

## บรรณานุกรม

เชาวน์ ชิโนรักษ์ และพรณี ชิโนรักษ์. ชีววิทยา เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 3.

พระนคร : อักษรประเสริฐ, 2514.

คู่ ชุ่มสาย, หม่อมหลวง. คนเกิดมาแล้วต้องกิน. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2518.

ทวีพร เนียมมาลัย. "การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมีในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ" ปรินฎานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2518.

บรรชา รัตนวัย. "การสร้างและทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมีในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" ปรินฎานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2516.

ประคอง กรวรรณสุต. สถิติประยุกต์สำหรับครู. พระนคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2515.

ปรีชา คุณวัลลี. "การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ" ปรินฎานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2515.

ปรีปติ ฉิมแจ่ม. "การทดลอง เปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์ สถิติเบื้องต้น ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ" ปรินทิพย์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2518.

เป็รื่อง กุญฑ. การสร้างแบบเรียนสำเร็จรูป. พิมพ์ครั้งที่ 2. พระนคร : วิทยาลัย วิชาการศึกษาประสานมิตร, 2516.

วิทยา ศิริเสวีวรรณ. "การทดลอง เปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความ น่าจะเป็น (Probability) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการใ้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" ปรินทิพย์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรี- นครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2518.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. บทคัดย่อของงานวิจัยทางการศึกษา (ม.ป.ท.), 2513.

สุชน ช่วยเกิด. "การเปรียบเทียบผลการสอนวิชาเคมี 1 บางหัวข้อในระดับชั้น ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง โดยใช้แบบเรียน โปรแกรมกับการสอนตาม ปกติ" ปรินทิพย์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2518.

สุภา กุชงคกุล. ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา. พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2515.

สมวงษ์ ทรัพย์เจริญ. "การทดลอง เปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" ปรวิญานีพันธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2518.

อรพรรณ บุญถนอม. "การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟและเชื้อเพลิง ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ" ปรวิญานีพันธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2518.

Brown, James W., Lewis, Richard B., and Harchearoad, Fred F.  
 "Programmed Instructional Materials" in A.V. Instruction Media and Methods. 3d. ed., London : McGraw-Hill, Inc., 1969.

Butler, Charles H. Wren, Lynwood F., and Banks, Houston J.  
The Teaching of Secondary Mathematics. New York : McGraw-Hill Book Company, 1970.

Calvin, Alen D. Programmed Instruction. Bloomington : Indiana University Press, 1969.

Day, Jesse H. "Teaching Machines" J. Chem Educ., Vol. 36 No.12, (1959), p. 591-595.

Dutton, Sherman S. "An Experimental Study in the Programming of Science Instruction for the Fourth Grade", Dissertation Abstracts 24. 2382 - A, December, 1963.

Easterday, Helen. "Ninth-Grade Algebra, Programmed Instruction, and Sex difference : An Experiment", The Mathematics Teacher, 51(3) : March 1963, 302-307.

Francis, George Harold. "An Experimental Study of the Effectiveness of Self-Instruction Versus the Lecture-Demonstration Method of Teaching Selected Phase of Electricity", Dissertation Abstracts, 27 : 3338 - A, April, 1967.

Fry, Edward B. Teaching Machines and Programmed Instruction. New York : McGraw-Hill Book Company, Inc., 1963.

Garrett, Henry E. Statistics in Psychology and Education. Bombay : Vakils Feffer and Simons Private LTD., 1966.

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

Glassman, Jerrold. Programmed Reading Teacher's Guide. New York : Globe Book Co., 1966.

Guilford, J.P. Fundamental Statistics in Psychology and Education. New York : McGraw-Hill Book Company, Inc., 1965.

Hanson, Lincoln F. Program' 63. Washington : The Center for Programmed Instruction, Inc., 1963.

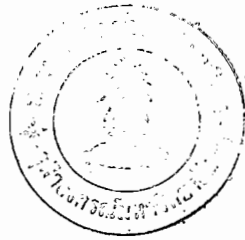
Kenneth, Austwick. "Mathematics by Machine" in New Approaches to Mathematics Teaching. 2d. ed., New York : St. Martin's Press, 1966.

Kinder, James S. Using Audio-Visual Materials in Education. New York : American Book Company, 1965.

Lamb, R.T.T. Aids to Modern Teaching A Short Survey. London : Sir Issac Pitman and Sons Ltd., 1967.

Leith, G.O.M. and Others (comp.). A Handbook of Programmed Learning. Great Britain : Robert Gunningham and Sons, Ltd., 1966.

Michael, Apter J. The New Technology of Education. London : Macmillan and Co. Ltd., 1968.



MOriber, George. "The Effects of Programmed Instruction in a College Physical Science Course for Non-Science Student", Journal of Research in Science Teaching. Vol. 6, No. 3, 1969.

Moses, Irvin J. "A Comparison of the Results of Achievement with Programmed Learning and Traditional Classroom Techniques in First Year Algebra at Spring Branch Junior High School", Dissertation Abstracts 23(5) : 1559, November, 1962.

Pinsent, Arthure. The Principle of Teaching-Method. 3d. ed., London : Harrap, 1969.

Powell, Len S. Communication and Learning. London : Sir Issac Pitman and Sons Ltd., 1967.

Powell, Virginia P. "Programmed Instruction in High School Chemistry", J. Chem Educ., Vol. 40 (1963), p.23-24.

Sacerdote, Luciana. "Evaluation of Programmed Instruction", J. Chem Educ., 39 : 390, No. 8, 1962.

Schramm, Wilbur. The Research on Programmed Instruction An Annotated Bibliography. Washington, D.C. : U.S. Dept. of Health Education and Welfare, 1964.

Stolurow, Lawrence M. Teaching by Machine. Washington : U.S. Government Printing Office, 1961.

Strickland, Winfred Randolph. "A Comparision of A Programmed Course and A Tradition Lecture Course in General Biology", Dissertation Abstract, Vol 32, No. 50, 1971.

Thomas, Robert Merray, and Swartout, Sherwin G. Integrated Teaching Materials. New York : David McKay Company, Inc. 1963.

Weisz, Paul B. The Science of Zoology. New York : McGraw-Hill Book Company, Inc., 1966.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนก ก.

วัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนแบบโปรแกรม  
เรื่อง "การย่อยอาหาร" (Digestion)  
สำหรับ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาศึกษา

วัตถุประสงค์ทั่วไป

- 1 . ให้นักศึกษามีความเข้าใจในเรื่องการย่อยอาหารอย่างถูกต้อง และนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์แก่ตนเองได้
- 2 . ให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ไปสอนนักเรียนได้อย่างถูกต้อง
- 3 . เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาค้นคว้าของนักศึกษา
- 4 . เพื่อให้นักศึกษารู้จักการเรียนรู้ด้วยตนเอง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ภายหลังได้เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "การย่อยอาหาร" (Digestion) นี้แล้ว นักศึกษาสามารถ

- 1 . ให้คำจำกัดความศัพท์ทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการกินอาหารได้ถูกต้อง คือ Autotrophic, Meterotrophic, Photosynthetic, Chemosynthetic, Holozoic, Saprophytic Parasitic, Enzyme, Hormones
- 2 . ให้ความหมายของคำว่า "การย่อยอาหาร" (Digestion) ได้ถูกต้อง
- 3 . บอกความแตกต่างระหว่าง External Digestion กับ Internal Digestion ได้ถูกต้อง
- 4 . บอกความแตกต่างที่เด่นชัดของทางเดินอาหารของสัตว์ต่อไปนี้ได้ คือ ฟองน้ำ

ไฮดร่า, ไส้เดือนดิน คน

5. กำหนดคืออวัยวะในระบบการย่อยอาหารของคนให้ 10 ชื่อ สามารถจำแนกไว้ว่าอวัยวะใดเป็นอวัยวะย่อยอาหาร หรืออวัยวะช่วยย่อยอาหารได้ถูกต้องทั้ง 10 ชื่อ

6. อธิบายได้ว่า Mechanical Process เป็นขบวนการบดอาหาร ส่วน Chemical Process เป็นขบวนการย่อยอาหาร โดยใช้ Enzyme

7. จากสมการที่แสดงการย่อยอาหาร ซึ่งโดยทั่วไปประกอบด้วย 3 ส่วน คือ อาหาร, Enzyme และผลของการย่อย เมื่อกำหนดสมการมาให้ 6 สมการ และแต่ละสมการจะบอกเพียง 2 ส่วน นักศึกษาสามารถระบุส่วนที่ 3 ได้ถูกต้องทั้ง 6 สมการ

8. ให้ความหมายของคำว่า "การดูดซึม" (Absorption) ได้ถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์เอกสารประเทศไทย  
THAILAND INFORMATION CENTER

ผนวก ข.

แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่อง "การย่อยอาหาร" ( Digestion)  
สำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา

คำอธิบาย

- 1 แบบสอบชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่เหมาะสมที่สุด จากข้อ ก, ข, ค, หรือ ง ที่ให้ไว้ เมื่อเลือกตอบข้อใดแล้วให้ขีดกากบาท ( X ) ทับตัวอักษรที่กำกับข้อนั้นลงในกระดาษคำตอบ และจงระวังอย่าให้สลับข้อกัน
- 2 ถ้าต้องการจะเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดเส้นนอนสองเส้นตัดกับกากบาทเดิม แล้วไปกากบาททับตัวอักษรตัวใหม่ที่ต้องการจะตอบ ตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบ จาก ก เป็น ง ดังนี้
 

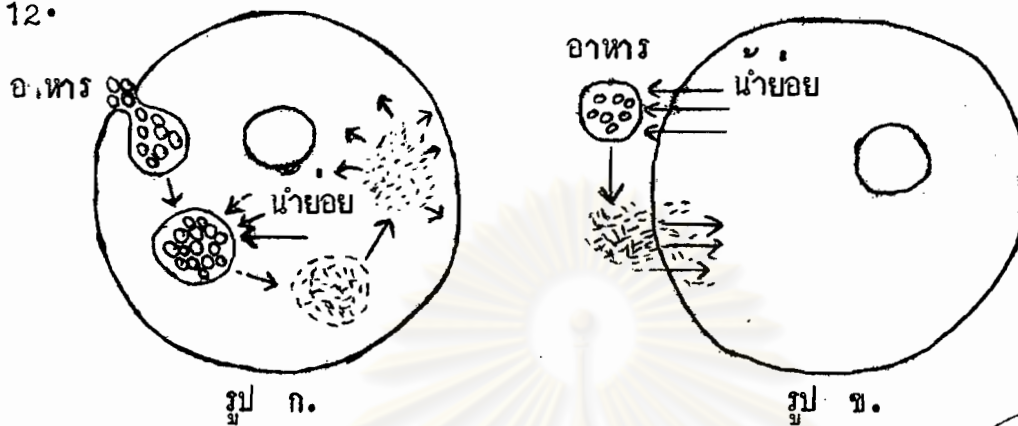
<del>X</del>	ข	ค	X
--------------	---	---	---
- 3 ถ้าพบข้อยากให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน และจงพยายามทำให้เสร็จทุกข้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- 1 คุณลักษณะข้อใด ซึ่งข้อความข้างล่าง ที่อยู่รอบตัวเรา เป็นสิ่งมีชีวิตหรือไม่มีชีวิต
  - ก. การมีน้ำหนัก
  - ข. ความต้องการอาหาร
  - ค. การเปลี่ยนรูปร่างพื้นฐาน
  - ง. การเพิ่มขนาด
- 2 ข้อใดซึ่งข้อความข้างล่างนี้ เป็น Autotroph หรือ Heterotroph
  - ก. วิวัฒนาการ
  - ข. รูปร่างและขนาด
  - ค. วิธีการหาอาหาร
  - ง. ปริมาณอาหารที่ต้องการ
- 3 "สิ่งมีชีวิตบางพวกถูกอินทรีย์สารจากทรากสิ่งมีชีวิต บางพวกถูกอาหารสำเร็จจากสิ่งที่มีชีวิตอยู่" สิ่งมีชีวิตพวกแรก และพวกหลัง คือข้อใด
  - ก. Holozoic, Saprophyte
  - ข. Saprophyte, Parasite
  - ค. Parasite, Saprophyte
  - ง. Saprophyte, Autotroph
- 4 "อินทรีย์สารง่าย ๆ เช่น  $CO_2$ ,  $H_2$ ,  $H_2O$  มาสร้างอาหาร อาหารที่ได้ส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรต" สิ่งมีชีวิตตามลักษณะข้างต้นคือข้อใด
  - ก. Autotroph
  - ข. Heterotroph
  - ค. Parasite
  - ง. Saprophyte
- 5 สิ่งมีชีวิตมีคลอโรฟิลล์  $\xrightarrow{\text{แสงแดด}}$  สังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตได้ สิ่งมีชีวิตชนิดนี้ ดำรงชีวิตแบบใด
  - ก. Holozoic
  - ข. Saprophytic
  - ค. Photosynthetic
  - ง. Chemosynthetic
- 6 ข้อใดบรรยายคำจำกัดความของ "การย่อยอาหาร" (Digestion) ได้ดีที่สุด
  - ก. การนำอาหารเข้าปาก เคี้ยวให้ละเอียดก่อนกลืนลงสู่กระเพาะอาหาร
  - ข. การเคี้ยวและกลืนอาหารลงไปในกระเพาะอาหารเพื่อให้เอนไซม์ย่อย
  - ค. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของอาหารในร่างกายของสิ่งมีชีวิต
  - ง. การทำให้อาหารทำกินเข้าไปมีอนุภาคเล็กลงจนซึมเข้าสู่ระบบลำเลียงได้

7. การเคี้ยว, การหาค่าอาหาร คืออะไร พบในสิ่งมีชีวิตพวกใด
- ก. Mechanical Process      พบใน Parasite
  - ข. Mechanical Process      พบใน Holozoic
  - ค. Chemical Process      พบใน Saprophyte
  - ง. Chemical Process      พบใน Autotroph
8. ข้อใดเป็น Chemical Process ของการย่อยอาหาร
- ก. การเคี้ยวและกลืนอาหาร      ข. การย่อยอาหารของ เอนไซม์
  - ค. การหาค่าของทางเดินอาหาร      ง. การดูดซึมอาหารในลำไส้เล็ก
9. ข้อใดสำคัญที่สุดสำหรับ Chemical Process
- ก. อาหารโปรตีน      ข. วิตามิน
  - ค. เอนไซม์      ง. น้ำ
10. ข้อใดบรรยายสมบัติของ ฮอร์โมนส์ โคคัลที่สุด
- ก. ฮอร์โมนส์ เป็นสารอินทรีย์ประเภทไขมัน
  - ข. ฮอร์โมนส์ เป็นสารที่ผลิตจากต่อมไร้ท่อ
  - ค. ฮอร์โมนส์ ผลิตจากเซลล์ในทางเดินอาหาร
  - ง. ฮอร์โมนส์ แต่ละตัวมีผลโดยตรงต่ออวัยวะเป้าหมาย
11. ข้อใดบรรยายสมบัติของ เอนไซม์ โคคัลที่สุด
- ก. เอนไซม์ เป็นสารประกอบประเภทแป้ง
  - ข. เอนไซม์ เป็นสารประกอบที่มีฤทธิ์เป็นกรด
  - ค. เอนไซม์ แต่ละชนิดมีผลต่ออาหารเฉพาะอย่าง
  - ง. เอนไซม์ อย่างหนึ่งประกอบด้วยน้ำย่อยหลายชนิด

12.

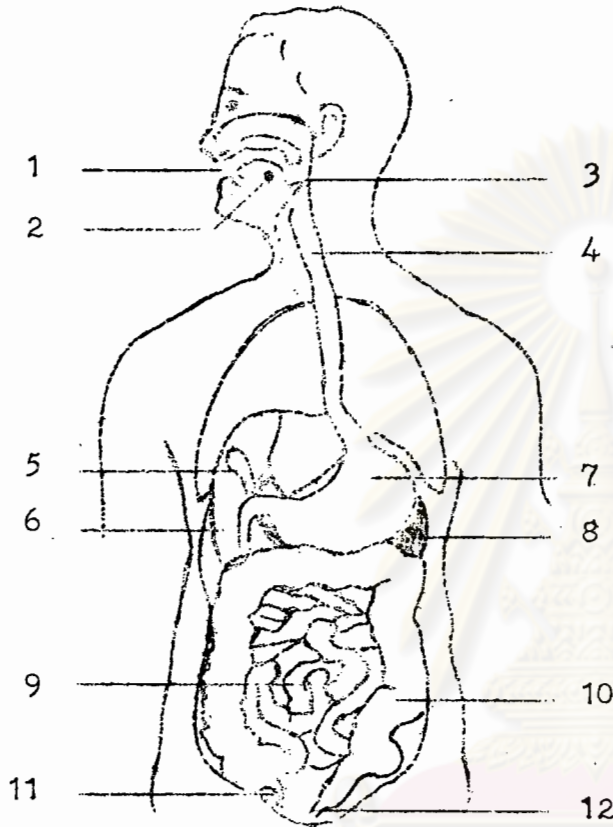


รูป ก. และรูป ข. แสดงการย่อยอาหารแบบใด



- ก. การย่อยอาหารภายใน เซลล์ทั้งสองรูป
  - ข. การย่อยอาหารภายนอก เซลล์ทั้งสองรูป
  - ค. การย่อยอาหารภายใน เซลล์กับการย่อยอาหารภายนอก เซลล์
  - ง. การย่อยอาหารภายนอก เซลล์ การย่อยอาหารภายใน เซลล์
13. การย่อยอาหารภายใน เซลล์พบในสิ่งมีชีวิตพวกใดมากที่สุด
- ก. อมীบา
  - ข. ไฮดรา
  - ค. แมคทีเรีย
  - ง. คน
14. การย่อยอาหารภายนอก เซลล์พบมากที่สุด ในพวกใด
- ก. พารามีเซียม
  - ข. สาหร่ายสีเขียว
  - ค. ไฮดรา
  - ง. พยาธิไส้เดือน
15. ข้อใดเป็นอาหารที่ให้พลังงานทั้งหมด
- ก. เนื้อสัตว์ ผลไม้ น้ำบริสุทธิ์
  - ข. น้ำตาล ไขมัน วิตามิน
  - ค. เนื้อสัตว์ ไขมัน กลีโอะแร
  - ง. ถั่ว เนื้อสัตว์ เนยแข็ง

16. คนไข้รายหนึ่งอยู่ในระหว่างพักฟื้นจากโรคท้องร่วง แพทย์แนะนำให้รับประทานอาหารประเภทโปรตีนไขมันสูง และงดอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตชั่วคราว เพื่อให้เป็นไปตามคำแนะนำของแพทย์ คนไข้ควรปฏิบัติตามข้อใด
- ก. รับประทานข้าวต้ม งคโอวัลติน ข. รับประทานเนื้อตุ๋น งคข้าวต้ม  
 ค. รับประทานบะหมี่สำเร็จรูป งคนมสด  
 ง. คิมมชงร้อน ๆ งคไก้ต้ม
17. คนไข้อีกรายหนึ่ง แพทย์ตรวจพบว่าขาดวิตามินบางชนิด จึงแนะนำให้รับประทานอาหารประเภทไขมันควบคู่ไปกับวิตามินด้วย ดังนั้นคนไข้ควรรับประทานอาหารตามข้อใด
- ก. ขนมปังทาแยม ข. เนื้ออบราดซอส  
 ค. กลวยหอมกับเนยแข็ง ง. ปลาเผา
18. ทางเดินอาหารของสัตว์แบบใดที่แสดงวิวัฒนาการสูงสุด
- ก. แดกสาขา เป็นร่างแห ข. เป็นท่อค้ำหนึ่งปิดตัน  
 ค. เป็นท่อปลายเปิดทั้งสองค้ำ ง. สรุบแน่นอนไม่ได้
19. "สิ่งมีชีวิตบางพวกมีทางเดินอาหารแตกแขนงทั่วตัว บางพวกทางเดินอาหารเป็นท่อค้ำหนึ่งตัน" สิ่งมีชีวิตพวกแรกและพวกหลังคือข้อใด
- ก. อมีบาและฟองน้ำ ข. อมีบาและไฮดรา  
 ค. ฟองน้ำและไฮดรา ง. อมีบาและไส้เดือนดิน
20. ในพื้นที่แต่ละชุด พืชชนิดใดมีจำนวนช่ิมากที่สุด
- ก. พันตัก ข. เขียว  
 ค. พันกรมหนา ง. พันกรมหลัง



21 หมายเลขกำกับอวัยวะใน  
ข้อใดที่เป็นทางเดินอาหาร  
ทั้งหมด

ก. 1, 4, 7, 11

ข. 2, 5, 8, 10

ค. 3, 6, 9, 11

ง. 4, 7, 9, 12

22 หมายเลขกำกับอวัยวะตาม  
ข้อใดที่เป็นอวัยวะช่วยย่อย  
อาหารทั้งหมด

ก. 1, 5, 7

ข. 2, 6, 8

ค. 3, 8, 11

ง. 5, 9, 12

23. ข้อใดอธิบายถึง "Peristalsis" ได้ถูกต้องที่สุด

ก. การดูดน้ำจากกากอาหาร

ข. การใช้ฟันเคี้ยวอาหารในปาก

ค. การหดตัวของกล้ามเนื้อทางเดินอาหาร

ง. การเคลื่อนตัวของอาหารในทางเดินอาหาร

24. "เป็นหลอดอาหารที่ยาวใหญ่ บริเวณเม้มทั้งการบดและการย่อยอาหาร" อวัยวะดังกล่าวคือข้อใด

ก. ลำคอ

ข. กระเพาะอาหาร

ค. ตับอ่อน

ง. ลำไส้เล็ก



25. "เป็นอวัยวะย่อยอาหารที่มีนำย่อยมากชนิดทำให้ย่อยอาหารได้สมบูรณ์ที่สุด" ส่วนที่กล่าวถึง คือข้อใด

ก. กระเพาะอาหาร

ข. ตับอ่อน

ค. ลำไส้เล็ก

ง. ลำไส้ใหญ่

26. "เป็นทางเดินอาหารที่มีลักษณะ เป็นท่อกว้าง บริเวณนี้มีการดูดซึมน้ำกลับเข้าสู่ร่างกายได้" ทางเดินอาหารส่วนนี้คือข้อใด

ก. ลำคอ

ข. กระเพาะอาหาร

ค. ลำไส้เล็ก

ง. ลำไส้ใหญ่

27. ถ้าต้องการควบคุมการย่อยอาหาร สิ่งที่เราควรควบคุมได้โดยตรงที่สุด คือข้อใด

ก. การเคี้ยวอาหารในปาก

ข. การบีบตัวของหลอดอาหาร

ค. การย่อยในกระเพาะอาหาร

ง. การดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้ว

28. เหตุใดจึงไม่ควรดื่มน้ำมากก่อนรับประทานอาหาร

ก. ทำให้รู้สึกอิ่ม กินอาหารได้น้อย

ข. น้ำย่อยจะเจือจางทำให้ไม่พอย่อยอาหาร

ค. น้ำจะทำให้หน้าย่อยจากย่อยอาหารได้ไม่ดี

ง. น้ำจะกินไม่ไหวกระเพาะส่งน้ำย่อยออกมา

29. ความยาวของลำไส้เล็ก สัมพันธ์กับการย่อยอาหารอย่างไร

ก. เพิ่มพื้นที่ทำให้รับประทานอาหารได้มากขึ้น

ข. เพิ่มพื้นที่ทำให้การย่อยและดูดซึมอาหารได้สมบูรณ์ขึ้น

ค. เพิ่มพื้นที่สำหรับผลิตน้ำย่อยได้มากขึ้น

ง. เพิ่มพื้นที่เพื่อย่อยอาหารทั้งหมด

30. ลักษณะใดใหม่ประโยชน์มากที่สุดในการบริโภคอาหาร

ก. เลือกบริโภคอาหารที่ชอบเป็นหลัก

ข. เลือกบริโภคอาหารที่มีรสชาติดี

ค. เลือกบริโภคอาหารให้ครบทุกประเภท

ง. เลือกบริโภคโปรตีนให้มากกว่าอาหารอื่น

ถ้าอาหารมื้อเที่ยงของนักศึกษาคือ เนื้อฉีกน้ำมันหอย รากข้าว 1 จาน และนมสด 1 แก้ว  
จงตอบคำถามข้อ 31 - 34

31. บริเวณใดที่มีการย่อยข้าวสาลีเพียงอย่างเดียว

- |              |                 |
|--------------|-----------------|
| ก. ปาก       | ข. กระเพาะอาหาร |
| ค. ลำไส้เล็ก | ง. ลำไส้ใหญ่    |

32. อาหารทุกประเภท ถูกย่อยไคสมบูรณ์ที่สุดที่ไหน

- |              |                 |
|--------------|-----------------|
| ก. ปาก       | ข. กระเพาะอาหาร |
| ค. ลำไส้เล็ก | ง. ลำไส้ใหญ่    |

33. บริเวณใดมีการเบียดนมสดให้เป็นถั้ว

- |              |                 |
|--------------|-----------------|
| ก. ปาก       | ข. กระเพาะอาหาร |
| ค. ลำไส้เล็ก | ง. ลำไส้ใหญ่    |

34. บริเวณใดที่มีการย่อยน้ำมันหอย

- |                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| ก. ปาก, กระเพาะอาหาร       | ข. ปาก, ลำไส้เล็ก       |
| ค. กระเพาะอาหาร, ลำไส้เล็ก | ง. ลำไส้เล็ก, ลำไส้ใหญ่ |

35. สาร A  $\xrightarrow{\text{Rennin}}$  Paracasein

สาร A คืออะไร

- |             |               |
|-------------|---------------|
| ก. เนื้อหมู | ข. ข้าวสาลี   |
| ค. นมผง     | ง. น้ำตาลทราย |

36. ขนมปังปอนด์  $\xrightarrow{\text{Amylase}}$  B

สาร B คืออะไร

- |            |            |
|------------|------------|
| ก. Glucose | ข. Maltose |
| ค. Sucross | ง. Lactose |

37. ปลาขาง  $\xrightarrow{\text{Pepsin}}$  C

สาร C คือชื่อใด

ก. Amino acid

ข. Maltose

ค. Protein

ง. Peptone

38. ไก่ตุ๋น  $\xrightarrow{\text{Enzyme D}}$  Amino acid

Enzyme D คืออะไร

ก. Trypsin

ข. Rennin

ค. Amylase

ง. Lipase

39. มันเทศเผา  $\xrightarrow{\text{Enzyme E}}$  Maltose

Enzyme E คือชื่อใด

ก. Lipase

ข. Rennin

ค. Maltase

ง. Amylase

40. ข้อใดบรรยายคำจำกัดความของ "การดูดซึม" (Absorption) ได้สมบูรณ์ที่สุด

ก. การซึมของสารเข้าสู่เส้นเลือด, ท่อน้ำเหลือง

ข. การกระจายของน้ำ อาหาร อากาศ เข้าสู่เซลล์

ค. การซึมของสารอาหารผ่านผนังลำไส้เล็กเข้าสู่เส้นเลือด

ง. การซึมของน้ำและวิตามินไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

หมวด ค

บทเรียนแบบ โปรแกรม  
เรื่อง  
การย่อยอาหาร (Digestion)



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### คำนำ

แบบเรียนเล่มนี้ เรียกว่า บทเรียนแบบโปรแกรม เป็นแบบเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อ  
ให้ผู้เรียนเรียนโดยด้วยตนเอง บทเรียนแบบโปรแกรมจะทำหน้าที่เสมือนผู้สอนประจำตัวของ  
ผู้เรียน ดังนั้นผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำในการเรียนอย่างเคร่งครัด

### รายละเอียดเกี่ยวกับแบบเรียน

1. บทเรียนแบบโปรแกรม เล่มนี้เขียนขึ้นตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป 1 ระดับ  
ประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา เฉพาะเนื้อหาเรื่องการย่อยอาหาร (Digestion)
2. เนื้อหาในบทเรียนแบ่งออกเป็นชั้นเล็ก ๆ เรียกว่า กรอบ
3. ในแต่ละกรอบจะมีข้อความใหญ่เรียนอ่าน และมีคำถามใหญ่เรียนคิดและตอบคำถาม
4. ผู้เรียนจะทราบทันทีว่า คำตอบของผู้เรียนถูกหรือผิด เพราะจะมีคำตอบเฉลยไว้ด้วย
5. ในแต่ละกรอบแบ่งเป็น 2 ช่อง ดังนี้

	1	ในช่องนี้มีข้อความใหญ่เรียนอ่าน มีคำถามใหญ่เรียนตอบ
ในช่องนี้มีคำตอบเฉลยของข้อ 1	2	
ในช่องนี้มีคำตอบเฉลยของข้อ 2	3	

### คำแนะนำในการเรียน

บทเรียนนี้สร้างขึ้นสำหรับให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนจะได้รับประโยชน์มาก ถ้าผู้เรียนทำตามคำแนะนำต่อไปนี้เป็นอย่างดี

1. ใช้กระดาษแข็งขนาดเท่าไม้โปรแทรกเตอร์ ปิดข้อความข้อที่ 2
2. เริ่มอ่านข้อความข้อที่ 1 แล้วตอบคำถาม
3. ตรวจสอบคำตอบของผู้เรียนโดยเลื่อนกระดาษแข็งลงไปปิดข้อที่ 3 ผู้เรียนจะพบคำตอบของข้อ 1. อยู่ในกรอบชายมือสุดของข้อ 2
  - ก. ถ้าตอบถูก ให้อ่านข้อ 2 ต่อไป และดำเนินเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ
  - ข. ถ้าตอบผิด ให้เขียนวงกลม "○" ล้อมรอบข้อนั้น แล้วอ่านข้อเดิมซ้ำ เพื่อดูว่าทำไมจึงตอบผิด แล้วจึงอ่านข้อต่อไป
4. คำถามในแต่ละกรอบไม่ใช่ข้อสอบ แต่เป็นคำถามนำเพื่อให้ผู้เรียนคิด ซึ่งเหมือนกับคำถามผู้เรียนในขณะที่ครูอธิบายในห้องเรียนนั่นเอง ดังนั้นผู้เรียนไม่ควรแอบดูคำตอบก่อน เพราะจะทำให้ผู้เรียนขาดความรู้ ความเข้าใจ และเป็นเหตุให้ผู้เรียนทำแบบสอบถามไม่ได้
5. เมื่อจบบทเรียนแล้ว ผู้เรียนจะตอบแบบสอบถาม เพื่อวัดว่า ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในบทเรียนเพียงใด

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์เอกสารประเทศไทย

THAILAND INFORMATION CENTER

บทเรียนแบบ โปรแกรม เรื่องการย่อยอาหาร

	<p>1</p> <p>ในบรรดาปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต อาหารจึคว่าสำคัญที่สุด เพราะถ้าขาดอาหารแล้ว สิ่งมีชีวิตจะเจริญเติบโตไม่ได้</p> <p>ดังนั้น สิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต คือ .....</p>
<p>อาหาร</p>	<p>2</p> <p>สิ่งมีชีวิตต้องกินอาหาร อาหารนอกจากช่วยใ้ร่างกายเจริญเติบโตแล้ว ยังซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ และให้พลังงานในการดำรงชีวิตอีกด้วย</p> <p>ดังนั้น อาหารเป็นสิ่งจำเป็นแก่ชีวิต เพราะ</p> <p>1. ....</p> <p>2. ....</p> <p>3. ....</p>
<p>ช่วยใ้ร่างกายเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ให้พลังงาน</p>	<p>3</p> <p>สารประกอบสำคัญที่ให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต ได้แก่ อาหาร ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ สารประกอบอินทรีย์มีธาตุคาร์บอน (C) เป็นองค์ประกอบ</p> <p>ดังนั้น Carbohydrate, Fats และ Protein เป็นสารอินทรีย์ เพราะ .....</p>

<p>มีธาตุคาร์บอน เป็นองค์ประกอบ</p>	<p>4</p> <p>สิ่งมีชีวิตมีวิธีการกินอาหารต่าง ๆ กัน บางชนิดสร้างอาหารได้เอง เรียกว่า <u>Autotroph</u> บางชนิดสร้างอาหารเองไม่ได้ เรียก <u>Heterotroph</u> ดังนั้น ถ้าแบ่งสิ่งมีชีวิตตามวิธีการกินอาหารแล้ว แบ่งได้เป็น 2 พวก คือ .....</p> <p>และ .....</p>
<p>Autotroph Heterotroph</p>	<p>5</p> <p>Autotroph สามารถนำ C จาก <math>CO_2</math> มาสร้างอินทรีย์สารเองได้ แต่ Heterotroph สร้างอินทรีย์สารจาก <math>CO_2</math> ไม่ได้ จึงต้องกิน <u>อินทรีย์สาร</u> เป็นอาหาร</p> <p>Autotroph     ได้ C จาก .....</p> <p>Heterotroph     ได้ C จาก .....</p>



<p>CO<sub>2</sub> อินทรีย์สาร (อาหาร)</p>	<p>6</p> <p>เราแบ่ง Autotroph ออกได้เป็น 2 พวกตามแหล่งพลังงานที่ใช้ในการสร้างอาหาร คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. พวกที่ได้พลังงานจากแสงอาทิตย์ เรียกว่า <u>Photosynthetic autotroph</u> ได้แก่พืชสีเขียวและแบคทีเรียบางชนิดที่มีคลอโรพลาสต์</li> <li>2. พวกที่ได้พลังงานจากปฏิกิริยาเคมี เรียกว่า <u>Chemosynthetic autotroph</u> ได้แก่แบคทีเรียในดินบางชนิด</li> </ol> <p>เมื่อพิจารณาแหล่งพลังงานที่ใช้ในการสร้างอาหารเป็นหลัก</p> <p>ต้นข้าว เป็น .....  ส่วนแบคทีเรียในรากถั่ว เป็น .....</p>
---	--

<p>Photosynthetic - Autotroph</p> <p>Chemosynthetic - Autotroph</p>	<p>๗</p> <p>โดยอาศัยความแตกต่างในเรื่องวิธีการกินอาหาร เราแบ่ง Heterotroph ออกเป็น ๓ พวก ได้แก่</p> <p>๑. <u>Holozoic</u> เป็นพวกกินอาหารที่มีโมเลกุล สลับซับซ้อน มีการย่อยอาหารเกิดขึ้นในร่างกาย ได้แก่ คน นก ปลา ฯลฯ</p> <p>๒. <u>Saprophytic</u> เป็นพวกกินอินทรีย์สารจาก ภายนอก โดยส่ง Enzyme ออกมาย่อยอาหาร แล้วดูดอาหารที่ย่อยแล้วเข้าสู่เซลล์ ได้แก่ รา, แบคทีเรีย ฯลฯ</p> <p>๓. <u>Parasitic</u> เป็นพวก ดูดกินอาหารที่ย่อย แล้ว จากสิ่งมีชีวิตที่มีอาศัยอยู่ (Host) ได้แก่ เชื้อ- โรคต่าง ๆ , พยาธิ ฯลฯ</p> <p>ดังนั้น แมวจึงเป็น Heterotroph ประเภท ..... เห็ดรา เป็น Heterotroph ประเภท ..... พยาธิเส้นด้าย เป็น Heterotroph ประเภท .....</p>
---	--

<p>Holozoic Saprophytic Parasitic</p>	<p>8</p> <p>อาหารที่ Heterotroph กินเข้าไปนั้นมีโมเลกุลสลับซับซ้อน ร่างกายนำไปใช้โดยตรงไม่ได้ ต้อง เปลี่ยนให้เป็น <u>โมเลกุลที่ไม่สลับซับซ้อน</u> และอยู่ในสถานะของเหลวเสียก่อน จึงจะซึมเข้าสู่เซลล์หรือเส้นเลือดได้ การเปลี่ยนแปลงอาหารให้มีโมเลกุลที่ไม่สลับซับซ้อนนี้ เรียกว่า "<u>การย่อยอาหาร</u>" (Digestion)</p> <p>ดังนั้น อาหารที่เรากินเข้าไป ถูกเปลี่ยนให้เป็นโมเลกุลที่ไม่ซับซ้อนได้ โดยขบวนการ .....</p>
<p>ย่อยอาหาร</p>	<p>9</p> <p>การย่อยอาหารประกอบด้วย</p> <p>1. <u>Mechanical process</u> คือการบดอาหาร ไคแกการใช้ฟันบดเคี้ยว การหดตัวของทางเดินอาหาร ซึ่งทำให้โมเลกุลของอาหารแตกออกได้บ้าง</p> <p>2. <u>Chemical process</u> คือการย่อยอาหารโดยเอนไซม์ที่เรียกว่า <u>Enzyme</u> การย่อยแบบนี้ ทำให้อาหารซึ่งมีโมเลกุลสลับซับซ้อนถูกเปลี่ยนเป็นโมเลกุลที่ไม่สลับซับซ้อนได้ ดังนั้น Mechanical process คือ .....</p> <p>Chemical process คือ .....</p> <p>.....</p>

<p>การบดอาหาร การย่อยอาหารโดยใช้ Enzyme</p>	<p>10</p> <p>การย่อยอาหารอยู่ภายใต้การควบคุมของ <u>ฮอโมนส์</u> ซึ่งเป็นสารประเภท โปรตีนหรือไขมัน <u>ฮอโมนส์</u>ผลิตจากต่อมไม่มีท่อ เลือดจะทำหน้าที่ลำเลียง ฮอโมนส์ไปสู่อวัยวะที่ของฮอโมนส์ นั้น แหล่งผลิตฮอโมนส์ คือ .....</p>
<p>ต่อมไม่มีท่อ</p>	<p>11</p> <p>การทำงานของฮอโมนส์แต่ละชนิดจะมีผลต่ออวัยวะเฉพาะเจาะจง หรือที่เรียกว่า <u>อวัยวะเป้าหมาย</u> ฮอโมนส์ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของอวัยวะในระบบต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ในระบบการย่อยอาหาร</p> <p>ฮอโมนส์ Gastrin ทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของกระเพาะอาหาร</p> <p>ฮอโมนส์ Duocrinin ทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของ ลำไส้เล็ก</p> <p>ฮอโมนส์ Secretin ทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของตับอ่อน</p> <p>ดังนั้น ข้อความที่ว่า "ฮอโมนส์แต่ละชนิดทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของอวัยวะใดทุกชนิด" นั้น ถูกหรือผิด .....</p>

<p>ฝึก</p>	<p>12</p> <p>Enzyme ซึ่งทำหน้าที่ย่อยอาหารนั้น เป็น สารประเภทโปรตีน Enzyme แต่ละชนิดจะย่อยอาหารเฉพาะอย่าง และจะย่อยอาหารได้ดีในสภาพที่เป็นกรดหรือ (pH) และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่างกัน ออกไป</p> <p>ดังนั้น สมบัติของ Enzyme คือ</p> <p>1 .....</p> <p>2 .....</p>
<p>เป็นสารประเภทโปรตีน ย่อยอาหารเฉพาะอย่าง</p>	<p>13</p> <p>อาหารที่กินเข้าไปแบ่งเป็น 2 พวก คือ</p> <p>1. พวกที่มีโมเลกุลสลับซับซ้อน ต้องถูกย่อยเสียก่อนร่างกายจึงจะนำไปใช้ได้ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) โปรตีน (Protein) และไขมัน (Fats) <u>อาหารทั้งสามประเภทนี้ให้พลังงานแก่ร่างกาย</u></p> <p>2. พวกที่มีโมเลกุลเล็ก ร่างกายนำไปใช้ได้เลย ได้แก่ เกลือแร่ (Mineral Salt) วิตามิน (Vitamin) และน้ำ <u>อาหารเหล่านี้ไม่ให้พลังงาน</u></p> <p>อาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย ได้แก่ .....</p> <p>และ .....</p>

<p>คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน</p>	<p>14</p> <p>เมื่อ Enzyme ย่อยอาหารแต่ละประเภท จะได้โมเลกุลย่อยที่สุด (End product) ต่าง ๆ กัน ดังนี้</p> <p>1 Carbohydrate ซึ่งได้แก่ข้าวทุกชนิด แป้ง น้ำตาล ได้ End product คือ <u>Glucose</u></p> <p>2 Protein ซึ่งได้แก่เนื้อสัตว์ทุกชนิด ไข่ แม ได้ End product คือ <u>Amino acid</u></p> <p>3 Fats ซึ่งได้แก่ไขมันสัตว์ต่าง ๆ แหยงา ได้ End product คือ <u>Fatty acid + glycerol</u> ดังนั้น End product ของข้าวเหนียว คือ ..... End product ของเนืปลา คือ ..... End product ของเนยแข็ง คือ .....</p>
<p>Glucose Amino acid Fatty acid + Glycerol</p>	<p>15</p> <p>สัตว์ชั้นต่ำ เช่น Protozoa มีการย่อย อาหารเกิดขึ้นภายในเซลล์ (Intracellular digestion) ส่วนสัตว์ชั้นสูงมีการย่อยอาหารแบบ ภายนอกเซลล์ (Extracellular digestion) ดังนั้น การย่อยอาหารที่พบใน Amoeba ซึ่งเป็นสัตว์เซลล์เดียว จึงเป็นแบบ ..... ส่วนการย่อยอาหารที่พบในคนซึ่งเป็นสัตว์ชั้นสูง จึงเป็นแบบ .....</p>

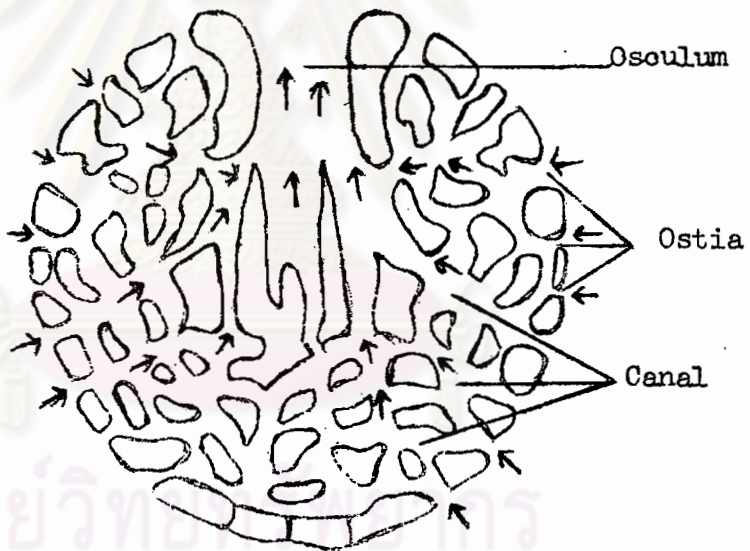
<p>ภายในเซลล์ ภายนอกเซลล์</p>	<p>16</p> <p>การย่อยอาหารของ Protozoa เกิดขึ้นใน Food vacuole เมื่ออาหารเข้าไปในเซลล์แล้ว จะมีน้ำและเยื่อมาห้อมล้อมกลายเป็น Food vacuole Lysosome จะส่ง Enzyme ที่มีอยู่เข้าไปใน Food vacuole เพื่อย่อยอาหาร ดังนั้น การย่อยอาหารของ Protozoa เกิดขึ้นใน .....</p>
<p>Food vacuole</p>	<p>17</p> <p>สัตว์ที่มีการย่อยอาหารแบบภายนอกเซลล์ จะมี การย่อยอาหารเกิดขึ้นในอวัยวะที่ประกอบกันเป็นทาง เดินอาหาร เรียกว่า Alimentary canal หรือ Digestive tract การย่อยอาหารของคนเกิดขึ้นใน .....</p> <p>ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย</p>

ทางเดินอาหาร หรือ  
Alimentary canal หรือ  
Digestive tract

18

พองน้ำเป็นสัตว์หลายเซลล์ที่เจริญกว่า

Protozoa แต่ยังมีกรย่อยอาหารแบบภายใน  
เซลล์ ในตัวพองน้ำมีท่อกระจายไปทั่วตัว เป็นทางให้  
น้ำและอาหารผ่านไปยังเซลล์ ท่อซึ่งแตกสาขาทั่วตัวของ  
พองน้ำ เป็นทางเดินอาหารแบบง่ายที่สุดที่เกิดขึ้นใน  
สัตว์หลายเซลล์



ภาพแสดงท่อน้ำในตัวของพองน้ำ

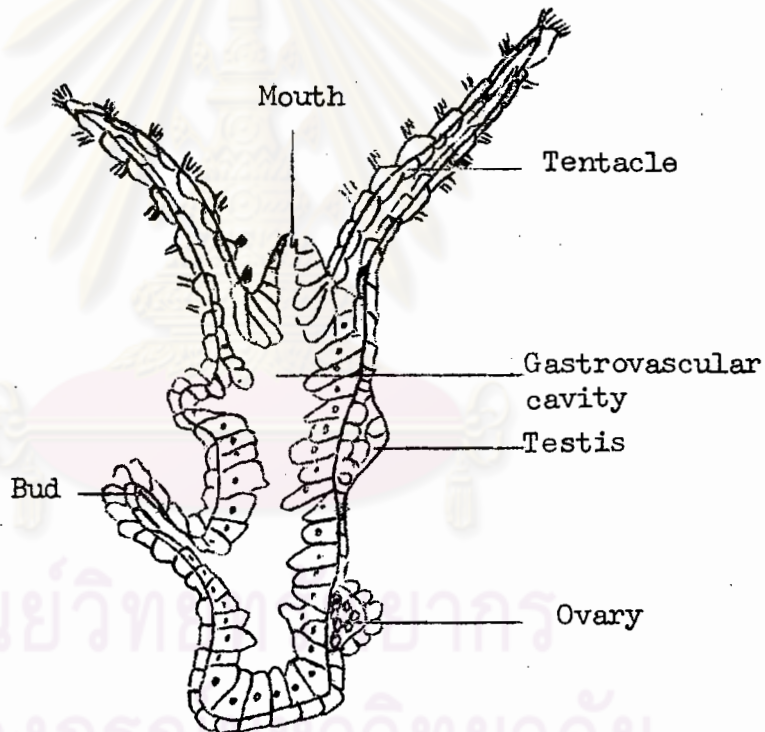
ทางเดินอาหารแบบง่ายที่สุดที่พบในสัตว์หลายเซลล์  
มีลักษณะ .....



เป็นท่อแตกสาขาทั่วตัว

19

ในสัตว์หลายเซลล์ที่เจริญกว่าพองน้ำ เช่น ไฮดรา  
เริ่มมีการย่อยอาหารแบบภายนอกเซลล์ ทางเดินอาหาร  
ของไฮดรา มีลักษณะเป็นถุง ปลายเปิดด้านเดียว เรียก  
Gastro vascular cavity เป็นทางเข้าออก  
ของอาหารและกากอาหาร เซลล์ที่อยู่ภายในท่อ ทำหน้าที่  
ผลิตน้ำย่อย



ภาพแสดงทางเดินอาหารของไฮดรา

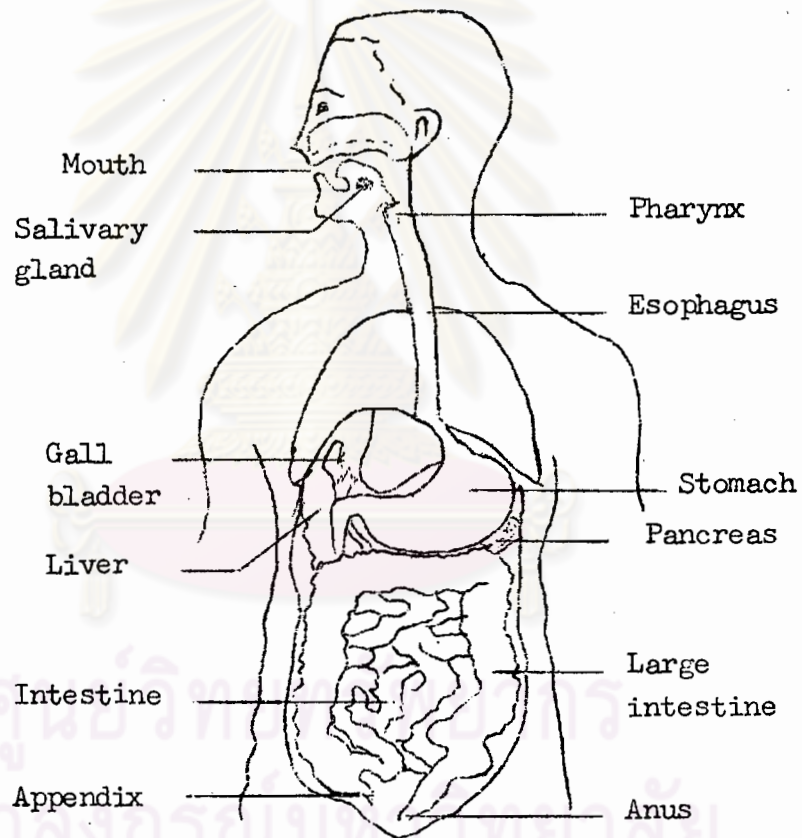
การย่อยอาหารของไฮดรา เกิดขึ้นใน

<p>Gastro vascular cavity</p>	<p>20</p> <p>สัตว์ที่เจริญกว่า Coelenterate เช่น ไส้เดือนดิน, ปลาตาว, สัตว์ชั้นสูงอื่น ๆ มีทางเดินอาหารอีกแบบหนึ่ง คือ เป็นท่อกว้าง <u>ปลายเปิดทั้งสองด้าน</u> ด้านหนึ่งทำหน้าที่เป็นปาก (Mouth) ให้อาหารผ่านเข้า อีกด้านหนึ่งเป็นทวารหนัก (Anus) สำหรับถ่ายกากอาหาร เราเรียกทางเดินอาหาร ลักษณะนี้ว่า <u>ทางเดินอาหารสมบูรณ์แบบ</u> (Complete alimentary canal) ทางเดินอาหารของไส้เดือนดิน, คน เป็นแบบ .....</p>
<p>สมบูรณ์แบบ (Complete alimentary canal)</p>	<p>21</p> <p>เมื่อพิจารณาทางเดินอาหารทั้ง 3 แบบที่กล่าวแล้ว อาจจัดเรียงตามลำดับวิวัฒนาการได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทางเดินอาหารซึ่งมีลักษณะ เป็นท่อ .....</li> <li>2. ทางเดินอาหารซึ่งมีลักษณะ เป็นท่อ .....</li> <li>3. ทางเดินอาหารซึ่งมีลักษณะ เป็นท่อ .....</li> </ol>

<p>1 เป็นท่อแตกสาขาทั่วตัว</p> <p>2 เป็นท่อปลาย เบ็ดคาน เดียว</p> <p>3 เป็นท่อปลาย เบ็ดคาน สองคาน</p>	<p>22 ก</p> <p>ทางเดินอาหารของคน ประกอบด้วยอวัยวะต่าง ๆ ตามลำดับคือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 ปาก (Mouth)</li> <li>2 คอหอย (Pharynx)</li> <li>3 หลอดอาหาร (Esophagus)</li> <li>4 กระเพาะอาหาร (Stomach)</li> <li>5 ลำไส้เล็ก (Intestine)</li> <li>6 ลำไส้ใหญ่ (Large intestine)</li> <li>7 ทวารหนัก (Anus)</li> </ol> <p>นอกจากนี้ยังมีอวัยวะช่วยย่อยอาหาร ซึ่งได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 ต่อมน้ำลาย (Salivary gland)</li> <li>2 ตับ (Liver)</li> <li>3 ตับอ่อน (Pancreas)</li> <li>4 ถุงน้ำดี (Gall bladder)</li> </ol> <p>อวัยวะช่วยย่อยอาหารทำหน้าที่ผลิตน้ำย่อยออกมาช่วยย่อยอาหาร (ถุงน้ำดีทำหน้าที่เก็บน้ำดีจากตับ)</p> <p>ศึกษาตำแหน่งของอวัยวะที่กล่าวแล้วในกรอบต่อไป</p>
---	--

22 ข.

ศึกษาภาพแสดงทางเดินอาหารและอวัยวะช่วยย่อย  
อาหารของคนให้เข้าใจเสียก่อน จึงตอบคำถามของกรอบ  
ต่อไป



ภาพแสดงทางเดินอาหารและอวัยวะช่วยย่อยอาหารของคน

22 ก.

โดยไม่อ่านคำอธิบาย หรือดูภาพประกอบจาก  
กรอบที่ 22 ก และ 22 ข.

ก. อวัยวะในทางเดินอาหารเรียงตามลำดับ คือ

1 .....

2 .....

3 .....

4 .....

5 .....

6 .....

7 .....

ข. อวัยวะช่วยย่อยอาหาร

1 .....

2 .....

3 .....

4 .....

ศูนย์วิจัยทันตวิทยาการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. เรียงตามลำดับดังนี้

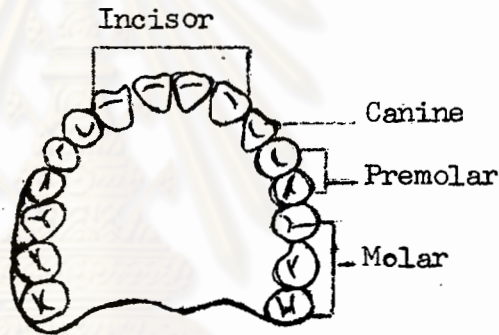
- 1 ปาก
- 2 คอหอย
- 3 หลอดอาหาร
- 4 กระเพาะอาหาร
- 5 ลำไส้เล็ก
- 6 ลำไส้ใหญ่
- 7 ทวารหนัก

ข. (ไม่ต้องเรียงลำดับ)

- 1 คอมม่อนลาย
- 2 ดูนาคี
- 3 คับ
- 4 คับอ่อน

23

ปาก (Mouth) เป็นอวัยวะส่วนแรกที่ได้รับอาหารเข้าสู่ร่างกาย ในปากมีฟัน ทำหน้าที่บดเคี้ยวอาหาร ฟันมี 2 ชุด คือ ฟันน้ำนมและฟันแท้ ฟันแท้มี 32 ซี่ ประกอบด้วย ฟันตัด (Incisor) 8 ซี่, เขี้ยว (Canine) 4 ซี่, ฟันกรามหน้า (Premolar) 8 ซี่, ฟันกรามหลัง (Molar) 12 ซี่

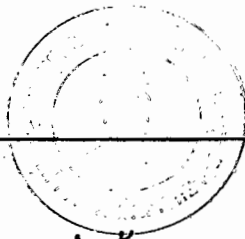


ฟันบนมองจากด้านล่าง

ดังนั้น ฟันแท้ 1 ชุด ประกอบด้วย

ฟันตัด	.....	8
เขี้ยว	.....	4
ฟันกรามหน้า	.....	8
ฟันกรามหลัง	.....	12

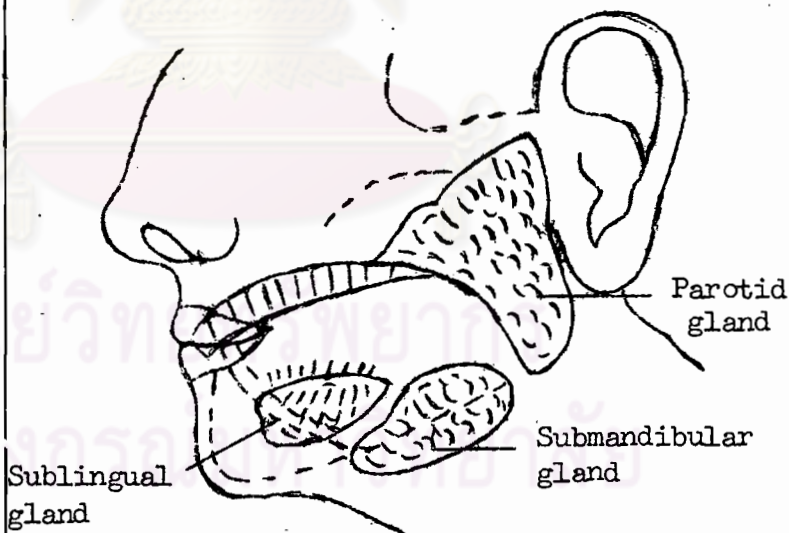
<p>ฟันตัด 8 ซี่</p> <p>เขี้ยว 4 ซี่</p> <p>ฟันกรามหน้า 8 ซี่</p> <p>ฟันกรามหลัง 12 ซี่</p>	<p>24</p> <p>นอกจากฟันแล้ว ภายในปากมีลิ้นซึ่งเป็นกล้ามเนื้อเคลื่อนไหวได้ ลิ้นเป็นส่วนสำคัญช่วยในการพูด นอกจากนี้ยังช่วยระล่อมอาหารให้คลุกเคล้ากับน้ำลายและช่วยในการกลืนบนนิ้วลิ้นมีปลายประสาทรับรส</p> <p>หน้าที่ของลิ้นอาจสรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 .....</li> <li>2 .....</li> <li>3 .....</li> <li>4 .....</li> </ol>
--	---



25

ช่วยในการพูด  
ตะลอมอาหารให้คลุกเคล้า  
กับน้ำลาย  
ช่วยในการกลืน  
รับรส

ภายในปากยังมีต่อมน้ำลาย (Salivary gland) ซึ่งเป็นอวัยวะช่วยย่อยอาหารอยู่ 3 คู่ ที่ใต้ลิ้น (Sub-lingual gland) ใต้ขากรรไกร (Submandibular gland) และใต้วงกุก (Parotid gland) แห่งละ 1 คู่ ต่อมน้ำลายทำหน้าที่ผลิตน้ำลายออกมาทำให้อาหารลื่น กลืน ได้ง่าย และช่วยย่อยอาหาร เพราะในน้ำลายมี Enzyme ชื่อ Amylase สามารถย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล Maltose ได้



ภาพแสดงต่อมน้ำลายของคน

น้ำลายมีประโยชน์ดังนี้

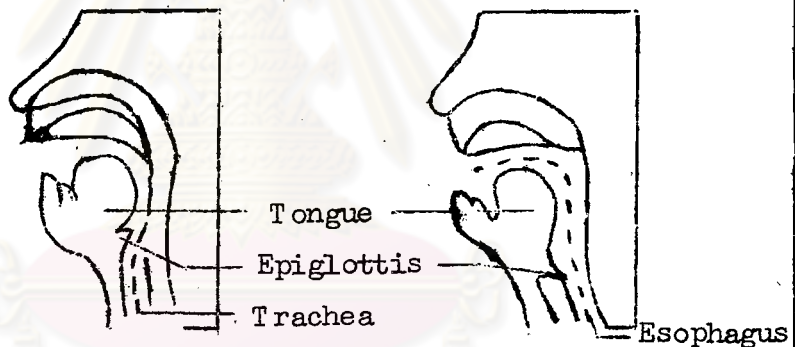
1. ....
2. ....



ทำให้อาหารลื่น, กลืนได้  
ง่าย  
ช่วยย่อยอาหาร

26

เมื่อเรากลืนอาหาร อาหารจะผ่านลงสู่คอหอย  
ซึ่งเป็นส่วนบนของหลอดอาหาร (Esophagus) และ  
อยู่คู่กับหลอดลม (Trachea) ขณะที่เรากลืนอาหาร  
แผ่น Epiglottis ซึ่งตั้งอยู่ที่รูเปิดของหลอด  
ลมจะปิดหลอดลมไว้ป้องกันไม่ให้อาหารตกลงไปใน  
หลอดลม เพราะจะทำให้สำลักหายใจไม่ออกและอาจ  
เป็นอันตรายถึงแก่ชีวิต



หายใจ

กลืนอาหาร

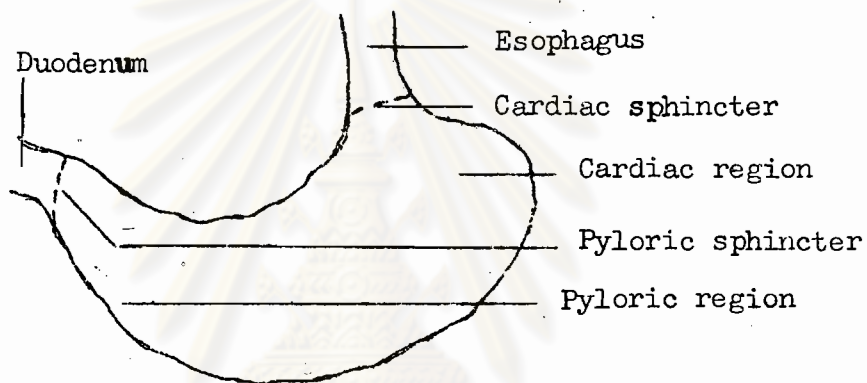
ภาพแสดงการทำงานของ Epiglottis

เวลาเคี้ยวอาหารไม่ควรพูดหรือหัวเราะ เพราะ  
อาหารจะตกลงไปใน .....  
ทำให้สำลักได้

<p>หลอดลม</p>	<p>27</p> <p>ทางเดินอาหารตั้งแต่คอหอยลงไปซึ่งได้แก่หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ จะมีการบีบตัวเป็นลูกคลื่น ที่เรียกว่า Peristalsis เพื่อช่วยนวดอาหารให้เข้ากับน้ำย่อย และรีดอาหารลงสู่ทางเดินอาหารส่วนที่อยู่ถัดไป</p> <p>ดังนั้น Peristalsis ในทางเดินอาหารทำหน้าที่</p> <p>๑ .....</p> <p>2 .....</p>
<p>นวดอาหารให้เข้ากับน้ำย่อย รีดอาหารลงสู่ทางเดินอาหารส่วนต่อไป</p>	<p>28</p> <p>น้ำย่อยอาหาร (Digestive fluid) เป็นของเหลวที่อวัยวะย่อยอาหารต่าง ๆ สร้างขึ้น ในน้ำย่อยอาหารแต่ละชนิดมีองค์ประกอบต่างกันออกไป แต่น้ำย่อยอาหารทุกชนิดต้องมี Enzyme น้ำย่อยอาหารชนิดหนึ่ง ๆ อาจมี Emzyme หลายอย่างก็ได้</p> <p>ดังนั้น น้ำย่อยอาหารผลิตโดย .....</p> <p>.....</p> <p>ส่วนประกอบสำคัญของน้ำย่อยอาหาร คือ</p> <p>.....</p>

อวัยวะย่อยอาหาร  
Enzyme

29 กระเพาะอาหาร (Stomach) เป็นทางเดินอาหารที่ยาวใหญ่ เป็นถุงมีหูรูด (Sphincter) 2 แห่ง คือตรงบริเวณที่อยู่ต่อจาก Esophagus และบริเวณที่อยู่ต่อกับลำไส้เล็ก (Intestine) เมื่ออาหารคลุกเคล้ากับน้ำย่อยจนทั่ว และมีสภาพกึ่งแข็งกึ่งเหลวแล้ว หูรูดที่ต่อกับลำไส้จะคลายตัว อาหารจากกระเพาะจะถูกกวักเข้าสู่ลำไส้เล็กต่อไป



ภาพแสดงกระเพาะอาหารของคน

น้ำย่อยในกระเพาะเรียก Gastric Juice ประกอบด้วย Enzymes 3 ชนิด คือ Pepsin ย่อย Protein, Rennin ย่อย Protein ในนม Gastric Lipase ย่อยไขมัน (Fats) นอกจาก Enzyme ในน้ำย่อยยังมีกรดเกลืออยู่ด้วย กรดเกลือทำให้ Enzyme ในกระเพาะทำงานได้ดี

การย่อยในกระเพาะจึงย่อยในสภาพที่เป็นกรด

อาหารซึ่งถูกย่อยในกระเพาะอาหาร คือ .....

และ .....

การย่อยในกระเพาะอาหารเกิดขึ้นได้เมื่อกระเพาะอาหารมีสภาพเป็น .....

โปรตีน และ  
ไขมัน  
กรด

30

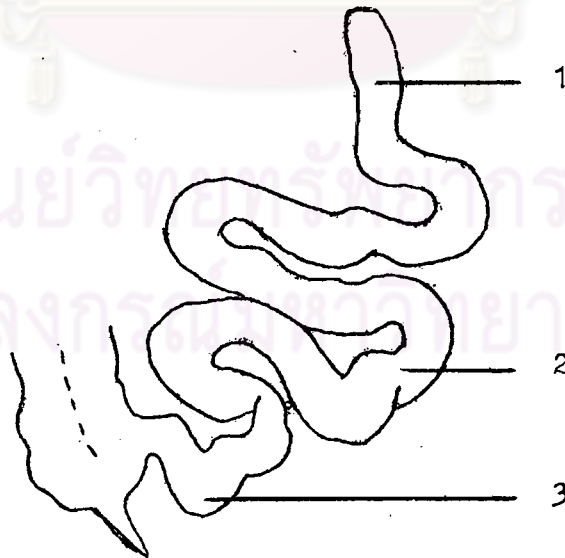
ลำไส้เล็กเป็นทางเดินอาหารต่อจากกระเพาะอาหาร มีลักษณะเป็นท่อยาวประมาณ 21 ฟุต กว้าง  $1\frac{1}{2}$  นิ้ว จัดว่าเป็นบริเวณสุดท้ายที่มีการย่อยอาหาร แบ่งเป็น 3 ส่วนตามลำดับ คือ

1 Duodenum เป็นส่วนแรก อยู่ต่อจากกระเพาะอาหาร ยาวประมาณ 10 นิ้ว บริเวณนี้มีท่อน้ำย่อยจากตับ, ตับอ่อนมาช่วยย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

2 Jejunum เป็นส่วนกลาง ยาวประมาณ 8 - 9 ฟุต

3 Ileum เป็นส่วนท้าย ยาวประมาณ 2 - 3 ฟุต

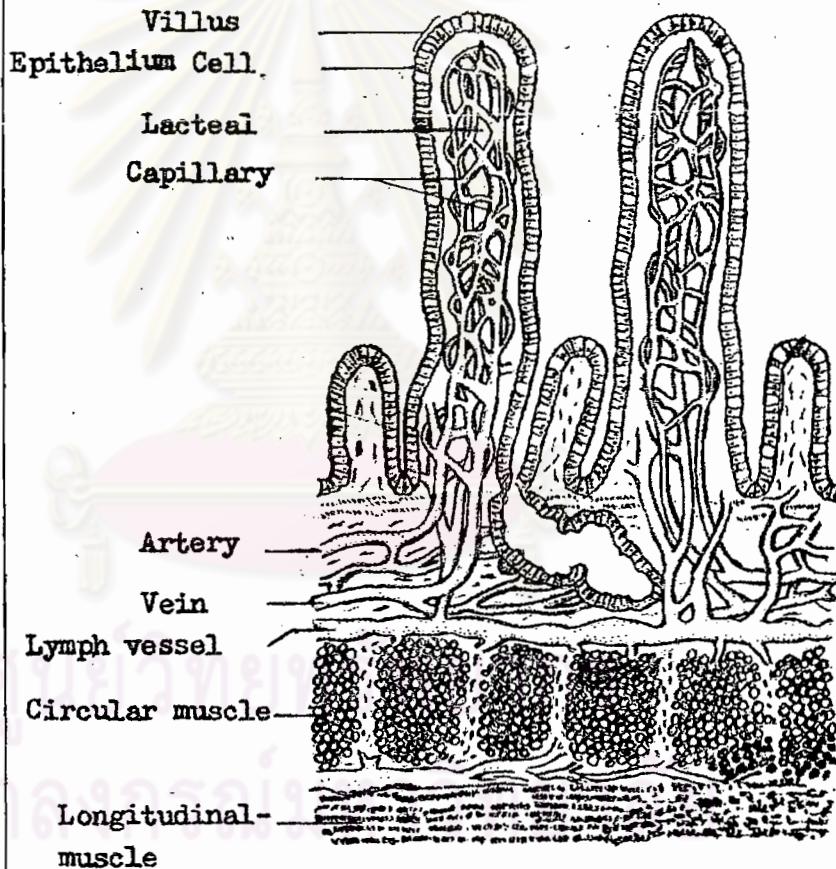
จงเติมชื่อลงข้างหลังหมายเลขทั้ง 3 ให้ถูกต้อง



31

- 1 Duodenum
- 2 Jejunum
- 3 Ileum

ตัวกันในของลำไส้ มีส่วนยื่นออกไปคล้ายนิ้วมือเล็ก ๆ  
 มากมาย เรียก Villus การมี Villus ทำให้ลำไส้  
 มีพื้นที่ผิวมากขึ้น ซึ่งทำให้การย่อยและการดูดซึมอาหารดำเนิน  
 ไปได้มากและรวดเร็วขึ้น



ภาพแสดง Villus

โครงสร้างที่เพิ่มพื้นที่ผิวลำไส้เล็ก เรียกว่า.....

Villus.	<p>32</p> <p>น้ำย่อยที่ลำไส้ผลิตเอง เรียกว่า <u>Succus entericus</u></p> <p>ประกอบด้วย Enzyme 2 ประเภท คือ</p> <p>1 Enzyme Erepsin ย่อย Protein ให้เป็น Amino acid</p> <p>2 Enzyme ที่ย่อยคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็น Disaccharide ให้เป็นน้ำตาล Hexose หรือ Monosaccharide</p> <p>ดังนั้น น้ำย่อยของลำไส้เล็กเองย่อยอาหารได้ 2 ประเภท คือ .....</p> <p>และ .....</p>
---------	--

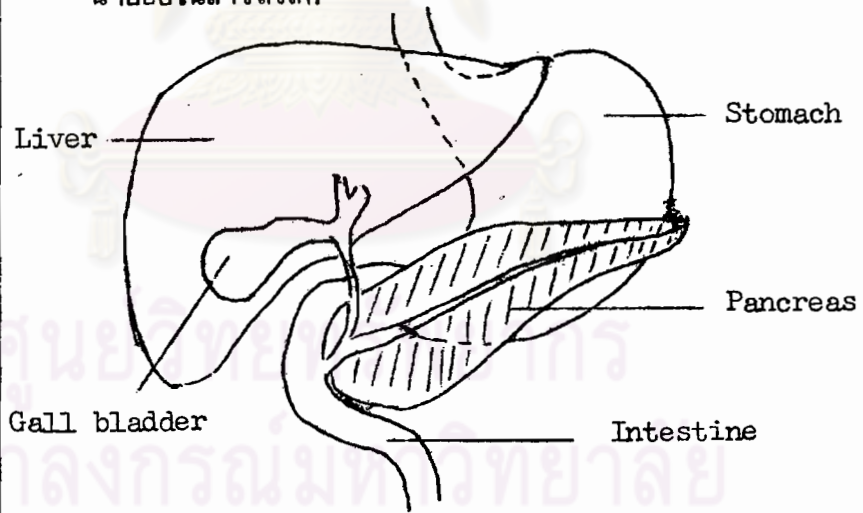
โปรตีนและ  
คาร์โบไฮเดรต

33

นอกจากคอมน้ำลายที่กล่าวแล้ว ยังมีอวัยวะช่วยย่อยอาหาร  
ซึ่งเป็นต่อม (Gland) อีก 2 ชนิด คือตับและตับอ่อน  
ตับ (Liver) ผลิต น้ำดี (Bile) ซึ่งไหลไปรวมอยู่  
ในถุงน้ำดี (Gall bladder) ก่อนที่จะไหลไปตามท่อ เปิด  
เขาลำไส้เล็กที่ Duodenum

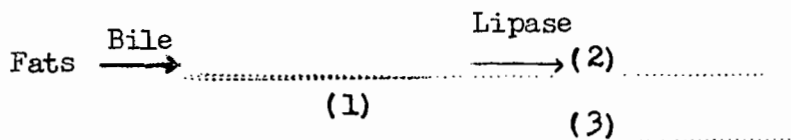
หน้าที่ของน้ำดี คือ

1. ทำให้อาหารพวก Fats แยกเป็นเม็ดเล็ก ๆ  
เรียก Emulsion of fats เสียก่อน จึงจะถูกย่อย  
ด้วย Enzyme Lipase ได้ Fatty acid + Glycerol
2. ทำให้อาหารมีสภาพเป็นด่าง ก่อนที่จะถูกย่อยโดย  
น้ำย่อยในลำไส้เล็ก



ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระเพาะ ตับ ตับอ่อน  
และลำไส้เล็ก

ดังนั้น จึงเพิ่มข้อสารหมายเลข 1, 2 และ 3



<p>1 Emulsion of fats</p> <p>2 Fatty acid</p> <p>3 Glycerol</p>	<p>34</p> <p><u>ตับอ่อน</u> (Pancreas) เป็นอวัยวะช่วยย่อยอาหารซึ่งผลิตน้ำย่อย เรียกว่า <u>Pancreatic juice</u> ส่งมาช่วยย่อยอาหารที่ลำไส้เล็ก</p> <p>Pancreatic juice ประกอบด้วย Enzyme ย่อยอาหารได้ 3 ประเภท คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lipase ย่อย Emulsion of fats</li> <li>2. Trypsin ย่อย Protein</li> <li>3. Amylase ย่อย Carbohydrate</li> </ol> <p>ดังนั้น น้ำย่อยจากตับอ่อนย่อยอาหารได้ 3 ชนิด คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 .....</li> <li>2 .....</li> <li>3 .....</li> </ol>
<p>Emulsion of fats (Fats)</p> <p>Protein</p> <p>Carbohydrate</p>	<p>35</p> <p>ขณะที่ขบวนการย่อยอาหารเกิดขึ้นในลำไส้เล็ก ตัวลำไส้เล็กเองจะมีการบีบตัว (Peristalsis) เพื่อให้อาหารผ่านและให้อาหารสัมผัสผนังลำไส้ได้ทั่วถึง ภายใน 6 ชั่วโมง นับแต่อาหารเข้าปาก อาหารจะกลายเป็นกาก ถูกรีดเข้าไปในลำไส้ใหญ่ เพื่อขับถ่ายต่อไป</p> <p>Peristalsis ของลำไส้เล็กมีผล 2 ประการ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 .....</li> <li>2 .....</li> </ol>

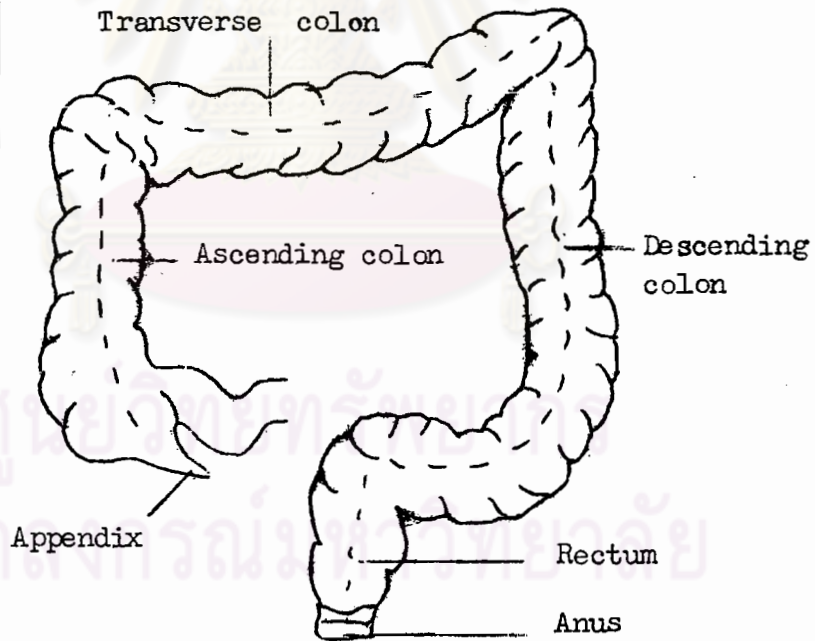


1. อาหารผ่านลำไส้
2. อาหารสัมผัสผนังลำไส้

36

ลำไส้ใหญ่ (Large intestine) เป็นทางเดินอาหารส่วนที่รับอาหารที่ย่อยไม่ได้ หรือที่เรียกว่า กากอาหาร อยู่ต่อจากลำไส้เล็ก ยาวประมาณ 4 ฟุต กว้าง 2 1/2 นิ้ว ตรงบริเวณที่ลำไส้เล็กต่อกับลำไส้ใหญ่ มีส่วนยื่นออกมาเป็นถุง เรียกว่า ไส้ติ่ง (Vermiform appendix)

ขณะที่กากอาหารเคลื่อนที่ผ่าน ลำไส้ใหญ่จะดูดน้ำจากกากอาหารกลับเข้าไปใช้อีก และ แบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้ใหญ่ จะช่วยเปลี่ยนแปลงกากอาหารให้มีความเหนียว ก่อนที่จะถูกขับออกทางทวารหนัก (Anus) เป็นอุจจาระ



ภาพแสดงลำไส้ใหญ่ของคน

นอกจากเป็นทางผ่านของกากอาหารแล้ว ลำไส้ใหญ่ยังทำหน้าที่ .....

ดูดน้ำจากกากอาหาร

37

อาหารที่ได้จากการย่อยขั้นสุดท้ายในลำไส้เล็ก จะซึมผ่านผนังลำไส้เล็กเข้าสู่ระบบหมุนเวียน กล่าวคือ Amino acid และ Hexose เข้าสู่เส้นเลือดฝอย (capillary) ส่วน Fatty acid + Glycerol เข้าสู่ท่อน้ำเหลือง (Lacteal) ขบวนการซึมของอาหารผ่านผนังลำไส้เข้าสู่ระบบหมุนเวียนนี้ เรียกว่า "การดูดซึม" (Absorption)

ดังนั้น การดูดซึมอาหารเข้าสู่ระบบหมุนเวียนต้องผ่าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนังลำไส้เล็ก	38 ต่อไปจะเป็นการสรุป Enzyme สำหรับย่อยอาหารแต่ละประเภท ที่ควรทราบ <u>Enzyme ย่อย Carbohydrate</u>			
	ชื่อ Enzyme	อวัยวะที่ผลิต	อาหารที่ถูกย่อย	ผลที่ได้
	1 Amylase	ต่อมน้ำลาย ตับอ่อน	Carbohydrate	Maltose
	2 Maltase	กระเพาะ, ลำไส้เล็ก	Maltose	Glucose
	3 Lactase	ลำไส้เล็ก	Lactose	Glucose, Galactose
4 Sucrase	ลำไส้เล็ก	Sucrose	Glucose, Fructose	
<p>จากตารางข้างบนสรุปเป็นสมการได้ว่า</p> <p>1 Carbohydrate <math>\xrightarrow{\text{Amylase}}</math> Maltose</p> <p>2 Maltose <math>\xrightarrow{\text{Maltase}}</math> Glucose</p> <p>สำหรับข้อ 3 และ 4 ให้เติมผลที่ได้จากการย่อย</p> <p>3 Lactose <math>\xrightarrow{\text{Lactase}}</math> .....</p> <p>4 Sucrose <math>\xrightarrow{\text{Sucrase}}</math> .....</p>				

<p>3 Glucose, Galactose</p>	<p>39 Enzyme ย่อย Protein</p>			
<p>4 Glucose, Fructose</p>	<p>ชื่อ Enzyme</p>	<p>อวัยวะที่ผลิต</p>	<p>อาหารที่ถูกย่อย</p>	<p>ผลที่ได้</p>
	<p>1 Pepsin</p>	<p>กระเพาะ</p>	<p>Protein</p>	<p>Proteose, Peptone</p>
	<p>2 Rennin</p>	<p>กระเพาะ</p>	<p>Caseinogen</p>	<p>Casein ให้ Trypsin ย่อยต่อไป</p>
	<p>3 Trypsin</p>	<p>ตับอ่อน</p>	<p>Protein, Proteose</p>	<p>Peptide</p>
	<p>4 Peptidase</p>	<p>ตับอ่อน</p>	<p>Peptone Peptide</p>	<p>Amino acids Amino acids</p>
	<p>5 Erepsin Peptidase</p>	<p>ลำไส้เล็ก</p>	<p>Proteose, Peptone</p>	<p>Amino acids</p>
<p>ซึ่งอาจสรุปลักษณะการย่อยของ Protein ได้ดังนี้</p> <p>1 Protein <math>\xrightarrow{\text{Pepsin}}</math> Proteose, Peptone</p> <p>2 Caseinogen <math>\xrightarrow{\text{Rennin}}</math> Casein</p> <p>3 Protein, Proteose } <math>\xrightarrow{\text{Trypsin}}</math> { Peptide Peptone } [ Amino acids</p> <p>สำหรับข้อ 4 และ 5 ให้เติมชื่อ Enzyme ให้ถูกต้อง</p> <p>4 Peptide <math>\longrightarrow</math> Amino acids</p> <p>5 Proteose, Peptone <math>\longrightarrow</math> Amino acids</p>				

<p>4 Peptidase</p>	<p>40 Enzyme      ย่อย      Fats</p>			
<p>5 Erepsin Peptidase</p>	<p>ชื่อ Enzyme</p>	<p>อวัยวะที่ผลิต</p>	<p>อาหารที่ถูกย่อย</p>	<p>ผลที่ได้</p>
	<p>1 Bile</p>	<p>ตับ</p>	<p>Fats</p>	<p>Emulsion of Fats</p>
	<p>2 Lipase</p>	<p>กระเพาะ [ ตับอ่อน</p>	<p>Emulsion of Fats</p>	<p>Fatty acid + Glycerol</p>
<p>เติมชื่อ Enzyme และผลที่ได้ใหญ่ของ</p> <p>Fats <math>\xrightarrow{(1)}</math> ..... (2)</p> <p>Emulsion of Fats <math>\xrightarrow{(3)}</math> ..... (4)</p>				
<p>1 Bile 2 Emulsion of Fats 3 Lipase 4 Fatty acid + Glycerol</p>	<p>41</p> <p>เมื่ออาหารถูกย่อยจนมีโมเลกุลเล็กที่สุดแล้ว ก็จะถูกดูดซึมผ่านผนังลำไส้เล็กไปสู่ระบบลำเลียง คั่งกลาวแล้วข้างตน เพื่อไปเลี้ยงเซลล์ของร่างกายต่อไป</p>			

## ผนวก ง.

## ผลการทดสอบภาคสนาม

เลขที่	คะแนนก่อน เรียน (40)	คะแนนหลัง เรียน (40)	คะแนน ความกา วหนา	เลขที่	คะแนนก่อน เรียน (40)	คะแนนหลัง เรียน (40)	คะแนน ความ กา วหนา
1	12	35	23	23	11	31	20
2	13	38	25	24	10	35	25
3	17	34	17	25	24	34	10
4	11	33	22	26	15	35	20
5	11	32	21	27	11	34	23
6	20	33	13	28	9	28	19
7	9	36	27	29	18	34	16
8	10	34	24	30	11	35	24
9	14	36	22	31	18	37	19
10	27	35	8	32	17	32	15
11	17	33	16	33	15	32	17
12	15	33	18	34	11	32	21
13	20	35	15	35	12	37	25
14	20	34	14	36	21	35	14
15	18	35	17	37	20	35	15
16	12	38	26	38	14	36	22
17	12	31	19	39	12	35	23
18	15	36	21	40	12	34	22
19	12	35	23	41	16	36	20
20	14	38	24	42	10	34	24
21	15	32	17	43	17	35	18
22	17	38	21	44	22	37	15

เลขที่	คะแนน ก่อนเรียน (40)	คะแนน หลังเรียน (40)	คะแนน ความกา วหนา	เลขที่	คะแนน ก่อน เรียน (40)	คะแนน หลัง เรียน (40)	คะแนน ความ กา วหนา
45	21	32	11	69	18	32	14
46	15	35	20	70	23	34	11
47	12	32	20	71	12	32	20
48	18	35	17	72	20	35	15
49	12	34	22	73	18	32	14
50	13	34	21	74	17	34	17
51	15	32	17	75	18	37	19
52	19	36	17	76	25	33	8
53	23	38	15	77	23	32	9
54	12	30	18	78	19	33	14
55	17	31	14	79	25	34	9
56	15	34	19	80	23	35	12
57	26	33	7	81	16	35	19
58	18	32	14	82	19	38	19
59	19	35	16	83	21	37	16
60	17	36	19	84	18	32	14
61	21	35	14	85	16	34	18
62	16	32	16	86	23	33	10
63	16	33	17	87	21	33	12
64	20	36	16	88	19	35	16
65	28	37	9	89	18	36	18
66	17	37	20	90	15	35	20
67	23	32	9	91	17	33	16
68	18	33	15	92	15	36	21



เลขที่	คะแนน ก่อนเรียน (40)	คะแนน หลังเรียน (40)	คะแนน ความ ก้าวหน้า	เลขที่	คะแนน ก่อนเรียน (40)	คะแนนหลัง เรียน (40)	คะแนน ความ ก้าวหน้า
93	25	32	7	97	25	34	9
94	16	32	16	98	22	32	10
95	16	33	17	99	19	34	15
96	16	32	16	100	17	34	17
รวม					1703	3414	1711
คะแนนเฉลี่ย					17.03	34.14	17.11
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ					42.58	85.35	42.77

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย











កម្រិត កម្រិត	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	ពិណ្ឌិត
1																	100
2.1																	100
2.2																	100
2.3																	100
3								X									98
4.1																	100
4.2																	100
5.1								X									96
5.2								X									95
6.1																	100
6.2																	100
7.1																	100
7.2																	99
7.3			X														98
8																	100
9.1									X								97
9.2									X								97
10													X				97
11																	96
12.1																	98
12.2																	97
13.1																	98
13.2																	98
13.3																	98
14.1														X			99
14.2																	99
14.3														X			98
15.1	X																98
15.2	X																98
16						X											97
17												X			X		98













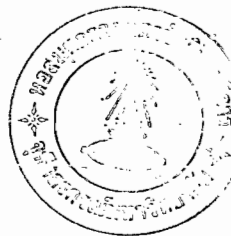
วันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
28.2																						
29.1							X			X												
29.2							X			X												
29.3							X			X												
30.1																						
30.2																						
30.3																						
31																						
32.1																						
32.2																						
33.1							X					X										
33.2							X					X										
33.3							X					X										
34.1															X							X
34.2															X							X
34.3															X							X
35.1																						
35.2																						
36																						
37																	X					
38.1																						
38.2																						
39.1																	X					
39.2																						
39.3																	X					
40.1																						X
40.2																						X
40.3																						X
40.4																						
40.5																						X
รวม	2	-	-	-	-	5	3	-	2	3	-	3	-	3	4	3	-	-	4	3	1	

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);">                     22                      23                      24                      25                      26                      27                      28                      29                      30                      31                      32                      33                      34                      35                      36                      37                      38                      39                      40                      41                      42                 </div>	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
28.2																					
29.1														X							
29.2				X																	
29.3				X										X							
30.1																					
30.2																					
30.3																					
31																					
32.1		X									X										
32.2		X									X										
33.1						X				X											
33.2						X				X											
33.3						X				X							X				
34.1																					
34.2																					
34.3																					
35.1																					
35.2																					
36													X								
37							X													X	
38.1																					
38.2																					
39.1							X					X									
39.2												X									
39.3							X														
40.1																					
40.2										X											
40.3										X											
40.4										X											
40.5																					
รวม	-	2	-	5	-	3	3	-	3	4	4	2	6	3	1	2	1	1	4	1	-

การตอบ	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
28.2																					
29.1							X														
29.2							X														
29.3																					
30.1																					
30.2																					
30.3																					
31																					
32.1	X					X										X					
32.2	X															X					
33.1								X													
33.2								X													
33.3								X													
34.1											X										
34.2											X										
34.3											X										
35.1																				X	
35.2																				X	
36																		X			
37																					
38.1											X										
38.2											X										
39.1															X						
39.2																					
39.3															X						
40.1			X																		
40.2																					
40.3			X																		
40.4			X																		
40.5			X																		
รวม	3	-	4	-	-	1	7	3	-	1	3	-	3	2	1	4	-	4	-	4	-

ປັນຍາ ກຳລັງ	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	
28.2																						
29.1				X																		
29.2				X																		
29.3				X																		
30.1																						
30.2																						
30.3																						
31																						
32.1								X														
32.2								X														
33.1					X																	
33.2					X																	
33.3					X																	
34.1										X								X			X	
34.2										X								X			X	
34.3										X								X			X	
35.1											X											
35.2											X											
36									X				X									
37																						
38.1			X									X										
38.2			X									X										
39.1																						
39.2																						
39.3																						
40.1			X			X																
40.2			X																			
40.3																						
40.4			X			X																
40.5			X						X													
ກຳລັງ	2	-	6	4	5	2	3	2	3	3	2	5	2	-	1	-	3	3	2	2	3	

กรรบท คณท	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	ตอบถูก
28.2																	100
29.1																	95
29.2																	95
29.3																	95
30.1																	100
30.2																	100
30.3																	100
31																	100
32.1																	94
32.2																	95
33.1																	94
33.2																	94
33.3																	93
34.1																	94
34.2																	94
34.3																	94
35.1												X					97
35.2							X										97
36		X		X													94
37																	97
38.1																	97
38.2																	97
39.1			X							X							94
39.2										X							98
39.3			X														96
40.1																	96
40.2																	97
40.3																	97
40.4																	96
40.5																	96
รวมผิด	6	1	3	1	-	1	7	3	2	2	3	2	1	2	2	1	



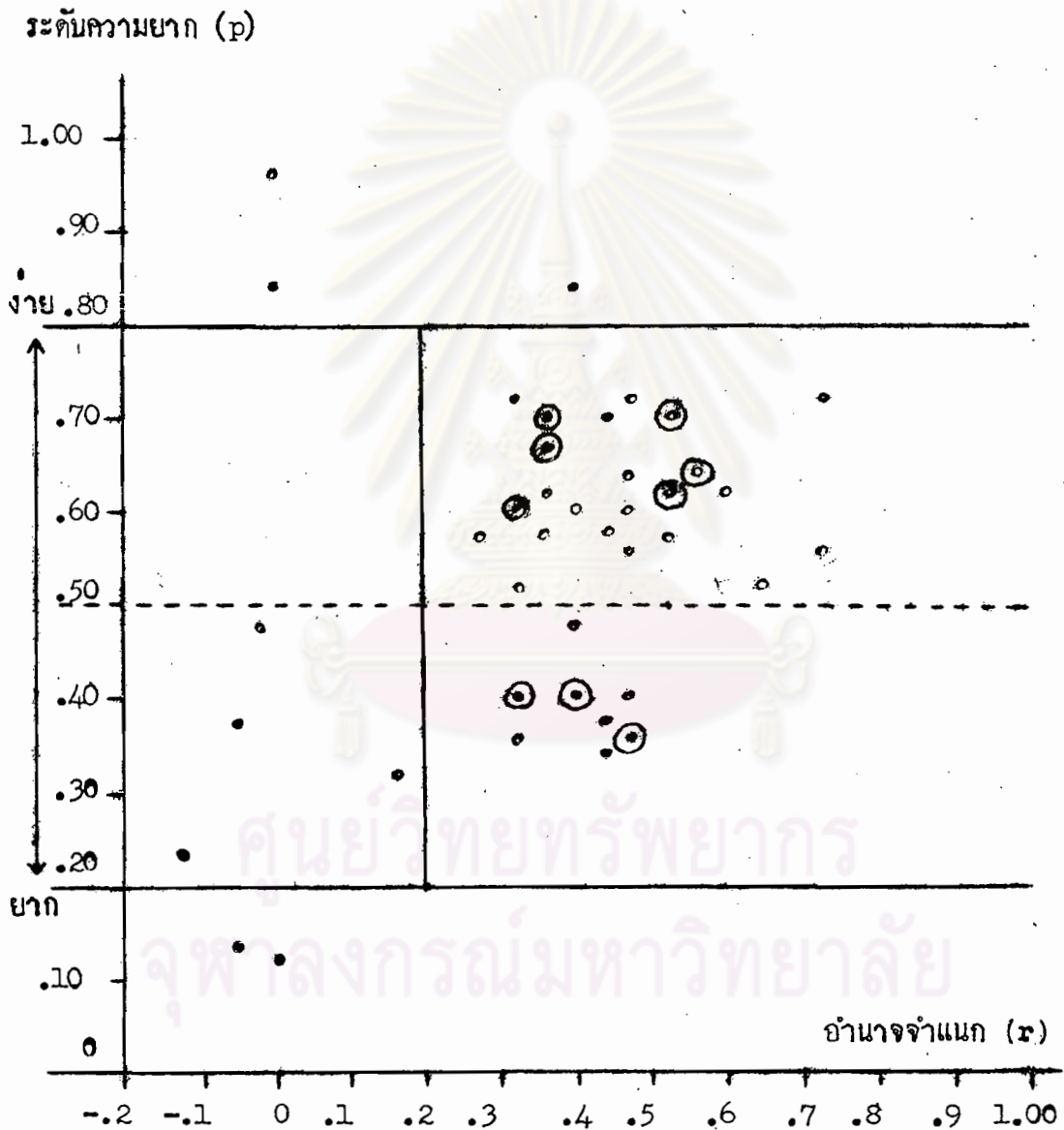
จำนวนคำตอบที่ถูกต้อง 8984 คำตอบ ค่าเฉลี่ยคำตอบที่ถูกต้อง 89.84

เฉลี่ยร้อยละของคำตอบที่ถูกต้อง 97.65

หมายเหตุ เครื่องหมาย X หมายถึงคำตอบที่นักศึกษาตอบผิด

แผนก ฉ

จุดกราฟแสดงคุณภาพข้อสอบที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย



หมายเหตุ ⊙ = ซ้ำสองครั้ง



## แผนก ข

## การหาค่าความแปรปรวนของคะแนน (Variance)

X	f	fX	X <sup>2</sup>	fX <sup>2</sup>	X	f	fX	X <sup>2</sup>	fX <sup>2</sup>
37	2	74	1369	2738	22	4	88	484	1936
36	2	72	1296	2592	21	7	147	441	3087
35	4	140	1225	4900	20	6	120	400	2400
34	3	102	1156	3468	19	2	38	361	722
33	4	132	1089	4356	18	2	36	324	648
32	6	192	1024	6144	17	2	34	289	578
31	4	124	961	3844	16	3	48	256	768
30	6	180	900	5400	15	4	60	225	900
29	6	174	841	5046	14	2	28	196	392
28	5	140	784	3920	13	2	26	169	338
27	4	108	729	2916	12	2	24	144	288
26	3	78	676	2028	11	1	11	121	121
25	4	100	625	2500	10	1	10	100	100
24	4	96	576	2304	9	2	18	81	162
23	3	69	529	1587		100	2469		66183

$$\begin{aligned}
 s_t^2 &= \frac{N \sum fX^2 - (\sum fX)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{100 \times 66183 - (2469)^2}{100 \times 99} \\
 &= 52.76
 \end{aligned}$$

การหาความเที่ยงของแบบสอบ

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{n \sum_t^2 - \bar{X} (n - \bar{X})}{\sum_t^2 \times (n - 1)} \\
 &= \frac{40 \times 52.76 - 24.69 (40 - 24.69)}{52.76 \times 39} \\
 &= \frac{2110.4 - 378.0}{52.76 \times 39} \\
 &= \frac{1732.4}{52.76 \times 39} \\
 &= 0.84
 \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนวก ข

ทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนน  
เฉลี่ยก่อนและหลังการเรียนควยบทเรียนแบบ โปรแกรม

เลขที่	ผลต่างของ คะแนน d	$d^2$		เลขที่	ผลต่างของ คะแนน d	$d^2$
1	23	529		22	21	441
2	25	625		23	20	400
3	17	289		24	25	625
4	22	484		25	10	100
5	21	441		26	20	400
6	13	169		27	23	529
7	27	729		28	19	361
8	24	576		29	16	256
9	22	484		30	24	576
10	8	64		31	19	361
11	16	256		32	15	225
12	18	324		33	17	289
13	15	225		34	21	441
14	14	196		35	25	625
15	17	289		36	14	196
16	26	676		37	15	225
17	19	361		38	22	484
18	21	441		39	23	529
19	23	529		40	22	484
20	24	576		41	20	400
21	17	289		42	24	576

เลขที่	ผลทางของ คะแนน d	$d^2$	เลขที่	ผลทางของ คะแนน d	$d^2$
43	18	324	69	14	196
44	15	225	70	11	121
45	11	121	71	20	400
46	20	400	72	15	225
47	20	400	73	44	496
48	17	289	74	17	289
49	22	484	75	19	361
50	21	441	76	8	64
51	17	289	77	9	81
52	17	289	78	14	196
53	15	225	79	9	81
54	18	324	80	12	144
55	14	196	81	19	361
56	19	361	82	19	361
57	7	49	83	16	256
58	14	196	84	14	196
59	16	256	85	18	324
60	19	361	86	10	100
61	14	196	87	12	144
62	16	256	88	16	256
63	17	289	89	18	324
64	16	256	90	20	400
65	9	81	91	16	256
66	20	400	92	21	441
67	9	81	93	7	49
68	15	225	94	16	256

เลขที่	ผลต่างของ คะแนน d	d <sup>2</sup>	เลขที่	ผลต่างของ คะแนน d	d <sup>2</sup>
95	17	289	98	10	100
96	16	256	99	15	225
97	9	81	100	17	289
รวม				1711	31407

ตั้งสมมติฐาน : คะแนนเฉลี่ยของการสอบก่อนเรียนบทเรียน เท่ากับคะแนนเฉลี่ยของการสอบ  
หลังการ เรียนบทเรียนแบบ โปรแกรม

คำนวณมัธยฐาน เลขคณิตของผลต่าง ระหว่างคะแนนก่อน เรียนและหลัง เรียนบทเรียนแบบ โปรแกรม

$$\begin{aligned}\bar{d} &= \frac{\sum d}{N} \\ &= \frac{1711}{100} \\ &= 17.11\end{aligned}$$

คำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่าง

$$\begin{aligned}\text{ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง } S.D. d &= \sqrt{\frac{\sum d^2}{N} - \left(\frac{\sum d}{N}\right)^2} \\ &= \sqrt{\frac{31407}{100} - (17.11)^2} \\ &= \sqrt{314.07 - 292.752} \\ &= \sqrt{21.318} \\ &= 4.61\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่าง } (\sigma_d) &= \frac{S.D.d}{\sqrt{N-1}} \\
 &= \frac{4.61}{\sqrt{99}} \\
 &= \frac{4.61}{9.95} \\
 &= 0.4633
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{จำนวนอัตราส่วนวิกฤติ } (z) &= \frac{\bar{d}}{\sigma_d} \\
 &= \frac{17.11}{0.4633} \\
 &= 36.93
 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01  $z$  มีค่า 2.58 ค่า  $z$  ที่คำนวณได้มีค่า  
 36.93 เพราะฉะนั้น ค่า  $z$  ที่คำนวณได้  $36.93 > 2.58$  ดังนั้น ค่าเฉลี่ย  
 ของคะแนนก่อนเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมต่างกันอย่างมี  
 นัยสำคัญที่ระดับ .01 และที่ระดับอื่นที่ต่ำกว่า จึงอาจกล่าวได้ว่า โดยเฉลี่ยแล้วการ  
 เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมนี้ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น

## ประวัติการศึกษา

ชื่อ . นางพวงเพ็ญ ทองลงยา  
วุฒิ การศึกษามัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2512  
สถานที่ทำงาน วิทยาลัยครูจันทระเกษม กรุงเทพมหานคร



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย