบโซมเป็นแหล่งสังเคราะห์โปรตีนร่างแหแบบนี้จึงทำหน้าที่สร้างโปรตีนและ เป็นทางส่งโปรตีนออกไปนอกเซลล์ เพื่อไปใช้ ณ ที่แห่งอื่นในร่างกาย

Slide ๙ ส่วนไรโบโซมที่ไม่ได้เกาะบนเยื่อแต่จะลอยอยู่ทั่วไปในไซโทพลาสซึม พวกนี้ มีหน้าที่สร้างโปรตีนสำหรับใช้ภายในเซลล์ เช่น โปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ หรือ โปรตีนที่ไปเป็นโครงสร้างของส่วนประกอบอันใดอันหนึ่งของเซลล์ เป็นต้นว่า เยื่อหุ้มเซลล์ ฯลฯ

Slide ๑๐ ร่างแหเอ็นโดพลาสซึมในภาพนี้ไม่มีไรโบโซมเกาะที่ผิว ร่างแหชนิดนี้อยู่ใน ไซโทพลาสซึมเหมือนกัน แต่ทำหน้าที่ต่างกันตามประเภทของเซลล์ เช่น ในเซลล์ที่ทำหน้าที่กำจัด สารที่เป็นพิษออกจากร่างกาย

Slide ๑๑ กอลจิคอมเพล็กซ์หรือกอลจิบอดี เป็นเยื่อบาง ๆ ที่เรียงกันหลายชั้นอยู่ใน ไซโทพลาสซึมมีหน้าที่รับโปรตีนที่ส่งมาจากร่างแหเอ็นโดพลาสซึมมาอัดให้แน่น แล้วสร้างเยื่อหุ้ม ทำให้ได้เม็คโรโปรตีน ซึ่งพร้อมที่จะหลุดออกจากเซลล์เพื่อไปใช้ในเซลล์ต่อไป

Slide ๑๒ ไมโทคอนเดรีย เป็นอวัยวะที่อยู่ในไซโทพลาสซึม มีลักษณะเป็นแท่งยาวรี ที่มีความยาวแตกต่างกันไป

Slide ๑๓ จากแผนภาพส่วนตัด จะเห็นว่าไมโทคอนเดรียประกอบด้วยเยื่อหุ้ม ๒ ชั้น ชั้นนอกทำหน้าที่ควบคุมปริมาณและชนิดของสารที่เข้าและออกจากไมโทคอนเดรีย ชั้นในเป็นเยื่อ ที่พับเข้าไปภายในเพื่อเพิ่มเนื้อที่การทำงานและเป็นแหล่งผลิตสารที่มีพลังงานสูงให้แก่เซลล์

Slide ๑๔ แท่งยาวรีที่เห็นในภาพคือ คลอโรพลาสต์ ซึ่งมีเฉพาะในเซลล์พืชประกอบด้วย

Slide ๑๘ ชั้นใหม่ลักษณะยื่นเข้าไปภายในและติดต่อกันเป็นชั้น ๆ ดังที่เห็นในภาพ เมื่อชั้นใหม่มีสารสีเขียวหรือคลอโรพลาสต์ ซึ่งสามารถจับพลังงานแสงมาใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช

Slide ๑๖ อวัยวะทรงกระบอก ๒ อันที่เห็นตั้งฉากกันคือเซนทริโอล ซึ่งพบในเซลล์ตัวทุกชนิด ในเซลล์ของโปรติสต์และในเซลล์พืชชั้นต่ำบางชนิด ภาพนี้อยู่ในระยะแบ่งเซลล์จึงเห็นเซนทริโอลอีกอันอยู่ด้านตรงข้าม กอนสีดำที่เห็นเป็นแนวอยู่กลางเซลล์คือโครโมโซม

Slide ๑๗ เมื่อพิจารณาเซนทริโอลที่ตัดตามขวาง จะเห็นผนังประกอบด้วยหลอดเล็ก ๆ ที่เรียงตัวกันอย่างมีระเบียบ หลอดเหล่านี้คือ Microtubules

Slide ๑๘ หลอดเล็ก ๆ เหล่านี้ยังมีอยู่ทั่ว ๆ ไปในไซโทพลาสซึม จะสังเกตเห็นเป็นเส้นยาว ๆ ในภาพหลอดเหล่านี้สามารถหดตัวได้ จึงมีส่วนช่วยในการเคลื่อนที่ของโครโมโซมในระยะแบ่งเซลล์ และการเคลื่อนที่ของไซโทพลาสซึมภายในเซลล์ ซึ่งเซนทริโอลมีส่วนควบคุมการสร้างและการทำงานของหลอดเหล่านี้

Slide ๑๙ อวัยวะอีกชนิดหนึ่งที่อยู่ในทุกเซลล์ยกเว้นเซลล์ของพืช คือ ไกลโคโซม ซึ่งมีลักษณะเป็นถุงมีเยื่อหุ้ม ภายในมีเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยสารต่าง ๆ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และสารอื่น ๆ ที่ถูกเซลล์นำเข้า ไป นอกจากนี้ไกลโคโซมยังช่วยย่อยส่วนประกอบของเซลล์ที่หมดอายุช้ำและต้องสลายไป

Slide ๒๐ เซลล์ทั่วไปจะมีสารเคลือบเยื่อหุ้มเซลล์อีกชั้นหนึ่ง เช่น เซลล์ของสัตว์มีสารเคลือบพวกไกลโคโปรตีน เซลล์พืชมีผนังเซลล์ซึ่งเป็นสารเคลือบประเภทเซลลูโลส ลิกนิน และเพกทิน

Slide ๒๑ ภาพนี้เป็นตัวอย่างสารเคลือบเซลล์ประเภทเซลลูโลส ซึ่งมีอยู่ที่ผนังเซลล์ของพืช เซลลูโลสเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรตอย่างหนึ่ง

Slide ๒๒ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนช่วยให้เราเห็นรายละเอียดของนิวเคลียสเพิ่มขึ้น

Slide ๒๓ ก่อนไปทางซ้ายของภาพคือส่วนของนิวเคลียสจะสังเกตเห็นแนวของเยื่อหุ้มนิวเคลียส เยื่อนี้มีลักษณะเป็น ๒ ชั้นบาง ๆ และไม่ได้เป็นผืนเกี่ยวติดต่อกันตลอด แต่มีช่องว่างเล็ก ๆ อยู่มากมาย สังเกตได้ตรงศูนย์กลางของนิวเคลียส นี่เป็นทางให้สารเข้าออกระหว่างนิวเคลียสกับไซโทพลาสซึม

Slide ๒๔ ภาพนี้จะเห็นนิวคลีโอลัสเป็นก้อนอยู่กลางนิวเคลียส นิวคลีโอลัสมีหน้าที่สร้างไรโบโซมภายในนิวเคลียสยังมีโครมาติน มีลักษณะเป็นเส้นใยเล็ก ๆ ที่พันกันเป็นร่างแห ซึ่งเห็นเป็นสีค้ำกระจายทั่วไปในนิวเคลียส เมื่อจะมีการแบ่งเซลล์โครมาตินนี้จะหดตัวสั้นจนมีรูปร่างเป็นแท่งที่เรียกว่า โครโมโซม

Slide ๒๕ นอกจากส่วนสำคัญต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว ภายในเซลล์ยังมีส่วนประกอบปลีกย่อยอื่น ๆ เช่น

Slide ๒๖. เม็ดสี ซึ่งมีอยู่ในเซลล์บางชนิดของสัตว์ ตัวอย่างที่แสดงนี้เป็นเซลล์สร้างเม็ดสีของผิวหนังที่เรียกว่า Melanocyte ในตัวซาลาแมนเดอร์ เซลล์พวกนี้ทำให้เกิดสีที่ผิวหนังก่อนเล็ก ๆ ซึ่งเรียกว่ามีลานินกรานูลอยู่เต็มไปหมด

Slide ๒๗ เม็ดไขมันพบในเซลล์ของสัตว์และของพืชหลายชนิด เม็ดไขมันเป็นแหล่งสะสมสารพวกไขมันที่เกินความต้องการของร่างกาย เพื่อนำไปใช้เมื่อร่างกายต้องการพลังงานเพิ่มหรือเมื่อไขมันขาดแคลน สังเกตว่าเม็ดไขมัน ลักษณะคล้ายก้อนไขมันที่เยื่อหุ้มเก็บไว้เป็นก้อน ๆ ภายในไซโทพลาสซึม ซึ่งจัดเก็บไปด้วยส่วนประกอบของเซลล์ชนิดอื่น ๆ ท่านสังเกตเห็นไมโทคอนเดรียและร่างแหเอนโดพลาสซึมด้วยหรือไม่

Slide ๒๘ เม็ดแป้งที่แสดงในภาพนี้เป็นเม็ดแป้งในเซลล์สัตว์ที่เรียกว่า ไกลโคเจน จะสังเกตเห็นว่ามีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ สีค้ำ ลอยปนอยู่กับส่วนประกอบอื่น ๆ ของเซลล์ในไซโทพลาสซึม ไกลโคเจนเป็นแหล่งสะสมอาหารคาร์โบไฮเดรตไว้เพื่อแจกจ่ายให้ร่างกายในยามที่ต้องการพลังงานเพิ่ม ในท่าของเม็ดแป้ง ดังแสดงในภาพ

Slide ๒๔ ลักษณะของ เซลล์ดังกล่าวมาแล้วนั้นเป็นลักษณะของ เซลล์ของสิ่งมีชีวิตส่วนมาก ยังมีสิ่งมีชีวิตส่วนน้อยอีกประเภทหนึ่งที่มีลักษณะแตกต่างไปจากนี้ ได้แก่แบคทีเรีย และสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว

Slide ๓๐ ตัวอย่างที่แสดงนี้คือแบคทีเรียชนิดหนึ่ง กลางภาพเป็นแบคทีเรียที่เพิ่มแบ่ง เซลล์เสร็จได้ ๒ เซลล์ แต่ละเซลล์มีเยื่อหุ้มเหมือนเซลล์ทั่วไป ที่ต่อจากเซลล์ธรรมดา คือ ภายในไซโทพลาสซึมมีส่วนประกอบไม่ซับซ้อน มีเพียงไรโบโซมซึ่งมีขนาดเล็กกว่าในเซลล์ทั่วไป ไม่มีนิวเคลียสที่แท้จริง ก้อนสีขาวที่เห็นคือโครโมโซมที่ลอยอยู่ในไซโทพลาสซึมโดยไม่มีเยื่อหุ้ม

Slide ๓๑ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของ เซลล์พิเศษคล้ายกับแบคทีเรีย ส่วนประกอบภายในเซลล์ไม่ซับซ้อน มีแต่ไรโบโซมกับโครโมโซมที่ไม่มีเยื่อหุ้มลอยอยู่ในไซโทพลาสซึมที่ริม เซลล์โดยรอบจะเห็นเยื่อคล้ายต่างแหเอ็นไซโทพลาสซึมซ้อนกันอยู่ ซึ่งจะมีสารสีเขียวสำหรับช่วยในการสังเคราะห์แสง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สไลด์ประกอบเทปเสียงชุดที่ ๓

เรื่อง "การแบ่ง เซลแบบไมโทซิสและไมโอซิส"

Slide ๑ การแบ่ง เซลแบบไมโทซิสและไมโทซิส

Slide ๒ การแบ่ง เซล เป็นขบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีการ เปลี่ยนแปลง ฟีทัง กายภาพและเคมี ขบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นมองไม่เห็นควยตาเปล่า ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ แต่เพื่อจะให้อะตวกลและง่ายในการศึกษา จึงต้องศึกษาที่ละชั้นเป็นลำดับไป

Slide ๓ การแบ่ง เซลแบบไมโทซิสสะ เกิดขึ้นกับ เซลร่างกาย และเซลล์ที่กำลัง เจริญเติบโต การแบ่ง เซลแบบไมโอซิสจะ เกิดขึ้นกับ เซลสืบพันธุ์ ซึ่ง เซลสืบพันธุ์ก็เปลี่ยนแปลงมาจาก เซลร่างกาย ที่อยู่ใ นอวัยวะสืบพันธุ์ ลำดับต่อไปนี้จะ เสนอ ระยะเวลาต่าง ๆ ของการแบ่ง เซลแบบไมโทซิส และเพื่อ ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น จึงสมมุติว่าในเซลล์ที่จะเริ่มแบ่งนี้มี ๘ โครโมโซม

Slide ๔ ระยะเวลา Interphase เป็นระยะที่กินเวลานานที่สุด และมีการ เปลี่ยนแปลงทาง เคมีมากที่สุด จะเกิดขบวนการที่สำคัญคือ มีการ เพิ่มปริมาณของอิกเทาคัว มีการสร้างพลังงานเก็บไว้เป็นจำนวนมาก เพื่อใช้ในการแบ่ง เซล และจะมีการสร้าง organelles ต่าง ๆ ของ เซล เช่น ไมโทคอนเดรีย คลอโรพลาสต์ เป็นต้น ถ้าไม่มี ขบวนการดัง กล่าวเกิดขึ้น การแบ่ง เซลในระยะต่อไปนี้จะไม่เกิดขึ้น ในระยะนี้ ถ้าสังเกตจาก ของจริงจะดูไม่ออกว่าโครโมโซมประกอบด้วย ๒ โครมาติด เพราะว่า โครโมโซมยังมีลักษณะ เป็นเพียง เส้นใย เล็ก ๆ ที่ยาวมากและพันกันชดแน่นอยู่ในนิวเคลียส ยัง เห็นเยื่อหุ้มนิวเคลียส และนิวคลีโอลัสอยู่ สำหรับในเซลล์ตัวก่อนปลายของ ระยะนี้ เซนทริโอลก็จะแบ่ง เป็น ๒ อัน

Slide ๕ ระยะเวลา Early Prophase โครโมโซมซึ่งมีลักษณะ เป็นเส้นยาว จะม้วน ถัดและหดตัวสั้นเข้า ทำให้มองเห็นเป็นเส้นหนาขึ้น ยัง เห็นนิวคลีโอลัสและเยื่อหุ้มนิวเคลียสอยู่

Slide ๖ ระยะเวลา Late Prophase โครโมโซม้วนตัวมากขึ้น และหดรัดตัวเข้า
ซึ่งจะมองเห็นโครโมโซมเป็นเส้นหนา ทำให้มองเห็นว่า • โครโมโซมประกอบด้วย ๒ โครมาติด
ซึ่งมี • เชนโทรเมียร์เท่านั้น ในตอนท้าย ๆ ของระยะนี้ นิวคลีโอไลต์และเยื่อหุ้มนิวเคลียสสลาย
ตัวไป นอกจากนี้จึงอาจเห็นเซนทริโอลเคลื่อนไปอยู่คนละขั้วของ เซล และเริ่มมีสปินเดิลไฟเบอร์
ไปยังที่ที่ เชนโทรเมียร์ของโครโมโซม

Slide ๗ ระยะเวลา Early Metaphase นักเรียนจะเห็นว่าเยื่อหุ้มนิวเคลียส
สลายไปแล้ว โครโมโซมทั้งหมดจะเคลื่อนที่ ไปเรียงกันอยู่ขั้วศูนย์กลางของ เซล ระยะนี้เป็น
ระยะที่โครโมโซมหดสั้นและหนาที่สุด จะมองเห็นได้ชัดว่า • โครโมโซมประกอบด้วย ๒ โครมาติด
แต่มี • เชนโทรเมียร์เท่านั้น ท่านคิดว่า การที่โครโมโซมหดตัวสั้นเข้า ก่อนที่จะมีการแยกออก
จากกันมีประโยชน์ต่อการแบ่ง เซลอย่างไร

Slide ๘ ระยะเวลา Late Metaphase จะเห็นว่า เชนโทรเมียร์ของแต่ละโครโมโซม
แบ่งออกเป็นสองอันและ เตรียมพร้อมที่จะแยกออกจากกัน ไปอยู่คนละขั้วของ เซล

Slide ๙ ระยะเวลา Early Anaphase โครมาติดของแต่ละโครโมโซมถูกดึงแยก
จากกันโดยการหดตัวของ เส้นใยที่ยึดอยู่กับเซนทริโอล

Slide ๑๐ ระยะเวลา Late Anaphase โครมาติดแยกไปอยู่คนละขั้วของ เซล ซึ่ง
โครมาติดที่แยกออกจากกันแล้ว เส้นหนึ่งจะทำหน้าที่เป็นโครโมโซม • อันในเซลล์ถูก

Slide ๑๑ ระยะเวลา Early Telophase ในเซลล์ตัว ไฮโคพลาสซึมตรงกลาง เซล
จะเริ่มคอดเข้าหากัน แต่ถ้าเป็นเซลล์พืชจะมีเยื่อบาง ๆ เกิดขึ้นตรงกลาง เซลเรียกว่า cell
plate ซึ่งต่อไปก็จะเกิดขึ้นตลอด เซล เรียก Middle lamella จะมีเซลล์ลูไลต์
มาสะสมที่ สอง ข้างของ เยื่อนั้นในที่สุดกลายเป็น cell wall

Slide ๑๒ ระยะเวลา Late Telophase ไฮโคพลาสซึมจะแบ่งออกเป็นสองส่วน ในขณะที่
เดียวกันจะมีการสร้างนิวคลีโอไลต์ เมื่อหดรัดนิวเคลียสเรียบร้อยแล้ว สปินเดิลไฟเบอร์ของ เซลจะสลายตัว

Slide ๑๓ เท่าที่ท่านได้ดูมาแล้วนั้นจะเห็นว่า เป็นเพียงแผน ภาพที่แสดง ระยะต่าง ๆ ของ การแบ่ง เซลล์อย่างชัดเจน แต่ถ้าดูภาพที่ถ่ายจากของจริงแล้วระยะต่าง ๆ เหล่านี้จะแบ่ง ได้ไม่ ชัดเจนนัก ท่านสามารถตัดสินใจได้ว่า ภาพการ แบ่งที่ท่านเห็นต่อไปนี้เป็น การแบ่ง เซลล์ในระยะใด

Slide ๑๔ ต่อไปนี้เป็นภาพการแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิสของ เซลล์ที่ปลายรากหอมซึ่ง ถ่ายจาก กล้องจุลทรรศน์ โดยคณะอาจารย์ภาควิชาพันธุศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์

Slide ๑๕ จากภาพนี้ โครโมโซมมีลักษณะ เป็นเส้นบางมาก พันกันอยู่ท่านคิดว่าเป็นระยะ ใดของการแบ่ง เซลล์

Slide ๑๖ เซลล์ตรงปลายลูกศรชี้จะ เห็นโครโมโซมมีลักษณะ เป็นเส้นหนากว่าในระยะ Interphase ท่านคิดว่าควร เป็นระยะใด

Slide ๑๗ โครโมโซมแต่ละคู่จะมาเรียงกันตรง กลาง เซลล์ ท่านพอจะนึกออกไหมว่าเป็น ระยะใดและในระยะนี้โครโมโซมหนึ่งจะประ กอบด้วยกี่โครมาติด

Slide ๑๘ จากภาพนี้ ท่านพอจะบอกได้ไหมว่า ส่วนที่แยกออกจากกันไปคนละข้างนั้น คือ โครโมโซม หรือ โครมาติด

Slide ๑๙ เซลล์ตรงปลายลูกศรชี้ จะเห็นว่าโครมาติดที่แยกไปคนละข้างนั้นจะไปอยู่รวม กลุ่มกันคนละข้างของ เซลล์ ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นโครโมโซมของ เซลล์ใหม่ต่อไป ท่านพอจะบอกได้ไหม ว่า ๑) แต่ละกลุ่มของโครโมโซมจะเกิดเยื่ออะไรมาล้อมรอบไว้ ๒) ในระยะนี้ไซโตพลาสซึม แยกออกเป็น ๒ ส่วน ท่านพอจะจำได้ไหมว่า ขบวนการแบ่งตัวของไซโตพลาสซึมในเซลล์นี้ ต่างจากเซลล์ตัวอย่างไร ๓) ถ้าไม่การแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิส เซลล์ใหม่ที่ได้จึงมีจำนวนเท่ากับ เซลล์เดิม

Slide ๒๐ การแบ่ง เซลล์มี ๒ แบบใหญ่ ๆ การแบ่ง เซลล์แบบแรกคือการแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิส ในสิ่งมีชีวิตเป็นการ เพิ่มจำนวนของ เซลล์ร่างกาย การแบ่ง เซลล์แบบที่สอง เรียกว่าไมโอซิส ซึ่งจะ

Slide ๒๐ ในการแบ่ง เซลล์ในระยะที่หนึ่ง โครโมโซมที่เหมือนกันจะมา เข้าคู่กันซึ่งจะมีการ แยกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครโมโซมแล้วจึง แยกออกจากกันไปอยู่ที่แต่ละ เซลล์ซึ่งทำให้แต่ละ เซลล์ มีจำนวนโครโมโซมลดลง เหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม ขบวนการดังกล่าวนี้ทานจะ ได้ทราบใน ตอนต่อไป

ในการแบ่ง เซลล์ในระยะที่สองก็เกี่ยวกับการแยกตัวของ โครมาติด เหมือนกับในไมโทซิสแต่ เซลล์ ที่ได้ก็ยังคงมีจำนวนโครโมโซม เป็นครึ่งหนึ่งของ เซลล์เริ่มต้น

Slide ๒๑ การแบ่ง เซลล์แบบไมโอซิสระยะที่หนึ่ง จะมีการ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นลำดับดังนี้ ระยะ Interphase I เหมือนกับการแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิสคือการ เพิ่มปริมาณของ DNA อีกเท่าตัว ระยะนี้จะเห็นโครโมโซมเป็นเพียง เส้นใย เล็ก ๆ ที่ขดมวากและพันกันอยู่ ในนิวเคลียสและนิวคลีโอลัสอยู่

Slide ๒๒ ระยะ Prophase I เป็นระยะที่กินเวลานานจะมีการ เปลี่ยนแปลงของ โครโมโซม ซึ่งพอจะแบ่งได้เป็น ๕ ชั้น แต่ละชั้นมีชื่อเรียกเฉพาะเป็นลำดับดังนี้

Slide ๒๓ ชั้น Leptotene โครโมโซมจะเริ่มหดตัวแต่ยังเป็นเส้นยาวและบาง นิวคลีโอลัสและ เยื่อหุ้มนิวเคลียสยังปรากฏให้เห็น

Slide ๒๔ ชั้น Zygotene โครโมโซมจะหดตัวสั้นขึ้นอีกเห็นเป็นเส้นหนาขึ้น โครโมโซมที่เหมือนกัน (homologous chromosome) จะเริ่มเคลื่อนที่มาเข้าคู่กัน เรียกขบวนการนี้ว่า Synapsis และบางส่วนของ โครมาติดจะเริ่มไขว้ทับกัน

Slide ๒๕ ชั้น Pachytene โครโมโซมหดตัวสั้นขึ้นอีก ทำให้มองเห็นชัดขึ้น บางส่วนของโครมาติดจะไขว้กันที่บางจุด เรียกขบวนการนี้ว่า crossing over เป็นขบวนการสำคัญที่ทำให้เกิดลักษณะใหม่ ๆ ขึ้นตำแหน่งที่ไขว้กันนี้ เรียกว่า Chiasma นอกจากนี้จะเห็นว่าโครโมโซมคู่หนึ่งจะประกอบด้วย ๔ โครมาติด

Slide ๒๖ ชั้น Diplotene โครมาติดที่ไขว้กันนั้นจะมีการ แยกเปลี่ยนชิ้นส่วนของ

Slide ๒๕ ชั้น Diakinesis โครโมโซมที่เข้าคู่กันนั้น จะแยกออกจากกันแต่ปลาย โครโมโซมยังไม่แยกออกจากกันโดยเด็ดขาด ดังนั้นจะเห็นโครโมโซมมีลักษณะเป็นวง ในปลาย ระยะเวลาวิคัลไลด์ส เนื้อหุมนิวเคลียสจะหายไป

Slide ๒๖ ระยะเวลา Metaphase I แต่ละคู่ของโครโมโซมจะเรียงตัวอยู่ตามแนว กึ่งกลางของ เซล ปลายโครโมโซมซึ่งยังติดกันอยู่จะแยกออกจากกัน

Slide ๒๗ ระยะเวลา Anaphase I โครโมโซมที่แยกจากกันแล้วจะถูกสปินเดิลไฟเบอร์ ดึงไปยังขั้วทั้งสองของ เซล

Slide ๒๘ ระยะเวลา Telophase I ในเซลล์ตัวจะมีการคอดเข้าของ เยื่อหุ้มเซลล์ตัว ในเซลล์พืชจะมี cell plate เกิดขึ้น จนในที่สุดจะได้เซลล์ใหม่ ๒ เซล แต่ละเซลล์มี จำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม

Slide ๒๙ ในการแบ่งระยะที่สอง ไม่มีการเพิ่มปริมาณของ DNA แต่ละเซลล์ที่ได้จาก การแบ่งระยะที่หนึ่งจะเข้าสู่ระยะ Interphase II และ Prophase II อย่างรวดเร็ว ซึ่งระยะ Interphase II ก็ไม่มีการสร้างอะไรเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมักจะเว้นที่ กล่าวถึงระยะนี้ สำหรับการแบ่งในระยะที่สองนี้ มีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นลำดับดังนี้ ระยะเวลา Prophase II โครโมโซมมีลักษณะเป็นเส้นยาว

Slide ๓๐ เปรียบเทียบระยะ Prophase I & II ซึ่งให้เห็นความแตกต่างกัน เพื่อใช้ในการสังเกตเวลาจริง ๆ ในกล้องจุลทรรศน์ ในระยะ Prophase I กินเวลานาน และมีการเข้าคู่กันของ homologous chromosome แต่ใน Prophase II มี homologous chromosome อยู่กันเดียว

Slide ๓๑ ระยะเวลา Metaphase II โครโมโซมแต่ละอันมาเรียงตัวตามแนวกึ่งกลางของ เซล

Slide ๓๕ เปรียบเทียบระยะ Metaphase I & II จะสังเกตเห็นได้ชัดเจนว่า
 ในระยะ Metaphase I รั้นโครโมโซมหนาทึบ เนื่องจากว่ามี การเรียงตัวของโครโมโซม
 ที่มีการเข้าคู่กัน แต่ใน Metaphase II นั้นจะเห็นโครโมโซมบางกว่า เพราะว่าโครโมโซม
 แต่ละอันมาเรียงที่จุดศูนย์กลางของ เซลล์ไม่มี การเข้าคู่กันของโครโมโซม

Slide ๓๖ ระยะ Anaphase II โครมาติดแต่ละอันของโครโมโซมจะแยกไปอยู่ที่
 แต่ละขั้วของ เซลล์ และทำหน้าที่เป็นหนึ่ง โครโมโซม

Slide ๓๗ เปรียบเทียบระยะ Anaphase I & II จะสังเกตเห็นว่าในระยะ
 Anaphase I โครโมโซมจะหนาเพราะว่าโครโมโซมหนึ่งมี ๒ โครมาติด แต่ในระยะ
 Anaphase II โครโมโซมจะเห็นบางกว่า เพราะโครโมโซมหนึ่งมี ๑ โครมาติด

Slide ๓๘ ระยะ Telophase II ขบวนการแบ่งไซโทพลาสซึมจะเหมือนกับระยะ
 Telophase I ซึ่งระยะนี้มี เซลล์ที่ได้จากการแบ่งระยะแรก ๒ เซลล์ เมื่อแบ่งระยะที่สองแล้ว
 จะได้เซลล์ทั้งหมด ๔ เซลล์ แต่ละเซลล์จะมีโครมาติดแต่ละอันทำหน้าที่เป็นหนึ่ง โครโมโซม

Slide ๓๙ เปรียบเทียบระยะ Telophase I & II จะสังเกตเห็นว่าในระยะ
 Telophase I โครโมโซมจะหนากว่า เพราะว่าโครโมโซมหนึ่งมี ๒ โครมาติด แต่ในระยะ
 Telophase II โครโมโซมจะเห็นบางกว่าเพราะโครโมโซมหนึ่งมี ๑ โครมาติด

Slide ๔๐ ขั้นสรุปของการแบ่ง เซลล์แบบไมโอซิส จากเซลล์เริ่มต้น ๑ เซลล์ ซึ่งมีจำนวนโครโมโซม
 (2n) จะได้เซลล์ทั้งหมด ๔ เซลล์ แต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของ เซลล์เดิม (n)

Slide ๔๑ เมื่อได้ศึกษา การแบ่ง เซลล์ แบบไมโอซิสเปรียบเทียบกับไมโอซิสแล้ว ท่านจะสรุป
 ได้ใหม่ว่ามีการเปลี่ยนแปลงอะไรบางอย่างที่แตกต่างกันในระยะต่าง ๆ ของการแบ่ง เซลล์ทั้งสองแบบ และ
 ท่านจะสังเกตเห็นว่า โครโมโซมในเซลล์ ๔ เซลล์ที่เกิดจากการแบ่งแบบไมโอซิสมีลักษณะ เหมือน
 โครโมโซมเดิมที่พบในเซลล์เริ่มต้นทุกประการหรือไม่

สไลด์ประกอบเทปเสียงชุดที่ ๔

เรื่อง "การถ่ายละออง เรณูและการปฏิสนธิ"

Slide ๑ การถ่ายละออง เรณูและการ ปฏิสนธิ

Slide ๒ นักพฤกษศาสตร์ เชื่อกันว่า ดอกไม้เป็นโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงมาจากกิ่งและใบของพืช เพื่อทำหน้าที่สืบพันธุ์

Slide ๓ จากลักษณะโครงสร้างภายในของดอกไม้ ท่านทราบหรือไม่ว่าส่วนใดของพืช จะสร้าง เซลล์สืบพันธุ์

Slide ๔ จากแผนภาพของดอกสมบูรณ์เพศนี้ ท่านจะเห็นส่วนประกอบของดอกแบ่งได้เป็น ๔ ชั้น คือ ชั้นกลีบเลี้ยง ชั้นกลีบดอก ชั้นเกสรตัวผู้ ชั้นเกสรตัวเมีย

Slide ๕ จากแผนภาพนี้ แสดงถึงรูปร่างและส่วนประกอบของ เกสรตัวเมีย ได้แก่ ยอดเกสรตัวเมีย คอเกสรตัวเมีย และรังไข่

Slide ๖ โครงสร้างที่เรียกว่ารังไข่ จะมีโอวูลอยู่ภายใน และโอวูลเหล่านี้จะมีเมกะสปอร์มาเซลล์ เซลล์ ซึ่งจะมีการแบ่ง เซลล์แบบไมโอซิสได้ ๔ เซลล์ แต่ละเซลล์จะมีจำนวนโครโมโซม เป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนเซลล์เดิม และจะมีเพียง เซลล์เดียวเท่านั้นที่จะเจริญต่อไปเป็นเมกะสปอร์ ซึ่ง เมกะสปอร์จะมีการแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิสได้ ๘ นิวคลีไอ ลักษณะเช่นนี้เรียกว่าถุง เอ็มบริโอ

Slide ๗ ภายในถุง เอ็มบริโอที่มี ๘ นิวคลีไอนี้จะมีเพียง ๗ เซลล์เท่านั้นคือ ตอนบน ๓ เซลล์ เรียกว่า แอนติโพดอลเซลล์ ตอนกลาง ๑ เซลล์ และมี ๒ นิวคลีไอ ซึ่งจะเจริญไปเป็นเอนโดสเปิร์ม หลังจากการปฏิสนธิแล้ว และตอนล่างอีก ๓ เซลล์ เป็นเซลล์ ๑ เซลล์ และ เซลล์อินเนอร์ก็อีก ๒ เซลล์ เซลล์ที่อยู่ในระยะนี้พร้อมที่จะมีการปฏิสนธิได้แล้ว

Slide ๘ ไมโครสปอร์มา เซอร์เชด แบ่ง เซลแบบไมโอซิสได้ ๘ เซล แต่ละเซลล์เรียกว่า ไมโครสปอร์ ต่อมาไมโครสปอร์จะแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสได้ ๒ นิวคลีโอ โดยมียันหนึ่ง เป็น เจนเนอรัเรทีบนิวเคลียส ส่วนอีกอันหนึ่ง เป็นทิวบิวเคลียส เรียกไมโครสปอร์ระยะนี้ว่า แกมมาโตไฟท์เพชยู ซึ่งผนังหนามาก เรียกละออง เรณูหลังจากปลิวไปตกบนยอดเกสรตัวเมียแล้ว เจนเนอรัเรทีบนิวเคลียสจะแบ่งตัวให้ ๒ สเปิร์มนิวคลีโอ ส่วนทิวบิวเคลียสจะเจริญเป็นท่อเล็ก ๆ งอกลงไปในคอเกสรตัวเมีย

Slide ๑๐ ในการถ่ายละออง เรณูนั้น จะมีพาหนะที่ช่วยมากมาย เช่น แมลง ท่านคิดว่า นอกจากแมลงแล้ว จะมีอะไรอีกบ้างที่ช่วยให้เกิดการถ่ายละออง เรณู

Slide ๑๑ เมื่อละออง เรณูไปตกลงบนยอดเกสรตัวเมียแล้วก็จะสร้างหลอดเล็ก ๆ ออกจาก ตัวหลอดออกไป ซึ่งมีแรงกระตุ้นจากเซลล์ชั้นนอกเพศเมียที่เจริญเต็มที่แล้ว โดยผลิตสารเคมีบางอย่างออกมาช่วย จากรูขี้ผึ้งเป็นการถ่ายละออง เรณูของดอกไม้แล้วประมาณ ๓ วัน จะเห็นทาง สีสเหลืองซึ่ง เป็นทิวบิวเคลียสที่กำลังงอกลงไปหาไข่

Slide ๑๒ ภาพนี้แสดงให้เห็นว่า พอลเลนทิวบ์จะเจริญและงอกลงไปเพื่อไปหารังไข่ต่อไป

Slide ๑๓ เรามาพิจารณาถึงแผนภาพนี้อีกครั้งหนึ่ง สังเกตว่าภายในถุงรังไข่จะมีเซลล์ ขนาดใหญ่ที่มี ๒ นิวคลีโอ แต่ละนิวเคลียสเรียกว่า โพลานิวเคลียส อยู่ตรงกลาง และมีเซลล์เล็ก ๆ อีก ๒ เซล เพื่ออยู่กั้นละ ๓ เซล ส่วนละออง เรณูนั้นก็งอกหลอดขดเล็ก ๆ ลงไปยังรังไข่ เพื่อไปผสมกับไข่โดยเข้าไปทางช่องเล็ก ๆ ที่เรียกว่าไมโครไพล์

Slide ๑๔ ทางเหลือง เหล่านั้นจะเข้าไปผสมกับไข่ในรังไข่ ซึ่งขณะนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของดอกไม้ เช่น ถ้ามีหลาย ๆ โอดูท ทิวบิวเคลียสก็จะมีโอกาสงอกลงไปหลายต่อ ท่านคิดว่าในกรณีที่ใช้ ผ่านนี้มีสาเหตุมาจากอะไร

Slide ๑๕ ในพืชมีดอกจะมี ๒ สเปิร์มนิวคลีโอเสมอ แต่ละสเปิร์มนิวเคลียสจะมีจำนวน โครโมโซมเป็น n ก็จะทำให้ได้ $2n$ จึงจะเจริญไปเป็นเอมบริโอ ส่วนอีก ๑ สเปิร์มนิวเคลียส ก็จะไปผสมกับโพลานิวเคลียสได้จำนวนโครโมโซมเป็น $3n$ ซึ่งจะเจริญไปเป็นแอนโดสเปิร์ม

Slide ๑๖ ภาพนี้เป็นการถ่ายภาพโอดูลของคอกไม้ที่ได้มีการปฏิสนธิมาแล้วประมาณ ๖ วัน ที่เห็นเป็นรอยสีน้ำตาลนั้นคือ Brust Pollen tube ส่วนจุดสีน้ำตาลข้างบนสุด คือ โพลานิวเคลียสที่ได้รับการปฏิสนธิแล้วจากสเปิร์มเซลล์ ซึ่งจะเจริญไปเป็นเอนโดสเปิร์ม ส่วนจุดสีน้ำตาลตรงกลางคือ ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว **และจะเจริญเป็นเอ็มบริโอต่อไป**

Slide ๑๗ จากแผนภาพนี้จะสังเกตเห็นลักษณะภายในของ เอ็มบริโอที่กำลังจะเจริญเติบโต ที่บริเวณทิวโครงสร้างที่จะเจริญไปเป็นรากและใบเลี้ยง ส่วนยอดอ่อนกำลังจะเจริญตามมา

Slide ๑๘ จากการศึกษาเรื่องการพัฒนาของเรณูและการปฏิสนธินี้ ท่านจะนำไปอธิบายได้หรือไม่ว่า ผลไม้ที่ท่านเห็นนี้ ควรจะเจริญเปลี่ยนแปลงมาจากโครงสร้างอะไรบ้าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สไลด์ประกอบเทปเสียงชุดที่ ๕

เรื่อง "เอมบริโอของคน"

- Slide ๑ เอมบริโอของคน
- Slide ๒ ภาพที่เห็นเป็นภาพตัดตามยาวทางคานซาง แสดงตำแหน่งอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิง ซึ่งได้แก่รังไข่ ท่อนำไข่ หรือปีกมดลูก และช่องคลอด
- Slide ๓ ภาพนี้แสดงอวัยวะสืบพันธุ์คานหน้า มดลูก ช่องคลอด และรังไข่ข้างซ้ายตัดตามยาวเพื่อเน้นให้เห็นโครงสร้างภายใน การเจริญเติบโตภายในรังไข่ การตกไข่ และการเจริญเติบโตของผนังมดลูกต่างก็อยู่ที่อิทธิพลของฮอร์โมนเพศที่ผลิตโดยรังไข่ ซึ่งควบคุมโดยฮอร์โมนของต่อมใต้สมอง อีกทอดหนึ่ง
- Slide ๔ เมื่อไข่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ก็จะหลุดออกจากรังไข่ ดังปรากฏในภาพนี้
- Slide ๕ จากนั้นไข่ก็จะเคลื่อนเข้าสู่ท่อนำไข่ ภาพที่ท่านเห็นอยู่นี้เป็นภาพถ่ายของไข่ในขณะที่กำลังจะเข้าสู่ปากท่อนำไข่
- Slide ๖ การผสมระหว่างไข่และตัวอสุจิ เกิดขึ้นภายในท่อนำไข่ตอนต้น แผนภาพที่ท่านเห็นอยู่นี้แสดงตำแหน่งที่เกิดการปฏิสนธิ
- Slide ๗ ภาพนี้แสดงตัวอสุจิจำนวนมากมายที่เคลื่อนที่เข้าห้อมล้อมไข่ที่เห็นเป็นเส้น ๆ เรียงในแนวที่ค่อนข้างจะขนานกันก็คือหางของตัวอสุจิ การปฏิสนธิเกิดขึ้นจากตัวอสุจิเพียงตัวเดียวที่เข้าผสมกับไข่
- Slide ๘ นี่คือภาพถ่ายของไข่ที่ได้รับการผสมแล้ว
- Slide ๙ ไข่โคตเริ่มการเจริญทันทีภายในท่อนำรังไข่ โดยการแบ่งเซลล์จาก ๑ เป็น ๒ และจาก ๒ เป็น ๔ ภาพที่ท่านเห็นอยู่นี้เป็นเอมบริโอระยะ ๔ เซลล์ ต่อจากนั้นจะแบ่งเรื่อย ๆ

Slide ๑๐ ในขณะที่เดียวกัน เอมบริโอก็จะเคลื่อนที่ไปตามท่อนำไข่ เพื่อไปฝังตัวในผนังมดลูก กว่าที่จะถึงมดลูกจะกินเวลาประมาณ ๑ สัปดาห์ หลังจากการปฏิสนธิภายในผนังมดลูกได้มีการเปลี่ยนแปลง เพื่อเตรียมรับเอมบริโออยู่ก่อนแล้ว กล่าวคือ มีผนังชั้นในหนาขึ้น มีเส้นเลือดมาเลี้ยงมากมาย

Slide ๑๑ เมื่อเอมบริโออายุประมาณ ๒๔ วัน จะมีความยาวประมาณ ๓ มิลลิเมตร และมีลักษณะดังที่เห็นในภาพถ่ายนี้ เอมบริโอในระยะนี้เริ่มมีการเจริญของระบบประสาท ปอด กระเพาะอาหาร ตับ ไต และลำไส้ ระยะนี้หัวใจเริ่มเต้นเป็นจังหวะแล้ว

Slide ๑๒ ครั้นเอมบริโออายุประมาณ ๕ สัปดาห์ มีความยาวประมาณ ๑/๓ นิ้ว เราจะเห็นลูกตาชัดเจนขึ้น เริ่มมีการเจริญของแขนและขา เห็นสมอง เป็นกระเปาะ ๆ อยู่ทางด้านหัว บริเวณคอมอง เห็นของใสอยู่กลาง ๆ และที่หน้าอกมีหัวใจขนาดใหญ่ ตรงท้องมีสายงอออกมา ท่านจะทราบวาสายนี้คืออะไรในภาพต่อไป

Slide ๑๓ นี่คือแผนภาพแสดงตำแหน่งของ เอมบริโอ อายุ ๕ สัปดาห์ ภายในมดลูกสายที่เห็นในภาพที่แล้ว ก็คือสายสะดือที่ติดต่อกับรก สายสะดือเกิดขึ้นเมื่อเอมบริโอมีอายุเพียงไม่กี่วันเท่านั้น ท่านทราบไหมว่าโครงสร้างนี้มีความสำคัญอย่างไร ส่วนถุงเล็ก ๆ ที่ยื่นออกมาจากสายสะดือ คือถุงไข่แดง ที่ใช้ชื่อเช่นนั้นเพราะมีการเจริญแบบเดียวกับถุงไข่แดงของสัตว์จำพวกนก แต่แท้ที่จริงแล้วในถุงนี้ไม่มีไข่แดงเลย ถุงนี้คือถุงน้ำคร่ำ ซึ่งมีของเหลวบรรจุอยู่ "ท่านทราบไหมว่าถุงน้ำคร่ำมีประโยชน์อย่างไร"

Slide ๑๔ เมื่อเอมบริโออายุได้ ๖ สัปดาห์อวัยวะภายในเริ่มพร้อมเกือบหมดแล้ว มีปาก ลูกตา เจริญขึ้น และเริ่มเห็นนิ้วมือกับนิ้วเท้า ภายในสายสะดือมีเส้นเวน ๑ เส้น นำเลือดจากรกสู่เอมบริโอ โดยผ่านเข้าสู่หัวใจ แล้วไปยังส่วนต่าง ๆ ของเอมบริโอ นอกจากนี้สายสะดือยังมีเส้นอาเทอร์ ๒ เส้น ที่นำเลือดจากเอมบริโอไปสู่รก ท่านคิดว่าเส้นเลือด ๒ ชนิดนี้ ทำหน้าที่แตกต่างกันอย่างไรบ้าง

Slide ๑๕ หลังจาก ๘ สัปดาห์ เอ็มบริโอมีกระดูกและมีรูปร่างหน้าตาคล้ายกับทารกมากขึ้น เราจึงเรียกเอ็มบริโอระยะหลัง ๘ สัปดาห์ว่า ฟีตัส (Fetus) ภาพนี้แสดงฟีตัสอายุ ๑๑ สัปดาห์ ลอยอยู่ในถุงน้ำคร่ำ ซึ่งบรรจุของเหลว ฟีตัสมีความยาวประมาณ ๒ นิ้วครึ่ง และที่เห็นเป็นซุย ๆ อยู่ทางด้านหลัง คือรก

Slide ๑๖ เมื่อฟีตัสอายุได้ ๘ สัปดาห์ มีความยาวประมาณ ๒ นิ้ว ในระยะนี้ฟีตัสเริ่มเคลื่อนไหวได้ อาจจะคู้ตัว เขยิบแขน เขยิบขา และงอตัว เป็นต้น จากนั้นไปการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนมีอยู่เพียงอย่าง เดียวคือเพิ่มขนาดใหญ่ขึ้น ๆ จนกระทั่งครบกำหนดคลอด

โครงสร้างที่เห็นอยู่เบื้องหลังถุงน้ำคร่ำ ก็คือ รก นับจากการปฏิสนธิของไข่ จนถึงกำหนดคลอด กินเวลาประมาณ ๒๗๐ - ๒๘๕ วัน หรือประมาณ ๙ เดือนเศษ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการศึกษา



ชื่อ

นายบุญสืบ พันธุ์

วุฒิการศึกษา

การศึกษามัธยมศึกษา สาขาการประถมศึกษา วิชาเอกชีววิทยา
จากวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ปีการศึกษา ๒๕๑๒

สถานที่ทำงาน

วิทยาลัยครูนครราชสีมา

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุน จากบัณฑิตวิทยาลัยจำนวนเงิน ๑,๒๐๐.-บาท
จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย