

บรรณานุกรม

- ไชยศรี วิรุฬห์จรรยา. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การ
จัดจำพวกพืช สำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา." วิทยานิพนธ์
ครุศาสตร์มหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2519.
- คุณ วิชโรบล. แบบเรียนชีววิทยาประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย. พระนคร :
ไทยวัฒนาพานิช, 2517.
- จำเนียร ช่วงโชติ และคณะ, จิตวิทยาการเรียนรู้. พระนคร : โรงพิมพ์การศาสนา,
2515.
- จรรยา วงศ์อำพันธ์. "เทคโนโลยีทางการศึกษา." ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรม
และเทคโนโลยีทางการศึกษา พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2515.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. "ความหมายของบทเรียนแบบโปรแกรม." คู่มือประกอบการเรียน
วิชา Programmed Instruction คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2516.
- เชาวน์ ชีโนรักษ์ และพรณี ชีโนรักษ์. ชีววิทยา. พระนคร : อักษรประเสริฐ, 2517
- เคโซ สวานนท์. จิตวิทยาทั่วไป. พระนคร : โรงพิมพ์เจริญธรรม, 2510.
- นภาพร ภมรบุตร. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องกรรมพันธุ์ตามหลักของเมนเดล
สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5." วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์มหาบัณฑิต แผนกวิชา
มัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.

- นิตา สะเพียรชัย. "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์." วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พระนคร : โรงพิมพ์-การศาสนา (กรกฎาคม 2520) : 6-7.
- ประคอง กรรณสูต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 3. พระนคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2515.
- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา และคณะ. "การเรียนรู้." เอกสารประกอบการสอนวิชาจิตวิทยาทั่วไป ฉบับที่ 2 พระนคร : โรงพิมพ์สุรสภา, 2515.
- เป็รื่อง กุญท. "การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป." คู่มือประกอบการเรียนวิชา Multi-Media Approach for Programmed Instruction วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2515.
- วิจิตร ศรีธำณ. "เทคนิควิทยาทางการศึกษา" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา พระนคร : โรงพิมพ์สุรสภา, 2517.
- วรุฬห์ สุวรรณกิติ. แบบเรียนชีววิทยาประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย. พระนคร : อักษรเจริญทัศน์, 2517.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ชีววิทยาประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย เล่ม 3. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, พระนคร : สุรสภาลาดพร้าว, 2519.
- สุนันท์ บัณฑาคม. บทเรียนแบบโปรแกรม . การสร้างและการเขียนโปรแกรมการสอน. แผนกวิชาสัตหัตถศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.
- _____. "บทเรียนสำเร็จรูป" ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยี กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, พระนคร, 2510.

Alcorn, Marvin D. Better Teaching in Secondary Schools. New York : Holt Rinehart & Winston, Inc., 1967.

Callender, Patricia. Programmed Learning : Its Development and Structure. London: Longman., 1969.

Collagan, Robert B. "The Construction and Evaluation of a Programmed Course in Mathematic Necessary for Success in Collegate Phusical Science." Dissertation Abstracts International, 30 (December, 1969): 1071 - A.

Day, Jesse H. "Teaching Machines." J. Chem Educ 36(1959) : 59-595.

Deterline, William A & Other. An Introduction to Programmed Instruction. New York; Prentice - Hall Inc., 1963: 32.

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

Ebel, Robert L. Essential of Educational Measurment. Engle Wood Cliffs, New Jersey; Prentice-Hall, Inc., 1972.

Eigan, Lewis D. "High School Student Reactions to Programmed Instruction." Phi Delta Kappan 14(Summer, 1966) : 275.

Francis, George Harold. "An Experimental Study of the Effectiveness of Self Instruction Versus the Lecture-Demonstration Method of Teaching Selected Phase of Electricity." Dissertation Abstract International, 27(April, 1967) : 3388 - A.

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

Gronlund, Norman E. Constructing Achievement Test. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall. Inc., 1968.

McElroy, William D. and Swanson, Carl P. Foundations of Biology. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall Inc., 1968.

Moriber, George. "The Effects of Programmed Instruction in a College Physical Science Course for Non-Science Student." Journal of Research in Science Teaching 6(1969): 214-216.

Pereira, Paul D. Introduction to Programmed Learning. Geneva: Management Development Branch Human Resources Department, Manual, 25(1971) : 5.

Powell, Len S. Communication and Learning. London : Sir Issac Pitman and Sons Ltd., 1967 : 169-172.

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

Randolph, Paul H. "An Experiment in Programmed Instruction in Junior High School." A.V. Communication Review 4 (Winter, 1965) : 449.

Sacerdote, Luciana. "Evaluation of Programmed Instruction." J. Chem Educ 39(1962) : 390.

Stolurow, Lawrence M. Teaching by Machine. Washington: US Government Printing office., 1961 : 12-13.

Storen, Tracy I. and Usinger, Robert L. Elements of Zoology. New York : McGraw-Hill Company., 1965.

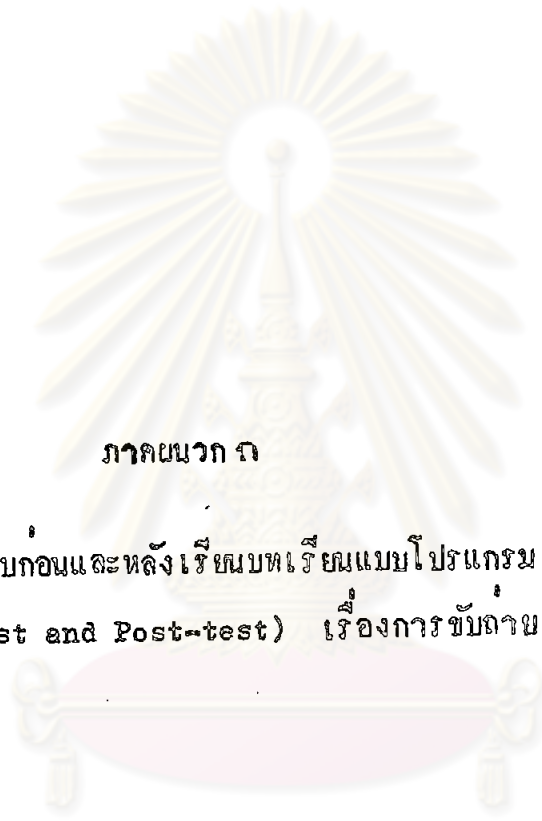
Weisz, Paul B. The Science of Biology. New York: Mc Graw-Hill Company., 1965.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

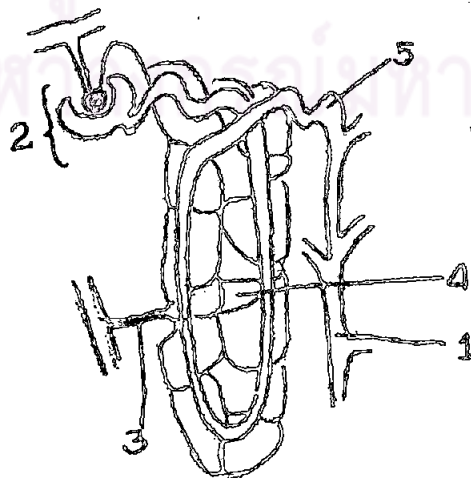
แบบทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม
(Pre-test and Post-test) เรื่องการขับถ่าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. สารอาหารใดที่มีอิทธิพลมากที่สุด จะทำให้ส่วนประกอบของน้ำปัสสาวะแตกต่างกัน
- ไขมัน
 - โปรตีน
 - น้ำตาล
 - เกลือแร่
6. ถ้าพารามีเทียมไม่มีคอนแทคทิลแวกคิวโอลน่า จะเกิดอะไรขึ้นกับพารามีเทียม
- เซลล์ของพารามีเทียมจะแตกกระจาย
 - เซลล์ของพารามีเทียมจะเหี่ยว
 - ไม่มีการขับถ่ายของเสีย
 - น้ำจะเข้าและออกจากเซลล์ไม่ได้
7. สัตว์จำพวกใดกำจัดของเสียที่มีไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบในรูปของกรดยูริก ซึ่งไม่ละลายน้ำ
- พารามีเทียม
 - ไส้เดือนดิน
 - ตุ๊กแตน
 - ปลา
8. อวัยวะขับถ่ายของสัตว์ชนิดใดที่มีลักษณะเป็นท่อขดไปจดมา
- พารามีเทียม
 - ไฮดรา
 - ไส้เดือนดิน
 - ถูกทั้งข้อ ก. ข. และ ค.

9. ยูเรียถูกคัดออกจากเลือดขณะไหลผ่าน
- กระเพาะปัสสาวะ
 - ไต
 - ปอด
 - นม
10. เราจัดเนฟริเดียเป็นไตชั้นต่ำเพราะ
- เนฟริเดียมีลักษณะเหมือนไตของสัตว์มีกระดูกสันหลัง
 - เนฟริเดียทำหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือด เช่นเดียวกับไตของสัตว์มีกระดูกสันหลัง
 - เนฟริเดียกำจัดของเสียที่เป็นสาร
 - เนฟริเดียควบคุมปริมาณของสารภายในโพรงที่
11. เหตุที่พืชไม้จำเป็นต้องมีอวัยวะขับถ่ายเพราะ
- พืชไม่มีของเสียที่ต้องกำจัด
 - พืชสามารถคายน้ำออกทางใบ
 - ของเสียที่เกิดจากขบวนการเมตาโบลิซึมพืชสามารถนำกลับไปใช้ได้อีก
 - พืชสามารถปรับตัวให้อยู่ในสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าสัตว์

จงศึกษาจากภาพแล้วตอบคำถามข้อ 12-15



12. ภาพยนตร์แสดง
- เนฟรีเตีย
 - โกลเมอรูลัส
 - โบว์แมนสแคปซูล
 - หน่วยไต
13. ส่วนใดทำหน้าที่กรองสารออกจากเส้นเลือด
- หมายเลข 1
 - หมายเลข 2
 - หมายเลข 3
 - หมายเลข 4
14. ข้อใดพบในหมายเลข 1 แต่พบในหมายเลข 3 น้อยมากหรือแทบไม่พบเลย
- ยูเรีย
 - เกลือ
 - วิตามิน
 - กลูโคส
15. บริเวณที่มีการดูดกลับคืนของสารสู่ร่างกายคือ
- หมายเลข 2
 - หมายเลข 3
 - หมายเลข 4
 - หมายเลข 5
16. การดูดกลับคืนของสารสู่ร่างกายอาศัยขบวนการ
- ออสโมซิส
 - แอกทีฟทรานสปอร์ต
 - คูลัม
 - ออสโมซิสและแอกทีฟทรานสปอร์ต

17. ข้อใดถูกต้องที่สุด
- ก. การถ่ายยีสสาวจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ
 - ข. การถ่ายยีสสาวจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทส่วนกลาง
 - ค. การถ่ายยีสสาวจะถูกควบคุมโดยเส้นประสาทชนิดซิมพาเทติก
 - ง. การขับถ่ายยีสสาวจะถูกควบคุมโดยเส้นประสาทชนิดพาราซิมพาเทติก
18. สัตว์จำพวกใดที่มีเนฟริเคียเป็นอวัยวะขับถ่าย
- ก. แอนเนลิดส์
 - ข. มอลลัสต์
 - ค. โพรโตซัว
 - ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข้อ ข.
19. อวัยวะขับถ่ายของแมลง คือ
- ก. ทอดม
 - ข. หลอดคัมมิทีเกียม
 - ค. เฟลมเซลล์
 - ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข้อ ข.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

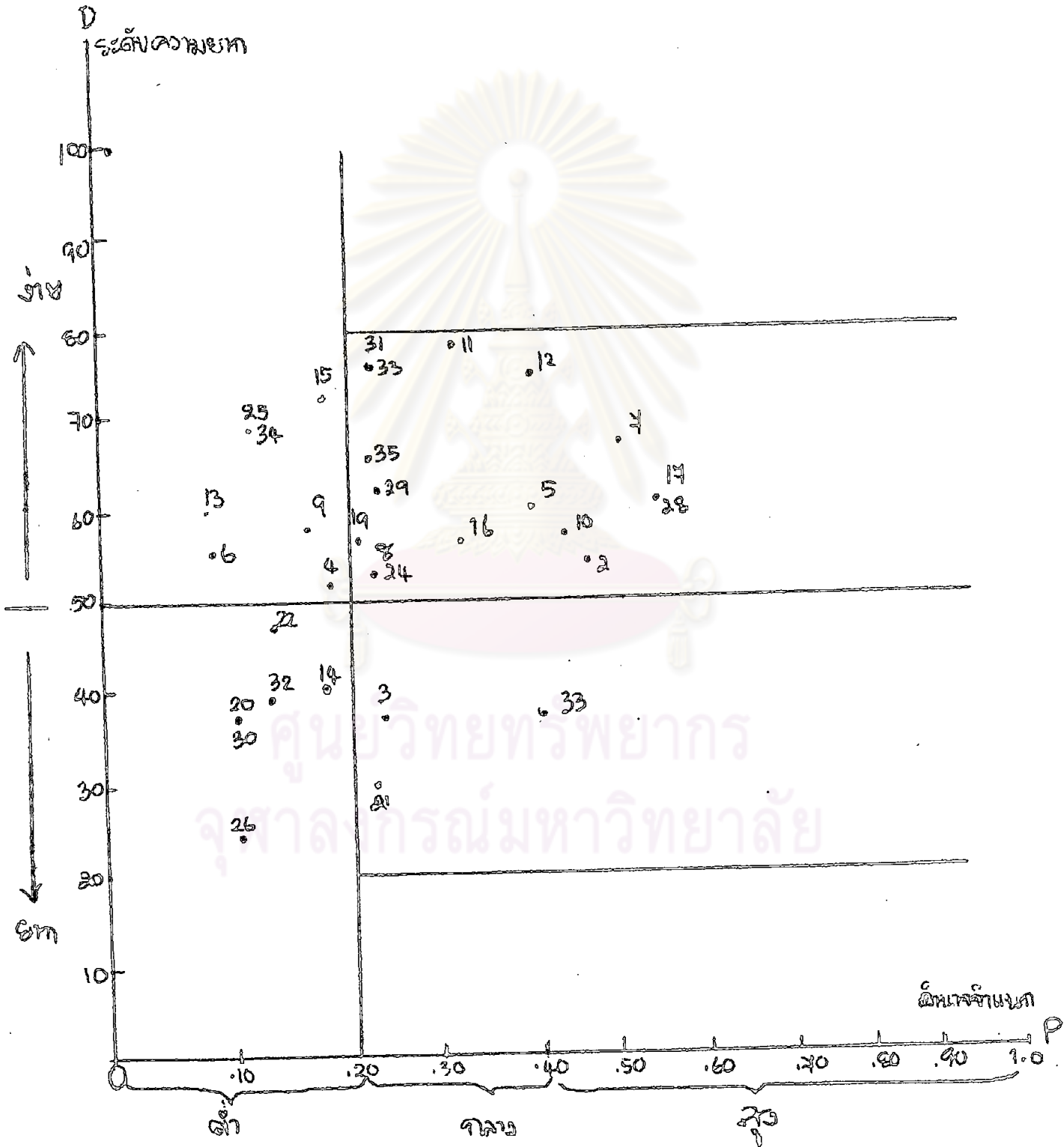
ตารางที่ 5

ตารางวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าระกับความยาก (P) ของแบบสอบ

ข้อที่	U	L	D	P	เป็นแบบสอบก่อน และหลังพบวิธี ข้อที่
1.	25	25	.00	100	-
2.	20	7	.52	54	1
3.	13	6	.28	38	2
4.	16	10	.24	52	-
5.	20	9	.44	58	3
6.	15	13	.08	56	-
7.	23	9	.56	64	4
8.	17	10	.28	54	5
9.	17	12	.20	58	-
10.	20	8	.48	56	6
11.	24	15	.36	78	7
12.	24	13	.44	74	8
13.	16	14	.08	60	-
14.	13	7	.24	40	-
15.	21	15	.24	72	-
16.	19	9	.40	56	9
17.	22	7	.60	58	10
18.	25	21	.16	92	-
19.	17	10	.28	54	11
20.	11	8	.12	38	-

ข้อ	U	L	D	P	เป็นแบบสอบถาม และหลังบทเรียน ข้อ
21.	11	4	.28	30	12
22.	14	10	.16	48	-
23.	15	4	.44	38	13
24.	17	10	.28	54	14
25.	19	6	.12	70	-
26.	8	5	.12	26	-
27.	24	21	.12	90	-
28.	22	7	.60	58	15
29.	19	12	.28	62	16
30.	11	8	.12	38	-
31.	22	15	.28	74	17
32.	12	8	.16	40	-
33.	22	15	.28	74	18
34.	19	16	.12	70	-
35.	20	13	.28	66	19

จุดภาพแปดวงรับความยาวและอัตราเข้าแนวของเลนส์ 35 มม



ตารางที่ 6 ตารางวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบ

คะแนน(X)	ความถี่ (f)	fX	fX ²	
6	3	18	108	
7	8	56	392	
8	6	48	384	
9	5	45	405	
10	7	70	700	
11	10	110	1,210	
12	8	96	1,152	
13	7	91	1,183	
14	5	70	980	
15	6	90	1,350	
16	11	176	2,816	
17	10	170	2,890	
18	12	216	3,888	
19	2	38	722	
Σ	100	1,294	18,180	



วิธีคำนวณหาค่าความเที่ยงของแบบสอบถาม

มัธยิมเลขคณิต (\bar{X})

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\sum fX}{N}$$

$$\sum fX = 1294$$

$$N = 100$$

$$\text{แทนค่า } \bar{X} = \frac{1294}{100} = 12.94$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$\text{สูตร S.D.} = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{N} - \frac{(\sum fX)^2}{N}}$$

$$\sum fX^2 = 18180$$

$$\sum fX = 1294$$

$$N = 100$$

$$\text{แทนค่า S.D.} = \sqrt{\frac{18180}{100} - \frac{1294^2}{100}}$$

$$= \sqrt{181.80 - 167.44}$$

$$\text{S.D.} = \sqrt{14.36}$$

$$\text{S.D.} = 14.36$$

ความเที่ยง (Reliability)

$$\text{สูตร } r_{KR21} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{M(K-M)}{K \cdot 6^2} \right]$$

r_{KR21} = สัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง (Reliability Coefficient)
 K = จำนวนข้อสอบในแบบสอบ (19)
 M = คะแนนเฉลี่ย (12.94)
 6^2 = ความแปรปรวนของคะแนน (14.36)

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 r_{KR21} &= \frac{19}{19-1} \left[1 - \frac{12.94(19-12.94)}{19 \times 14.36} \right] \\
 &= 1.06 \times \left[\frac{1 - 12.94 \times 6.06}{272.84} \right] \\
 &= 1.06 \times \left[1 - \frac{78.42}{272.84} \right] \\
 &= 1.06 \times (1 - .29) \\
 &= 1.06 \times .71 \\
 &= .75
 \end{aligned}$$



ภาคผนวก ข.

บทเรียนแบบโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การถ่ายภาพ"
สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

เพศ.....



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำชี้แจงสำหรับยูเรียน

บทเรียนแบบโปรแกรมนี้ เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ยูเรียนได้เรียนด้วยตนเองไม่ต้องใช้ครูสอน บทเรียนจะทำหน้าที่เหมือนครูสอน ยูเรียนจะได้รับประโยชน์มากถ้าทำตามคำแนะนำต่อไปนี้

รายละเอียดเกี่ยวกับบทเรียนนี้

1. บทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "การขับถ่าย" นี้ เขียนขึ้นตามเนื้อหาวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เนื้อหาของบทเรียนจะแบ่งออกเป็นข้อย่อย ๆ เรียกว่า กรอบ เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก
3. ในแต่ละกรอบจะมี เนื้อหาความรู้ให้นักเรียนอ่าน บางกรอบมีคำถาม บางกรอบไม่มีคำถาม ในกรอบที่มีคำถามให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ในแต่ละกรอบ
4. นักเรียนควรพิจารณาให้ถี่ถ้วนก่อนตอบ หากไม่แน่ใจที่จะตอบ นักเรียนอาจย้อนกลับไปทบทวนขอความรู้และคำถามในกรอบที่ผ่านมาได้
5. นักเรียนจะทราบคำตอบทันทีว่าถูกหรือผิด โดยตรวจคำตอบในกานชายมือของกรอบถัดไป ให้นักเรียนใช้กระดาษปิดข้อความในกรอบถัดไป เมื่อตอบเสร็จแล้วจึงเปิดตรวจคำตอบ
6. เมื่อนักเรียนเปิดดูคำตอบแล้วให้เปรียบเทียบคำตอบ ถ้าตรงกันหรือไม่ไปในทำนองเดียวกัน ก็ทำกรอบต่อไป แต่ถ้าผิดหรือไม่เป็นไปในทำนองเดียวกันให้กลับไปอ่านและทำความเข้าใจเรื่องราวในกรอบที่ผ่านมาแล้วอีกครั้ง
7. ทำทุก ๆ กรอบ ตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้ายเรียงตามลำดับอย่าข้ามกรอบใดกรอบหนึ่ง ฟังระดึกไว้เสมอว่า คำถามและคำตอบในแต่ละกรอบไม่ใช่ข้อสอบ แต่เป็นคำถามนำเพื่อให้นักเรียนคิด

ข้อสำคัญ นักเรียนต้องไม่เปิดดูคำตอบก่อน เพราะจะทำให้ให้นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจและเป็นเหตุให้นักเรียนทำแบบทดสอบทำแบบไม่ได้

	<p>ก. 1</p> <p>สิ่งมีชีวิตต้องกินอาหาร หายใจ สืบพันธุ์ เจริญเติบโต ขั้บถ่าย และตอบสนองต่อสิ่งเร้า สิ่งเหล่านี้เป็นคุณสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นการขั้บถ่าย เป็น.....</p>
<p>คุณสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต</p>	<p>ก. 2</p> <p>คุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตดังกล่าว เช่น การกินอาหาร การย่อยอาหาร การหายใจ การขั้บถ่าย และการเจริญเติบโต เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เพื่อการดำรงชีวิต เราเรียกขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเพื่อการดำรงชีวิตนี้ว่า <u>เมตาโบลิซึม (Metabolism)</u></p> <p>เมตาโบลิซึม (Metabolism) คือ.....</p> <p>.....</p>
<p>ขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเพื่อการดำรงชีวิต</p>	<p>ก. 3</p> <p>เมตาโบลิซึม ประกอบด้วย คือ <u>อนาโบลิซึม (Anabolism)</u> และ <u>คาตาโบลิซึม (Catabolism)</u></p> <p>อนาโบลิซึม คือ การสร้างเสริมพลังงาน เช่น กินอาหารแล้วย่อย เพื่อนำไปสร้างโปรโตพลาสซึม (Protoplasm) ซึ่งเป็นแหล่งของพลังงานศักย์</p> <p>คาตาโบลิซึม คือ การทำลายเป็นการเปลี่ยนพลังงานศักย์ของโปรโตพลาสซึมให้เป็นพลังงานอย่างอื่น เช่น พลังงานเคมี, ความร้อน เป็นต้น ตัวอย่างขบวนการคาตาโบลิซึม ได้แก่ การหายใจและการขั้บถ่าย</p> <p>การขั้บถ่าย เป็นขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเพื่อการดำรงชีวิตอย่างหนึ่งของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ.....</p> <p>แบบ.....</p>

<p>ขบวนการ เมตาโบลิซึม แบบคาตาโบลิซึม</p>	<p>ก. 4</p> <p>ผลของ เมตาโบลิซึมทำให้เกิดของเสีย ถ้ามีมากจะทำให้เป็นพิษต่อร่างกาย จำเป็นต้องกำจัดออกไป <u>การกำจัดของเสียที่ร่างกายไม่ต้องการซึ่งเกิดจากขบวนการ เมตาโบลิซึม</u> เราเรียกวาการขับถ่าย (Excretion)</p> <p>การขับถ่ายคือ.....</p> <p>.....</p>
<p>การกำจัดของเสียที่ร่างกายไม่ต้องการซึ่งเกิดจากขบวนการ เมตาโบลิซึม</p>	<p>ก. 5</p> <p>ของเสียที่เกิดจากขบวนการ เมตาโบลิซึมมีหลายชนิด ได้แก่ น้ำ และเกลือแร่ที่มากเกินความต้องการ, คาร์บอนไดออกไซด์, ของเสียที่เป็นสารประกอบของไนโตรเจน เช่น แอมโมเนีย ยูเรีย และกรดยูริก</p> <p>คาร์บอนไดออกไซด์, แอมโมเนีย, ยูเรีย, กรดยูริก, น้ำ และเกลือแร่ที่มากเกินความต้องการ คือ.....ที่เกิดจากขบวนการ.....</p>
<p>ของเสีย เมตาโบลิซึม</p>	<p>ก. 6</p> <p>เมื่อกล่าวถึงการกำจัดของเสีย มักเข้าใจผิด รวมถึงการกำจัดกากอาหารด้วย แต่กากอาหารมีชื่อของเสีย เพราะกากอาหาร<u>ไม่ได้เกิดจากขบวนการ เมตาโบลิซึม</u> เป็นเพียงส่วนประกอบของอาหารซึ่งไม่สามารถถูกย่อยได้อีกต่อไป</p> <p>การกำจัดกากอาหารไม่ใช่การกำจัดของเสีย เราไม่ถือว่าอยู่ในขบวนการขับถ่ายเพราะกากอาหารไม่ได้เกิดจาก.....</p> <p>.....</p>

ขบวนการ เมตาโบลิซึม

ก. 7

เราอาจจำแนกของเสียที่เกิดจากขบวนการ เมตาโบลิซึมได้ดังนี้คือ

1. ของเสียที่เกิดจากการ เปลี่ยนแปลงของ น้ำตาลและไขมันได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ และ น้ำ
2. ของเสียที่เกิดจากการ เปลี่ยนแปลงของโปรตีน ได้แก่ สารประกอบของไนโตรเจน เช่น แอมโมเนีย, ยูเรีย, และกรดยูริก
3. ของเสียอื่น ๆ ได้แก่ เกลืออินทรีย์ต่าง ๆ เช่น โซเดียมคลอไรด์, โซเดียมซัลเฟต, แมกนีเซียมคลอไรด์, แมกนีเซียมซัลเฟต เป็นต้น

จงเติมชนิดของ ของเสียที่เกิดจากการ เปลี่ยนแปลงของสารลงใน กรอบว่างต่อไปนี้

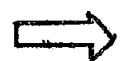
น้ำตาล และ ไขมัน



[]

[]

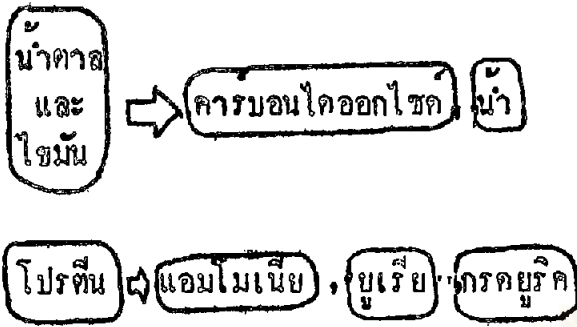
โปรตีน



[]

[]

[]



ก. 8

โปรตีน, ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตเป็นสารประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ในการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิต นอกจากนี้ น้ำและเกลือแร่ต่างมีความสำคัญไม่น้อยเหมือนกัน

สารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ได้แก่

1.
2.
3.
4.
5.

1. โปรตีน
2. ไขมัน
3. คาร์โบไฮเดรต
4. น้ำ
5. เกลือแร่

ก. 9

สิ่งมีชีวิตมีวิธีการรักษาปริมาณของสารในร่างกายให้พอเหมาะอยู่เสมอ ถ้ามีมากเกินไปก็จำเป็นต้องกำจัดออก และถ้ามีน้อยเกินไปก็จะปรับตัว ให้เกิดการสูญเสียสารนั้นไปน้อยที่สุด เช่น สัตว์ทะเลเค็มที่อาศัยอยู่ในน้ำ น้ำจะผ่านเข้าสู่เซลล์ตลอดเวลา ถ้าไม่มีการกำจัดน้ำออก เซลล์นั้นจะพองและแตกได้

แมลงอหุมนบก ต้องรักษาปริมาณของน้ำในร่างกายไว้ไม่ให้สูญเสียไปง่าย ๆ ของเสียที่แมลงกำจัดออกไป จึงอยู่ในรูปของ กรดยูริก ซึ่งเป็นของแข็งไม่ละลายน้ำ ซึ่งเป็นการรักษาปริมาณของน้ำไว้

สิ่งมีชีวิตมีวิธีการรักษาปริมาณของสารในร่างกายให้พอเหมาะอยู่เสมอโดย.....

<p>กำจัดสารที่มีมากเกินไป ออกและถ้ามีน้อยเกินไป ก็จะทำให้เกิดการสูญเสีย สารนั้นไปน้อยที่สุด</p>	<p>ก. 10</p> <p>สิ่งมีชีวิตมักอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน เช่น ในน้ำจืด น้ำเค็ม บนบก ในที่ร่มชื้นหรือในที่แห้งแล้งกันดาร สภาพแวดล้อมภายนอก บาง ครั้งจะแตกต่างจากสภาพแวดล้อมภายในร่างกายเป็นอันมาก เพื่อความ อยู่รอด <u>สิ่งมีชีวิตจะต้องปรับสภาพแวดล้อมภายในให้เหมาะสมเสมอไม่ว่า จะอยู่ในสิ่งแวดล้อมอย่างไร</u></p>
	<p>ก. 11</p> <p>การปรับสภาพแวดล้อมภายในร่างกายให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ภายนอก คือ การรักษาสมดุลภาพของสาร (Homeostasis) ในร่างกายให้พอเหมาะนั้นเอง</p> <p>สิ่งมีชีวิตจึงต้องมีอวัยวะพิเศษ ช่วยในการรักษาสมดุลภาพของสาร <u>ในร่างกาย</u> ซึ่งเราเรียกว่า <u>อวัยวะขับถ่าย</u> เพราะจะทำหน้าที่กำจัด สารที่ร่างกายไม่ต้องการออกไป</p> <p>การขับถ่ายจึงเกี่ยวข้องกับการ.....</p>
<p>รักษาสมดุลภาพของ สารในร่างกาย</p>	<p>ก. 12</p> <p>พืชมีการกำจัดของเสียออกสู่ภายนอกเช่นเดียวกับสัตว์ ของเสีย ของพืชได้แก่ <u>คาร์บอนไดออกไซด์</u> และ<u>น้ำ</u>ที่มากเกินไป ซึ่งพืชจะกำจัด ออกทางปากใบ (stomata) ซึ่ง พบทั่วไปตามผิวของใบหรือทางเลนทิเซล (Lenticel)ซึ่ง พบทั่วไปตามผิวของลำต้น นอกจากนี้ยังมี<u>เกล็ดอวเร</u> ซึ่งเป็น ของเสียที่ถูกเปลี่ยนเป็นผลึกที่ไม่ละลายน้ำ สะสมไว้ที่ใบ และจะร่วงไป พร้อมกับใบที่แก่</p> <p>ของเสียของพืชซึ่งกำจัดออกสู่ภายนอกได้แก่..... และ.....</p>

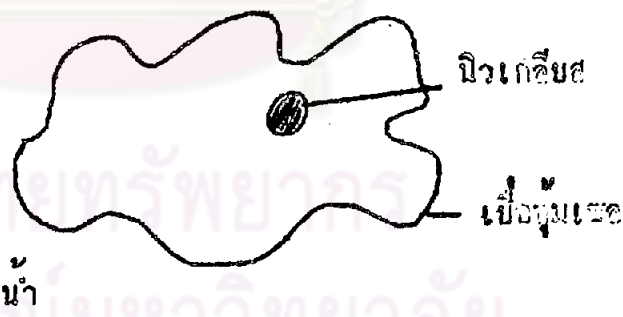
คาร์บอนไดออกไซด์
น้ำและ เกลือแร่

ก. 13

ของเสียของพืชบางอย่าง เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ พืชนำกลับ
ไปใช้ในการสังเคราะห์แสงได้อีก การกำจัดของเสียของพืชจึงไม่ยุ่ง
ยากเหมือนของสัตว์ นอกจากนี้ การดำรงชีวิตของพืช เกี่ยวข้องกับ
คาร์โบไฮเดรตมากกว่าโปรตีน และสารที่เกิดจากการสลายตัวของ
คาร์โบไฮเดรตเป็นอันตรายน้อยกว่าสารที่เกิดจากการสลายตัวของ
โปรตีน พืชจึงไม่จำเป็นต้องมีอวัยวะขับถ่ายพิเศษเหมือนของสัตว์
การกำจัดของเสียของพืชไม่ยุ่งยากเหมือนของสัตว์ เพราะ.....
.....
.....
พืชมีอวัยวะขับถ่ายพิเศษหรือไม่.....
(ตอบว่า มี หรือ ไม่มี)

พืชนำของเสียบางอย่าง
เช่นคาร์บอนไดออกไซด์
กลับไปใช้ในการสัง
เคราะห์แสงและการ
ดำรงชีวิตของพืชเกี่ยว
ข้องกับคาร์โบไฮเดรต
มากกว่าโปรตีน
ไม่มี

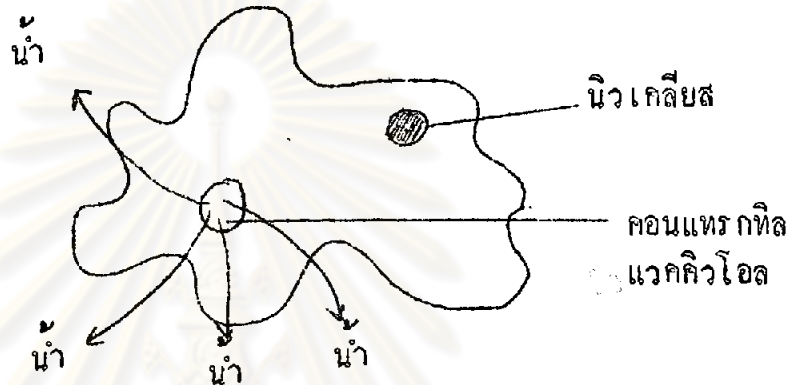
ก. 14



สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น โปรโตซัว มีเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell mem-
brane) กั้นไว้ระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก คือ น้ำ
ดังนั้นของเสียที่เป็นก๊าซ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ และ
แอมโมเนียจึงแพร่ออกทาง.....

เยื่อหุ้มเซลล์

ก. 15



โดยปกติน้ำจากภายนอกจะออสโมซิส (Osmosis) สู่วัสดุเซลล์ตลอดเวลา แต่เซลล์ไม่แตก เพราะน้ำซึ่งมากเกินไป จะไหลไปรวมอยู่ในคอนแทรกทิลแวกคิวโอล (Contractile Vacuole) เมื่อคอนแทรกทิลแวกคิวโอลโตเต็มที่ จะดันเยื่อหุ้มเซลล์ให้แตก น้ำไหลสู่ภายนอก ทำให้โปรโตซัวรักษาระดับน้ำภายในเซลล์ให้คงที่ได้

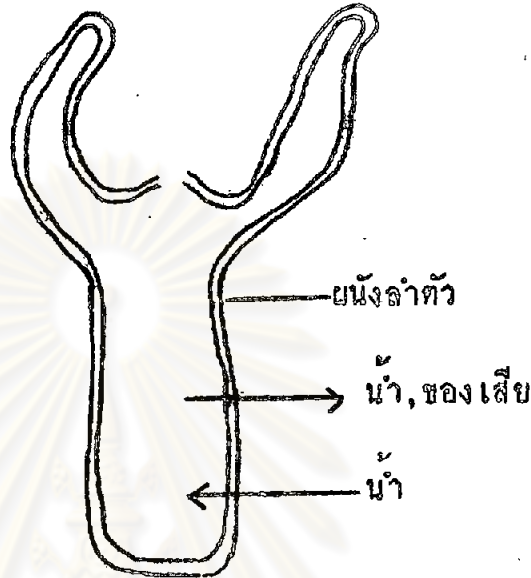
หน้าที่สำคัญของ คอนแทรกทิลแวกคิวโอล คือ.....

.....

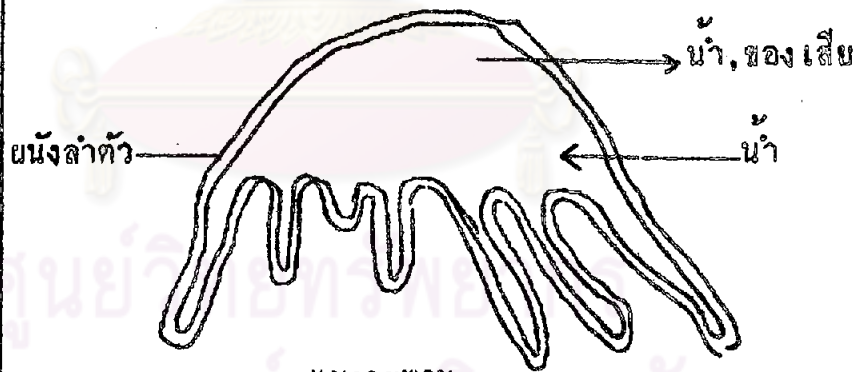
.....

รักษาระดับน้ำภายในเซลล์
ให้คงที่

ก. 16



ไฮดรา



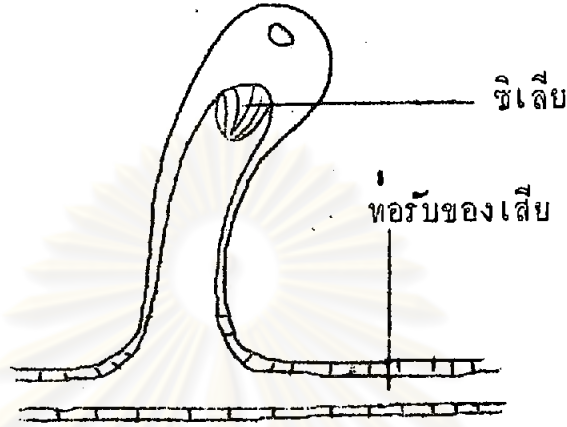
แมงกะพรุน

สัตว์หลายเซลล์บางชนิด เช่น ไฮดรา (Hydra) และแมงกะพรุน (Jelly Fish) มีผนังลำตัวกั้นไว้ระหว่างอวัยวะภายในกับสิ่งแวดล้อมภายนอกคือน้ำ

การขยับถ่ายของเสีย และน้ำของไฮดราและแมงกะพรุน
เกิดขึ้น.....

ผนังลำตัว

ก. 17



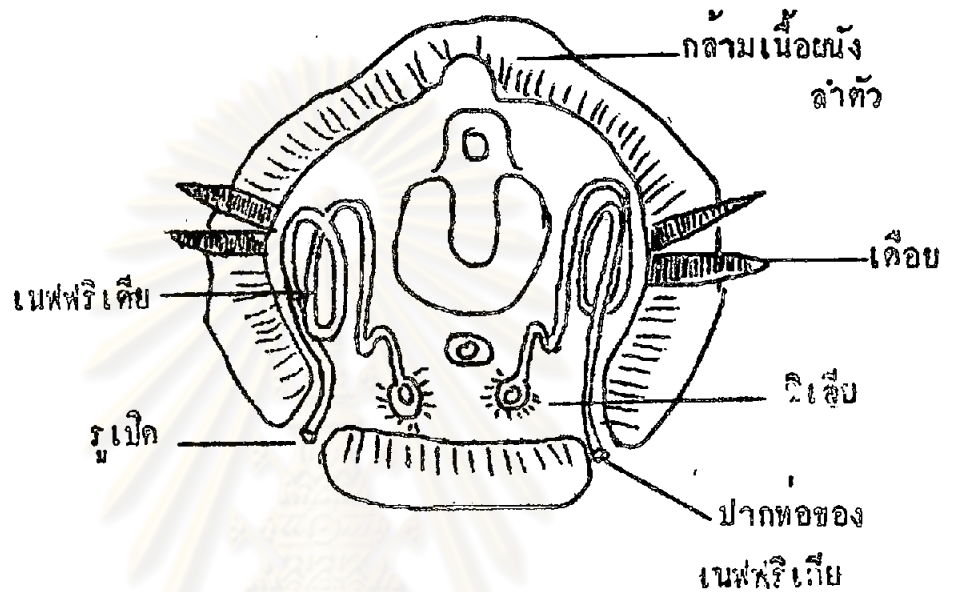
ภาพแสดงเซลล์เปลวไฟของพลานาเรีย

พลานาเรีย (Planaria) เป็นหนอนตัวแบนหากินอิสระ มีการขับถ่ายที่เจริญกว่า ไฮดราและแมงกะพรุน อวัยวะขับถ่ายของพลานาเรียเรียกว่า เซลล์เปลวไฟ (Flamecells) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีอยู่ทั่วร่างกาย จะทำหน้าที่กำจัดน้ำที่มีมากเกินไป, คาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนียออกสู่ภายนอก ภายในเซลล์เปลวไฟแต่ละอันมี ซิเลีย (Cilia) ทำหน้าที่พัดโบกของเสียจากเซลล์ ไหลเข้าไปในท่อรับของเสีย (Excretory Canal) เพื่อรวบรวมและกำจัดออกนอกลำตัว

หน้าที่สำคัญของเซลล์เปลวไฟ คือ กำจัดน้ำที่มีมากเกินไปและของเสีย เช่น.....และ.....ออกสู่ภายนอก

การบวมไตออกไซค,
แอมโมเนีย

ก. 18



ภาพแสดง เนฟริ เดียของไส้เดือนดิน

อวัยวะของสัตว์หลายเซลล์จำพวก Mollusks ซึ่งเป็นสัตว์ที่มีลำตัวเป็นปล้อง เช่น ไส้เดือนดิน มีลักษณะเป็นท่อ ซดไปซดมา เรียกว่า เนฟริ เดีย(Nephridia) ปลายของท่ออยู่ในลำตัว ข้างหนึ่งจะมี นิ้เลี้ยง ทำหน้าที่โบกให้ของเสียซึ่งประกอบด้วย แอมโมเนีย ยูเรีย และน้ำมีมากเกินพอ ของเสียเหล่านี้กรองได้จากเลือดและไหลเข้าไปในท่อ แล้วจึงถูกขับออกนอกลำตัวทางปลายท่ออีกข้างหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะเป็นรูเปิดสู่ภายนอกทางรูเปิด ส่วน การบวมไตออกไซค จะแพร่ออกทาง ผนังลำตัวของไส้เดือนดิน

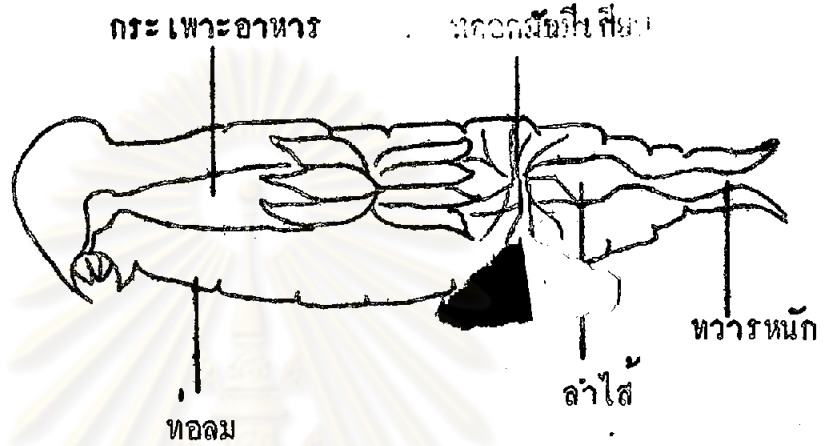
อวัยวะขับถ่ายของไส้เดือนดินได้แก่.....

และ.....

<p>เนฟริเดียม, แมงลำตัว</p>	<p>ก. 19</p> <p>นอกจากจะพบ เนฟริเดียม (Nephridia) ในสัตว์จำพวก Annelids แล้วยังพบในสัตว์จำพวก Mollusks ด้วย</p> <p>เนฟริเดียมของ Annelids และ Mollusks ทำหน้าที่เหมือนกัน คือ กรองของเสียออกจากเลือด เช่นเดียวกับไตของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง เราจัด เนฟริเดียมเป็นไตชั้นต่ำเพราะมีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อนเหมือนของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง</p> <p>เนฟริเดียมของ Annelids และ Mollusks ทำหน้าที่เหมือนไตของสัตว์มีกระดูกสันหลัง เพราะ.....</p> <p>.....</p>
<p>ทำหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือด</p>	<p>ก. 20</p> <p>แมลง เป็นสัตว์บกที่มีวิวัฒนาการ ไม่ให้สูญเสีย น้ำ ซึ่งต่างจากพวก หนอนตัวแบน หรือไส้เดือนดินซึ่งเองเสียที่ถูกกำจัดออกมาเป็นของเหลว ซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบ ถ้าแมลงกำจัดของเสียออกมาเป็นของเหลว จะทำให้ร่างกายมีน้ำไม่เพียงพอ ดังนั้นของเสียจึงถูกกำจัดออกมาในรูปของ <u>กรดยูริก</u> ซึ่งเป็นของแข็งไม่ละลายน้ำ</p> <p>แมลงจำเป็นต้องประหยัดน้ำในร่างกาย ดังนั้นของเสียจึงถูกกำจัดออกมาในรูปของ..... ซึ่งเป็น.....</p> <p>.....</p>

กรดยูริก, ของแข็งไม่ละลาย
น้ำ

ก. 21



รูปแสดงอวัยวะขับถ่ายของแมลง

แมลงมีหลอดมัลปิจัน (Malpighian tubules) เป็นอวัยวะขับถ่าย อยู่ตรงรอยต่อของกระเพาะอาหารกับลำไส้ หลอดนี้มีลักษณะเป็นท่อเล็ก ๆ ติดต่อกับลำไส้ ของเสียคือ กรดยูริก ซึ่งเป็นสารประกอบของไนโตรเจน จะผ่านลำไส้ออกสู่ภายนอก ทางทวารหนัก พร้อมกับกากอาหารส่วน คาร์บอนไดออกไซด์ ผ่านออกสู่ภายนอกทางรูเปิดของท่อลม (Trachea) ซึ่งอยู่สองข้างตลอดลำตัว

อวัยวะขับถ่ายของแมลงได้แก่

1. ซึ่ง
2. ซึ่งขับถ่าย.....

เฉลย ก. 23

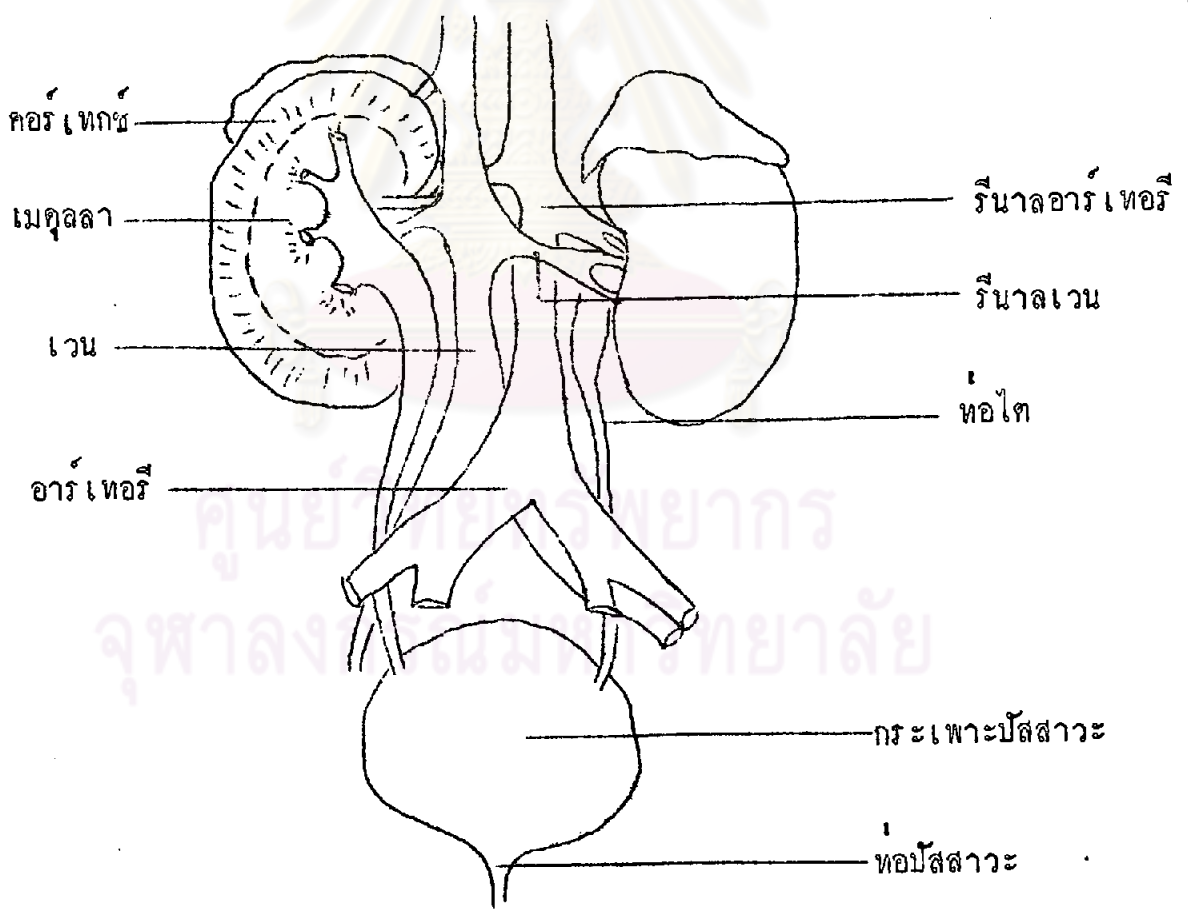
	Contractile Vacuole	Flame Cells	Nephridia	Malpighian Tubules	ผนังลำตัว
โปรโตซัว	✓				
ไฮดรา					✓
หนอนตัวแบน		✓			
ไส้เดือนดิน			✓		
หอย, ปลาหมึก			✓		
แมลง				✓	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. 24

อวัยวะขับถ่ายของสัตว์มีกระดูกสันหลัง คือ ไต (kidney) มีลักษณะคล้ายเมล็ดถั่วดำ มี 2 ข้าง ยาวประมาณ $4\frac{1}{2}$ นิ้ว กว้าง 2 - 3 นิ้ว และหนา 1 นิ้ว อยู่ในช่องท้องสองข้างของกระดูกสันหลังตรงนั้นเอง ต่อกไตเป็น ท่อไต (Ureter) ซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงน้ำปัสสาวะไปเก็บไว้ที่ กระเพาะปัสสาวะ (Urinary bladder) และกำจัดออกภายนอกทาง ท่อปัสสาวะ (Urethra) ที่ไตมีเส้นเลือด 2 เส้นคือ รีนัลอาร์เทอรี (Renal artery) ซึ่งแยกมาจากเส้นเลือดแดงใหญ่จะนำเลือดมากรองที่ไต และ รีนัลเวน (Renal vein) แยกมาจากเส้นเลือดดำใหญ่ ทำหน้าที่นำเลือดกลับไปฟอกที่ปอด

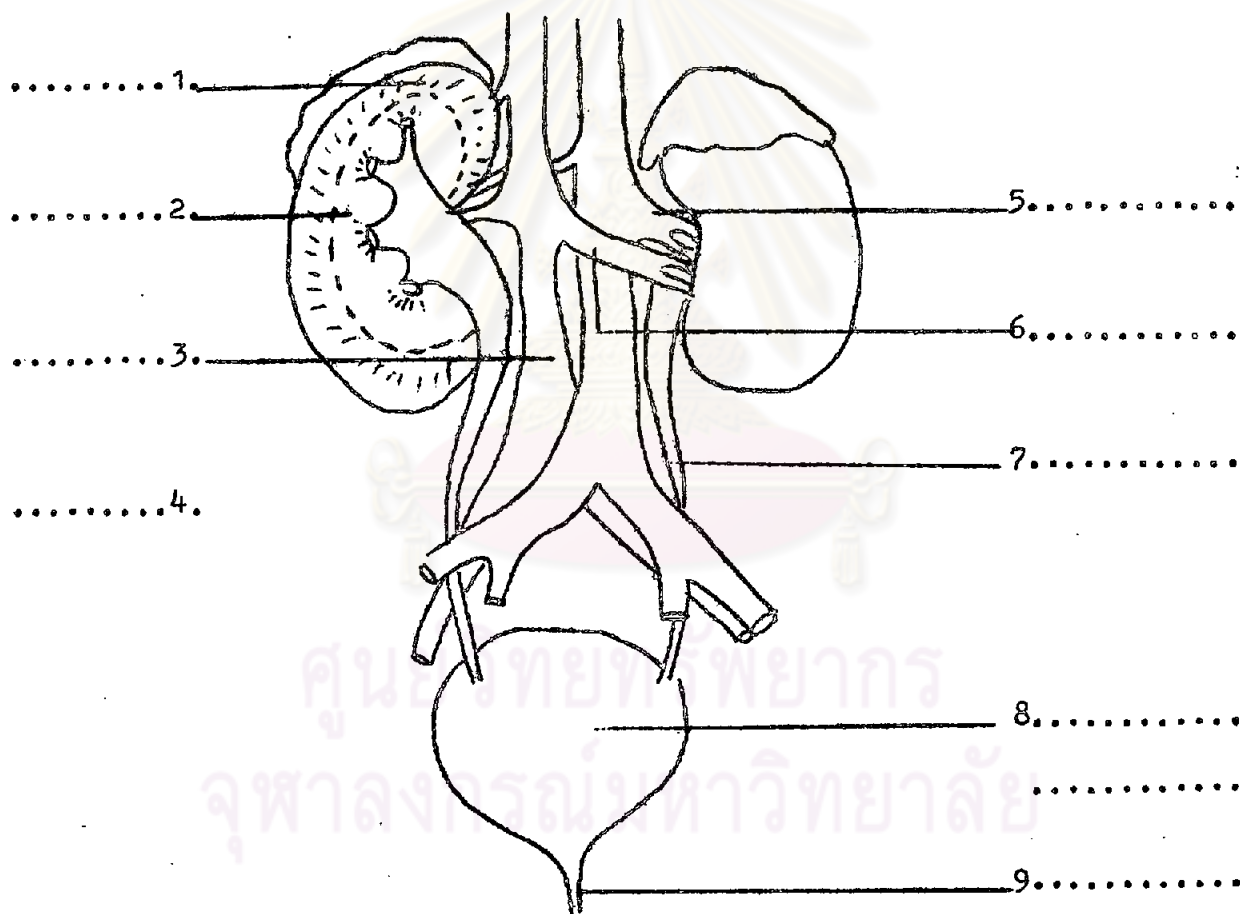
ถ้าผ่าไตตามยาวจะพบเนื้อเยื่อ 2 ชั้น ชั้นนอกเรียกว่า คอร์เท็กซ์ (Cortex) ชั้นในเรียก เมดูลลา (Medulla)



ศึกษาตำแหน่งและรูปร่าง, โครงสร้างของไตให้ละเอียดแล้วตอบคำถามในกรอบถัดไป

ก. 25

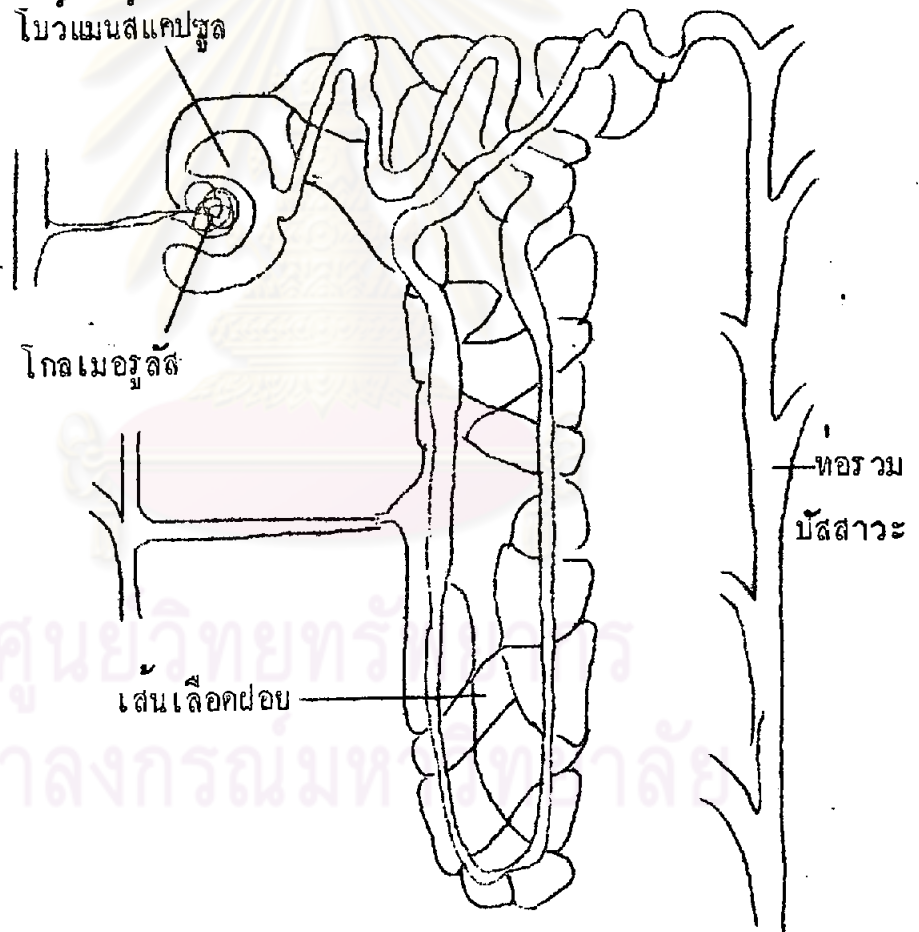
จงเขียนส่วนต่าง ๆ ของภาพต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (ตอบเป็นศัพท์ภาษาไทยหรือศัพท์ภาษาอังกฤษก็ได้)



- 1. Cortex
- 2. Medulla
- 3. Vein
- 4. Artery
- 5. Renal Artery
- 6. Renal Vein
- 7. Ureter
- 8. Urinary-bladder
- 9. Urethra

ก. 26

ภายในเนื้อไตชั้น คอร์เท็กซ์ (Cortex) มี หน่วยไต (Nephron) จำนวนมากทำหน้าที่ผลิตน้ำปัสสาวะ ไตแต่ละข้างมีหน่วยไตประมาณ 1 ล้านหน่วย หน่วยไตแต่ละหน่วยมีลักษณะเป็นท่อเล็ก ๆ มีปลายข้างหนึ่งเป็นกระเปาะ เรียกว่า โบว์แมนส์แคปซูล (Bowman's Capsule) ภายในมีกลุ่มเส้นเลือดฝอยรวมกันอยู่เป็นกระจุก เรียกว่า โกลเมอรูลัส (Glomerulus)



หน่วยไต (Nephron) ทำหน้าที่ผลิต.....อยู่ในเนื้อไตชั้น.....หน่วยไตแต่ละหน่วยประกอบด้วย.....และ.....

น้ำปัสสาวะ

คอรีเทกซ์

โกลเมอรูลัส

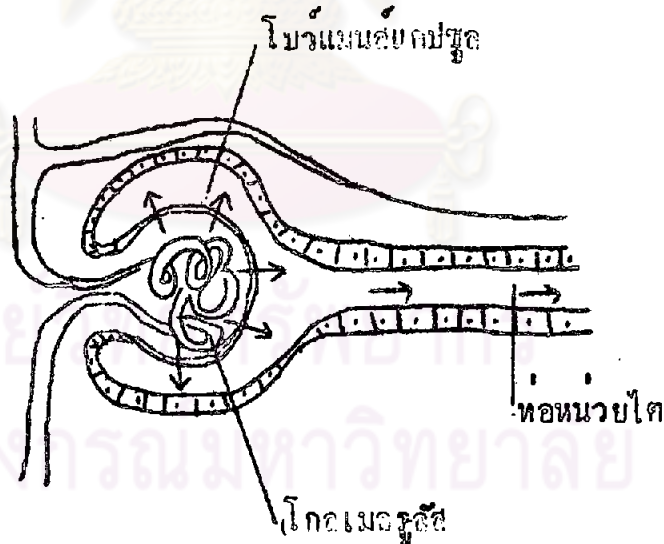
โบริแมนแคปซูล

ก. 27

น้ำปัสสาวะประกอบด้วย ยูเรีย, กลูโคส, กรดอมิโน, เกลือแร่ และ น้ำเป็นส่วนใหญ่ การสูบฉีดโลหิตของหัวใจ ทำให้เลือดไหลไปในเส้นเลือด เมื่อเลือดผ่านเส้นเลือดฝอยที่ โกลเมอรูลัส (Glomerulus) ของหลอดเลือดบางส่วนสามารถลอดผ่าน ผนังเส้นเลือดฝอยออกมาได้ เพราะ ผนังของเส้นเลือดฝอยบางมาก ทำให้เกิดการกรองเลือดขึ้นที่โกลเมอรูลัส

การกรองเลือดที่โกลเมอรูลัส คล้ายกับการกรองด้วยกระดาษกรอง แต่แรงที่สารลอดกระดาษกรอง เป็นแรงดึงดูดของโลก ส่วนแรงที่ทำให้สารลอดผ่านผนังเส้นเลือดฝอยที่โกลเมอรูลัส เป็นแรงดันของเลือด

สารที่ลอดผ่านผนังเส้นเลือดฝอยที่โกลเมอรูลัส เป็นสารโมเลกุลเล็ก เช่น กลูโคส, กรดอมิโน, ยูเรีย, เกลือแร่และน้ำ ส่วนสารโมเลกุลใหญ่ ไคแทก เม็ดเลือด และโปรตีนโมเลกุลใหญ่ ไม่สามารถลอดผ่านได้



ตัวอย่างสารที่ไม่สามารถลอดผ่านผนังเส้นเลือดฝอยที่โกลเมอรูลัส ไคแทก.....

ตัวอย่างสารที่สามารถลอดผ่านผนังเส้นเลือดฝอยที่โกลเมอรูลัส ไคแทก.....

.....



เม็ดเลือด, โปรตีนโมเลกุล
ใหญ่
กลูโคส, กรดอะมิโน, ยูเรีย
เกลือแร่และน้ำ

ก. 28

สารที่กรองผ่าน โกลเมอรูลัส เรียกว่า ฟิลเตรท (Filtrate)
ฟิลเตรท จะไหลเข้าสู่ โบว์แมนสแคพซูล มีปริมาณว่า โกลเมอรูลัส
สามารถกรองได้ฟิลเตรท นาทีละ 130 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือวัน
ละ 180,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร แต่ในเลือดคนมีน้ำประมาณ
2,000-3,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าเช่นนั้นภายใน 30 นาที
น้ำจะถูกกรองออกจากเลือดหมด ทำให้ร่างกายเป็นอันตรายเพราะ
ขาดน้ำได้

แต่วันหนึ่ง ๆ ไตจะกรองของเสียจากเลือดได้เป็นน้ำปัสสาวะ
เพียง 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร แสดงว่าต้องมีการดูดน้ำกลับคืน
(Reabsorbtion) เพื่อป้องกันการขาดน้ำของร่างกายเกิดขึ้นที่ไต
การดูดน้ำกลับคืนซึ่งเกิดขึ้นที่ไตมีประโยชน์ต่อร่างกายเพราะ

.....

ป้องกันการขาดน้ำของ
ร่างกาย

ก. 29

ตารางนี้แสดงสารที่พบอยู่ในน้ำปัสสาวะ คิดเป็น กรัม/100
ลูกบาศก์เซนติเมตร

สาร	น้ำปัสสาวะ
น้ำ	96
ยูเรีย	2
กรดยูริก	0.05
กลูโคส	0.00
กรดอะมิโน	0.00
เกลือแร่	1.50

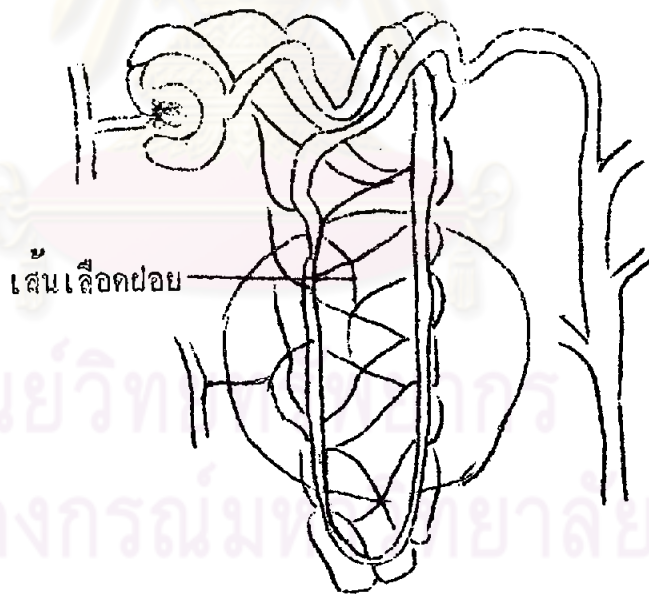
จากตารางน้ำปัสสาวะประกอบด้วย.....
.....และ.....

น้ำ, ยูเรีย, กรดยูริคและ
เกลือแร่

ก. 30

นอกจากน้ำจะถูกดูดจากฟิลเตรทกลับคืนสู่เส้นเลือด
ฝอยแล้ว สารอื่นที่ละลายในฟิลเตรท เช่น กลูโคส, กรด
อะมิโน เกลือแร่ ฯลฯ ก็จะถูกดูดสู่เส้นเลือดฝอยโดยการแพร่
จากฟิลเตรท ซึ่งมีสารเหล่านั้นน้อยกว่าเข้าสู่เลือดซึ่งมี
สารนั้นอยู่มากกว่า

การลำเลียงของตัวถูกละลาย จากสารละลายที่มีตัว
ถูกละลายอยู่น้อยสู่สารละลายที่มีตัวถูกละลายอยู่มาก เรียกว่า
แอกทีฟทรานสปอร์ต (Active transport) การลำเลียงนี้
ใช้พลังงานจากไมโทคอนเดรีย (Mitochondria)



บริเวณที่วงไว้คือบริเวณที่เกิด
.....เรียกว่า.....
โดยอาศัยพลังงานจาก

การดำเลี้ยงของตัวถูกละลาย
จากสารละลายที่มีตัวถูก
ละลายอยู่น้อยต่อสาร
ละลายที่มีตัวถูกละลาย
อยู่มาก, แอคทีฟพราว
สปอร์ท, ไมโทคอนเดรีย

ก. 31

การทำงานของกระเพาะปัสสาวะ ถูกควบคุมโดย
ระบบประสาทอัตโนมัติ (A.N.S.) มีเส้นประสาท 2 ชุด
คือ ซิมพาเทติก (sympathetic) และพาราซิมพาเทติก
(Para-Sympathetic) ซึ่งทำงานตรงข้ามควบคุม

เมื่อกระเพาะปัสสาวะโตขึ้นเนื่องจาก มีน้ำปัสสาวะ
สะสมไว้มาก จนเกิดแรงดันขึ้นในกระเพาะปัสสาวะ เส้น
ประสาทชนิด ซิมพาเทติก จะส่งความรู้สึกไปยังไขสันหลัง
และไขสันหลังจะส่งความรู้สึกนั้นกลับมาที่กล้ามเนื้อหูรูดของ
กระเพาะปัสสาวะจะขยายตัวต่อไปไม่ได้อีกแล้ว เส้น
ประสาทชนิด พาราซิมพาเทติก ส่งความรู้สึกผ่านไขสันหลัง
และไขสันหลังจะส่งความรู้สึกไปทำให้กระเพาะปัสสาวะหด
ตัวและกล้ามเนื้อหูรูดจะคลายตัว น้ำปัสสาวะจึงถูกขับออกมา
ระบบประสาทที่ควบคุมการถ่ายปัสสาวะคือ

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร

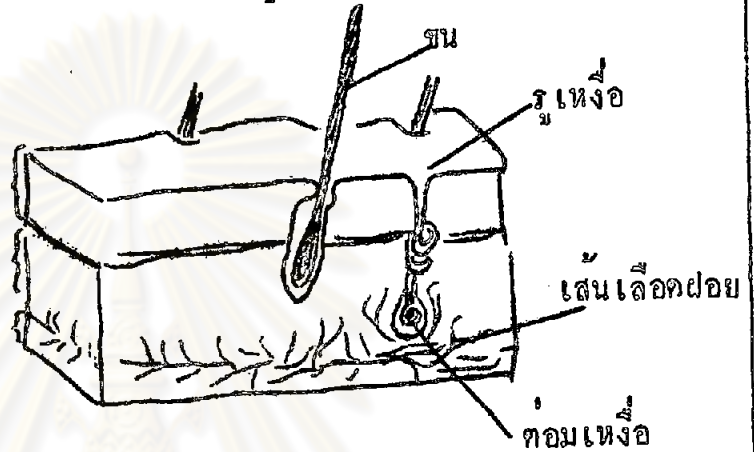
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบประสาทอัตโนมัติ

ก. 32

นอกจากไตแล้ว ผิวหนัง ก็เป็นบริเวณที่มีการขับถ่าย ใต้ผิวหนังชั้นหนังแท้จะมีต่อมเหงื่อ ทำหน้าที่กำจัด น้ำและเกลือ จากเส้นเลือดฝอยในรูปของเหงื่อ ออกจากรูเหงื่อ ซึ่งมีอยู่ทั่วไปบนผิวหนัง

หนังกำพร้า
หนังแท้
ไขมัน



เหงื่อจะถูกกำจัดออกจากร่างกายทาง.....

ผิวหนัง

ก. 33

ปลา เป็นอวัยวะสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซของ สัตว์มีกระดูกสันหลัง ที่ อยู่ใต้น้ำ โดยสัตว์บกเหล่านี้จะรับออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายพร้อมกับลมหายใจเข้า และกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ออกไปพร้อมกับลมหายใจออก

ส่วนสัตว์มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ในน้ำ มี เหงือก เป็นอวัยวะแลกเปลี่ยนก๊าซ โดยที่ก๊าซจะละลายอยู่ในน้ำ

คาร์บอนไดออกไซด์ ถูกกำจัดออกจากร่างกายของสัตว์มีกระดูกสันหลังที่ อยู่ใต้น้ำ ทาง.....

ปลา เป็นสัตว์น้ำที่กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ละลายปนไปกับน้ำ และกำจัดออกทาง.....

ปก, เหมงอก

ก. 34

จงชี้คี่เส้นโยงคำที่สัมพันธ์กัน

เหมงอก

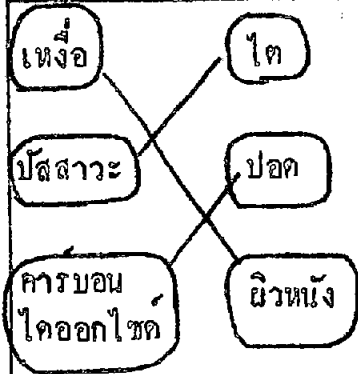
ไต

ปลั้สวาระ

ปก

คัรบอนไดออกไซค์

ฉิวหนั้ง



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ตารางวิเคราะห์บทเรียนชั้นหนึ่งตอนหนึ่ง

กรอบที่	เวลาที่ไร		การตอบสนองของผู้เรียน	ความเห็นของผู้เรียน	ต้องปรับปรุง
	นาที	วินาที			
1		15	ตอบถูก	ง่าย	
2		30	ตอบถูก	ง่าย	
3	1	-	อ่านซ้ำแล้วตอบ	ตอนแรกงง	
4		25	ตอบถูก	ง่าย	
5	1	-	ตอบถูก	ง่าย	
6		50	ตอบถูก	ง่าย	
7		50	ตอบถูก	ง่าย	
8		15	ตอบถูก	ง่าย	
9	2	30	อ่านซ้ำแล้วตอบ	ให้ตอบยาวเกินไป	✓
10		30	-(ไม่มีคำถาม)	ตอนแรกงง	
11		30	ตอบถูก	ง่าย	
12		40	ตอบถูก	ง่าย	
13		50	ตอบถูกบางคำตอบ	แยกคำตอบไม่ค่อยได้	✓
14		25	หาคำตอบแล้วจึงตอบ	พอทำได้	
15	1		ตอบถูก	ง่าย	
16		55	อ่านซ้ำแล้วตอบ	ตอนแรกงง	
17	2	10	อ่านซ้ำ 2 ทนแล้วตอบ	งง, แยกคำตอบไม่ค่อยได้	✓
18	1	10	หาคำตอบแล้วจึงตอบ	จำได้แต่ไม่แน่ใจ	
19	1		หาคำตอบแล้วจึงตอบ	ไม่แน่ใจ	
20		55	ตอบถูก	ง่าย	

ตารางที่ 7 (ต่อ)

กรอบที่	เวลาที่ใช้		การตอบสนองของผู้เรียน	ความเห็นของผู้เรียน	ต้องปรับปรุง
	นาที	วินาที			
21	1	15	อ่านทวนไปมา	จำได้แต่ไม่แน่ใจ	
22		35	ตอบถูก	ง่าย	
23	2	30	ตอบถูกบางคำตอบ	จำไม่ค่อยได้	✓
24	5	5	อ่านทบทวนนาน	เข้าใจยาก	✓
25	2	45	พลิกกลับไปดู ก.24	ตอบผิด	✓
26		45	ตอบถูก	ง่าย	
27	1	25	ตอบถูก	ง่าย	
28	1	5	ตอบถูก	พอทำได้	
29	2	25	ไม่มีการถามคำถาม	เข้าใจยาก	✓
30	1	30	ตอบผิด	ทำไม่ได้	✓
31	9	-	ต้องดู ต.ย.ใน ก.29	ไม่เข้าใจ	✓
32	1	35	หาคำตอบก่อนตอบ	พอทำได้	
33	1	10	ตอบถูก	ง่าย	
34		45	ตอบถูก	ง่าย	
35		10	ตอบถูก	ง่าย	

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์บทเรียนชั้นกลุ่มเล็ก
โรงเรียนสาธิตศรีนครินทร์วิโรฒ ปทุมวัน
วันที่ 20 กรกฎาคม 2520 เวลา 16.30 - 17.30 น.

นักเรียน คนที่	เพศ	อายุ	เวลาที่จัดทำบท เรียน (นาที)	คะแนนสอบก่อน เรียนบทเรียน		คะแนนสอบหลัง เรียนบทเรียน		คะแนน ความก้าว หน้า	คะแนน บทเรียน %
				19	%	19	%		
1	ชาย	อายุเฉลี่ย 17 ปี	45	10	52.63	14	73.68	4	96.15
2	หญิง		38	7	36.84	18	94.74	11	100
3	ชาย		45	6	31.58	14	73.68	8	91.03
4	ชาย		55	8	42.11	19	100.00	11	97.44
5	ชาย		50	7	36.84	16	84.21	9	96.15
6	ชาย		52	5	26.32	15	78.95	10	85.90
7	หญิง		40	5	26.32	12	63.16	7	93.59
8	ชาย		55	6	31.58	14	73.68	8	100
9	ชาย		45	7	36.84	15	78.95	8	93.59
10	หญิง		60	7	36.84	11	57.89	4	84.62
เฉลี่ย			48.5	6.8	35.79	14.8	77.89	8.0	93.85

ตารางที่ 9 (ต่อ)

กรอบที่	คนท.										จำนวนคำตอบ ที่ถูก								
	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91		92	93	94	95	96	97	98	99
20.2																			100
21.1									X										95
21.2														X			X		98
21.3																			100
21.4																			100
22.1											X								98
22.2											X								90
22.3																			99
23.1	X							X		X							X		85
23.2	X																		94
23.3	X		X	X	X				X										87
23.4	X		X	X	X														90
23.5	X		X	X	X	X		X		X									80
25.1																			96
25.2																			97
25.3			X														X		95
25.4			X	X															95
25.5			X	X													X		95
25.6			X														X	X	97
25.7																	X	X	98
25.8																	X	X	98
25.9																	X	X	98
26.1																	X	X	97
26.2																	X	X	97
26.3																	X	X	96
26.4																	X	X	96
27.1																			100
27.2																			99
28								X	X	X									93
29.1	X		X					X	X	X							X		85
29.2	X		X					X	X	X							X		85
29.3	X	X	X					X	X	X							X		85
29.4	X		X					X	X	X							X		84

ตารางที่ 9 (ต่อ)

กรอบที่	คนท.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
30.1											X							X					X					
30.2											X							X					X					
30.3											X							X					X					
31		X		X		X					X		X			X								X	X			
32																							X	X				
33.1				X	X																		X	X				
33.2																							X	X				
34.1																							X	X				
34.2																							X	X				
34.3																							X	X				

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 (ต่อ)

กรอบท \ คนที่	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
30.1							XXX																					
30.2							XXX																					
30.3							XXX																					
31																												
32																												
33.1																												
33.2																												
34.1																												
34.2																												

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 (ต่อ)

คนท กรอบ	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	
30.1																												
30.2																												
30.3																												
31																		X		X								
32																X										X		
33.1																												
33.2																												
34.1																												
34.2																												
34.3																												

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 (ต่อ)

กรอบที่ / คนที่	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	คำตอบที่ถูกต้อง
30.1																			X	95
30.2																			X	95
30.3																			X	95
31									X											88
32																				95
33.1	X													X	X				X	98
33.2														X	X					98
34.1																				99
34.2																				99
34.3																				99
ผลรวมของจำนวนคำตอบที่ถูกต้อง																			731	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลรวมของจำนวนคำตอบที่ถูกต้อง	7,331
ผลรวมของจำนวนคำตอบที่ผิด	269
ค่าเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ	96.46

หมายเหตุ เครื่องหมาย X หมายถึง คำตอบที่ผิด



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากแบบสอบถามและหลัง
เรียนบทเรียน

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบก่อน เรียนบทเรียน (1)	คะแนนทดสอบหลัง เรียนบทเรียน (2)	คะแนนความก้าวหน้า $d = (2)-(1)$	d^2
1	6	16	10	100
2	5	15	10	100
3	6	14	8	64
4	9	16	7	49
5	6	17	11	121
6	10	17	7	49
7	6	16	10	100
8	4	15	11	121
9	8	15	7	49
10	7	16	9	81
11	9	15	6	36
12	8	14	6	36
13	6	18	12	144
14	10	17	7	49
15	9	14	5	25
16	5	17	12	144
7	10	16	6	36
18	6	16	10	100
19	10	18	8	64
20	7	16	9	81

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบก่อน เรียนบทเรียน (1)	คะแนนทดสอบหลัง เรียนบทเรียน (2)	คะแนนความก้าวหน้า $d = (2)-(1)$	d^2
21	6	15	9	81
22	6	14	8	64
23	8	16	8	64
24	10	18	8	64
25	9	15	6	36
26	4	15	11	121
27	8	13	5	25
28	7	15	8	64
29	7	13	6	36
30	5	16	11	121
31	8	16	8	64
32	10	19	9	81
33	7	15	8	64
34	10	17	7	49
35	5	16	11	121
36	7	18	11	121
37	9	16	7	49
38	8	16	8	64
39	8	16	8	64
40	5	15	10	100

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบก่อน เรียนบทเรียน (1)	คะแนนทดสอบหลัง เรียนบทเรียน (2)	คะแนนความก้าวหน้า $d = (2)-(1)$	d^2
41	5	15	10	100
42	8	14	6	36
43	7	16	9	81
44	7	17	10	100
45	10	17	7	49
46	7	16	9	81
47	4	15	11	121
48	4	17	13	169
49	4	17	13	169
50	5	15	10	100
51	7	17	10	100
52	10	18	8	64
53	11	17	6	36
54	7	17	10	100
55	7	14	7	49
56	4	16	12	144
57	6	15	9	81
58	5	15	10	100
59	9	16	7	49
60	6	16	10	100

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบก่อน เรียนบทเรียน (1)	คะแนนทดสอบหลัง เรียนบทเรียน (2)	คะแนนความก้าวหน้า $d = (2)-(1)$	d^2
61	8	13	5	25
62	5	14	9	81
63	4	16	12	144
64	8	14	6	36
65	7	17	10	100
66	6	15	9	81
67	6	15	9	81
68	6	18	12	144
69		15	5	25
70	7	14	7	49
71	3	10	7	49
72	9	16	7	49
73	4	14	10	100
74	7	13	6	36
75	7	12	5	25
76	5	17		144
77	8	14	6	36
78	6	15	9	81
79	8	16	8	64
80	4	14	10	100

นักเรียนรู้ คนที่	คะแนนทดสอบก่อน เรียนบทเรียน (1)	คะแนนทดสอบหลัง เรียนบทเรียน (2)	คะแนนความก้าวหน้า $d = (2)-(1)$	d^2
81	7	14	7	49
82	6	14	8	64
83	6	15	9	81
84	7	13	6	36
85	7	16	9	81
86	8	13	5	25
87	7	14	7	49
88	8	16	8	64
89	11	16	5	25
90	5	15	10	100
91	4	15	11	121
92	7	17	10	100
93	7	14	7	49
94	5	14	9	81
95	7	18	11	121
96	6	13	7	49
97	2	12	10	100
98	11	17	6	36
99	5	13	8	64
100	5	15	10	100
ผลรวม Σ	686	1538	Σd = 852	Σd ² = 7676

การวิเคราะห์คะแนนมาตรฐาน 90/90

1. 90 ตัวแรก จากสูตร

$$\text{คะแนนที่นักเรียนทำบทเรียนถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ} = \frac{C}{N} \times \frac{100}{A}$$

$$A = \text{จำนวนคำตอบในบทเรียน (76)}$$

$$C = \text{จำนวนคำตอบที่ถูกต้อง (7331)}$$

$$N = \text{จำนวนนักเรียน (100)}$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} \text{คะแนนที่นักเรียนทำบทเรียนถูกคิดเป็นร้อยละ} &= \frac{7331}{100} \times \frac{100}{76} \\ &= 96.46 \end{aligned}$$

2. 90 ตัวหลัง จากสูตร

$$\text{คะแนนที่นักเรียนทำแบบสอบถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ} = \frac{S}{N} \times \frac{100}{T}$$

$$T = \text{จำนวนข้อสอบ (19)}$$

$$S = \text{ผลรวมคะแนนทดสอบหลังเรียนบทเรียน (1538)}$$

$$N = \text{จำนวนนักเรียน (100)}$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} \text{คะแนนที่นักเรียนทำแบบสอบถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ} &= \frac{1538}{100} \times \frac{100}{19} \\ &= 80.94 \end{aligned}$$

วิธีทดสอบความมีนัยสำคัญ

สมมติฐาน : คะแนนทดสอบก่อนและหลังบทเรียนแบบโปรแกรมไม่แตกต่างกัน

มัธยิมเลขคณิตของผลต่าง

$$\begin{aligned} \text{สูตร } \bar{d} &= \frac{\sum d}{N} \\ \sum d &= 852 \\ N &= 100 \\ \bar{d} &= 8.52 \end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง

$$\begin{aligned} \text{สูตร } S.D._d &= \sqrt{\frac{\sum d^2}{N} - \left[\frac{\sum d}{N}\right]^2} \\ d^2 &= 7676 \\ d &= 852 \\ N &= 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } S.D._d &= \sqrt{\frac{7676}{100} - \frac{852}{100}} \\ &= \sqrt{76.76 - 72.59} \\ &= \sqrt{4.17} \\ &= 2.04 \end{aligned}$$

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่าง

$$\begin{aligned} \text{สูตร } 6 \bar{s} &= \frac{\text{S.D. } \bar{a}}{\sqrt{N-1}} \\ &= \frac{2.04}{\sqrt{100-1}} \\ &= \frac{2.04}{9.949} \\ &= 0.20 \end{aligned}$$

อัตราส่วนวิกฤต

$$\begin{aligned} \text{สูตร } z &= \frac{\bar{a}}{6 \bar{s}} \\ \bar{a} &= 8.52 \\ 6 \bar{s} &= .20 \\ z &= \frac{8.52}{.20} = 42.6 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01 ค่า z จากตารางมีค่า 2.58

z จากการคำนวณ 42.6 > 2.58

ดังนั้นค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบโปรแกรม
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ประกอบ กรรณสูต , สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. (พระนคร: ไทวัฒนา
พานิช, 2515), หน้า 92-96.

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นางสาว กอบกุล รัตนสุวรรณ
วุฒิการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2517



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย