

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ (ม.๒) โดยใช้บทเรียนโปรแกรม
การเรียนแบบศูนย์การเรียนและการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.

ปริญญานิพนธ์

ของ

มณี เป็นสุข

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตลิ่งชัน ๑๖ พระโขนง กรุงเทพฯ ๑๑ โทร ๖๑๒๑๕๗๖ ๖๑๑๕๐๕๑

๒๕ ส.ย. ๒๕๒๓

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กันยายน ๒๕๒๒

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) โดยใช้บทเรียนโปรแกรม
การเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้และการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.

บทคัดย่อ

ของ

มณี เป็นสุข

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กันยายน 2522

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทเรียนโปรแกรม การเรียนแบบศูนย์การเรียนและการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) ปีการศึกษา 2522 จำนวน 90 คน จากโรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน คือกลุ่มทดลอง ก. เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม กลุ่มทดลอง ข. เรียนจากการเรียนแบบศูนย์การเรียน และกลุ่มควบคุม เรียนจากครูที่ได้รับการอบรมตามหลักสูตร สสวท. ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 14 คาบ และใช้เนื้อหาในการทดลองเหมือนกัน คือเรื่องอาหารและพลังงาน การทดลองใช้แบบแผนการวิจัย Pretest-Posttest Control Group Design เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ความเชื่อมั่น .8693) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

B26

A COMPARATIVE STUDY OF ACADEMIC ACHIEVEMENT AND RETENTION IN SCIENCE
OF MATHAYOM SUKSA 2 (M.2) STUDENTS USING PROGRAMMED INSTRUCTION,
LEARNING CENTRE AND IPST SCIENCE PROGRAMME

AN ABSTRACT

BY

MANEE BHENSOOK

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
September 1979

The purpose of this study was to compare the academic achievement and retention in science of Mathayom Suksa 2 students using Programmed Instruction, Learning Centre and IPST Science Programmed.

The subjects were 90 students of Mathayom Suksa 2 (M.2) at Boonyawat Wittayalai School, Ampor Meung, Changwat Lampang, during the academic year 1979. There were 2 experimental groups and 1 control group; each group had 30 students. All of the three groups studied the same content, Food and Energy, for fourteen periods. The two experimental groups used the Programmed Instruction and Learning Centre respectively. And the control group used the IPST Science Programme. The research design of this experiment was the Pretest-Posttest Control Group Design. The Science Learning Achievement Test (reliability = .8693) was constructed by the researcher. Analysis of variance was used for data analysis.

The results showed that academic achievement and retention of all three groups were differed but not significant at the .05 confidence level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำคณะนิติศาสตร์ได้พิจารณาปัญหานี้อย่างถี่ถ้วนแล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

 ประธาน

 กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

การทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับคำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย กิสสระ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพโรจน์ เบาใจ
ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ อาจารย์อุรุกร หนันไชย อาจารย์สุภาภิต แก้ววิมล ผู้อำนวยการ
คณะครู อาจารย์ โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและรวบรวม
ข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ อาจารย์ถนอม ทวีสมบูรณ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการพิมพ์
และขอขอบคุณ พี่ น้อง และเพื่อน ๆ ทุกคนที่มีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้
ด้วยดี

มณี เป็นสุข

สารบัญ

เลข บท	หน้า
1--บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	6
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	6
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
ค่านิยมศัพท์เฉพาะ	8
2 เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโปรแกรม	11
เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบศูนย์การเรียน	25
เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนตาม	
หลักสูตร สสวท.	37
สมมติฐานของการวิจัย	45
3 วิธีดำเนินการ	46
กลุ่มตัวอย่าง	46
การดำเนินการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง	46
แบบแผนการวิจัย	47
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	48
การดำเนินการทดลอง	52
สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล	54

บทที่	หน้า
๑๔	
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	57
การวิเคราะห์ข้อมูล	57
5 สรุป อภิปรายผล และขอเสนอแนะ	63
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	63
10 สมมติฐานในการวิจัย	63
กลุ่มตัวอย่าง	64
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	64
การดำเนินการทดลอง	65
อภิปรายผล	66
ขอเสนอแนะ	70
บรรณานุกรม	72
ภาคผนวก	80

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1. จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามกลุ่มและเพศ	47
2. แบบแผนการวิจัย	48
3. สถิติพื้นฐานของคะแนนความรู้พื้นฐาน	58
4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความรู้พื้นฐาน	58
5. สถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	59
6. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	60
7. สถิติพื้นฐานของคะแนนความคงทนในการเรียนรู้	61
8. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคงทนในการเรียนรู้	61

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	แผนภูมิ 1 ห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน	26
2	แผนภูมิ 2 ศูนย์การเรียนในห้องเรียน	27
3	แผนภูมิ 3 ศูนย์การเรียนที่ใช้เป็นห้องปฏิบัติการการสอน	28
4	แผนภูมิ 4 ศูนย์การเรียนสำหรับนักเรียน	30
5	แผนภูมิ 5 ชุดการสอนในศูนย์การเรียน	31

ภูมิหลัง

มนุษย์เรามีกว้างชีวิตที่ไม่เหมือนกับสัตว์โลกทั้งหลาย คือ นอกจากต้องการปัจจัยสี่แล้ว ยังต้องการศึกษาหาความรู้ด้วย เพื่อจะได้มีชีวิตอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข (ควน ขาวหนู 2518 : 22) ชีวิตของมนุษย์ที่มีความสุข คือ ชีวิตที่ปรับตัวเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ และสามารถปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เข้ากับตัวเองได้ ไม่ว่าจะเป็นสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง หรือด้านอื่น ๆ ก็ตาม มนุษย์จำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทั้งในสถานภาพปัจจุบัน ปัญหา ตลอดจนวิธีการในการแก้ปัญหา เพื่อที่จะได้จัดการกับสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพและอย่างผสมกลมกลืน เพื่อการอยู่รอดและมีชีวิตที่ดี (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2518 : 9)

การที่มนุษย์เราจะมีชีวิตที่ดีได้นั้น ต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญยิ่ง คือ การศึกษาซึ่งเป็นกระบวนการต่อเนื่องกันตลอดชีวิต มนุษย์เรียนรู้เพิ่มตลอดเวลา ทุกคราวที่มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ๆ เกิดขึ้น มนุษย์ได้เรียนรู้ซึ่งอาจเป็นการเรียนรู้ในสถานความคิดหรือการกระทำหรือทั้งสองอย่างพร้อม ๆ กันก็ได้ (วิญญูสาธร 2521 : 11) ดังนั้นในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2520 - 2524) จึงได้กำหนดไว้ตอนหนึ่งว่า ให้ประชากรทั่วไปได้รับโอกาสในการศึกษาอย่างเสมอภาค โดยได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพทัดเทียมกันทุกท้องที่ เพื่อให้เกิดความเป็นธรรมในสังคมตามระบอบการปกครองแบบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข (คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2520 : 235)

เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า ความต้องการทางการศึกษาของประชาชนในปัจจุบันมีมากเกินกว่ากำลังของรัฐที่จะสนองความต้องการได้ และความต้องการทางการศึกษา

นี้ นับวันจะเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ ทั้งนี้เนื่องด้วยสาเหตุสำคัญ 3 ประการ (ประมวล
เสนาฤทธิ 2519 : 17) คือ

1. การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากร
2. การเปลี่ยนแปลงค่านิยมทางการศึกษาของสังคม
3. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประเทศไทยมีประชากร 44 ล้านคน และเมื่อถึงปี พ.ศ. 2524 จะมีจำนวน
ประชากร 48 ล้านคน คือ อัตราการเพิ่มเฉลี่ยปีละ 1 ล้านคน (เน้นการวางแผน
ครอบครัวมากขึ้นรับประชากร 48 ล้าน ในปีสองพันห้าร้อยยี่สิบสี่ 2522 : 3) ซึ่ง
อัตราเพิ่มมีแนวโน้มที่สูงมาก เมื่อประชากรเพิ่มขึ้นรวดเร็ว จำนวนเด็กที่จะต้องเข้า
โรงเรียนก็จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกัน ถ้าคนที่เรียนเพิ่มเร็วเกินไป ก็จะมี
ปัญหาในเรื่องการจัดที่เรียนไม่เพียงพอรุนแรงขึ้น รัฐต้องแบกภาระในเรื่องการ
สร้างโรงเรียน จ้างครู ตลอดจนหาวัสดุอุปกรณ์เพื่อการศึกษาเพิ่มขึ้น (ประมวล
เสนาฤทธิ 2519 : 17)

ปัจจุบันประชาชนเห็นคุณค่าของการศึกษามากขึ้น และต้องการที่จะศึกษาใน
ระดับสูงขึ้นไป ทั้งนี้เพราะถือว่าเรียนย่อมดีกว่าไม่เรียน เรียนมากย่อมดีกว่าเรียน
น้อย สบัยก่อนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาแล้ว ไม่จำเป็นต้องเรียนต่อ ก็สามารถหางาน
ทำได้ สมัยนี้ต้องเรียนให้ได้ประกาศนียบัตรหรือปริญญาบัตรจึงจะหางานทำได้ (ประมวล
เสนาฤทธิ 2519 : 17) จึงเป็นการกระตุ้นให้คนเรียนสูง ๆ ขึ้นไปเรื่อย ๆ หรือ
อยู่ในระบบโรงเรียนนานเกินจำเป็น นั่นก็คือ ทำให้เกิดปัญหาที่ว่า ทรัพยากรทาง
การศึกษามีจำกัด แต่ระบบการศึกษาของเรานั้นส่งเสริมให้เกิดกานิยมที่อยากเรียน
สูงขึ้นไปเรื่อย ๆ และยังมีผลให้คนเข้ามาอยู่ในระบบการศึกษานานเกินไป (พจน์
สะเพียรชัย 2520 : 1)

อนึ่ง ข้อเท็จจริงในการทำงานในโลกยุควิทยาศาสตร์ปัจจุบันนี้ ต้องยอมรับ
ว่างานหลายอย่างมีความยุ่งยากและสลับซับซ้อนมากขึ้น ถ้าความรู้พื้นฐานไม่มากพอ

ก็ไม่สามารถจะทำงานเหล่านั้นได้ และความรู้บางอย่างเกี่ยวกับวิทยาการใหม่ ๆ ก็
มีเรียนมีสอนกันในโรงเรียน ในมหาวิทยาลัย คนจึงมีความต้องการที่จะเข้าโรงเรียน
หรือมหาวิทยาลัยเพื่อหวังจะมีงานทำ (ประมวล เสนาฤทธิ์ 2519 : 17) สาเหตุ
เหล่านี้ ทำให้ความต้องการทางการศึกษาเพิ่มมากขึ้น และความจำเป็นในการศึกษา
เพียงเฉพาะเรื่องมีสูงขึ้นตามสภาพแวดล้อมและการดำรงชีพ

ฉะนั้นจึงควรต้องปรับปรุงในเรื่องการเรียนการสอนวิทยาการสาขาต่าง ๆ ให้
สนองความต้องการทางการศึกษาของประชากรที่เพิ่มมากขึ้นได้อย่างแท้จริง และให้ทัน
กับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

✓ สำหรับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ซึ่งเป็นวิทยาการสาขา
หนึ่งที่จำเป็นต่อมนุษย์ ก็ได้รับการพัฒนาเพื่อให้สอดคล้องกับวิวัฒนาการในด้านวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี ซึ่งเจริญรุดหน้าอย่างรวดเร็วตลอดเวลาด้วยเช่นกัน จึงได้มีการจัดตั้ง
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้น เมื่อวันที่ 16 มกราคม พ.ศ.2515
โดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญประการหนึ่ง คือปรับปรุงหลักสูตร แบบเรียนวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ คู่มือครูผู้สอน ตลอดจนการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ทดลองวิทยาศาสตร์
อุปกรณ์การสอนและนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความ
เข้าใจเนื้อหาวิชาในหลักสูตร (สุชุม ศรีชัยวัณ 2519 : 11 - 13)

การจัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี (สสวท.) นั้น มีการปรับปรุงเนื้อหาสาระ วิธีสอน วิธีวัดผลและ
ประเมินผล ตลอดจนอุปกรณ์การเรียนการสอนต่าง ๆ ให้เป็นไปตามหลักการ และมีความ
เหมาะสมกับสภาพสังคมและเศรษฐกิจของประเทศ (มานี จันทวิมล 2520 : 9)
ทั้งนี้ก็เพื่อให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมไปตามจุดหมายที่ได้วางไว้อย่างชัดเจน และ
ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ของการพัฒนาหลักสูตร และอีกสิ่งหนึ่งที่ควรคำนึง และนับว่าเป็น
สิ่งสำคัญมาก ก็คือ กระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุตามจุดหมาย

เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุตามจุดมุ่งหมาย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงได้ดำเนินงานเป็นขั้น ๆ ดังนี้ (นিকাสะเพียรชัย 2520 : 42 - 45)

1. การจัดวัสดุการเรียนการสอน ซึ่งได้แก่ แบบเรียนที่จะช่วยให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองโดยการทดลองแล้วรวมอภิปรายกับครู เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

2. การอบรมครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้พยายามจัดอบรมครูประจำการที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเน้นการปฏิบัติของครูให้ได้ผลจริงจัง โดยกรมสามัญศึกษาและสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ เป็นผู้จัดทำงบประมาณในการอบรม และจัดครูผู้สอนเข้ารับการอบรมจาก สสวท.

แต่การดำเนินงานดังกล่าว ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องงบประมาณที่นำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในระยะเริ่มแรกเป็นอันมาก ซึ่งจะได้จากการที่องค์กรต่างประเทศเช่น UNDP เป็นต้น ช่วยเหลือในด้านการเงิน นอกจากนี้แล้วยังมีปัญหาอื่น ๆ อีก เช่น ปัญหาเกี่ยวกับการผลิตอุปกรณ์ซึ่งยังไม่ได้คุณภาพมาตรฐาน อีกทั้งยังผลิตได้ไม่เพียงพอกับจำนวนโรงเรียนทั่วประเทศ ปัญหาเกี่ยวกับผู้บริหารให้ความสนใจและสนับสนุนการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ตามแนว สสวท. ไม่มากเท่าที่ควร ทำให้การของงบประมาณเพื่อดำเนินการจัดซื้ออุปกรณ์ไม่คล่องตัว (นิกาสะเพียรชัย 2520 : 43 - 44) ปัญหาในเรื่องที่ครูผู้สอนจะต้องผ่านการอบรมจาก สสวท. หรือศูนย์ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์มาก่อน และที่นับว่าเป็นปัญหาหนักที่สุด ก็คือ ปัญหาการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากร ทำให้จำนวนนักเรียนในห้องหนึ่ง ๆ ไม่สอดคล้องกับครูผู้สอน อันมีผลกระทบกระเทือนต่อกระบวนการเรียนการสอนด้วย

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ถ้าจะสรรหาเทคโนโลยีที่ครูผู้สอนจะนำไปเป็นแนวทางทำชิ้นใช้ใดเองให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ของประเทศในปัจจุบัน

มาช่วยในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร สสวท. บ้างแล้ว จะทำให้
 ทรัพยากรต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วได้

ผู้วิจัยพิจารณาเห็นว่า การนำบทเรียนโปรแกรมมาใช้ในการเรียนการสอน
 นั้นเหมาะสมกับสภาพการณ์ในปัจจุบันนี้เป็นอย่างยิ่ง เพราะบทเรียนโปรแกรมสามารถ
 นำไปใช้สอนนักเรียนจำนวนมากได้ในเวลาเดียวกัน ครูผู้สอนสามารถทำบทเรียน
 ขึ้นใช้เองให้ทันกับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการโดยไม่ยุ่งยากมากนัก นอกจากนี้
 นั้น บทเรียนโปรแกรมยังเป็นวิธีการเรียนการสอนแบบเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียน
 ด้วยตนเอง นักเรียนที่เรียนช้ามีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนได้เช่นเดียวกับ
 กับนักเรียนปานกลาง หรือนักเรียนที่เรียนเก่ง แม้จะช้ากว่า ส่วนนักเรียนที่เรียน
 ปานกลางหรือเก่งก็ไม่ต้องเสียเวลารอคอย นั่นคือแต่ละคนจะเรียนรู้ได้เร็วช้าตาม
 ความสามารถของตน ซึ่งสอดคล้องกับหลักจิตวิทยาในเรื่องความแตกต่างระหว่าง
 บุคคล

นอกจากบทเรียนโปรแกรมแล้ว ศูนย์การเรียนรู้ก็เป็นเทคโนโลยีทางการ
 ศึกษาอีกอย่างหนึ่งที่ผู้วิจัยเห็นว่า น่าจะนำมาใช้ในการเรียนการสอนในสภาพปัจจุบัน
 ได้ดี ทั้งนี้เพราะวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ได้นำเอาทฤษฎีสื่อประสมและ
 กระบวนการกลุ่มมาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งวิธีสอนแบบนี้จะแบ่งนักเรียนในห้อง
 เรียนออกเป็น 4 - 6 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะมีกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์และเนื้อหาแตกต่างกัน
 กัน ผู้เรียนจะหาประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยการประกอบกิจกรรมให้ครบทุกกลุ่ม
 รวมทั้งรายงานผลกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่ครูกำหนดให้ เด็กจะเรียนรู้ด้วยตนเอง มี
 การปรึกษาหารือ และช่วยเหลือกันในกลุ่มผู้เรียน เด็กจะมีส่วนรับผิดชอบต่อการเรียน
 ของตนมากขึ้น มีโอกาสที่จะฝึกการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี นอกจากนี้วิธีเรียนแบบ
 ศูนย์การเรียนรู้ยังคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล หากนักเรียนกลุ่มใดทำกิจกรรม
 การเรียนเสร็จก่อนกลุ่มอื่น ก็จะได้ทำกิจกรรมสำรอง ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมให้นักเรียน
 มีพัฒนาการทางสติปัญญาองอกงามเพิ่มขึ้น (อารีย์ เจริญพจน์ 2521 : 4)

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการสร้างบทเรียนโปรแกรม และศูนย์การเรียนรู้ และทดลองใช้เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนกับการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจาก

1.1 บทเรียนโปรแกรม

1.2 การเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้

1.3 การเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม การเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ และการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเป็นแนวคิดในการเลือกสรร เทคโนโลยีทางการศึกษาในการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์

2. เพื่อเป็นแนวทางให้ครู เปลี่ยนบทบาทจากผู้สอนมาเป็นผู้ให้คำแนะนำในการเรียน

3. เพื่อเป็นแนวทางให้ครู ได้ศึกษาและทดลองสร้างบทเรียนโปรแกรม ศูนย์การเรียนรู้ขึ้นใช้ด้วยตนเอง

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จำกัดอยู่ในขอบเขตของประชากร กลุ่มตัวอย่างและ ตัวแปรที่จะศึกษา ดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม. 2) ปีการศึกษา 2522 ของโรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2. กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้กระทำกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม. 2) โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง จำนวน 90 คน โดยแบ่งนักเรียนด้วยวิธีจับฉลากออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

2.1 กลุ่มทดลอง ก. จำนวน 30 คน เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม

2.2 กลุ่มทดลอง ข. จำนวน 30 คน เรียนโดยวิธีเรียนแบบศูนย์การเรียน

2.3 กลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน เรียนจากการสอนของครูที่ได้รับการอบรมตามหลักสูตร สสวท.

3. การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2522 ใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 14 คาบ โดยจะพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากการสอนทั้ง 3 วิธี ซึ่งมีตัวแปรที่จะศึกษาดังนี้

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

3.1.1 การเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม

3.1.2 การเรียนแบบศูนย์การเรียน

3.1.3 การเรียนโดยครูที่ได้รับการอบรมตามหลักสูตร สสวท.

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.2 ความคงทนในการเรียนรู้

4. เนื้อหาของบทเรียนที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือเรื่องอาหาร และพลังงาน เป็นเนื้อหาที่ปรากฏในหลักสูตรที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดทำขึ้น

5. กลุ่มทดลอง ก. มีครูวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนผู้หนึ่งควบคุม ครูวิทยาศาสตร์ ผู้นี้ได้รับคำแนะนำชี้แจงเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม ข้อปฏิบัติของ ครูผู้สอน และวัตถุประสงค์ในการวิจัยจากผู้วิจัยแล้ว

กลุ่มทดลอง ข. ผู้วิจัยหาหน้าที่ควบคุมและแนะนำเกี่ยวกับวิธีเรียนแบบศูนย์ การเรียน

กลุ่มควบคุม มีครูวิทยาศาสตร์อีกผู้หนึ่งของโรงเรียนเป็นผู้ควบคุมและดำเนินการสอน ซึ่งครูผู้นี้ได้รับคำแนะนำชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยจากผู้วิจัย และได้รับการอบรมจาก สสวท. แล้ว

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนโปรแกรม หมายถึง บทเรียนที่จัดไว้สำเร็จสมบูรณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ตามขีดความสามารถของตนเอง โดยผู้เรียนจะต้องอ่าน คำสั่งที่ระบุในบทเรียน แล้วปฏิบัติตามไปทีละขั้นจนกระทั่งจบบทเรียนนั้น

2. การเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม หมายถึง การที่ผู้วิจัยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองเรียนจากบทเรียนโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

✓ 3. ศูนย์การเรียนรู้ หมายถึง แหล่งศึกษาหาความรู้ที่จัดแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็น ส่วน ๆ แต่ละส่วนประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนหนึ่งกิจกรรม หรือหลาย ๆ กิจกรรม ก็ได้ โดยผู้เรียนจะศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองจากกิจกรรมการเรียนที่กำหนดไว้ จนครบ เนื้อหาของทุกส่วน

4. การเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ หมายถึง การเรียนที่แบ่งนักเรียนภายในห้อง ออกเป็น 4 - 6 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะมีกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์ และเนื้อหาแตกต่างกัน

ผู้เรียนจะหาประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยการประกอบกิจกรรมให้ครบทุกกลุ่ม รวมทั้ง รายงานผลกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่ครูกำหนดให้

5. ชุดการสอน หมายถึง ชุดของบทเรียนซึ่งเขียนขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ของศูนย์การเรียนรู้ ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม คำสั่ง เนื้อหา แบบทดสอบ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่บูรณาการเข้ากับเนื้อหาแล้ว

6. การเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. หมายถึง การเรียนการสอนของครูที่สอนกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน คือวิธีสอนที่ให้ผู้เรียนใช้วิธีสืบสวนสอบสวน ถามตอบ อภิปราย และสรุปผลด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ เพื่อเสาะหาความรู้จากสิ่งที่เผชิญหน้า เนื้อหาที่นำมาใช้สอนนี้ เป็นเนื้อหาเช่นเดียวกับที่ผู้วิจัยนำมาสร้างเป็นบทเรียนโปรแกรม

7. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม. 2) ของโรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2522 ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่ม

7.1 กลุ่มทดลอง ก. เป็นกลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม

7.2 กลุ่มทดลอง ข. เป็นกลุ่มที่เรียนโดยการเรียนแบบศูนย์

การเรียน

7.3 กลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มที่เรียนจากครูที่ได้รับการอบรมตามหลักสูตร สสวท.

8. ครู หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนที่ควบคุมกลุ่มทดลอง ฉ. ผู้วิจัยที่ควบคุมกลุ่มทดลอง ข. และครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในกลุ่มควบคุม

9. คะแนนความรู้พื้นฐาน หมายถึง คะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

10. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผู้ที่ตอบได้คะแนนมาก ถือว่าเป็นผู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

ส่วนผู้ที่ตอบได้คะแนนน้อย ถือว่าเป็นผู้มีผลสัมฤทธิ์ต่ำในการเรียนวิทยาศาสตร์

11. ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ปริมาณการเรียนรู้ที่ยังระลึกได้ หรือคะแนนที่นักเรียนทำได้จากการตอบแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทำการสอบต่อมาในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์ หลังจากการเรียนการสอนจบแล้ว

บทที่ 2

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

1. เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโปรแกรม
2. เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้
3. เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนตามหลักสูตร

สสวท.

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมเป็นสื่อการเรียนการสอนแบบหนึ่ง ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง และเรียนได้เร็วตามความสามารถของแต่ละบุคคล โดยที่ผู้เรียนไม่ต้องเสียเวลารอคอยกัน การเรียนนั้น ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบทเรียนนั้นอย่างเคร่งครัดและด้วยความซื่อสัตย์ (ไพโรจน์ เภาใจ 2520 : 1)

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า บทเรียนโปรแกรม คือ บทเรียนที่สร้างขึ้นมาให้ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง จะเรียนได้ช้าหรือเร็ว ก็แล้วแต่ความสามารถของผู้เรียน โดยที่ครูไม่ต้องช่วยเหลือหรือนั่งอธิบายอยู่ใกล้ชิด นักเรียนเป็นผู้ใช้ ครูมีหน้าที่เป็นผู้ดูแลและจัดบทเรียนให้ และให้คำแนะนำเบื้องต้นเท่าที่จำเป็นเท่านั้น (บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ 2519 : 14)

ชม ภูมิภาค ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า หมายถึง การเรียนการสอนที่แบ่งเนื้อเรื่องออกเป็นส่วนย่อย ๆ และต่อเนื่องกันโดยลำดับ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายในการสอนที่กำหนดเอาไว้ล่วงหน้าอย่างชัดเจน เนื้อหาที่เรียนแบ่งเป็นตอนย่อย ๆ เล็ก ๆ แต่ละตอน เรียกว่า "กรอบ" ซึ่งผู้เรียนจะต้องอ่านและทำการตอบสนองทุกกรอบเป็นลำดับต่อเนื่องกันหลายกรอบ จนบรรลุเป้าหมายที่วางเอาไว้

เมื่อผู้เรียนตอบสนองแต่ละกรอบ ผู้เรียนจะรู้ผลว่า ตอบถูกหรือผิด หากตอบถูกก็เน้นการ
ย้ำ หากตอบผิด ก็จะมีคำตอบที่ถูกซึ่งทำหน้าที่แก้คำตอบผิดให้ (ชม ภูมิภาค

2521 : 11 - 12)

เปเรอ กุมท ก็ได้นำความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า หมายถึง
ลำดับประสบการณ์ที่จัดไว้ สำหรับนำผู้เรียนไปสู่ความสามารถ โดยอาศัยหลัก
สัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่า มีประสิทธิภาพ (เปเรอ
กุมท 2515 : 1) จึงเห็นได้ว่า บทเรียนโปรแกรมเป็นเครื่องมือทางการศึกษา
อย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถทำให้นักเรียนรับรู้ประสบการณ์ที่จัดไว้เป็นอนุกรมไปตามลำดับ
ขั้นตามที่ถูกจัดทำบทเรียนเชื่อว่า จะนำนักเรียนไปสู่ขีดความสามารถที่ต้องการให้
เกิดขึ้น

ดังนั้น จึงสามารถที่จะให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมได้ว่า เป็น
เครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนจะเรียนได้เร็วหรือช้า ขึ้นอยู่
กับความแตกต่างระหว่างบุคคลในเรื่องความสามารถทางการเรียน เนื้อหาที่เรียน
แบ่งเป็นเนื้อหาย่อย ๆ สั้น ๆ ที่เรียกว่า "กรอบ" แต่ละกรอบบรรจุคำอธิบายและ
คำถามที่ต่อเนื่องกันไป โดยที่คำถามนั้นอาจจะเป็นลักษณะใดก็ได้ เช่น เต็มคำ ถูกผิด
หรือเลือกตอบ เมื่อผู้เรียนทำแต่ละกรอบเสร็จแล้ว ก็สามารถตรวจสอบได้ทันทีว่า
คำตอบนั้นถูกหรือผิด

บทเรียนโปรแกรมนี้ ผู้บางท่านกล่าวว่า โสเครติส ปราชญ์ชาวกรีก
ซึ่งมีชีวิตอยู่เมื่อประมาณ 400 ปีก่อนคริสตศักราช ได้ใช้วิธีการสอนสาธุศิษย์โดยอาศัย
วิธีการแบ่งเนื้อหาวิชาเป็นตอนย่อย ๆ ให้ต่อเนื่องกัน สอนทีละขั้น มีการเฉลยคำตอบ
ไว้ให้ (บุญเสริม อุทราภิรมย์ 2519 : 16) จนในที่สุดก็เข้าใจหลักการใหญ่ ๆ
ได้สำเร็จ ซึ่งนับว่า เป็นจุดเริ่มต้นของบทเรียนโปรแกรม (บุญเกื้อ ควรหาเวช
2521 : 17) แต่บทเรียนโปรแกรมที่ถือว่าทำเนิกรั้งแรกนั้น คือ แบบที่ซิดนีย์
เพรสซีย์ (Sidney L. Pressey) แห่งมหาวิทยาลัยแห่งรัฐโอไฮโอ

(Ohio State University) คิดประดิษฐ์ขึ้นใช้กับเครื่องสอนของเขาในปี ค.ศ. 1920 และเขาเองก็พยายามแก้ไขดัดแปลงปรับปรุงอยู่เรื่อย ๆ บุคคลที่ดำเนินการต่อมาได้ปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่นิยมกันในองค์การศึกษาของสหรัฐอเมริกา คือ สกินเนอร์ (เอกสารการสัมมนาเรื่องความคิดใหม่และเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517 : 206) นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ซึ่งสอนอยู่ที่มหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ต่อมาเมื่อมีการค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องการเรียนรู้โปรแกรมมากขึ้น ก็พบว่า สามารถสร้างบทเรียนขึ้นใช้โดยอิสระจากเครื่องสอนได้ จึงได้มีการผลิตบทเรียนโปรแกรมที่ไม่ต้องใช้กับเครื่องสอนขึ้นมากมายหลายสาขาวิชา (พรเพ็ญ ตูลารัตนพงศ์ 2521 : 9)

บุญเกื้อ ควรหาเวช ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้ (บุญเกื้อ ควรหาเวช 2521 : 19 - 20)

1. Active Participation ผู้เรียนมีโอกาสร่วมกิจกรรมในการเรียนอย่างแข็งขัน เช่น นักเรียนได้อ่าน ได้ตอบคำถาม ได้ทดลองหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่บทเรียนจะกำหนดให้ ต่างกับการอ่านหนังสือตำราที่ผู้เรียนมีโอกาสดูแต่เพียงอย่างเดียว และเมื่ออ่านแล้ว ก็ยังไม่แน่ใจว่า จะเข้าใจหรือรู้เรื่องที่อ่านจริงหรือไม่

2. Feedback หรือการมีข้อมูลย้อนกลับให้ผู้เรียนได้ทราบทันทีว่าสิ่งที่ตนทำไปนั้นถูกหรือผิด ซึ่งอาจจะจัดในลักษณะของคำตอบ พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติมไว้ให้ด้วย

3. Success Experience ประสบการณ์แห่งความสำเร็จ เมื่อผู้เรียนได้ทราบผลที่ตนตอบจาก Feedback ที่บทเรียนให้ไว้ว่าถูกต้อง จะเกิดความรู้สึกภูมิใจ สบายใจและอยาก เรียนต่อไป ทั้งนี้ ย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติ

4. Gradual Approximation การประมาณทีละน้อย เป็นการจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอน ๆ ตามลำดับขั้นจากง่ายไปหายาก แต่ละขั้นตอน

มีความต่อเนื่องกันอย่างสนิทสนม ไม่ถี่หรือห่างจนเกินไป จะทำให้ยากแก่การเรียนรู้
ผู้เรียนอาจเกิดความท้อถอยที่จะเรียนต่อไปได้

สื่อที่ใช้กับบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมต้องอาศัยสื่อเป็นพาหนะในการถ่ายทอดบทเรียน เนื้อหา
วิชาแก่ผู้อ่าน โดยทั่ว ๆ ไป บทเรียนโปรแกรมจะใช้กับสื่อ 2 ประเภทใหญ่ ๆ
(บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ 2519 : 15) ได้แก่

1. เครื่องสอน เป็นเครื่องหรือสื่อประดิษฐ์ขึ้นมาสำหรับใช้กับ
บทเรียน ตัวเครื่องมีรูปร่างลักษณะต่างกันไป มักใช้กับไฟฟ้า เพราะส่วนใหญ่เป็น
เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ บทเรียนอาจจะบันทึกในแผ่นกระดาษ สไลด์ फिल्मสตริฟ เทป
บันทึกเสียง फिल्मหรือเจาะเป็นบัตรใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อนำมาใช้กับ
เครื่องสอน ผู้เรียนก็สามารถเรียนได้ โดยปฏิบัติตามคำแนะนำหรือขั้นตอนที่เครื่องสอน
หรือบทเรียนสั่งทำ

2. หนังสือเรียนสำเร็จรูป คือ บทเรียนโปรแกรมที่ปรากฏอยู่ในเล่ม
หนังสือ หรือหน้ากระดาษ หลักการก็คือ นำบทเรียนมาซอยเป็นหน่วย ข้อหรือกรอบ
เริ่มต้นจากง่ายไปหายาก นักเรียนทราบคำตอบทันที และข้ามไปเรียนหน่วย **หรือข้อ**
ต่อไป

บทเรียนที่ใช้กับหนังสือ อาจจะใช้เรียงกันตามลำดับหน่วย ข้อ หรือ
อาจจะเป็นหนังสือสลับหน้า (Scrambled book) ก็ได้ คือ เมื่ออ่านไปถึง
หน่วยใด ข้อใดข้อหนึ่งแล้ว หนังสือจะมีคำสั่งให้ผู้เรียนข้ามไปเรียนหน้าใดหน้าหนึ่ง
โดยที่ไม่ต้องเรียงหน้ากัน

ชนิดของบทเรียนโปรแกรม

ถ้ายึดตามชนิดของการตอบสนอง จะแบ่งบทเรียนโปรแกรมออกได้ 2 ประเภท (บรรชา รัตนวัย 2516 : 8) คือ

1. แบบที่ผู้เรียนสร้างคำตอบเอง (Constructed response) ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียนที่จะนึก (Recall)
2. แบบที่มีคำตอบไว้ให้เลือก (Multiple choice) ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถที่จะจำ (Recognition)

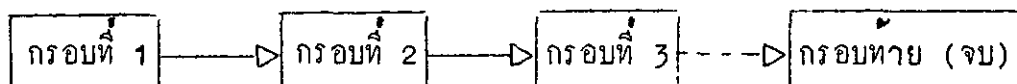
ถ้าจะแบ่งบทเรียนโปรแกรมตามเทคนิคของการเขียน สามารถจะแบ่งบทเรียนโปรแกรมออกได้ 2 ประเภท คือ

1. บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง (Linear program)

บทเรียนจะประกอบไปด้วย "กรอบ" ซึ่งเป็นหน่วยเล็ก ๆ จากง่ายไปหายาก ผู้เรียนทุกคนจะได้อ่านข้อความเดียวกันตามลำดับเหมือนกัน และตอบคำถามเหมือนกัน ผู้เรียนจะต้องเริ่มศึกษาจากกรอบแรกและก้าวหน้าไปตามลำดับ จนกระทั่งถึงกรอบสุดท้ายของบทเรียน จะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ สิ่ง que ผู้เรียนได้รับจากกรอบแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานในการเรียนกรอบต่อ ๆ ไป (Powell. 1969 : 169)

บทเรียนโปรแกรมแบบนี้ ทุกคนจะต้องทำแนวเดียวกันหมด และส่วนมาก นักเรียนจะต้องตอบสนองด้วยการสร้างคำตอบ (Constructed response) แต่ระยะหลังใช้ทั้ง Constructed response และ Multipld - choice response (ชม ภูมิภาค 2521 : 66)

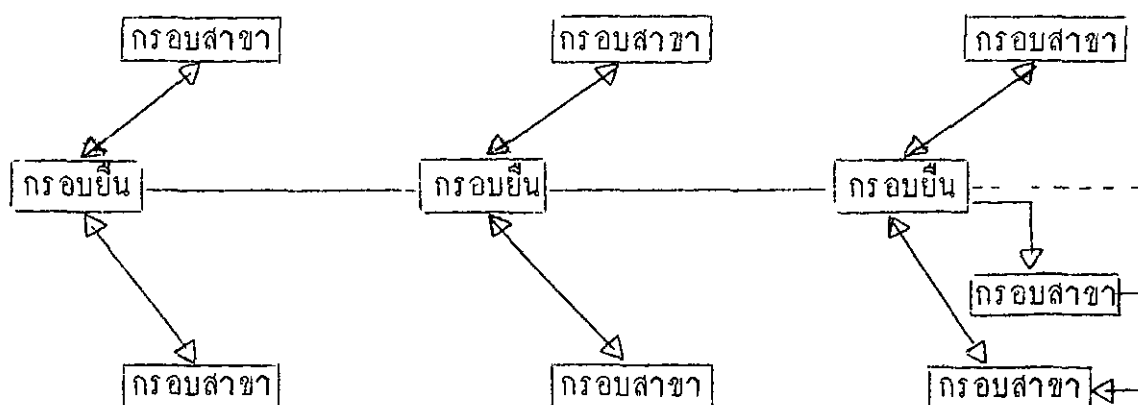
แผนผังของบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง มีดังนี้



2. บทเรียนโปรแกรมแบบแตกสาขา (Branching program)

บทเรียนแบบนี้จะประกอบด้วย กรอบหลัก ซึ่งผู้เรียนทุกคนต้องเรียน กรอบเหล่านี้เรียกว่า "กรอบยี่น" ซึ่งเป็นกรอบที่เป็นลำดับที่แท้จริงของบทเรียน ในแต่ละกรอบยี่น จะบรรจุเนื้อหาที่เป็นหลักของเรื่องที่สอนอย่างสั้น ๆ ประมาณหนึ่งถึงสองย่อหน้า แล้วตอบคำถามให้ผู้เรียนตอบ ลักษณะของคำถามเป็นแบบให้เลือกตอบ อาจมีสองหรือสามตัวเลือกหรือมากกว่า ในแต่ละตัวเลือกจะบอกกรอบหรือหน้ากำกับไว้ให้ผู้เรียนพลิกไปเมื่อผู้เรียนเลือกคำตอบ ถ้าผู้เรียนตอบผิด ผู้เรียนจะต้องศึกษากรอบสาขาที่มีคำอธิบาย เพื่อแก้ไขความเข้าใจที่ผิด พร้อมทั้งให้คำแนะนำให้ผู้เรียนเข้าใจว่าตอบผิดอย่างไร จากนั้นจึงสั่งให้ผู้เรียนพลิกกลับไปยังกรอบยี่นกรอบเดิม เพื่อเลือกคำตอบอื่น ในกรณีที่ผู้เรียนตอบถูก การเรียนของผู้เรียนก็จะดำเนินจากกรอบยี่นหนึ่งไปยังกรอบยี่นถัดไป (Stolurrow. 1961 : 58)

แผนผังของบทเรียนโปรแกรมแบบแตกสาขา มีดังนี้



หลักการสร้างบทเรียนโปรแกรม

ในการเขียนบทเรียนโปรแกรม มีขั้นตอนที่ควรปฏิบัติอยู่ 3 ขั้นตอน (บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ 2519 : 17) ดังนี้

1. ขั้นตอนเตรียมการหรือวางแผน
2. ขั้นตอนการเขียนบทเรียน
3. ขั้นตอนทดลองและแก้ไขปรับปรุง

ขั้นตอนเตรียมการหรือวางแผน

ต้องคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1. การเลือกบทเรียน

ในการเลือกบทเรียน ผู้เขียนควรพิจารณาในด้าน

- 1.1 เลือกบทเรียนหรือวิชาที่เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน ใช้อย่างคุ้มค่าคุ้มค่ากับเวลาและแรงงานที่จัดทำ
- 1.2 ต้องเลือกบทเรียนที่คิดว่า ผู้เขียนมีความถนัดพอจะทำได้
- 1.3 คำนึงถึงความสั้นยาวของบทเรียน บทเรียนที่ยาวเกินไป อาจจะแบ่งเป็นหลาย ๆ ตอน

1.4 บทเรียนบทหนึ่ง ควรใช้เวลาประมาณ 50 – 60 นาที ก็น่าจะเป็นการเพียงพอแล้ว สำหรับนักเรียนระดับประถมหรือมัธยม

2. เตรียมเอกสาร หนังสือค้นคว้าประกอบการเขียน

การเขียนบทเรียนโปรแกรมนั้น ผู้เขียนจะต้องอ่าน ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล หลักวิชา แล้วนำมาเรียบเรียง ฉะนั้น จึงต้องตระเตรียมแม่กระทั่งพจนานุกรม เพื่อเปิดดูศัพท์ว่า สะกดอย่างไร คำ ๆ นี้เหมาะสมกับระดับชั้นหรือวัยของผู้เรียนหรือไม่

3. กำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้

การกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ นิยมกำหนดไว้ในแบบเชิงพฤติกรรม เพราะเป็นจุดมุ่งหมายที่เด่นชัด มองเห็นการกระทำของผู้เรียนได้ง่ายกว่า

4. สร้างข้อทดสอบวัดพฤติกรรมเบื้องต้นของผู้เรียน

ผู้เขียนบทเรียนจะต้องเขียนข้อทดสอบขึ้นมาชุดหนึ่ง เพื่อเป็นการวัดภูมิหลัง ความรู้เบื้องต้นของผู้เรียนว่ามีมากน้อยแค่ไหน เพียงไร ข้อทดสอบเบื้องต้นนี้เรียกว่า การทดสอบก่อน

5. สร้างข้อทดสอบเพื่อวัดพฤติกรรมที่คาดหวังเมื่อเรียนจบ

เป็นข้อทดสอบที่เขียนขึ้นเพื่อจะวัดว่าผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามที่ตั้งไว้หรือคาดหวังไว้หรือไม่ บางทีผู้เขียนอาจจะใช้ข้อทดสอบชุดเดียวกันกับคอนทดสอบครั้งแรกก่อนเรียนบทเรียนก็ได้

ขั้นการเขียนบทเรียน

ในขั้นนี้ ผู้เขียนต้องกำหนดไว้แน่นอนว่า บทเรียนนี้ต้องแบ่งออกเป็นกี่หน่วย กี่ข้อ หรือกี่กรอบ และแต่ละหน่วยจะสอนเรื่องอะไร

สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการเขียนบทเรียนแต่ละหน่วย มีดังนี้

1. ต้องกำนังเสมอว่า บทเรียนแต่ละหน่วยมุ่งที่จะสอน ไม่ใช่เพื่อทดสอบ มุ่งที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียน ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยเฉพาะ การอธิบายหรือใช้ภาษา จึงต้องมุ่งที่จะให้ผู้เรียนได้ความรู้

2. การเขียนบทเรียนที่ดี จะต้องให้ผู้เรียนทำฝึกแต่น้อย บทเรียนที่เขียนขึ้นแล้ว นักเรียนตอบผิดเป็นส่วนมาก ไม่ค่อยช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากนัก

3. บทเรียนแต่ละหน่วย หรือข้อ จะต้องมีการชี้แนะคำตอบไว้ในตัว คือ การใช้ถ้อยคำ ภาษาหรือคำอธิบาย เป็นการชี้แนวทางให้ผู้เรียนทราบคำตอบได้เร็ว ง่ายต่อการเดา

4. การเขียนบทเรียน ต้องคำนึงความยากง่ายของการใช้ภาษา เขียนให้อ่านง่าย คำอธิบายแจ่มชัด และไม่ประสงค์ให้ผู้เรียนเกิดความไขว่เขวเมื่ออ่าน บทเรียนบางอย่างอาจจำเป็นต้องใช้ภาพประกอบ เพื่อช่วยให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

5. ต้องคำนึงถึงความต่อเนื่องของเนื้อหาในแต่ละหน่วยหรือข้อ ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของแต่ละหน่วย มีการลำดับเรื่อง เป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน

ขั้นตอนทดลองและแก้ไขปรับปรุง

เมื่อผ่านขั้นการเขียนมาแล้ว ก็ให้นักเรียนในระดับชั้นที่จะใช้บทเรียนนั้นได้ลองอ่านบทเรียนในแต่ละหน่วยเสียก่อน อย่างน้อยให้เด็ก 5 - 10 คนอ่านดูว่า ภาษาเหมาะสมหรือไม่ เข้าใจตรงกันหรือไม่ เด็กไขว้เขวในการตีความบ้างหรือไม่ ความคิดรวบยอดแจ่มชัดเพียงไร ถ้าเกิดข้อบกพร่องเนื่องจากบทเรียนเป็นประการใดตรงไหน ก็ต้องรีบแก้ไขทันที

ขั้นต่อไป นายบทเรียนไปอัดสำเนา แล้วนำไปทดลองใช้กับจำนวนเด็กที่มากกว่าเดิม เพื่อค้นหาข้อบกพร่อง และจะได้แก้ไขปรับปรุงเป็นขั้นสุดท้าย จึงจะนำไปใช้ได้

การวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมนั้น ได้มีผู้วิจัยไว้หลายท่านทั้งในและนอกประเทศ จึงจะแยกกล่าวไว้ดังนี้

1. การวิจัยในต่างประเทศ
2. การวิจัยในประเทศ

การวิจัยในต่างประเทศ

การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมในต่างประเทศ มีผู้ทำวิจัยไว้มาก ซึ่งในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น

มอร์ (Moore, 1970 : 2206 -A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชื่อ Modern Physical Science (Text A) สร้างโดยบรูคส์ (Brooks) เทรซี่ (Tracy) โทรพ (Tropp) และฟรีดล์ (Friedl) กับบทเรียนโปรแกรมชื่อ Physical

Science-Its Principle and Applications (Text B) ซึ่งสร้างโดยมอร์ และสไตน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพเกรด เอ จำนวน 286 คน ซึ่งนำมาจากโรงเรียน 6 แห่งในเมืองดีทรอยต์ นักเรียน 5 ห้องแรก ใช้บทเรียนโปรแกรม Text A และอีก 5 ห้องใช้บทเรียนโปรแกรม Text B ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ใช้บทเรียนโปรแกรม Text B มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ใช้บทเรียนโปรแกรม Text A อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิจัยของมอร์ จะเห็นว่า เป็นการศึกษเปรียบเทียบประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม 2 แบบ อันเป็นแนวการศึกษาที่แตกต่างจากของผู้อื่นอีกหลายท่าน ที่มุ่งศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม โดยนำไปเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนตามปกติ ดังนี้

มอร์ริเบอร์ (Moriber. 1969 : 214-216- A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพเรื่อง "ทฤษฎีอะตอมและพันธเคมี" ในระดับวิทยาลัย โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลอง 120 คน และกลุ่มควบคุม 120 คน ให้กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนตามปกติ ทดลอง 3 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ต่อมาในปี ค.ศ. 1972 สตรีกแลนด์ (Strickland. 1972 : 2510-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับวิธีสอนแบบบรรยายในวิชาชีววิทยาทั่วไป ที่วิทยาลัยกอฟเฟีย ลินคอล์น จูเนียร์ (Copiah-Lincoln Junior) โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกใช้บทเรียนโปรแกรม กลุ่มที่ 2 ใช้การสอนแบบบรรยาย ผลการทดลอง ปรากฏว่า กลุ่มที่ใช้บทเรียนโปรแกรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัยของมอร์ริเบอร์และสตรีกแลนค์ ชัดแจ้งกับการวิจัยของแอนเดอร์สัน บารด์ และแทมมินเนน ดังนี้

ในปี ค.ศ. 1971 แอนเดอร์สัน (Anderson.1971:1935-A) ได้ศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับวิธีอภิปรายและซักถาม ในวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษา โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง สอน โดยใช้บทเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุม สอนโดยการอภิปรายและซักถาม ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการวิจัยนี้ สอดคล้องกับการวิจัยของบารด์ (Bard.1975:5947-A) ที่ได้ ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 100 ของนักศึกษา วิทยาลัยรัฐเซาเทอร์น โคโรราโด โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ด้วยการแบ่งนักศึกษาทั้งกล่าวออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 22 คน ซึ่งเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุมจำนวน 48 คน ใช้วิธีสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

และในปี ค.ศ. 1976 แทมมินเนน (Tamminen. 1976 : 7320-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาเคมีทั่วไป ของนักศึกษาที่มีได้เรียน วิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก โดยการแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 97 คน เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุม จำนวน 120 คน เรียนโดยใช้การสอนตามปกติ เวลาที่ใช้ในการทดลอง 14 สัปดาห์ ผลการทดลอง ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มี นัยสำคัญทางสถิติ

การวิจัยในประเทศ

สำหรับในประเทศไทย ได้มีผู้วิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมในวิชา วิทยาศาสตร์ ดังนี้

ปรีชา คุณวัลลี (ปรีชา คุณวัลลี 2515 : 28 - 29) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอบวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนยะลา จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 35 คน ซึ่งสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุม 35 คน ซึ่งสอนโดยวิธีสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความทรงจำของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ต่อมาอีก 1 ปี บรรดา รัตนวัย (บรรดา รัตนวัย 2516 : 38) ได้สร้างและทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมเปรียบเทียบกับวิธีสอนตามปกติ ในวิชาเคมี เรื่อง "สสารและพลังงาน" ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองจำนวน 40 คน เป็นนักเรียนโรงเรียนสมาคมโรงเรียนราษฎร์สอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุม จำนวน 43 คน เป็นนักเรียนในโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย สอนโดยการสอนแบบปกติ ผลจากการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อีก 2 ปีต่อมา อรรถพร บุญดอนอม (อรรถพร บุญดอนอม 2518 : 31-32) ได้ทำการเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "ไฟและเชื้อเพลิง" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนโรงเรียนชลราษฎรธารุ้ง จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีจำนวนนักเรียน 35 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม ส่วนกลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มสูงกว่าเดิม แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ในปีเดียวกันนี้ ทวีพร เนียมมาลัย (ทวีพร เนียมมาลัย 2518 : 35-36) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง "ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมี" ในระดับอุดมศึกษา โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาปีที่ 1 วิทยาลัยครูเพชรบุรี แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองจำนวน 43 คน สอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุม จำนวน 39 คน สอนโดยใช้การสอนแบบปกติ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยของทวีพรเนียมมาลัย นี้ สอดคล้องกับการวิจัยของพรเพ็ญ ตูลารัตนพงศ์ (พรเพ็ญ ตูลารัตนพงศ์ 2521 : 50 - 53) ที่ได้เปรียบเทียบผลการสอนวิชาเคมีเรื่อง "สมดุลเคมี" ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนปทุมคงคา กรุงเทพมหานคร จำนวน 87 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 44 คน สอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุมจำนวน 43 คน สอนโดยวิธีสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษาค้นคว้าที่กล่าวมา ขัดแย้งกับการศึกษาค้นคว้าของปรีดา เพชรมีศรี นิรันดร์ แนนชิต และวิวัฒน์ วัชรหิรัญ ดังนี้

ในปี พ.ศ. 2518 ปรีดา เพชรมีศรี (ปรีดา เพชรมีศรี 2518 : 12, 29) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเรื่อง "พลังงาน มวลสารและน้ำหนัก" โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนสมุทรปราการ จำนวน 72 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 36 คน สอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุมจำนวน 36 คน สอนโดยการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในปีเดียวกัน นิรันดร์ แนนชิต (นิรันดร์ แนนชิต 2518 : 29 - 30) ก็ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งาน กำลัง และเสียง ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนโรงเรียนสมุทรปราการ จำนวน 48 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 24 คน สอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุม จำนวน 24 คน สอนโดยใช้ การสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นกัน ผลการวิจัยของนิรันดร์ , แนนซิก นีสอกคล้องกับการวิจัยของวิวัฒน์ วัชรศิริ (วิวัฒน์ วัชรศิริ 2519 : 34-35) ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง "ทัศนอุปกรณ์อย่างง่าย " ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนโรงเรียนบุญวัฒนา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่ม ทดลองจำนวน 30 คน สอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน สอนโดยใช้การสอนแบบปกติ ผลปรากฏว่า

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. คะแนนทัศนคติของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคะแนนทัศนคติของนักเรียนกลุ่มควบคุมต่ำลง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม มีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียน โปรแกรม

จากผลการศึกษาวิจัยของต่างประเทศและในประเทศ พบว่า การสอนโดยใช้ บทเรียนโปรแกรม ให้ผลในด้านการเรียนรู้ไม่ด้อยกว่าการสอนตามปกติ แต่การสอน โดยใช้บทเรียนโปรแกรมมีข้อดีหลายประการ เช่น ช่วยให้การทบทวนน้อยลงในการสอน ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ง่ายต่อการควบคุมชั้นเรียน แก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ และใช้สอนนักเรียนได้คราวละมาก ๆ เป็นต้น จึงควรที่จะได้มีการเผยแพร่วิธีการ ในการสร้างบทเรียนโปรแกรม และส่งเสริมให้มีการค้นคว้า ทดลอง แล่นำไปใช้ ประโยชน์แก่วงการศึกษาต่อไป

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้

ศูนย์การเรียนรู้ เป็นสถานศึกษาที่จัดบรรยากาศให้ผู้เรียนสามารถเข้าศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองจากโปรแกรมการสอน ซึ่งจัดไว้ในรูปของชุดการสอนรายบุคคลตามหมวดหมู่ของเนื้อหา และประสบการณ์ต่าง ๆ ภายใต้การดูแลของครู ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงาน ที่ปรึกษา และควบคุมโปรแกรมของผู้เรียนพร้อมทั้งจัดเตรียมหาชุดการสอนตามความต้องการของผู้เรียนระดับต่าง ๆ (นิพนธ์ ศุภปริดี 2519 : 106 - 107)

ศูนย์การเรียนรู้ อาจจะเป็นการขยายห้องเรียนปกติ โดยการจัดการการสอน และแหล่งวัสดุอุปกรณ์เสียใหม่ ซึ่งใช้ครูร่วมกันจัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 6 - 8 คน และขึ้นอยู่กับกรอบแบบอาคารเรียนให้เป็นไปตามระบบการเรียนแบบหน่วย ด้วยกระบวนการการศึกษาเป็นรายบุคคล โดยอาศัยเทคนิคการจัดกลุ่มผู้เรียน การจัดเนื้อหาวิชาความรู้ การกำหนดเงื่อนไขในการเรียน และการวัดผลแบบต่อเนื่อง การเรียนในลักษณะเช่นนี้ เป็นการบูรณาการองค์ประกอบของชั้นเรียนให้เข้ากับศูนย์การเรียนรู้ (บุญเกื้อ ควรหาเวช 2521 : 40).

ในการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ หมายถึง การแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 - 6 กลุ่ม เรียกว่า กลุ่มกิจกรรมหรือศูนย์กิจกรรม ในแต่ละศูนย์กิจกรรมจะมีกิจกรรม วัสดุ อุปกรณ์ และเนื้อหาแตกต่างกันไป ผู้เรียนจะหาประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยการประกอบกิจกรรมให้ครบทุกศูนย์ และรายงานผลกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่ครูกำหนดให้ ครูสามารถจัดบรรยากาศจากห้องเรียนเดิมโดยจัดโต๊ะ เก้าอี้ ให้เป็นกลุ่มย้ายอุปกรณ์ตามความต้องการ เพื่อแบ่งห้องออกเป็น ส่วน ๆ ความมุมห้องให้นักเรียนทำกิจกรรม

แนวความคิดในเรื่องศูนย์การเรียนรู้ เริ่มมีขึ้นในศตวรรษที่ 17 โดยฟรานซิส เบคอน (วนิดา นิ่มเสมอ 2517 : 20) เป็นบุคคลแรกที่มีความคิดเห็นว่า

นักเรียนควรประกอบกิจกรรมด้วยตนเองและอย่างเสรี การส่งเสริมให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีบทบาทและมีส่วนร่วมในสังคม แต่ความคิดที่จะนำศูนย์การเรียนรู้มาเป็นส่วนหนึ่งของการสอนเริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1967 โดยมหาวิทยาลัยเซาเทิร์นแคลิฟอร์เนีย ในลอสแอนเจลิส ได้ทำการทดลองปรับปรุงศูนย์การเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ความคิดนี้ได้รับการตอบสนองโดยได้มีการทดลองปฏิบัติพร้อมๆ กันหลายแห่งทั่วอเมริกา (ชาอุชัย อินทรสุนานนท์ 2519 : 21)

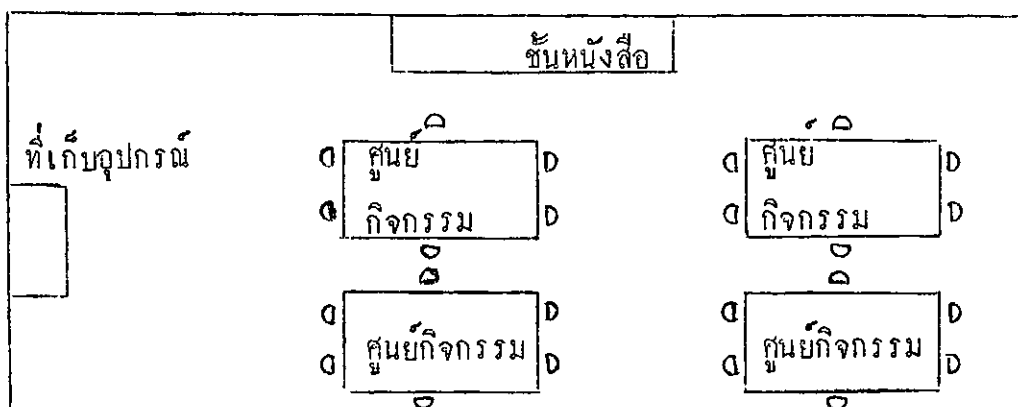
ในประเทศไทย คร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ได้เป็นผู้ริเริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2516 โดยครั้งแรกได้เผยแพร่ที่คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และต่อมาจึงได้แพร่หลายทั่วไป

ประเภทของศูนย์การเรียนรู้

1) ศูนย์การเรียนรู้ สามารถจะแบ่งออกได้ ดังนี้

1. ศูนย์การเรียนรู้ที่ไม่แยกเป็นเอกเทศจากห้องเรียน มี 2 ลักษณะ คือ

1.1 ห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ (Learning centre classroom) เป็นการจัดห้องเรียนจากห้องเรียนแบบธรรมดาที่ครูสอนมาเป็นศูนย์กิจกรรมสำหรับให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2516 - 2517 : 57) ดังแผนภูมิ 1

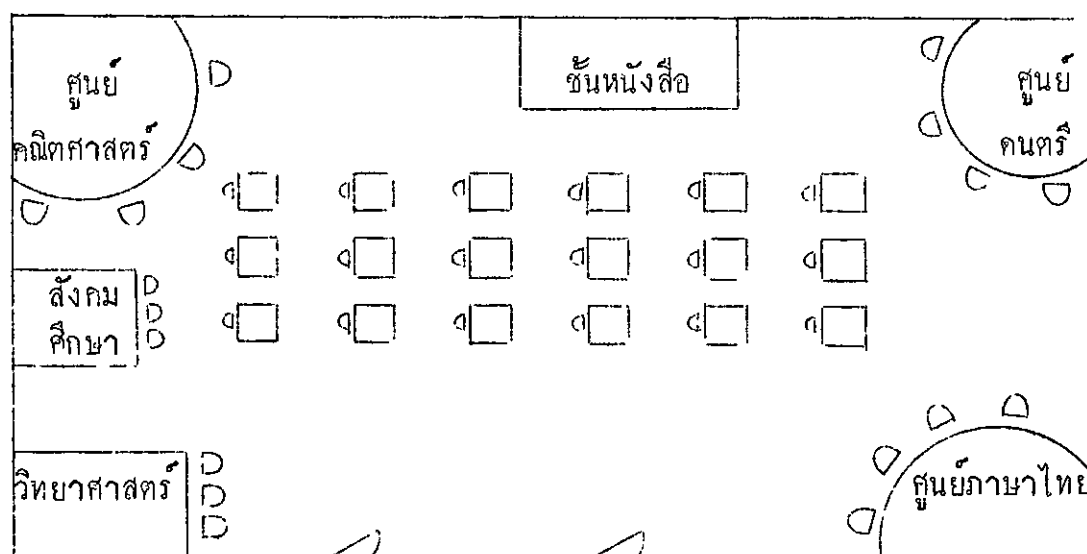


แผนภูมิ 1 ห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้

1.2 ศูนย์การเรียนรู้ในห้องเรียน (Classroom learning centre)

กระทำโดยจัดศูนย์วิชาต่าง ๆ ไว้ข้าง ๆ เหนือหรือมุมห้อง อาจจะเป็น ศูนย์วิทยาศาสตร์ ศูนย์คณิตศาสตร์ ศูนย์ดนตรี เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเมื่อมี เวลาว่าง ศูนย์เหล่านี้จะมีวัสดุอุปกรณ์และกำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ไว้ เมื่อนักเรียนคนใด ทำงานที่กลุ่มมอบหมายเสร็จแล้ว ก็อาจมาทำงานที่ศูนย์ต่าง ๆ ตามความสนใจ การจัด ศูนย์การเรียนรู้ในห้องเรียนเช่นนี้ ช่วยส่งเสริมความถนัดและความสนใจของนักเรียน การจัดศูนย์การเรียนรู้แบบนี้ในห้องเรียน จะช่วยส่งเสริมความถนัดและความสนใจของ นักเรียนช่วยป้องกันมิให้นักเรียนเบื่อหน่ายต่อการเรียน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2517 :

57) กังแผนภูมิ 2



แผนภูมิ 2 ศูนย์การเรียนรู้ในห้องเรียน

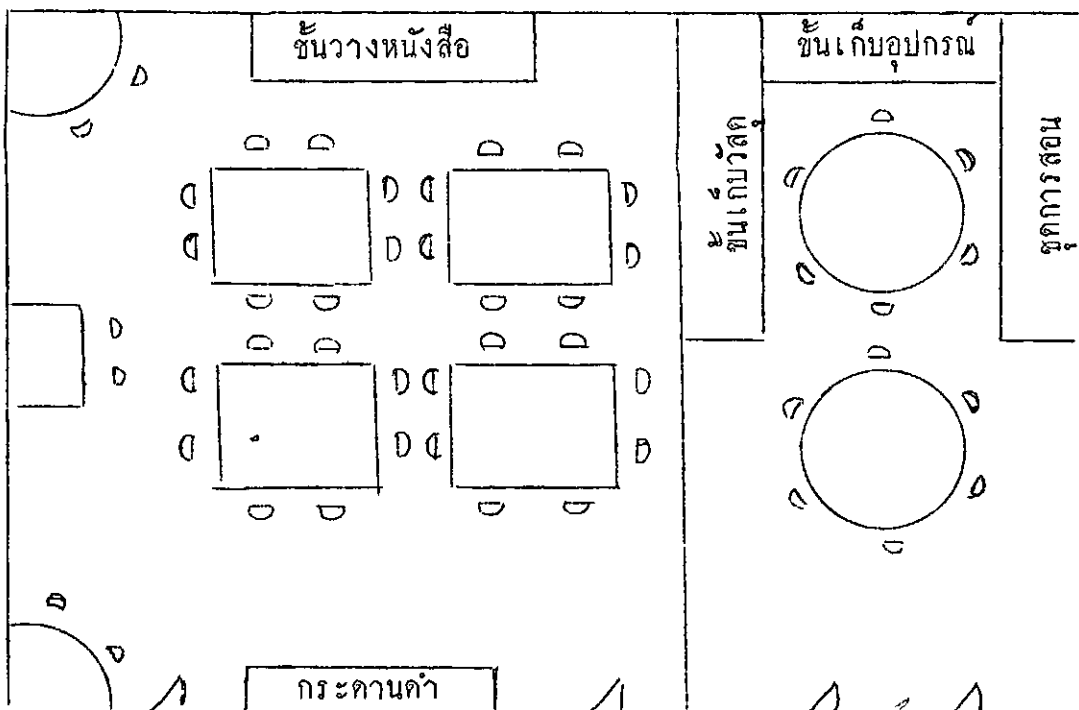
2. ศูนย์การเรียนรู้ที่แยกเป็นเอกเทศ เป็นการใช้ห้องใดห้องหนึ่งของโรงเรียน หรืออาจเป็นสองห้องติดกัน เพื่อทำให้เป็นศูนย์การเรียนรู้โดยเฉพาะ การจัดศูนย์กิจกรรมในห้องนี้จะกระจายไปทั่วห้อง และมีเก้าอี้มากมายที่จะให้ครู นักเรียนทั้งชั้นประกอบกิจกรรมตามความสนใจ

ศูนย์การเรียนรู้แบบนี้ มีการจัดอยู่ 2 ลักษณะ คือ

2.1 ศูนย์การเรียนรู้ที่ใช้เป็นห้องปฏิบัติวิธีการสอน เรียกว่า ศูนย์การเรียนรู้สำหรับครู สำหรับสถาบันที่ผลิตครูอาจจะจัดในสถาบันเองหรือในโรงเรียนที่มีนักศึกษาฝึกสอนไปประจำอยู่ ดังแผนภูมิ 3

ห้องปฏิบัติการสอน

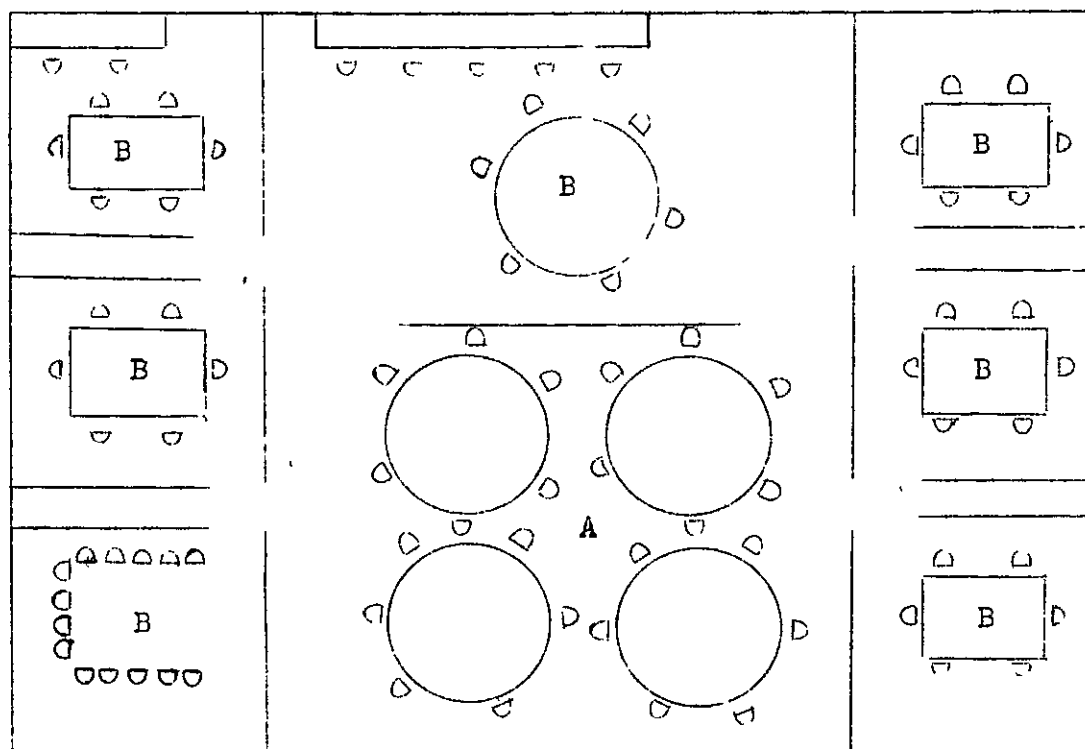
ศูนย์การผลิต



แผนภูมิ 3 ศูนย์การเรียนรู้ที่ใช้เป็นห้องปฏิบัติวิธีการสอน

ในโรงเรียนที่จัดห้องปฏิบัติการการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เป็นการสร้างบรรยากาศให้เหมือนจริง เพื่อให้ครูและนักศึกษาที่มาฝึกสอน ฝึกทักษะ หรือเป็นที่ทดลองแนวความคิดใหม่ ๆ ก่อนที่จะนำไปใช้ในห้องเรียนจริง บางครั้งก็เป็น การช่วยนักศึกษาฝึกสอนได้ทดลองใช้บทเรียนที่เตรียมไว้ โดยสมมุติตนเองเป็น นักเรียน เป็นการหาและแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนให้ดีขึ้น (ปรีชา ใจสะอาด 2519 : 57 - 58)

2.2 ศูนย์การเรียนรู้สำหรับนักเรียนหรือศูนย์วิชาการ (Learning resource centre) เป็นศูนย์การเรียนรู้ที่แยกห้องเรียนโดยเอกเทศ แต่อยู่ในบริเวณเดียวกันเพื่อสะดวกในการใช้ศูนย์การเรียนรู้ของนักเรียนให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสนใจ หรือศึกษาตามหัวข้อที่ครูกำหนดให้ ครูต้องมีการวางแผนการสอนอย่างถี่ถ้วนที่จะกำหนดให้นักเรียนไปศึกษาในศูนย์ ซึ่งมีสื่อการสอน มีสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนที่สามารถเข้ามาศึกษาได้ โดยไม่จำกัดจำนวน วัยและระดับชั้น (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2517 : 57) ดังแผนภูมิ 4



A = ศูนย์การเรียนรู้

B = ห้องเรียน

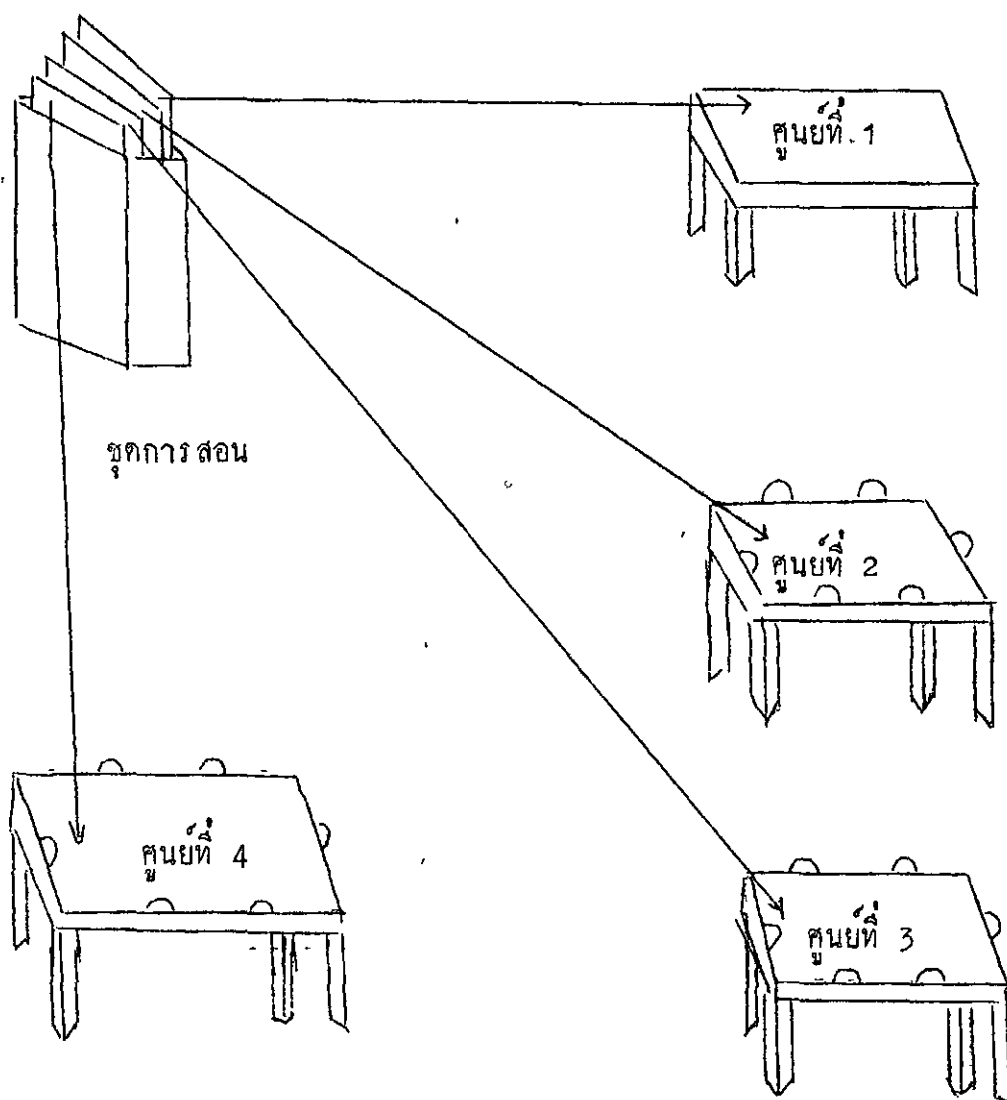
แผนภูมิ 4 ศูนย์การเรียนรู้สำหรับนักเรียน

3. ศูนย์การเรียนรู้ชุมชน (Community learning centre) คือ สถานศึกษาที่จัดบรรยากาศให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้จากโปรแกรมการสอน ซึ่งจัดไว้ในรูปของชุดการสอนรายบุคคล ตามหมวดหมู่ของเนื้อหาและประสบการณ์ต่าง ๆ ภายใต้ความควบคุมดูแลของครู ซึ่งทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาและควบคุมโปรแกรมของผู้เรียน พร้อมทั้งจัดเตรียมและหาชุดการสอนตามความต้องการของผู้เรียนในระดับต่าง ๆ การเรียนในศูนย์การเรียนรู้ชุมชน ไม่มีการกำหนดเวลาและระดับชั้น เนื้อหาและประสบการณ์ในชุดการสอน จะแบ่งออกเป็นหน่วยตามลำดับจากง่ายไปหายาก และสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนก้าวไปตามความสนใจและความสามารถ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2517 : 14 - 15)

การจัดศูนย์กิจกรรม

ศูนย์กิจกรรม ประกอบด้วย

1. เนื้อหาของบทเรียน ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละศูนย์กิจกรรม
2. วัสดุอุปกรณ์ ครูต้องเลือกวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ มาใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา ซึ่งวัสดุอุปกรณ์ในแต่ละศูนย์ จะจัดอยู่ในรูปชุดการสอน ซึ่งเรียกว่า "ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้" ดังมีแผนภูมิต่อไปนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2517 : 31)



แผนภูมิ 5 ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้

3. บัตรคำสั่ง ทำหน้าที่แทนครูในการอธิบาย และสั่งนักเรียนเป็นรายบุคคลให้เข้าใจวิธีการเรียนในศูนย์กิจกรรมต่าง ๆ ตามลำดับชั้น รวมทั้งหัวข้ออภิปรายหรือคำถามที่ครูประสงค์จะให้นักเรียนรายงาน บัตรคำสั่ง ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

3.1 คำอธิบายสั้น ๆ

3.2 คำสั่งให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม

3.3 หัวข้ออภิปรายหรือคำถาม

4. เครื่องเขียน หลังจากให้นักเรียนเสร็จสิ้นกิจกรรมที่กำหนดให้แล้ว ครูอาจให้นักเรียนรายงานผล เพื่อเก็บไว้ใช้ประโยชน์ในการวัดผลของนักเรียน และเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในสิ่งที่ตนเรียนดีขึ้น ครูจะต้องจัดเตรียมเครื่องเขียนไว้ให้พร้อม เช่น ปากกา กระดาษสำหรับเขียนรายงาน เป็นต้น (ไชยยศ เรืองสุวรรณและเริงลักษณ์ โรจนพันธ์ 2518 : 120 - 122)

กระบวนการของห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน แบ่งเป็น 3 ชั้น คือ

1. ชั้นเตรียม

1.1 เตรียมตัวครู ครูผู้ควบคุมชั้นเรียนแบบศูนย์การเรียนจะต้องอ่านคู่มือครูบันทึกการสอนและเนื้อหาวิชา

1.2 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ทำการทดสอบนักเรียน เช่น แบบทดสอบขณะเรียนแบบทดสอบก่อนและหลังการเรียน หรือกิจกรรมอื่น ๆ แล้วแต่จะกำหนด

1.3 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ วัสดุที่สิ้นเปลืองต่าง ๆ จะต้องเตรียมใส่ไว้ให้พร้อมอยู่เสมอ อุปกรณ์จะต้องได้รับการตรวจสอบว่ามีประสิทธิภาพ

1.4 เตรียมสถานที่ สถานที่ที่เป็นชั้นเรียน จะต้องจัดให้ได้ตามกลุ่มกิจกรรมที่ได้กำหนดไว้ในชุดการสอน รวมทั้งกลุ่มกิจกรรมสำรองด้วย

2. ขั้นเข้าสู่กิจกรรม

- 2.1 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงกระบวนการเรียนแบบศูนย์การเรียน โดยศึกษาจากคู่มือครู
- 2.2 แบ่งกลุ่มนักเรียนออกตามจำนวนศูนย์กิจกรรม
- 2.3 ทำการทดสอบนักเรียน เป็นการทดสอบก่อนเรียน
- 2.4 นำเข้าสู่บทเรียน โดยบอกถึงเนื้อหาคร่าว ๆ ของการเรียน และอาจจะต้องใช้สื่อประกอบการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดสิ่งกับเบื้องต้นของสิ่งที่เรียน
- 2.5 ให้เด็กลงมือศึกษาตามศูนย์กิจกรรมที่กำหนดไว้
- 2.6 หมุนเวียนให้นักเรียนทุกกลุ่มได้เรียนทุกศูนย์กิจกรรม

3. ขั้นประเมินผลและสรุปบทเรียนมีดังนี้

- 3.1 เก็บรวบรวมแบบทดสอบก่อนเรียน
- 3.2 แจกแบบทดสอบขณะเรียนก่อนที่เด็กจะเข้าสู่กิจกรรม
- 3.3 ครูเป็นผู้ทดสอบนักเรียนหลังจากเรียนแล้ว เพื่อนำผลการทดสอบครั้งหลังไปเปรียบเทียบกับผลการทดสอบก่อนเรียน และผลการทดสอบขณะเรียน ทั้งนี้จะได้ทราบถึงผลการก้าวหน้าของนักเรียน และทราบถึงประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ใช้ค่าลำดับ
- 3.4 หลังจากที่ได้ครูเก็บรวบรวมแบบทดสอบหลังเรียนแล้ว ครูจะต้องสรุปบทเรียนอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้สื่อการสอนที่รวมเนื้อหาทั้งหมดของบทเรียน หรือจะให้เด็กประกอบกิจกรรมร่วมกันทั้งชั้น เพื่อเป็นการทำให้เกิดความซาบซึ้งในบทเรียนมากขึ้นก็ได้ (ปรัชญา ใจสะอาด 2517 : 70 - 71)



x

การวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการวิจัยเกี่ยวกับศูนย์การเรียนรู้ นั้น ได้มีผู้วิจัยไว้อย่างหลายท่าน ทั้งในและนอกประเทศ จึงจะแยกกล่าวไว้ดังนี้

1. การวิจัยในต่างประเทศ
2. การวิจัยในประเทศ

การวิจัยในต่างประเทศ

สเปียร์ (Spears. 1973 : 4680-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนแบบศูนย์การเรียนและการเรียนแบบปกติในวิชาคณิตศาสตร์ ภาษาและทักษะในการอ่าน กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาผู้ใหญ่ในรัฐลุยเซียนา ผลการวิจัยพบว่า การเรียนจากศูนย์การเรียนให้ความก้าวหน้าสูงกว่าการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 ความคงทนในการจำจากการเรียนแบบศูนย์การเรียนสูงกว่าแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

ในปีเดียวกัน วิทเทียร์ (Whittier. 1973 : 216-A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของประสบการณ์จากศูนย์การเรียนกับการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและผลสัมฤทธิ์ของเด็กชายและเด็กหญิง ผลปรากฏว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีคะแนนทัศนคติต่างกันเล็กน้อย และเด็กชายเมื่อเริ่มเรียนมีความเข้าใจตนเองน้อยกว่าเด็กหญิง แต่ความก้าวหน้าเห็นได้ชัดเจนกว่า ส่วนในด้านความรู้ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความก้าวหน้าต่างกันเล็กน้อย แต่มีคะแนนสูงขึ้นทั้งสองกลุ่ม คะแนนของนักเรียนหญิงสูงกว่าคะแนนของนักเรียนชายทั้งคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และนักเรียนหญิงมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่าเด็กชาย

✓ กิลส์ (Giles. 1975 : 3383) ได้ทำการวิจัยเรื่องศูนย์การเรียน ที่สร้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบคุณค่าของศูนย์การเรียนในระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ศูนย์การเรียนเปิดโอกาสให้ครูได้สังเกตพฤติกรรมและสนองความต้องการของนักเรียนมากขึ้น ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่า ศูนย์การเรียนช่วยให้เด็กสนใจในการเรียนเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับความมุ่งหมายของการจัดการศึกษาในปัจจุบัน

การวิจัยในประเทศ

การวิจัยเกี่ยวกับศูนย์การเรียนนั้น ได้มีผู้วิจัยกันมาบ้างแล้วในหลาย ๆ วิชา เช่น วิชาสังคมศึกษา ภาษาไทย เป็นต้น ยกตัวอย่าง เช่น/แสงอรุณ โปร่งชูระ (แสงอรุณ โปร่งชูระ 2517 : 80) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ประสิทธิภาพของการสอนวิชาสังคมศึกษาในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนและห้องเรียนธรรมดา ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน ไม่แตกต่างจากการสอนแบบธรรมดา ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 แต่การเรียนจากห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน ทำให้นักเรียนจดจำเนื้อหาได้ยาวนานกว่านักเรียนที่เรียนจากห้องเรียนแบบธรรมดา

✓ เสริมแสง พันธุ์มสุต (เสริมแสง พันธุ์มสุต 2518 : 268) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการจำจากการสอนแบบศูนย์การเรียนและแบบครูเป็นศูนย์กลาง วิชาภาษาไทย เรื่องราชาศัพท์ ในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียน

จากการสอนแบบศูนย์การเรียน มีผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการจำสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบครูเป็นศูนย์กลาง ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05

✓ สุเทพ อ่อนใส (สุเทพ อ่อนใส 2520 : 40 - 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนและแบบครูเป็นศูนย์กลาง ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโคกสำโรงวิทยา จังหวัดลพบุรี จำนวน 72 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 36 คน สอนโดยวิธีสอนแบบศูนย์การเรียน และกลุ่มควบคุม 36 คน สอนโดยวิธีสอนแบบครูเป็นศูนย์กลาง ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของนักเรียนที่เรียนในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนในห้องเรียนแบบครูเป็นศูนย์กลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

/ ปรียวรรณ ภูมิโชคชัย (ปรียวรรณ ภูมิโชคชัย 2520 : 37) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่วิเคราะห์ระบบกับศูนย์การเรียนที่ไม่ได้วิเคราะห์ระบบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่วิเคราะห์ระบบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ได้วิเคราะห์ระบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับผลการวิจัยของปราณี เลี่ยมพุททอง (ปราณี เลี่ยมพุททอง 2520 : 60) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่วิเคราะห์ระบบ กับศูนย์การเรียนที่ไม่ได้วิเคราะห์ระบบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่วิเคราะห์ระบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ได้วิเคราะห์ระบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น .01

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากศูนย์การเรียน มีทั้งแตกต่างและไม่แตกต่างจากการสอนตามปกติ และศูนย์การเรียนที่วิเคราะห์ระบบทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่าศูนย์การเรียนที่ไม่ได้วิเคราะห์ระบบ แต่การเรียนจากศูนย์การเรียนช่วยให้เด็กพัฒนาความสามารถ การทำงานร่วมกับผู้อื่น การตัดสินใจ การช่วยเหลือ และความรับผิดชอบ ผู้วิจัยเห็นว่า ควรจะไต่พิจารณาว่ามาใช้ในการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาในสภาพปัจจุบันที่จำนวนนักเรียนในชั้นหนึ่ง ๆ มีมาก และการเรียนการสอนแบบศูนย์การเรียนก็สามารถสอนเด็กได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำให้เกิดประสพความสำเร็จทางการเรียนสมตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ตามหลักสูตร สสวท.

การเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. นั้น เป็นการเรียนการสอนที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มุ่งที่จะส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง มิใช่เป็นการรับรู้จากสิ่งที่ครูบอกให้เท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงได้มีวิธีสอนตามแนวที่ สสวท. เห็นว่า เมื่อนำมาใช้แล้ว จะทำให้นักเรียนไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ นั่นก็คือ วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ม.ป.ป. : 1) หรือวิธีการสอนแบบสืบสวน - สอบสวน

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน คือ การสอนที่ครูจัดประสบการณ์ให้นักเรียนเกิดปัญหาของจิต ด้วยการเสนอการทดลองหรือเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดปัญหาของจิตหรือความสงสัย และต้องการหาสาเหตุหรืออธิบายปัญหานั้น โดยนักเรียนเป็นผู้สืบสวนสอบสวนด้วยการตั้งคำถามหรือสมมุติฐาน ครูเป็นผู้กระตุ้นหรือเร้าให้ตั้งคำถาม และต้องคอยตอบคำถาม

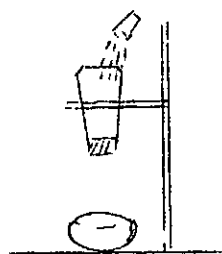
เพียง "ใช่" "ไม่ใช่" แล้วแต่กรณี เพื่อนักเรียนจะได้หาความรู้จากสิ่งที่เผชิญหน้าด้วยตนเอง (ละออง การอุษะวนิชและคนอื่น ๆ ม.ป.ป.:122)

ในปี พ.ศ. 2504 ดร.ริชาร์ด ชุกแมน (Richard Suchman) ได้ตั้งโครงการวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ขึ้นที่มหาวิทยาลัยฮิลลินอยส์ โดยเน้นการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีให้นักเรียนตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนค้นพบหลักการและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (วีรบุรุษ วิเชียรโชติ 2521 : 43)

กระบวนการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.

กระบวนการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. หรือการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น ครูจะเริ่มสอนเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. Observation ครูแสดงหรือทดลองให้นักเรียนสังเกตและเกิดความสนใจ เด็กจะถามเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับอธิบายความสงสัยนั้น เป็นคำถามเกี่ยวกับคุณสมบัติ (Property) โครงสร้าง (Structure) หรือพฤติกรรมของสิ่งนั้น คำถามต้องเป็นแบบ "ใช่หรือไม่" เพื่อเป็นการแยกปัญหาออกเป็นสองฝ่าย และเป็นการกระตุ้นให้ถามโดยใช้ความคิด ครูจะไม่อธิบาย นอกจากว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" หรือ "อาจเป็นไปได้แล้วแต่กรณี" เท่านั้น (คณะนิติปรัชญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา 2519 : 176)



ตัวอย่าง ในการเรียนการสอน ครูทดลองตมน้ำด้วยขวดชมพู พอน้ำเดือดยกฟองและปิดจุก แล้วคว่ำขวดลงในอ่างน้ำ และรูดคว่ำน้ำเย็น (ดังภาพ)

จากการทดลองนี้ นักเรียนจะให้ความสนใจความสามารถในการวิเคราะห์รายละเอียดต่าง ๆ และถามหาข้อมูลเพื่อที่จะนำไปอธิบายสาเหตุที่น้ำเดือดอีก

เช่น "น้ำที่เห็นปุด ๆ ขึ้นมานั้น เป็นลักษณะของน้ำเดือด ใชหรือไม่"
 "เมื่อยังไม่ราคน้ำ ยังมีไอน้ำอยู่ในขวด ใชหรือไม่"
 "การคว่ำขวดมีผลทำให้น้ำเดือดครั้งหลัง ใชหรือไม่"
 เป็นต้น

นอกจากนี้ อาจให้นักเรียนสังเกตดูสิ่งต่าง ๆ เช่น แมว รูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ ฯลฯ แล้วให้บรรยายลักษณะของสิ่งที่เห็น เพื่อที่จะสร้างเป็นสิ่งที่อธิบายลักษณะของแมวได้ (ละออง การยุบวณิช และคณะ ม.ป.ป.:118 - 119)

2. Explanation ครูจะแสดงหรือทดลองต่อไป เด็กจะได้ข้อมูลจากการสังเกตขั้นแรกแล้ว ถ้าเด็กถามว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ซึ่งมองลึกกว่าการสังเกต ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันหาคำอธิบายหรือตั้งทฤษฎีขึ้นอธิบาย และถ้ายังอธิบายไม่ได้ ครูก็จะแนะนำให้เด็กถามแบบสังเกตเพิ่มเติม เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของสิ่งที่ศึกษานั้นมากขึ้น ครูอาจทดลองให้ดูเพื่อตั้งสมมุติฐานขึ้นอธิบายปรากฏการณ์นั้นเอง (คณะนิสิตปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา 2519 : 176)

ตัวอย่าง ในการเรียนการสอนเรื่องเดิมในข้อ 1 เมื่อนักเรียนสังเกตและซักถามหารายละเอียดของข้อมูลได้แล้ว นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้มาสร้างความสัมพันธ์และตั้งเป็นทฤษฎี โดยคิดคำถามคำถามในขั้นการอธิบาย เช่น

"การที่น้ำเดือดครั้งหลัง เนื่องมาจากความกดดันภายในขวดลดลง ใชหรือไม่"

"การที่น้ำเดือดเนื่องจากความร้อนและความกดดันด้วย ใชหรือไม่"

"การที่น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิเท่าใด ขึ้นอยู่กับความร้อนและความกดดัน ใชหรือไม่" ฯลฯ (ละออง การยุบวณิชและคนอื่น ๆ ม.ป.ป.:199 - 120)

3. Prediction เมื่อเด็กตั้งสมมติฐานแล้ว จะคาดการณ์ล่วงหน้า โดยนำเอาความรู้ที่ได้ไปทำนายปรากฏการณ์อื่น ๆ เด็กจะใช้คำถามว่า "ถ้าเป็นอย่างนั้นจะได้อะไรหรือไม่" ครูจะตอบว่า "ได้" หรือ "ไม่ได้" หรือทดลองให้ดู เพื่อให้เด็กเห็นคำตอบเอง (คณะนิสิตปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา 2519 : 174)

ตัวอย่าง จากการสอนในเรื่องเกิมนั้น เมื่อนักเรียนตั้งทฤษฎีหรือการอธิบาย ปัญหาว่าเกิดอีกครั้งในขบวนการขั้นที่ 2 ทฤษฎีนั้นอาจเป็นดังนี้

"การที่น้ำเดือดครั้งที่ 2 เป็นเพราะความกดดันของอากาศภายในขวดขมพู ลดลงต่ำกว่าเดิม"

เพื่อที่จะทดสอบทฤษฎีนี้ว่า จะเป็นไปได้มากน้อยแค่ไหนนั้น นักเรียนควร จะคิดตั้งคำถามในทำนองเพื่อจะทดสอบสอบต่อไปว่า ทฤษฎีหรือกฎเกณฑ์นี้เป็นจริง มากน้อยแค่ไหน คำถามในขั้นนี้ อาจรวมคำถามขั้นทำนายไว้ด้วย ลักษณะคำถาม เช่น

"ในขณะที่น้ำเดือดครั้งที่ 2 นั้น ความกดดันของอากาศในขวดขมพู ลดลงจริงหรือไม่"

"การที่เกิดฟองปุก ๆ ขึ้นครั้งที่ 2 นี้ จะเป็นการเดือดจริงหรือไม่"

"ถ้าทำให้ภายในขวดขมพูเป็นสุญญากาศได้ อุณหภูมิของน้ำเดือดครั้งที่ 2 นั้น จะต่อน้อยกว่าการทดลองนี้ ใช่หรือไม่"

ฯลฯ

(ละอ อ การุณยะวนิช และกนอื่น ๆ ม.ป.ป. : 120)

4. Control and Creativity ครูจะกระตุ้นให้เด็กคิดว่า สิ่ง ที่เด็กพบนี้ จะนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้ เพื่อให้เด็กนำความรู้ไปคิดสร้างสรรค์สิ่ง ประดิษฐ์อื่น ๆ ที่จะทำให้เกิดผลผลิต หรือขบวนการใหม่ที่เป็นประโยชน์ (คณะนิสิต ปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา 2519 : 176)

ตัวอย่าง ในการเรียนการสอนเรื่องเคมี เมื่อนักเรียนสามารถสังเกต อธิบายและทำนายเหตุการณ์ได้แล้ว นักเรียนก็นำความรู้ที่ได้รับจากขั้นทั้งสามมาใช้ ให้เป็นประโยชน์ ด้วยการคิดนำทฤษฎีหรือกฎเกณฑ์ที่สรุปได้นั้นไปอธิบายสถานการณ์อื่น ๆ หรือคิดประดิษฐ์ คิดแปลง สร้างเครื่องมือ หรือสิ่งประดิษฐ์อื่น ๆ หรือเสนอวิธีการทดลองใหม่ ๆ อีกด้วยการคิดตั้งคำถาม เพื่อที่จะมีการทดสอบให้แน่ใจต่อไป ตัวอย่างคำถาม เช่น

"เราจะมีวิธีใดบ้าง ที่จะวัดอุณหภูมิของน้ำเดือดครั้งที่ 2 ในขวดรูปชมพู่"

"เราจะทดลองได้อย่างไรอีกว่า น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน

นอกเหนือจากการทดลองครั้งนี้"

"จะวางแผนก เปรตทดลองหาจุดน้ำเดือดของน้ำในที่ที่เป็นสูญญากาศได้ อย่างไร และจะต้องควบคุมตัวแปรอะไรบ้าง" ฯลฯ (ละอ อ การุณยะวนิช และ คนอื่นๆ ม.ป.ป. : 121)

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน แบ่งออกได้เป็น 3 แบบ (คณะนิสิต
ปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา 2519 : 177) คือ

1. การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ถาม (Active inquiry) หมายถึง การสอนที่นักเรียนหาความรู้โดยใช้คำถามขั้นสังเกต อธิบาย ทำนาย และใช้ประโยชน์ ครูเป็นผู้เร้าให้นักเรียนซักถามขั้นต่าง ๆ จนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

2. การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive inquiry) ครูเป็นผู้ตั้งคำถามขั้นต่าง ๆ เพื่อให้ นักเรียนสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

3. การสอนแบบสืบสวนสอบสวนชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม (Combined inquiry) หมายถึง วิธีที่ครูและนักเรียนช่วยกันตั้งคำถามต่าง ๆ เพื่อให้ นักเรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

การวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้น ได้มีผู้วิจัยไว้ทั้งในและนอกประเทศ จึงจะแยกกล่าวไว้ ดังนี้

1. การวิจัยในต่างประเทศ
2. การวิจัยในประเทศ

การวิจัยในต่างประเทศ

✓ ในปี ค.ศ. 1972 โคลีแบส (Kolebas. 1972 : 4443-A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบสวนสอบสวน โดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีระดับสติปัญญา และความสนใจในวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

/ วิคคิน (Wideen. 1972 : 3583-A) ได้ทำการศึกษากับนักเรียนจำนวน 555 คน และครู 26 คน จากโรงเรียนสเปียร์ฟิช (Spearfish) และโรงเรียนสเตอร์กิส (Sturgis) โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process approach) และกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีทักษะที่เกี่ยวข้องกับความรู้หรือความคิดสูงกว่ากลุ่มควบคุมและความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูนั้นมีผลต่อการรองการทางค่านความรู้ของนักเรียน

การวิจัยในประเทศ

ในปี พ.ศ. 2516 พยอม ตันมณี (พยอม ตันมณี 2516 : 89-92) ได้ศึกษาบทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพ

ทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความคิดในการสร้างสิ่งกับ และผลสัมฤทธิ์ทางวิชา
วิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 268 คน
แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 133 คน กลุ่มควบคุม 135 คน ผลการทดลอง ปรากฏว่า
กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง
กว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

และในปี พ.ศ. 2517 อุทัย ชีวะชนรักษ์ (อุทัย ชีวะชนรักษ์
2517 : 6, 82 - 87) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน
สอบสวนกับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชา
การศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาปีที่ 1 วิทยาลัยครูจันทระเกษม ปีการศึกษา 2516
จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมซึ่งสอนแบบเดิม จำนวน 33 คน เป็นชาย 12
คน และหญิง 21 คน และกลุ่มทดลองซึ่งสอนโดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน
(Passive inquiry) จำนวน 34 คน เป็นชาย 22 คน หญิง 12 คน ผล
ปรากฏว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่ม
ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ผลการทดลองของอุทัย ชีวะชนรักษ์
นี้สอดคล้องกับการทดลองของสัญญา หิพเสนา (สัญญา หิพเสนา 2517 :
80, 88) ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนระหว่างการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
กับการสอนแบบเดิม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา
ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2516 ของวิทยาลัยครูจันทระเกษม กรุงเทพมหานคร จำนวน
65 คน เป็นชาย 21 คน หญิง 44 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 32 คน ชาย
9 คน หญิง 23 คน ซึ่งสอนโดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน และกลุ่มควบคุมจำนวน
33 คน เป็นชาย 12 คน หญิง 21 คน ซึ่งสอนโดยใช้การสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่า
กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .001 เช่นกัน

แต่ผลการวิจัยที่กล่าวมา ชัดแจ้งกับการวิจัยของชุตินันท์ บุญดำ (ชุตินันท์ บุญดำ 2517 : 110 – 111 113 – 115) ที่ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความเชื่อมั่นในตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับผลการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 74 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 36 คน กลุ่มควบคุม 38 คน ผลการวิจัยพบว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนทำให้การคิดแบบสืบสวนสอบสวนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ปรากฏว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบเดิมเป็นส่วนใหญ่ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าการใช้วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนตลอดเวลาที่สอนเนื้อหาวิชาหนึ่ง ๆ นั้น อาจจะทำให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้ จึงควรที่จะได้นำเทคโนโลยีอย่างอื่นเข้ามาใช้ในการเรียนการสอนบ้าง และเทคโนโลยีนั้นก็ควรที่จะมีประสิทธิภาพที่ทัดเทียมกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน หรือการสอนตามหลักสูตร สสวท. ด้วย เทคโนโลยีที่ผู้วิจัยเห็นว่า ควรนำมาใช้ก็คือ บทเรียนโปรแกรม และการเรียนแบบศูนย์การเรียน

ผลการวิจัยเท่าที่กล่าวมาแล้ว ทั้งบทเรียนโปรแกรม ศูนย์การเรียนและการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. จะเห็นว่า แนวโน้มการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโปรแกรม ศูนย์การเรียนและการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้อย่างสูงจากการสอนตามปกติหรือการสอนแบบเดิม แต่เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนทั้งสามวิธีนี้มาก่อนเลย ผู้วิจัยจึงได้เกิดความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้า โดยให้ชื่อว่า "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนโปรแกรม การเรียนแบบศูนย์การเรียน และการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท."

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม และจากการเรียนแบบศูนย์การเรียน แตกต่างกับการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม แตกต่างกับการเรียนแบบศูนย์การเรียน

3. ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม และการเรียนแบบศูนย์การเรียนแตกต่างกับการเรียนตามหลักสูตร สสวท.

4. ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม แตกต่างกับการเรียนแบบศูนย์การเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม. 2) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2522 ของโรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง จำนวน 90 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มทดลอง ก. จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม
2. กลุ่มทดลอง ข. จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีเรียนแบบศูนย์การเรียน
3. กลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มที่เรียนจากครูที่ได้รับการอบรมตามหลักสูตร สสวท.

การดำเนินการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง

ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างนั้น ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. จากจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม. 2) ของโรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จำนวน 450 คน จะทำการแบ่งออกเป็น 10 ห้อง ห้องละประมาณ 45 คน โดยวิธีจับฉลาก
2. ผู้วิจัยจะทำการสุ่มมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 ห้อง จากจำนวน 10 ห้อง โดยวิธีจับฉลาก
3. จากจำนวนนักเรียนที่สุ่มมาได้ 2 ห้อง จำนวน 90 คนนี้ จะแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน โดยวิธีจับฉลาก

4. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มนี้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อทดสอบความเป็นเอกพันธ์

5. จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่มนี้ จะใช้วิธีจับฉลาก เพื่อจัดให้สองกลุ่มเป็นกลุ่มทดลอง ก. และ ข. ส่วนอีกกลุ่มหนึ่ง เป็นกลุ่มควบคุม รายละเอียดของนักเรียนทั้งสามกลุ่ม แสดงไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามกลุ่มและเพศ

เพศ \ กลุ่ม	กลุ่มทดลอง ก.	กลุ่มทดลอง ข.	กลุ่มควบคุม	รวม
ชาย	18	14	12	44
หญิง	12	16	18	46
รวม	30	30	30	90

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีแบบแผนการทดลองเป็นแบบ

Pretest - Posttest Control Group Design

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	ทดลอง	ทดสอบหลัง
R กลุ่มทดลอง ก.	O_{1E_1}	X_a	O_{2E_1}
R กลุ่มทดลอง ข.	O_{1E_2}	X_b	O_{2E_2}
R กลุ่มควบคุม	O_{1C}		O_{2C}

- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- X_a แทน วิธีสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม
- X_b แทน วิธีสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้
- O_{1E_1} แทน การทดสอบก่อนในกลุ่มทดลอง ก.
- O_{2E_1} แทน การทดสอบหลังในกลุ่มทดลอง ก.
- O_{1E_2} แทน การทดสอบก่อนในกลุ่มทดลอง ข.
- O_{2E_2} แทน การทดสอบหลังในกลุ่มทดลอง ข.
- O_{1C} แทน การทดสอบก่อนในกลุ่มควบคุม
- O_{2C} แทน การทดสอบหลังในกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรม
2. ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้
3. คู่มือครูที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บทเรียนโปรแกรม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและปรับปรุงบทเรียนโปรแกรม ดังนี้

1. การสร้างบทเรียนโปรแกรม ได้ดำเนินการตามลำดับชั้น ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างบทเรียนโปรแกรมจากตำรา

บทความ และผลงานการวิจัย

1.2 เลือกเนื้อหาที่จะใช้สร้างบทเรียนโปรแกรมในรูปแบบเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3 ศึกษาเนื้อหาที่เลือกได้แล้ว คือเรื่อง "อาหารและ
พลังงาน" โดยศึกษาจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ลำดับชั้นการสอนในหัวข้อต่าง ๆ จาก
คู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เนื้อหาที่เลือกมีลำดับหัวข้อ ดังนี้

เรื่อง อาหารและพลังงาน

1. สิ่งมีชีวิตได้พลังงานจากไหน
2. อาหาร
3. พลังงานจากอาหาร
4. พลังงานจากอาหารในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
5. พลังงานกับการดำรงชีวิต
6. ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน การสังเคราะห์แสง และการหายใจ

1.4 สร้างบทเรียนโปรแกรมตามลำดับเนื้อหา แล้วให้ผู้ชำนาญ
การตรวจทั้งในด้านความถูกต้องของเนื้อหาวิชา วิธีการเขียน ภาษาที่ใช้ จากนั้นก็นำ
มาแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ก่อนที่จะนำมาทดลองใช้

2. การทดลองใช้บทเรียนโปรแกรม ก่อนที่จะนำบทเรียนโปรแกรมไปใช้ในการทดลองจริง ๆ ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ซึ่งยังไม่เคยเรียนในเรื่อง "อาหารและพลังงาน" มาก่อน โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นนำออกทดลองเป็นรายบุคคลและปรับปรุงแก้ไข ในขั้นนี้ใช้ นักเรียนที่เรียนอ่อน (โดยพิจารณาจากผลการเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1) จำนวน 4 คน ทำการทดลองให้เรียนครั้งละ 1 คน ในขณะที่นักเรียนกำลังเรียนบทเรียนอยู่ ผู้วิจัยจะคอยสังเกตและจดบันทึกพฤติกรรมตามไปด้วย เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับแก้ไขบทเรียน เมื่อได้ข้อมูลจากการทดลองแล้ว ถิ่นนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.2 ขั้นทดลองเป็นกลุ่มเล็กและปรับปรุงแก้ไข นำบทเรียนที่ได้แก้ไขแล้วในขั้นที่ 1 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 10 คน โดยดำเนินการพร้อม ๆ กัน เมื่อนักเรียนเรียนจบแล้ว ผู้วิจัยได้ซักถามถึงปัญหาต่าง ๆ ที่นักเรียนพบในการเรียนบทเรียน ผู้วิจัยบันทึกผลเหมือนขั้นที่ 1 เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขอีก

2.3 ขั้นการทดลองกับห้องเรียนจริงและปรับปรุงแก้ไข นำบทเรียนที่ได้แก้ไขแล้วในขั้นที่ 2 ไปใช้กับนักเรียนในห้องเรียนจริง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2522 จำนวน 45 คน ขณะทดลอง ผู้วิจัยสังเกตและบันทึกปัญหาและข้อบกพร่องของบทเรียน แล้วนำผลการทดลองรวมทั้งปัญหาต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนอีกครั้งหนึ่ง เพื่อใช้เป็นบทเรียนโปรแกรมสำหรับใช้ในกลุ่มทดลอง

ศูนย์การเรียนรู้

ในศูนย์การเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ โดยมีลำดับขั้น ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับศูนย์การเรียนรู้
2. ศึกษาหลักสูตร โครงการสอน คู่มือครู แบบเรียน และตำราวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. ดำเนินการจัดสร้างชุดการสอน ซึ่งประกอบด้วย
 - 3.1 คู่มือครู
 - 3.2 บันทึกการสอน
 - 3.3 วัสดุประกอบการเรียน
 - 3.4 บัตรงาน
4. เมื่อสร้างชุดการสอนเสร็จแล้ว ผู้วิจัยนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ ดังนี้

4.1 นำไปทดลองสอนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งยังไม่เคยเรียนเรื่อง "อาหารและพลังงาน" มาก่อน ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน แล้วนำข้อบกพร่องที่พบมาปรับปรุงชุดการสอน

4.2 นำชุดการสอนจากข้อ 4.1 ไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อย กลุ่มละ 5 คน แล้วนำข้อบกพร่องที่พบมาปรับปรุงชุดการสอน

4.3 นำชุดการสอนที่ปรับปรุงแล้วในข้อ 4.2 ไปทดลองสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง จำนวน 43 คน แล้วนำข้อบกพร่องที่พบมาปรับปรุงอีกครั้งหนึ่ง

5. นำชุดการสอนที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปใช้สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในกลุ่มทดลอง ข. จำนวน 30 คน

คู่มือที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.

คู่มือครูที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. เป็นคู่มือครูที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดทำขึ้น โดยให้ครูผู้สอนสอนตามคู่มือนี้ ผู้วิจัยได้ครูที่สอนในกลุ่มควบคุมใช้คู่มือนี้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง "อาหารและพลังงาน" ได้ดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบของ ชวาล แพรัตกุล (ชวาล แพรัตกุล 2516 : 110 - 223)

2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จากคำตอบที่กำหนดให้ 5 ตัวเลือก ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ทดลองสอน จำนวน 100 ข้อ

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุบาลวิทยาลักษณ์ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ปีการศึกษา 2522 ซึ่งเคยเรียนเรื่อง "อาหารและพลังงาน" มาแล้ว จำนวน 119 คน

4. นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ โดยตรวจคะแนนข้อที่ตอบถูกต้องให้ 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือไม่ได้ทำให้ 0 คะแนน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์และคัดเลือกเอาเฉพาะข้อที่มีความยาก (p) ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยใช้หลักการวิเคราะห์ข้อสอบตามเทคนิค 27 เปอร์เซนต์ ของจุง - เทห์ ฟาน (Chung-Teh Fan, 1952 : 6 - 32) ได้แบบทดสอบที่จะไปใช้ในการทดลองจริงจำนวน 60 ข้อ แล้วนำแบบทดสอบนี้ไปหาความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรคูเคอร์ - ริชาร์ดสัน 21 ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีความเชื่อมั่น .8693

to C. M. G. - Tel. 311-110-1101 New Jersey, Educational Testing Service Princeton, 1952. 32 p

การดำเนินการทดลอง

ในการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มทดลอง ก. กลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มควบคุม โดยให้มีจำนวนนักเรียนกลุ่มละ 30 คน ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย

2. ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม (Pretest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อวัดความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่จะเรียน

3. ดำเนินการสอนในแต่ละกลุ่ม คือ
- กลุ่มทดลอง ก. เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม มีครูวิทยาศาสตร์
ของโรงเรียนผู้หนึ่ง เป็นผู้ควบคุมและแนะนำ
- กลุ่มทดลอง ข. เรียนโดยการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัย
เป็นผู้ควบคุม
- กลุ่มควบคุม เรียนจากครูที่ได้รับการอบรมตามหลักสูตร สสวท.
มาแล้ว

4. ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อเสร็จสิ้นการเรียน
การสอบถามที่กำหนดไว้ (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนชุดเดียวกันกับที่สอบครั้งแรก (Pretest)

5. ทำการทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ หลังจากการเรียนจบ
ไปแล้ว 2 สัปดาห์ โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิม มาให้
นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ทำใหม่อีกครั้งหนึ่ง

6. ตรวจสอบผลจากข้อทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทาง
สถิติ

ข้อปฏิบัติของครูผู้สอนกลุ่มทดลอง ก. (บทเรียนโปรแกรม)

1. ครูจะต้องศึกษาเนื้อหาที่จะสอนอย่างละเอียด โดยศึกษาจาก
บทเรียนโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. ก่อนสอน ครูต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในบทเรียนที่นักเรียน
จะเรียนให้พร้อม
3. ก่อนสอนให้ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียน
ในการเรียนวิธีนี้
4. ขณะที่นักเรียนทุกคนกำลังศึกษาบทเรียน ครูไม่ควรพูดก้างจน
เกินควร

5. ขณะที่นักเรียนดำเนินการปฏิบัติการทดลอง ครูต้องเฝ้าดูการทำงาน
 ของนักเรียนแต่ละคนอย่างใกล้ชิด ถ้ามีนักเรียนคนใดมีปัญหา ครูควรเข้าไปให้
 ความช่วยเหลือจนปัญหานั้นคลี่คลาย

ข้อปฏิบัติของครูผู้สอนกลุ่มควบคุม

1. ครูจะต้องศึกษาเนื้อหาที่จะสอนโดยละเอียด
2. ก่อนสอนครูจะต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม
3. ดำเนินการสอนตามวิธีการที่ได้รับ การอบรมมาจาก สสท.

สถิติที่ใช้และการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้

1. รายเฉลี่ยของคะแนน คำนวณจากสูตร (Garrette. 1966 : 27)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$$\bar{X} = \text{รายเฉลี่ยของคะแนน}$$

$$\sum X = \text{ผลรวมของคะแนนทั้งหมด}$$

$$N = \text{จำนวนนักเรียนในกลุ่ม}$$

2. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจากสูตร (Ferguson. 1966 : 67)

$$S = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

$$S = \text{ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน}$$

$$\sum X = \text{ผลรวมของคะแนน}$$

$$\sum X^2 = \text{ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง}$$

$$N = \text{จำนวนนักเรียนในกลุ่ม}$$

3. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณจากสูตรคูเคอร์ - ริชาร์ดสัน 21 (Richardson. 1939 : 681 - 687)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\bar{X}(n - \bar{X})}{nS^2} \right]$$

r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n = จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบ

S^2 = ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบ

4. วิเคราะห์หาความแปรปรวนแบบ One - Way Classification (Winer. 1971 : 152 - 160)

Source	df	SS	MS	F
Treatments	$k - 1$	$(3) - (1)$	MS_{treat}	$F = \frac{MS_{treat}}{MS_{error}}$
Experimental error	$kn - k$	$(2) - (3)$	MS_{error}	
Total	$kn - 1$	$(2) - (1)$		

$$(1) = G_{kn}^2$$

$$(2) = \sum (\sum x_j^2)$$

$$(3) = (\sum T_j^2) / n$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานระหว่างกลุ่มทดลอง ก.
กลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มควบคุม โดยใช้ One-Way Analysis of Variance
2. เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง ก.
กลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มควบคุม โดยใช้ One-Way Analysis of Variance
3. เปรียบเทียบคะแนนความคงทนในการเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง ก.
กลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มควบคุม โดยใช้ One-Way Analysis of Variance

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
$\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
S	แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
S^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนน
SS	แทน ผลบวกยกกำลังสอง
MS	แทน ส่วนเฉลี่ยกำลังสอง
df	แทน จำนวนชั้นแห่งความอิสระ
F	แทน ค่าวิกฤติที่ใช้พิจารณาใน F - distribution

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เสนอตามลำดับ ดังนี้

1. การ เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานระหว่างกลุ่มตัวอย่าง
2. การ เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่าง
3. การ เปรียบเทียบคะแนนความคงทนในการ เรียนรู้ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานระหว่างกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 3 สถิติพื้นฐานของคะแนนความรู้พื้นฐาน

ค่าสถิติ กลุ่ม	N	$\sum X$	$\sum X^2$	$\bar{X}$	S	S^2
กลุ่มทดลอง ก.	30	830	25088	27.66	8.5594	73.2643
กลุ่มทดลอง ข.	30	833	24215	27.76	6.1177	37.4264
กลุ่มควบคุม	30	810	23448	27.00	7.3765	54.4137

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ก. มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มทดลอง ข. เพื่อต้องการทราบว่า ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้พื้นฐานแต่ละกลุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ จึงได้วิเคราะห์ความแปรปรวนอีกครั้งหนึ่ง ดังตาราง 4

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความรู้พื้นฐาน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	10.4220	5.2110	0.0946
ภายในกลุ่ม	87	4788.0340	55.0348	
รวม	89	4798.4560		

จากตาราง 4 พบว่า คะแนนความรู้พื้นฐานของกลุ่มทดลอง ก. กลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 0.0946$)

นั่นก็คือ ก่อนการทดลอง กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม คือกลุ่มทดลอง ก. กลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มควบคุม มีความรู้ในเนื้อหาที่จะเรียนไม่แตกต่างกัน

การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 5 สถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ค่าสถิติ กลุ่ม	N	$\sum x$	$\sum x^2$	$\bar{x}$	s	s^2
กลุ่มทดลอง ก.	30	1196	50162	39.8666	9.2502	85.5678
กลุ่มทดลอง ข.	30	1273	55311	42.4333	6.6782	44.5988
กลุ่มควบคุม	30	1162	47668	38.7333	9.5770	91.7195

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของกลุ่มทดลอง ข. ซึ่งเรียนโดยวิธีเรียนแบบศูนย์การเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. ซึ่งเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม ขณะเดียวกันค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ก. ก็ยังสูงกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม ซึ่งเรียนจากครูสอนซึ่งได้รับการอบรมตามหลักสูตร สสวท. มาแล้ว และเพื่อต้องการที่จะทราบให้แน่นอนว่า ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละกลุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ จึงนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งปรากฏผลดังตาราง 6

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	215.6290	107.8145	1.4576
ภายในกลุ่ม	87	6434.7100	73.9621	
รวม	89	6650.3390		

จากตาราง 6 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ก. กลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 1.4576$) นั่นคือ การเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม การเรียนแบบศูนย์การเรียน และการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. ไม่มีผลทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแตกต่างกัน

นั่นก็คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม และจากการเรียนแบบศูนย์การเรียนแตกต่างกับการเรียนตามหลักสูตร สสวท. อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมแตกต่างกับการเรียนแบบศูนย์การเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 7. สถิติพื้นฐานของคะแนนความคงทนในการเรียนรู้

ค่าสถิติ กลุ่ม	N	ΣX	ΣX^2	$\bar{X}$	S	S^2
กลุ่มทดลอง ก.	30	1092	41964	36.4000	8.7399	76.3862
กลุ่มทดลอง ข.	30	1160	45928	38.6666	6.0874	37.0574
กลุ่มควบคุม	30	1054	38962	35.1333	8.1610	66.6022

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของกลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มทดลอง ก. สูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ข. มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มทดลอง ก. เล็กน้อย และเพื่อต้องการทราบว่า ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความคงทนในการเรียนรู้แต่ละกลุ่ม มีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ จึงนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งปรากฏผลดังตาราง 8

ตาราง 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคงทนในการเรียนรู้

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2	192.26	96.1300	1.6017
ภายในกลุ่ม	87	5221.34	60.0154	
รวม	89	5413.60		

จากตาราง 8 พบว่า คะแนนความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง ก. กลุ่มทดลอง ข. และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

($F = 1.6017$) นั่นคือ การเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม การเรียนแบบศูนย์การเรียนและการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. ไม่มีผลทำให้คะแนนความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนแตกต่างกัน

นั่นก็คือ ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมและการเรียนแบบศูนย์การเรียนแตกต่างกับการเรียนตามหลักสูตร สสวท. อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมแตกต่างกับการเรียนแบบศูนย์การเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง "อาหารและพลังงาน" โดยใช้บทเรียนโปรแกรม การเรียนแบบศูนย์การเรียนและการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. ซึ่งพอจะสรุปลำดับขั้นและผลของการศึกษาค้นคว้าได้ ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม การเรียนแบบศูนย์การเรียน และการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม การเรียนแบบศูนย์การเรียน และการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมและการเรียนแบบศูนย์การเรียน แตกต่างกับการเรียนตามหลักสูตร สสวท.
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม แตกต่างกับการเรียนแบบศูนย์การเรียน
3. ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมและการเรียนแบบศูนย์การเรียน แตกต่างกับการเรียนตามหลักสูตร สสวท.

4. ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม
แตกต่างกับการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
(ม. 2) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2522 จำนวน 90 คน จากโรงเรียน
บุญวาทย์วิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ผู้วิจัยได้แบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม
กลุ่มละ 30 คน โดยวิธีการสุ่ม จากนั้นก็จะแบ่ง 3 กลุ่มดังกล่าวโดยการสุ่ม ออก
เป็นกลุ่มทดลอง ก. ซึ่งเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม กลุ่มทดลอง ข. ซึ่งจะเรียน
แบบศูนย์การเรียนรู้และ กลุ่มควบคุมซึ่งจะเรียนโดยครูที่ได้รับการอบรมตามหลักสูตร
สสวท.

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

5

1. บทเรียนโปรแกรม เป็นแบบเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองตามเนื้อหาที่
ปรากฏในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 3 ของ สสวท.
2. ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ เป็นชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดย
แบ่งออกเป็น 7 ชุด จำนวนคาบที่ใช้ในการเรียน 14 คาบ
3. คู่มือครูที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้าง
ขึ้นเอง มีลักษณะเป็นแบบเลือกคำตอบชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ มีค่าความ
เชื่อมั่น .8693

การดำเนินการทดลอง

1. ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อวัดความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่จะเรียน
2. ดำเนินการสอนแต่ละกลุ่ม โดย
 - 2.1 กลุ่มทดลอง ก. เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม มีครูวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนเป็นผู้ควบคุม
 - 2.2 กลุ่มทดลอง ข. เรียนแบบศูนย์การเรียน ผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุม
 - 2.3 กลุ่มควบคุม เรียนจากการสอนของครูวิทยาศาสตร์อีกผู้หนึ่งที่ได้รับการอบรมตามหลักสูตร สสวท. แล้ว
3. ทำการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อเรียนจบเนื้อหาแล้ว
4. เวนระยะ 2 สัปดาห์ แล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเพิ่มให้นักเรียนทั้งสามกลุ่มทำใหม่อีกครั้งหนึ่ง เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม โดยใช้ One-Way Analysis of Variance
2. เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม โดยใช้ One -Way Analysis of Variance
3. เปรียบเทียบคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม โดยใช้ One-Way Analysis of Variance

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

6

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม และจากการเรียนแบบศูนย์การเรียน แตกต่างกับการเรียนตามหลักสูตร สสวท. อย่างไม่มี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม แตกต่างกับการเรียนแบบศูนย์การเรียน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม และการเรียนแบบศูนย์การเรียนแตกต่างกับการเรียนตามหลักสูตร สสวท. อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม แตกต่างกับการเรียนแบบศูนย์การเรียน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่า "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม และจากการเรียนแบบศูนย์การเรียน แตกต่างกับการเรียนตามหลักสูตร สสวท." แต่ผลการวิจัย ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม และจากการเรียนแบบศูนย์การเรียน แตกต่างกับการเรียนตามหลักสูตร สสวท. อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม และการเรียนแบบศูนย์การเรียนไม่แตกต่างกับการเรียนตามหลักสูตร สสวท. แสดงว่า ผลการวิจัยไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้เช่นเดียวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม ก็ไม่แตกต่างกับการเรียนแบบศูนย์การเรียนซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่า "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมแตกต่างกับการเรียนแบบศูนย์การเรียน" ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะ

1. เวลาที่ใช้ในการทดลองน้อยไป คือใช้เวลาในการทดลองเพียง 14 คาบ เท่านั้น จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

2. เนื้อหาวิชาที่เรียนอาจมีน้อยจนกระทั่งไม่เพียงพอที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างเด่นชัด

3. นักเรียนในกลุ่มทดลองยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม และการเรียนแบบศูนย์การเรียน ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ต้องใช้ครูสอนตลอดเวลาที่เรียน นักเรียนต้องใช้ความสามารถในการสร้างความเข้าใจและเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่กลุ่มควบคุมได้รับการสอนจากครูโดยการอธิบายชี้แจงซักถาม ซึ่งเป็นวิธีการที่นักเรียนคุ้นเคยอยู่แล้ว จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนในกลุ่มทดลอง ซึ่งไม่ใคร่ถนัดกับการเรียนวิธีที่แปลกออกไปจากเดิม เกิดการเรียนรู้ได้ไม่เต็มที่

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังสังเกตเห็นว่า แม้จะไม่ได้ผลตามสมมติฐาน แต่การเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองก็ยังมีข้อดี ซึ่งพอจะแยกได้ ดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรม มีข้อดี ดังนี้

1.1 นักเรียนมีความกระตือรือร้นเมื่อได้ใช้วิธีการที่แตกต่างไปจากเดิม สังเกตได้จากนักเรียนไม่มีการขาดเรียน และต้องการที่จะเรียนรู้วิธีนี้ให้นานยิ่งขึ้น ความกระตือรือร้นเช่นนี้ แสดงว่านักเรียนสนใจวิธีการเรียนรูด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีครูสอน อันจะเป็นประโยชน์ในการศึกษาเล่าเรียนของนักเรียนในภายภาคหน้า

1.2 นักเรียนในกลุ่มทดลองต้องรับผิดชอบในการเรียนของตนเอง ต้องปฏิบัติตามคำสั่งที่มีในบทเรียน นั่นคือ เป็นการฝึกวินัยแก่นักเรียน รวมทั้งเป็นการฝึกนิสัยให้นักเรียนมีความซื่อสัตย์และรับผิดชอบต่อตนเองด้วย

1.3 นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมสะดวกต่อครูในการควบคุมชั้นเรียน เพราะนักเรียนต่างคนต่างเรียนอย่างเต็มที่ จึงไม่มีผู้ใดมีเวลาว่างพอที่จะรบกวนผู้อื่นได้ จึงนับว่า เป็นการลดภาระของครูในการควบคุมชั้นเรียนได้อย่างหนึ่ง อันมีผลทำให้ครูผู้สอนมีเวลาว่างสำหรับกระทำกิจกรรมอย่างอื่นเพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพทางการสอนให้ดียิ่งขึ้น

2. การเรียนแบบศูนย์การเรียน มีข้อดี ดังนี้

2.1 นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน สังเกตได้จากการที่ทุกคนเรียนด้วยความตั้งใจและเอาใจใส่ต่อการเรียน รู้จักใช้เสรีภาพในการแสดงความคิดเห็นอย่างมีหลักมีเกณฑ์ รวมทั้งยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งทำให้บรรยากาศในห้องเรียนเป็นประชาธิปไตย

2.2 เป็นการฝึกหัดให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม รู้จักแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบในการทำงาน เคารพในสิทธิทั้งของตนเองและผู้อื่น ทำให้นักเรียนจำต้องฝึกความมีวินัยสำหรับตนเองและหมู่คณะ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการวางรากฐานในเรื่องความเป็นประชาธิปไตย ซึ่งสอดคล้องกับระบอบการปกครองในปัจจุบัน

2.3 ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง อันจะเป็นประโยชน์แก่ตัวนักเรียนในการดำรงชีวิตอยู่ในสังคมในอนาคต รวมทั้งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง และรู้จักการตัดสินใจที่ถูกต้องซึ่งจำเป็นสำหรับการมีชีวิตรอยู่ในสังคมปัจจุบัน

2.4 การเรียนแบบศูนย์การเรียน ทำให้นักเรียนต้องศึกษาค้นคว้าแสวงหาความรู้ในวิชาที่ตนสอนอยู่ตลอดเวลา ทำให้การถ่ายทอดความรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ความคงทนในการเรียนรู้

ในการศึกษาเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีบทเรียนโปรแกรม การเรียนแบบศูนย์การเรียน และการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. มีความคงทนในการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งคำนวณตามข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ว่า "ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมและการเรียนแบบศูนย์การเรียนแตกต่างกับการเรียนตามหลักสูตร สสวท." และข้อ 4 ที่ตั้งไว้ว่า "ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมแตกต่างกับการเรียนแบบศูนย์การเรียน" แสดงให้เห็นว่า การเรียนโดยวิธีบทเรียนโปรแกรมและการเรียนแบบศูนย์การเรียน ช่วยให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า แบกครูสอนจะสอนนักเรียนด้วยวิธีใดก็ตามในสามวิธีที่กล่าวมาแล้ว จะไม่ทำให้ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนแตกต่างกันเลย ดังนั้นจึงน่าจะนำเอาบทเรียนโปรแกรมและการเรียนแบบศูนย์การเรียนเข้ามาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและพลังงาน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้

อย่างไรก็ดี การวิจัยครั้งนี้แม้ผลที่ออกมาไม่ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ก็มิได้หมายความว่า การเรียนโดยวิธีบทเรียนโปรแกรมและการเรียนแบบศูนย์การเรียนจะไร้ประโยชน์ ตรงกันข้าม กลับจะทำให้ได้ทราบกันแน่ชัดว่า สามารถจะนำเอาวิธีการเรียนการสอนดังกล่าวมาแลนำมาใช้ในห้องเรียนที่มีการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. ได้ กล่าวคือ ในการเรียนการสอนวิชาใดก็ตาม ถ้าใช้วิธีสอนเพียงอย่างเดียว แม้วิธีสอนนั้นจะดีเลิศเพียงใดก็ตาม เมื่อไฉนวันใด ก็อาจทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายได้ ดังนั้น จึงสมควรที่จะนำวิธีสอนแบบอื่นเข้ามาใช้บ้างเป็นครั้งคราวเพื่อสลับกับการเรียนการสอนแบบที่ใช้กันอยู่ และวิธีสอนที่จะนำมาใช้ใดก็ตามที่ผู้วิจัยทำการศึกษาทดลองมาแล้ว ก็คือ บทเรียนโปรแกรมและการเรียนแบบศูนย์การเรียน ทั้งนี้เพราะทั้งบทเรียน

- โปรแกรมและการเรียนแบบศูนย์การเรียน สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้
- เช่นเดียวกับการเรียนการสอนที่ครูใช้อยู่ปกติ ก็คือการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.

ข้อเสนอแนะ

6.

เนื่องจากการทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมและการเรียนแบบศูนย์การเรียน ในวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ปรากฏว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ทัดเทียมกับการเรียน การสอนที่ครูใช้อยู่ ก็คือการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. ดังนั้น จึงเห็นควรที่จะส่งเสริมให้มีการผลิต การใช้และการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมและศูนย์การเรียน ในวิชาวิทยาศาสตร์ให้มากกว่านี้ เพื่อประโยชน์ต่อการปรับปรุงด้านการเรียน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งจะได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผู้บริหารการศึกษาและครูผู้สอนควรระลึกอยู่เสมอว่า นักเรียนสามารถจะเรียนรู้จากวิธีอื่น ๆ ได้ นอกเหนือจากการเรียนการสอนที่ใช้กันอยู่เป็นประจำ โดยเฉพาะคือ การเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมและการเรียนแบบศูนย์การเรียน

1.2 ผู้ที่มีอำนาจและเกี่ยวข้องกับการศึกษา ควรชี้ให้ครูผู้สอนได้เห็นประโยชน์จากการสร้างบทเรียนโปรแกรมหรือศูนย์การเรียนขึ้นใช้ได้เอง หรือนำบทเรียนโปรแกรมหรือศูนย์การเรียนที่ทดลองใช้ได้แล้วไปใช้ในโรงเรียนทั่วไป เพื่อจะได้เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงวิธีการเรียนการสอนในโรงเรียน และเพื่อจะได้เป็นการฝึกหัดให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองได้ นอกจากนั้นยังเป็นการแบ่งเบาภาระของครูผู้สอนได้ด้วย

1.3 การศึกษาวิจัยเรื่องนี้ พอที่จะทราบว่า บทเรียนโปรแกรม และการเรียนแบบศูนย์การเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ทัดเทียมกับการสอน

ที่ใช้อยู่เป็นปกติ ดังนั้นจึงควรจะได้มีการปรับปรุงหรือสร้างบทเรียนขึ้นให้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรนำบทเรียนโปรแกรม และศูนย์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและพลังงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปปรับปรุงและทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. เพื่อรู้ว่า จะได้ผลเป็นประการใด

2.2 ควรสร้างบทเรียนโปรแกรมและศูนย์การเรียนรู้ในเนื้อหาอื่น ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วทดลองใช้สอนเปรียบเทียบกับเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท. เพื่อจะไ้ทราบว่า เนื้อหาใดบ้างที่สอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมหรือการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้แล้ว ให้ผลดีกว่าการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.

2.3 ควรศึกษาว่า เมื่อเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมหรือการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ไปแล้ว นักเรียนสามารถจดจำเนื้อหาได้นานเพียงใด โดยการทดสอบด้วยการใช้ข้อสอบเดียวกันทำการทดสอบหลังเรียนในระยะเวลาต่าง ๆ กัน เช่น 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ 3 สัปดาห์ เป็นต้น และนำไปเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนตามหลักสูตร สสวท.

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

"การสัมมนาเรื่องการบริหารมีส่วนสนับสนุนการปฏิรูปการศึกษา" จุลสารการศึกษา

1 : 11 มกราคม 2521

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน การศึกษาเพื่อชีวิตและสังคม รายงาน

ของคณะกรรมการวางแผนพื้นฐานเพื่อปฏิรูปการศึกษา โรงพิมพ์ศูนย์การทหารราบ
2518, 360 หน้า

_____ "ข่าวในประเทศ" จุลสารการศึกษา 2 : 8 - 9 พฤษภาคม 2521

คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน กองวางแผนประชากร
และกำลังคน ประชากร กำลังคน แรงงาน การมีงานทำ ค่าจ้าง และสวัสดิภาพ
แรงงาน ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2520 - 2524
ม.ป.ป. 325 หน้า

คณะนิติปรัชญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา เทคโนโลยีทางการศึกษา เจริญวิทย์
การพิมพ์ 2519, 190 หน้า

ควน ขาวหนู "การเพิ่มประชากรกับปัญหาการศึกษา" วิทยาสาร 26 : 21 - 23
มกราคม 2518

ชม ภูมิภาค "ตำราเรียนแบบโปรแกรมกับมหาวิทยาลัยเปิด" วารสารการศึกษา
14 : 11 - 12, 66 - 70 มิถุนายน - กรกฎาคม 2521

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ "แนวทางการจัดระบบพัฒนาหลักสูตรและการจัดห้องเรียนแบบ
ศูนย์การเรียน" วารสารครูศาสตร์ 5 : 29 - 31 พฤศจิกายน - ธันวาคม 2517

ชาญชัย อินทรสุณานนท์ การสร้างชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนวิชา
ศิลปะศึกษาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย 2519, 335 หน้า อักสำเนา

✓ ฐิตินันท์ บุญฉ่ำ การศึกษาลักษณะการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความเชื่อมั่นในตนเอง
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับผลการสอนแบบทั่วไป วิทยานิพนธ์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2518, 139 หน้า อักสำเนา

ไชยยศ เรืองสุวรรณ และเรืองลักษณ์ โรจนพันธ์ หลักการและทฤษฎีเทคโนโลยี

ทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิมพ์โลก 2518, 126 หน้า

✓ ทวีพร เนียมมาลัย การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมี ในระดับชั้น ป.กศ. โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ

ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2518, 43 หน้า อักสำเนา

✓ นิดา สะเพียรชัย "หาอย่างใดการสอนวิทยาศาสตร์จึงจะสัมฤทธิ์ผล" ข่าวสารสสวท.

6 : ตุลาคม 2520

นิพนธ์ ศุขปริดี นวัตกรรมการศึกษา เทคโนโลยีทางการศึกษา โรงพิมพ์พิฆเศศ 2519, 175 หน้า

✓ นิรันดร์ แนนชิด การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์บางหัวข้อในระดับ

มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปริญญานิพนธ์

กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2518, 34 หน้า อักสำเนา

"เน้นการวางแผนครอบคลุมมากขึ้น รับประชาชน 48 ล้าน ในปี 2525" สยามรัฐ

4 มกราคม 2520 หน้า 3

"แนวทางพัฒนาวิทยาลัยครูในแผนพัฒนาการศึกษาระยะที่ 4" จุลสารการศึกษา 2 : 1,

4 - 7, 12 มิถุนายน 2521

✓ บรรชา รัตนวัย การสร้างและทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมีในชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2516, 69 หน้า

อักสำเนา

✓ บุญแก้ว ควรหาเวช นวัตกรรมการศึกษา เจริญวิทย์การพิมพ์ 2521, 177 หน้า

บุญเสริม อุทธาภิรมย์ "บทเรียนสำเร็จรูป นวัตกรรมที่น่าสนใจ" วิทยาสาร 27 :

14 - 22 ตุลาคม 2519

ปรีชญา ใจสะอาด การสร้างชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนวิชาภูมิศาสตร์

ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2519, 237 หน้า อักสำเนา

- ปราณี เลี่ยมพุทธอง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการเรียนแบบศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบกับ
ศูนย์การเรียนที่ไม่ใช่การวิเคราะห์ระบบ ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ 2520, 154 หน้า อัดสำเนา
- ✓ปรีชา คุณวัลลี การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัย
วิชาการศึกษาประสานมิตร 2515, 140 หน้า อัดสำเนา
- ปรียวรรณ ผู้มีโชคชัย การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการเรียนแบบศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบกับ
ศูนย์การเรียนที่ไม่ใช่การวิเคราะห์ระบบ ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ 2520, 39 หน้า อัดสำเนา
- เป็รื่อง กุมุท การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป พิมพ์ครั้งที่ 2 วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร 2516, 131 หน้า
- _____ เทคนิคการเขียนแบบเรียนโปรแกรม ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 134 หน้า
- _____ "สู่ทางในการนำเทคโนโลยีมาช่วยปรับปรุงคุณภาพของการศึกษาในระดับ
ประถมศึกษา" ใน ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา
หน้า 149 - 152 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2517
- พจน์ สะเพียรชัย "การศึกษากับค่าของคน" จดสารการศึกษา 1 : 1 ธันวาคม 2520
- พรเพ็ญ ตุลารัตนพงษ์ การเปรียบเทียบการสอนเรื่องสมดุลเคมีโดยใช้แบบเรียน
โปรแกรมกับการสอนแบบปกติ ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2521, 68 หน้า อัดสำเนา
- พิทักษ์ รัชพลเดช นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยวิชาการศึกษา
2513, 74 หน้า

ไพฑูย์ เปานิล การศึกษาประสิทธิภาพของการสอนประกอบหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
วิชาภาษาไทยที่สร้างขึ้นโดยวิเคราะห์ระบบให้สัมพันธ์กับลักษณะความเป็นอยู่และปัญหา
ท้องถิ่นชนบทภาคกลาง ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519,
 109 หน้า

ไพโรจน์ เมาใจ คู่มือการเขียนบทเรียนโปรแกรม ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 34 หน้า

มานี จันทวิล "หลักสูตรวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา" ข่าวสาร สสวท.
 5 : 9 - 13 กรกฎาคม 2520

/ มานะ เอกจริยวงศ์ การศึกษาวลัสมฤตย์ในการเรียนวิชาสถิติของนักเรียนฝึกหัดครู
ป.กศ. โดยใช้วิธีสอนแบบธรรมคากับวิธีสอนที่ใช้บทเรียนแบบโปรแกรม ปรินิพนธ์
 กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2520, 52 หน้า อักสำเนา

เยาวลักษณ์ ราชแพทยาคม "เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับประเทศไทย" วารสารเศรษฐกิจและ
สังคม 13 : 2 - 7 พฤษภาคม - มิถุนายน 2519

✓ ละออ กาญจนวนิช และคนอื่นๆ วิธีสอนทั่วไป ม.ป.ท. ม.ป.ป. 274 หน้า

/ ละออ เล็งปรีชา การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติวิทยาศาสตร์ในการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ
 ปรินิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519 : 31 หน้า อักสำเนา
 วณิดา นิมเสมอ การสอนชีววิทยาแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในห้องเรียน
แบบศูนย์การเรียน วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2516,
 74 หน้า อักสำเนา

วิจิตร ศรีสอาน "เทคนิควิทยาทางการศึกษา" ใน ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรม
และเทคโนโลยีทางการศึกษา หน้า 120 - 133 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
 2517

วิจิตรา พรหมพันธุ์ "ปัญหาการว่างงานและการขาดแคลนกำลังคน" ประชากรศึกษา
 5 : 50 - 59 สิงหาคม 2521

วิวัฒน์ วัชรศิริ ศึกษาศาสตร์ การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทัศนอุปกรณ์
อย่างง่าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ
ปริชญานีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519, 45 หน้า อักสาเนา
✓ วิบุต วิเชียรโชติ จิตวิทยาการ เรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เล่ม 1
อำนวยการพิมพ์ 2521, 165 หน้า

ศึกษาธิการ, กระทรวง กรมวิชาการ ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยี
ทางการศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภา 2517, 250 หน้า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยข่าวสารและประชาสัมพันธ์
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ม.ป.ป. 7 หน้า อักสาเนา

สมาน ซาติยานนท์ "เทคโนโลยีทางการศึกษา" ใน ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรม
และเทคโนโลยีทางการศึกษา หน้า 137 - 141 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
2517

✓ ✓ สันตยา ทิพเสนา การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้น
ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิม ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปริชญานีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2517, 99 หน้า อักสาเนา

ลาโรจน์ แพ่งยัง การศึกษาประสิทธิภาพของชุดการสอนประกอบหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
วิชาภาษาไทยที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบให้สัมพันธ์กับลักษณะความเป็นอยู่และปัญหา
ชนบทภาคกลาง ปริชญานีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519,
162 หน้า

ลีปนันท เกตุทัต "การศึกษาและแสงสว่างในอนาคต" จุลสารการศึกษา 1 : 2 - 3
ธันวาคม 2520

✓ เสริมแสง พันธุมสุต, ม.ล. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนราชศัพท์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในห้องเรียนแบบครูเป็นศูนย์กลางและแบบศูนย์การเรียน
วิทยานิพนธ์ ก.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 340 หน้า อักสาเนา

สุเทพ อ่อนไสว การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน และแบบครูเป็นศูนย์กลางในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปริฎุณานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2520, 152 หน้า อักสำเนา

✓ สุพัศตรา ยิ่งยืนยง การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากชุดการสอนที่วิเคราะห์ระบบกับไม่วิเคราะห์ระบบ ปริฎุณานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2520, 49 หน้า

แสงอรุณ โปร่งจรัส ประสิทธิภาพทางการสอนวิชาสังคมศึกษาในห้องเรียนแบบศูนย์ การเรียน และห้องเรียนแบบธรรมชาติในระกัับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 86 หน้า อักสำเนา

อารี สันทนต์ "การนำนวัตกรรมศึกษามาปรับปรุงคุณภาพการศึกษา" ใน ประมวล บทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา หน้า 143 - 148 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2517

อารี เจริญพจน์ เปรียบเทียบผลการเรียนภาษาไทยในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอน แบบศูนย์การเรียนกับการสอนแบบปกติ ปริฎุณานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ 2521, 67 หน้า อักสำเนา

✓ อุทัย ชีวะธนรักษ์ การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูง ของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิม ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในระกัับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปริฎุณานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ 2517, 101 หน้า อักสำเนา

Anderson, Carol Joy. "The Development and Evaluation of Programmed Learning for High School Chemistry," Dissertation Abstracts.32 : 1835-A, October 1971.

Bard, Eugene Dwight. "Development of a Variable-Step Programmed System of Instruction for College Physical Science," Dissertation Abstracts.35 : 5947-A, March, 1975.

- Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. New Jersey, Educational Testing Service Princeton, 1952. 32 p.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. New York, McGraw-Hill Book Co., 1966. 446 p.
- Garrette, Henry E. Statistics in Psychology and Education. Bombay, Vakil, Feffer and Simons Private Ltd., 1966. 491 p.
- Giles, Margaret Hannah. "Learning Centers : Designs for Learning and Living," Dissertation Abstracts. 36 : 3383-A, December, 1975.
- ✓Kolebas, Patricia. "The Effect on the Intelligence, Reading, Mathematics and Interest in Science Level of Third Grade Students who have participated in Science-A Process Approach Since First Entering School," Dissertation Abstracts. 32 : 4443-A, February, 1972.
- ✓Moore, Calvin Victor. "A Comparison of Two Physical Science Programs in Determining Student Understanding of Science," Dissertation Abstracts. 31 : 2206-A, November, 1970.
- ✓Moriber, George. "The Effects of Programmed Instruction in a College Physical Science Course for Non-Science Student," Journal of Research in Science Teaching. 6 : 214-216, No. 3, 1969.
- Powell, Leonard S. Communication and Learning. London, Sir Issac Pitman and Sons, Ltd., 1969. 217 p.
- Spears, Carl Dwey. "A Comparative Analysis of an Adult Learning Centre and a formal Adult Education Program with Reference to selected Variables," Dissertation Abstracts. 34 : 468C-A, February, 1974.
- Stolurow, Lawrence M. Teaching by Machine. Washington, U.S. Government Printing Office. 1961, 173 p.
- ✓Strickland, Winfred Randolph. "A Comparison of A Programmed Course and A Traditional Lecture Course in General Biology," Dissertation Abstracts. 32 : 2510-A, November, 1971.
- ✓Tamminen, Mildred. "The Effects of a Programmed Supplement of General Chemistry Problems on the Problem Solving Skill of College Chemistry Students," Dissertation Abstracts. 36 : 7320-A, May, 1976.
- Whittier, Robert Henry. "Relationship of Learning Center Experience to change in Attitude and Achievement of Girls and Boys," Dissertation Abstracts. 34 : 216-A July, 1973.
- ✓Wideen, Marvin Frank. "A Product Evaluation of Science-A Process Approach," Dissertation Abstracts. 32 : 3583-A, January, 1972.
- Winer, B.J. Statistical Principle in Experimental Design. New York, McGraw-Hill Book Co., 1971. 907 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก .
การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ใช้สูตร Kuder - Richardson 21 คือ

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\bar{x}^2 (n - \bar{x})}{n s^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 n จำนวนข้อ
 $\bar{x}$ คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ
 s^2 ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

ข้อมูลจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

$$\begin{array}{lll} \sum X = 3733 & \sum X^2 = 129275 & s^2 = 103.1502 \\ \bar{X} = 119 & n = 60 & \bar{X} = 31.3697 \end{array}$$

ดังนั้น ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$$\begin{aligned} &= \frac{60}{59} \left\{ 1 - \frac{31.3697 (60 - 31.3697)}{60 + 103.1502} \right\} \\ &= 1.0169 \left\{ 1 - \frac{31.3697 + 28.6303}{6189.012} \right\} \\ &= 1.0169 \left\{ \frac{1 - 898.1239}{6189.012} \right\} \\ &= 1.0169 \quad 1 - 0.1451 \\ &= 1.0169 - 0.8549 \\ &= 0.8693 \end{aligned}$$

∴ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 0.8693

ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อที่	PH	PL	p	r
1	.59	.25	.42	.35
2	.90	.40	.67	.55
3	.43	.12	.26	.38
4	.75	.31	.53	.44
5	.62	.34	.48	.28
6	.43	.06	.22	.51
7	.78	.43	.61	.37
8	.59	.06	.29	.61
9	.87	.43	.67	.48
10	.93	.43	.71	.58
11	.90	.62	.77	.38
12	.81	.50	.66	.34
13	.87	.62	.75	.32
14	.65	.43	.54	.22
15	.93	.28	.64	.68
16	.84	.40	.63	.47
17	.84	.21	.53	.62
18	.78	.37	.58	.42
19	.78	.12	.44	.65
20	.81	.21	.51	.59

ข้อที่	P _H	P _L	p	r
21	.75	.40	.58	.36
22	.90	.59	.76	.40
23	.56	.21	.38	.37
24	.93	.37	.68	.62
25	.56	.15	.34	.45
26	.53	.31	.42	.23
27	.75	.46	.61	.31
28	.50	.12	.29	.44
29	.53	.15	.33	.42
30	.75	.28	.52	.47
31	.87	.25	.58	.62
32	.81	.37	.60	.46
33	.78	.50	.65	.30
34	.75	.28	.52	.47
35	.96	.53	.78	.59
36	.75	.28	.52	.47
37	.46	.18	.31	.32
38	.93	.50	.74	.53
39	.87	.12	.49	.73
40	.53	.18	.35	.38

ข้อ	P_H	P_L	p	r
41	.65	.37	.51	.28
42	.93	.53	.75	.51
43	.81	.56	.69	.29
44	.53	.31	.42	.23
45	.53	.21	.36	.34
46	.90	.31	.63	.61
47	.81	.21	.51	.59
48	.90	.37	.66	.57
49	.65	.25	.45	.41
50	.84	.50	.68	.38

ข้อ	P_H	P_L	p	r
51	.90	.28	.61	.63
52	.87	.31	.61	.58
53	.84	.43	.65	.44
54	.59	.09	.31	.56
55	.87	.43	.67	.48
56	.96	.50	.77	.61
57	.81	.31	.57	.51
58	.81	.43	.63	.40
59	.59	.31	.45	.29
60	.75	.40	.58	.36

ที่มาของค่าสถิติในตาราง 4

เลขที่	กลุ่มทดลอง ก.		กลุ่มทดลอง ข.		กลุ่มควบคุม	
	X	X ²	X	X ²	X	X ²
1	38	1444	31	961	30	900
2	25	625	26	676	29	841
3	22	484	25	625	30	900
4	36	1296	20	400	18	324
5	16	256	34	1156	19	361
6	21	441	30	900	13	169
7	24	576	34	1156	19	361
8	23	529	23	529	16	256
9	24	576	28	784	21	441
10	11	121	28	784	22	484
11	39	1521	25	625	25	625
12	39	1521	33	1089	26	676
13	29	841	21	441	30	900
14	24	576	38	1444	31	961
15	31	961	37	1369	22	484
16	23	529	28	784	31	961
17	33	1089	21	676	28	784
18	27	729	30	900	38	1444
19	42	1764	42	1764	34	1156
20	35	1225	26	676	42	1764
21	18	324	22	484	31	961
22	14	196	31	961	36	1296
23	22	484	24	576	22	484
24	33	1089	29	841	25	625
25	29	841	19	361	27	729
26	40	1600	26	676	25	625
27	19	361	25	625	20	400
28	29	841	20	400	32	1024
29	42	1764	36	1296	44	1936
30	22	484	16	256	24	576
	$\Sigma x =$	$\Sigma x^2 =$	$\Sigma x =$	$\Sigma x^2 =$	$\Sigma x =$	$\Sigma x^2 =$
	830	25088	833	24215	810	23448

$$SSb = \left[\frac{(830)^2}{30} + \frac{(833)^2}{30} + \frac{(810)^2}{30} \right] - \frac{(830 + 833 + 810)^2}{30 + 30 + 30}$$

$$= 67962.966 - 67952.544$$

$$= 10.422$$

$$SSw = (25088 + 24215 + 23448) - 67962.966$$

$$= 4788.034$$

$$SSt = 10.422 + 4788.034$$

$$= 4798.456$$

$$MSb = \frac{10.422}{2} = 5.211$$

$$MSw = \frac{4788.034}{87} = 55.0348$$

$$F_{2,87} = \frac{5.211}{55.0348} = 0.0946$$

ที่ระดับนัยสำคัญ .05 = 3.0

ที่มาของค่าสถิติในตาราง 6

เลขที่	กลุ่มทดลอง ก.		กลุ่มทดลอง ข.		กลุ่มควบคุม	
	X	X ²	X	X ²	X	X ²
1	55	3025	44	1936	48	2304
2	39	1521	35	1225	44	1936
3	26	676	44	1936	37	1369
4	49	2401	38	1444	36	1296
5	27	729	50	2500	42	1764
6	33	1089	44	1936	18	324
7	41	1681	46	2116	43	1849
8	43	1849	38	1444	26	676
9	38	1444	42	1764	27	729
10	30	900	41	1681	35	1225
11	55	3025	34	1156	26	676
12	43	1849	52	2704	25	625
13	47	2209	39	1521	47	2209
14	28	784	54	2916	41	1681
15	31	961	51	2601	40	1600
16	40	1600	40	1600	46	2116
17	47	2209	41	1681	35	1225
18	31	961	44	1936	56	3136
19	55	3025	55	3025	39	1521
20	46	2116	35	1225	52	2704
21	30	900	41	1681	54	2916
22	31	961	49	2401	42	1764
23	42	1764	40	1600	46	2116
24	47	2209	43	1849	38	1444
25	48	2304	31	961	28	784
26	44	1936	41	1681	24	576
27	35	1225	39	1521	37	1369
28	47	2209	33	1089	42	1764
29	46	2116	55	3025	51	2601
30	22	484	34	1156	37	1369
	$\Sigma x =$	$\Sigma x^2 =$	$\Sigma x =$	$\Sigma x^2 =$	$\Sigma x =$	$\Sigma x^2 =$
	1196	50162	1273	55311	1142	47668

$$SSb = \left[\frac{(1196)^2}{30} + \frac{(1273)^2}{30} + \frac{(1162)^2}{30} \right] - \frac{(1196 + 1273 + 1162)^2}{30 + 30 + 30}$$

$$= 146706.29 - 146490.67$$

$$= 215.629$$

$$SSw = (50162 + 55311 + 47668)$$

$$= 146490.67$$

$$= 6434.71$$

$$SSt = 215.629 + 6434.71$$

$$= 6650.339$$

$$MSb = \frac{215.629}{2} = 107.8145$$

$$MSw = \frac{6434.71}{87} = 73.9621$$

$$F = \frac{107.8145}{73.9621}$$

$$= 1.4576$$

$$F_{2,87} \text{ ที่ระดับนัยสำคัญ } .05 = 3.07$$

ที่มาของค่าสถิติในตาราง 8

เลขที่	กลุ่มทดลอง ก.		กลุ่มทดลอง ข.		กลุ่มควบคุม	
	X	X ²	X	X ²	X	X ²
1	45	2025	42	1764	48	2304
2	35	1225	31	961	43	1849
3	21	441	39	1521	33	1089
4	46	2116	38	1444	34	1156
5	26	676	45	2025	39	1521
6	32	1024	40	1600	17	289
7	39	1521	41	1681	38	1444
8	42	1764	37	1369	25	625
9	36	1296	35	1225	25	625
10	30	900	39	1521	33	1089
11	48	2304	30	900	21	576
12	38	1444	47	2209	23	529
13	44	1936	39	1521	40	1600
14	18	324	49	2401	32	1024
15	25	625	47	2209	40	1600
16	37	1369	39	1521	41	1681
17	43	1849	36	1296	34	1156
18	26	676	37	1369	48	2304
19	45	2025	49	2401	36	1296
20	43	1849	33	1089	35	1225
21	29	841	37	1369	47	2209
22	30	900	49	2401	40	1600
23	40	1600	35	1225	44	1936
24	46	2116	39	1521	36	1296
25	46	2116	30	900	28	784
26	42	1764	36	1296	23	529
27	35	1225	32	1024	33	1089
28	42	1764	31	961	39	1521
29	43	1849	48	2304	46	2116
30	20	400	30	900	30	900
	$\sum x =$	$\sum x^2 =$	$\sum x =$	$\sum x^2 =$	$\sum x =$	$\sum x^2 =$
	1092	41964	1160	45928	1054	38962

$$SSb = \left[\frac{(1092)^2}{30} + \frac{(1160)^2}{30} + \frac{(1054)^2}{30} \right] - \frac{(1092 + 1160 + 1054)^2}{30 + 30 + 30}$$

$$= 121632.66 - 121440.4$$

$$= 192.26$$

$$SSw = (41964 + 45928 + 38962) - 121632.66$$

$$= 5221.34$$

$$SSt = 192.26 + 5221.34$$

$$= 5413.6$$

$$MSb = \frac{192.26}{2} = 96.13$$

$$MSw = \frac{5221.34}{87} = 60.0154$$

$$F = \frac{96.13}{60.0154} = 1.6017$$

$$F_{2,87} \text{ ที่ระดับนัยสำคัญ } .05 = 3.07$$

ภาคผนวก ข.

ชุดการสอน

คู่มือครู

ชุดการสอนที่ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและพลังงาน
 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 เวลา คาบ
 วันที่ เดือน พ.ศ. 2522 จำนวนนักเรียน
 สถานที่

คำนำ

ในการสอนบทเรียนเรื่อง อาหารและพลังงานนี้ บทบาทของครูเป็นองค์ประกอบสำคัญส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ครูผู้สอนควรศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการปฏิบัติตนจากคำชี้แจงดังต่อไปนี้

คำชี้แจง

1. ครูต้องศึกษาชุดการสอน และอ่านเนื้อเรื่องในชุดการสอนอย่างละเอียดรอบคอบพร้อมทั้งทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนทุกขั้นตอน
2. ครูต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ซึ่งมีได้จัดไว้ในชุดการสอน สิ่งที่คุณต้องเตรียม
3. ก่อนสอนครูต้องจัดโต๊ะเก้าอี้เท่ากับจำนวนศูนย์กิจกรรมในชุดการสอน และวางชุดการสอนไว้บนโต๊ะประจำศูนย์ให้เรียบร้อย โดยให้นักเรียนได้รับ 1 ชุดต่อ 1 คน เว้นแต่สื่อการเรียนที่ต้องใช้ร่วมกัน
4. ก่อนสอน ถ้าเป็นการเรียนโดยการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนเป็นครั้งแรกได้ครูชี้แจงให้นักเรียนรู้เกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการเรียนโดยวิธีนี้
5. ก่อนสอน ครูต้องให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเสียก่อน โดยใช้ข้อสอบที่จัดเตรียมไว้ให้
6. การสอนแบ่งเป็น 3 ชั้น คือ

6.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

6.2 ชี้นำเข้าสู่กิจกรรม

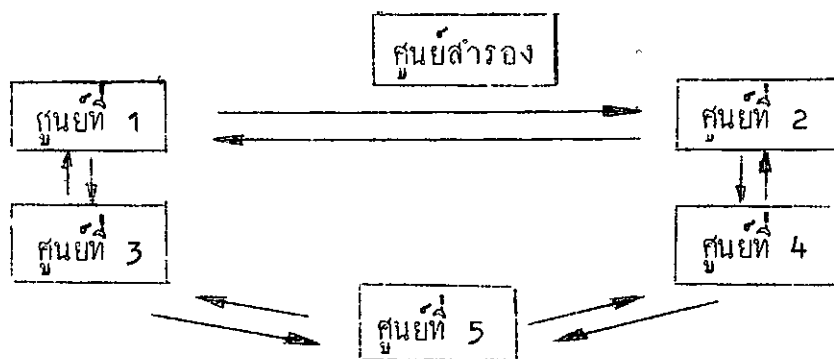
6.3 ชี้นำสรุปบทเรียนและประเมินผล

7. ในทันทีที่นักเรียนทุกกลุ่มประกอบกิจกรรม ครูไม่ควรพูดตั้งจนเกินควร

8. ขณะที่เด็กประกอบกิจกรรม ครูต้องเดินดูการทำงาน of นักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด หากนักเรียนคนใด กลุ่มใด มีปัญหา ครูควรเข้าไปให้ความช่วยเหลือจนปัญหานั้นคลี่คลาย

9. ถ้านักเรียนกลุ่มใดทำกิจกรรมเสร็จเร็วกว่ากลุ่มอื่น ครูต้องให้นักเรียนกลุ่มนั้นไปทำกิจกรรมในศูนย์สำรอง

10. การเปลี่ยนศูนย์กิจกรรมจะทำได้เมื่อนักเรียนอย่างน้อย 2 กลุ่ม หรือนักเรียนทุกกลุ่มทำกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว และถ้าหากว่ามีกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเสร็จก่อนโดยที่ยังไม่มีกลุ่มอื่นเสร็จ ก็ให้เปลี่ยนไปยังศูนย์สำรองทันที ดังแผนการเปลี่ยนกลุ่ม



11. ก่อนบอกให้เปลี่ยนกลุ่ม ครูจะต้องเน้นให้นักเรียนเก็บชุดการสอนของกลุ่มตนไว้ในสภาพเรียบร้อย ห้ามถือติดมือไปด้วย ยกเว้นกระดานคำตอบของนักเรียนเอง และขอให้เปลี่ยนอย่างช้า ๆ เป็นระเบียบเรียบร้อย

12. การสรุปบทเรียน ควรเป็นกิจกรรมร่วมกันของทุกกลุ่ม หรือแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารวมกัน

13. ในกรณีที่นักเรียนคนใดขาดเรียนในหน่วยใดหน่วยหนึ่ง ให้นักเรียนเรียนเป็นรายบุคคลจากชุดการสอนที่เตรียมไว้ โดยครูอาจแยกมาอย่างละหนึ่งชุดสำหรับนักเรียนคนนั้น

14. หลังจากให้นักเรียนได้เรียนเนื้อหาทุกกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ครูเก็บกระดาษคำตอบของนักเรียนไว้ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและความก้าวหน้าของผู้เรียน

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. ชุดการสอนตามจำนวนกลุ่มนักเรียน
2. อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องใช้ซึ่งระบุไว้ในแต่ละชุดการสอน
3. ข้อสอบก่อนและหลังการเรียนเพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ ซึ่งมีจำนวนเท่ากับนักเรียน
4. กระดาษคำตอบแบบทดสอบ จำนวนเท่ากับนักเรียน
5. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 6 คน
6. จัดโต๊ะศูนย์การเรียนเป็น 6 ศูนย์ โดยให้ศูนย์ที่ 6 เป็นศูนย์สำรองเพื่อศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากทีมในศูนย์อื่นสำหรับคนหรือกลุ่มที่เรียนเร็ว
7. กระดาษจดบันทึกช่วยความจำ (เผื่อนักเรียนต้องการ)
8. กระดาษตอบแบบฝึกหัดในศูนย์กิจกรรมตามจำนวนนักเรียน
9. ป้ายประจำศูนย์ 6 ป้าย

บทบาทของนักเรียน

ครูต้องชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงบทบาทของผู้เรียน ดังต่อไปนี้

1. อ่านบัตรงาน และปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างระมัดระวัง
2. ให้นักเรียนพยายามตอบคำถาม อภิปราย และบันทึกผลการอภิปรายอย่างเต็มความสามารถ คำถามมีใช้ข้อสอบ แต่เป็นสิ่งที่จะทำให้ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

3. นักเรียนต้องตั้งใจปฏิบัติงาน ไม่ชักชวนเพื่อนให้สนทนาออกเรื่องที่ไม่เรียน
4. เวลาเปลี่ยนศูนย์กิจกรรมทุกครั้ง ขอให้นักเรียนเก็บเอกสารและสื่อการเรียนการสอนอย่างอื่น ๆ ให้เรียบร้อย
5. นักเรียนต้องใช้ชุดการสอนอย่างระมัดระวัง อย่าขีดเขียนใด ๆ ลงในชุดการสอน
6. เนื่องจากการทำกิจกรรมแต่ละกลุ่มมีเวลาจำกัด และต้องเปลี่ยนไปทำกลุ่มอื่นอีก นักเรียนจะต้องตั้งใจทำให้เสร็จอย่างรวดเร็ว

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถบอกได้ว่า พืชและสัตว์ต้องอาศัยพลังงานรูปต่าง ๆ
2. สามารถอธิบายได้ว่า แหล่งพลังงานที่สิ่งมีชีวิตนำมาใช้ในการดำรงชีวิต ได้มาจากอาหารที่พืชสร้างขึ้น หรืออาหารที่ได้จากการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ของสัตว์
3. สามารถบอกได้ว่า อาหารประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ และน้ำ
4. สามารถทดสอบแป้ง น้ำตาล โปรตีน และไขมันได้
5. สามารถบอกได้ว่า คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เป็นอาหารที่ให้พลังงาน
6. สามารถบอกได้ว่า คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เป็นอาหารที่ให้พลังงาน
7. สามารถเขียนคำจำกัดความของคำว่า "อาหาร" ได้ถูกต้อง

วัสดุอุปกรณ์ในศูนย์กิจกรรม มีดังนี้

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. แป้งมัน (เฉพาะศูนย์ที่ 2) | 2. น้ำตาลกลูโคส (เฉพาะศูนย์ที่ 2) |
| 3. น้ำมันมะพร้าว (เฉพาะศูนย์ที่ 4) | 4. โซขาวดิบ (เฉพาะศูนย์ที่ 3) |
| 5. นม (เฉพาะศูนย์ที่ 3) | 6. น้ำ |
| 7. สารละลายไอโอดีน | 8. สารละลายไบยูเรต |
| 9. สารละลายเบเนดิกต์ | 10. หลอดทดลองขนาดกลาง |
| 11. กระดาษขาวขนาด 4x10 ซม. | 12. หลอดหยด |
| 13. กระป๋องนม | 14. เทาไฟ (อาจเป็นเตาถ่านหรือเตาไฟฟ้า) |

สรุป

หลังจากกลุ่มต่าง ๆ ดำเนินกิจกรรมในทุกศูนย์เรียบร้อยแล้ว ให้สรุปผลของกิจกรรมโดยให้ตัวแทนของทั้ง 5 กลุ่ม สรุปในเรื่องต่อไปนี้

- อาหารคืออะไร
- ประเภทของอาหาร
- การทดสอบอาหาร

การวัดผลและประเมินผล

- ตรวจจากการทำแบบฝึกหัด
- สังเกตพฤติกรรมขณะเรียนและการทำปฏิบัติการ

บัตรงาน

ศูนย์กิจกรรมที่

ชุดการสอนที่

เรื่อง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาเรื่อง
2. ให้นักเรียนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน แต่ละกลุ่มเลือกหัวหน้ากลุ่มของตนเองและทำการทดลองตามคำสั่งอย่างเคร่งครัด
3. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้อ่าน เก็บเรื่องย่อในการทดลองให้เรียบร้อย
4. รวมกลุ่มย่อยกลุ่มละ 3 คนเป็นกลุ่มใหญ่ 6 คน แล้วเลือกประธานกลุ่มและเลขานุการกลุ่ม นำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปราย โดยประธานกลุ่มเป็นผู้นำการอภิปราย
5. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดขณะเรียน โดยอ่านคำถามแล้วตอบในกระดาษคำตอบที่แจกให้
6. ให้นักเรียนเปิดดูคำเฉลยแบบฝึกหัดประจำศูนย์กิจกรรม
7. ให้นักเรียนเก็บเอกสารต่าง ๆ เข้าที่ให้เรียบร้อย
8. ให้นักเรียนทุกคนเปลี่ยนไปยังศูนย์กิจกรรมอื่นที่ว่าง

ป๊อกรงาน

ศูนย์กิจกรรมที่ ชุดการสอนที่ เรื่อง

1. ให้นักเรียนอ่านบัตรเนื้อหาเรื่อง
2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดขณะเรียน
3. ให้นักเรียนเปิดคุณค่าเจดลยแบบฝึกหัดประจำศูนย์กิจกรรม
4. เลือกรประธานกลุ่มและเลขาธิการกลุ่ม
5. ให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มบอกให้เพื่อนทราบว่า ตนได้รับความรู้อะไร
 บางคนจะอยางน้อย ๑ ข้อ โดยประธานกลุ่มเป็นผู้ดำเนินการ และ
 เลขาธิการกลุ่มเป็นผู้รวบรวม เมื่อได้รับคำตอบจากทุกคนแล้ว ให้
 เลขาธิการกลุ่มสรุปให้ฟัง ทุกคนโน้ตลงไปในสมุด
6. ให้นักเรียนเก็บเอกสารต่าง ๆ เข้าที่ใ้เตรียมรอย
7. ให้นักเรียนทุกคนเปลี่ยนไปยังศูนย์กิจกรรมอื่นที่ว่าง

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 1 ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตได้พลังงานมาจากไหน

พลังงานมีหลายรูปแบบ พลังงานรูปหนึ่งอาจเปลี่ยนเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งได้ เช่น ในการเผาถ่าน พลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในถ่านจะ เปลี่ยนเป็นพลังงานแสงและ พลังงานความร้อน นำไปใช้ประโยชน์ในการหุงต้มได้ การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ก่อให้เกิดประโยชน์ต่างกันไป ดังนั้นนักเรียนจะเห็นได้จากชีวิตประจำวันว่า เรา ต้องเกี่ยวข้องกับพลังงานรูปต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงาน เสียง พลังงานกล พลังงานแสง เป็นต้น สิ่งมีชีวิตทุกชนิดก็ต้องอาศัยพลังงานและ การเปลี่ยนรูปพลังงานเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเจริญ เติบโต การเคลื่อนไหวและการสืบพันธุ์

สิ่งมีชีวิตได้พลังงานจากไหน

นักเรียนทราบแล้วว่า พืชสีเขียวสามารถใช้พลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ช่วย ในการสร้างอาหาร ในขณะที่สัตว์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ไม่สามารถใช้พลังงานแสง จากดวงอาทิตย์เพื่อสร้างอาหารได้

พืชสีเขียวสามารถใช้พลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ช่วยในการสังเคราะห์แสง ได้ และในการสังเคราะห์แสงของพืชนั้นเป็นขบวนการซับซ้อนที่พืชจะสร้างอาหาร คือ การโบไฮเดรตจากการบอนด์ออกไซด์และน้ำ โดยอาศัยกลอโรฟิลล์และพลัง งานแสงจากดวงอาทิตย์ เป็นการเปลี่ยนพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ให้เป็นพลัง งานเคมี

นั่นก็คือ ในการสังเคราะห์แสง พืชจะ เปลี่ยนรูปพลังงานแสง เป็นพลังงานเคมี สะสมในอาหารที่พืชสร้างขึ้น คือ น้ำตาล แป้ง โปรตีนและไขมัน สารประกอบเหล่านี้จะมีอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ใบ ลำต้น รากหรือเมล็ด ซึ่งพืชจะใช้เป็น แหล่งพลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิตต่อไป สำหรับสัตว์หรือสิ่งมีชีวิต อื่น ๆ ที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ก็ต้องอาศัยอาหารจากพืช พืชจึงถือว่าเป็น ผู้ผลิต และสัตว์ที่กินพืชเหล่านี้โดยตรงหรือโดยอ้อมเป็น ผู้บริโภค ในห่วงโซ่อาหารหนึ่ง ๆ การกินต่อกันเป็นทอด ๆ ก็เป็นการถ่ายทอดพลังงานที่สะสม อยู่ในอาหารนั้นเอง อาหารที่สัตว์บริโภคเข้าไปนั้น ก่อนจะใช้เป็นประโยชน์ได้ จะ ต้องมีการเปลี่ยนแปลงเสียก่อน

แบบฝึกหัดชุดะ เรียบ

ศูนย์กิจกรรมที่ 1 ชุกรการสอนที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตได้พลังงานมาจากไหน

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. การสังเคราะห์แสง คือ

2. ผู้ผลิต หมายถึง

ผู้บริโภค หมายถึง

3. จากแผนภูมิ



ผู้บริโภคอันดับหนึ่ง คือ

ผู้บริโภคอันดับสอง คือ

ผู้บริโภคอันดับสาม คือ

4. พลังงานขั้นต้นที่สิ่งมีชีวิตได้รับ คือ

ใดมาจาก

5. อาหารที่พืชสร้างขึ้น คือ

บัตรเฉลย

1. การสังเคราะห์แสง คือ การสร้างอาหารของพืชโดยอาศัยพลังงานแสง การรับอนโคออกไซด์ น้ำ และกลอโรฟิล

2. ผู้ผลิต หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้

ผู้บริโภค หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ต้องอาศัยอาหารจากผู้ผลิต

3. ผู้บริโภคอันดับหนึ่ง คือ หนู อันดับสอง คือ งู อันดับสาม คือ เหยี่ยว

4. พลังงานแสง / ไคมาจากดวงอาทิตย์

5. เพื่อทำให้ร่างกายอบอุ่นและประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ได้

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 2 ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง การโบไฮเดรต

การโบไฮเดรต เป็นอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย คือ ทำให้ร่างกายอบอุ่น และประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ได้

อาหารประเภทการโบไฮเดรตอาจจำแนกเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ 2 พวก คือ น้ำตาลและแป้ง น้ำตาลมีอยู่หลายชนิด เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลแลคโตส น้ำตาลซูโครสหรือที่เรียกกันทั่วไปว่า น้ำตาลทราย เป็นต้น

การโบไฮเดรต ได้มาจากอาหารพวกผัก ข้าว เผือก มันและน้ำตาล

ต่อไปนี้จะเป็นการทดสอบทางเคมีอย่างง่าย ๆ เพื่อจะได้ทราบว่า จะทดสอบอาหารพวกการโบไฮเดรตได้อย่างไร เมื่อนักเรียนทดลองแล้ว ให้บันทึกผลลงในกระดาษที่แจกให้ทางหาก

การทดสอบการโบไฮเดรต

วิธีทำ 1. ใส่แป้งมัน 1 ช้อนเบอร์ 1 ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง ซึ่งมีข้าวบรรจุอยู่ 6 ลบ.ซม. เขย่าให้เข้ากัน แล้วเทน้ำแป้งลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด ๆ ละ 2 ลบ.ซม.

2. หยดสารละลายไอโอดีน 2 หยดลงในหลอดที่ 1 และสารละลายไบยูเรต 10 หยด ลงในหลอดที่ 2 สังเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลง

3. หยดสารละลายเบเนดิกต์ 5 หยดลงในหลอดที่ 3 นำไปต้มในกระป๋องนมซึ่งมีน้ำเดือดประมาณ 100 ลบ.ซม. เป็นเวลา 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกผล

4. ใส่น้ำแป้งมันจำนวนเล็กน้อยไปมากับกระดาษสีขาวประมาณ 5 - 6 ครั้ง แล้วยกกระดาษขึ้นเพื่อให้แสงผ่าน สังเกตว่า โปร่งแสงหรือไม่ แล้วบันทึกผลลงในการร่าง

5. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1 - 4 แต่เปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาลกลูโคส

ตารางบันทึกผลการทดลอง

อาหาร	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็น			
	สารละลาย ไอโอดีน	สารละลาย ไบยูเรต	สารละลาย เบเนดิกต์	กับกระดาษ
แป้ง น้ำตาลกลูโคส				

ข้อควรพิจารณาและอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม

1. แป้งและน้ำตาลกลูโคสต่างก็เป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ผลการทดสอบเหมือนกันหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
2. การทดสอบแป้งและน้ำตาล มีวิธีการทดสอบเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 2 จุดการสอนที่ 1 เรื่อง การโบไฮเดรต

เติมคำลงในช่องว่าง

1. จากการทดสอบแป้งและน้ำตาล แป้งจะเปลี่ยน เป็นสี _____
เมื่อถูกกับ _____
น้ำตาลจะเปลี่ยนเป็นสี _____ เมื่อถูกกับ _____
2. ทั้งแป้งและน้ำตาล ต่างก็เป็นอาหารพวก _____
จากการทดลองแป้งและน้ำตาลให้ผลการทดลอง _____
(เหมือนกันหรือต่างกัน)
3. แป้งและน้ำตาลเหมือนกัน คือ _____
แตกต่างกัน คือ _____
4. คาร์โบไฮเดรต อาจจำแนกเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ 2 พวก คือ _____
5. น้ำตาลทราย ในทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า _____

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 3 ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง โปรตีน

โปรตีนเป็นอาหารที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง โปรตีน นอกจากจะให้พลังงานแล้ว ยังเป็นสารสำคัญที่ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกายอีกด้วย

โปรตีนมีมากในเนื้อสัตว์ต่าง ๆ นม ไข่ และพืชตระกูลถั่ว คนไทยเรามาแม้จะอยู่ในประเทศกสิกรรมที่อุดมสมบูรณ์ แต่ก็ยังพบว่า มีคนที่ขาดโปรตีนอยู่บ่อย ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็ก ๆ

ต่อไปนี้เป็นวิธีการทดสอบอาหารโปรตีนทางเคมีอย่างง่าย ๆ ให้นักเรียนอ่านวิธีดำเนินการทดสอบให้เข้าใจ ลงมือทำอย่างระมัดระวัง และบันทึกผลการทดสอบในกระดาษที่แจกให้ต่างหาก

การทดสอบโปรตีน

วิธีทำ 1. ใส่ไข่ขาวลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด ๆ ละ 2 ลบ.ซม.

2. หยดสารละลายไอโอไดน์ 2 หยดลงในหลอดที่ 1 และสารละลายไบยูเรต 10 หยดลงในหลอดที่ 2 สังเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลง

3. หยดสารละลายเบเนดิกต์ 5 หยดลงในหลอดที่ 3 นำไปต้มในกระป๋องนมซึ่งมีน้ำเดือดประมาณ 100 ลบ.ซม. เป็นเวลา 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

4. ใช้ไข่ขาวจำนวนเล็กน้อยนำไปกับกระดาษสีขาวประมาณ 5 - 6 ครั้ง แล้วยกกระดาษขึ้นให้สูงนาน สังเกตว่า โปร่งแสงหรือไม่ แล้วบันทึกผลลงในตาราง

5. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1 - 4 แต่เปลี่ยนไข่ขาวเป็นนํ้านมจำนวน 2 ลบ.ซม. บันทึกผล

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ ๔

ชุดการสอนที่ ๑

เรื่อง ไขมัน

อาหารที่เราบริโภคทุกวันนี้ จะมีอาหารประเภทหนึ่งที่นับว่า สำคัญต่อเรามาก เพราะเป็นอาหารอีกประเภทหนึ่งที่ให้พลังงาน อาหารที่กล่าวมานี้ก็คือ ไขมัน

ไขมัน นอกจากจะให้พลังงานแล้ว ยังเป็นส่วนประกอบของอวัยวะของร่างกาย เช่น เซลประสาทและเซลล์สมอง ร่างกายจะเก็บอาหารนี้ไว้เป็นไขมันสะสมใต้ผิวหนัง ทำหน้าที่ป้องกันความหนาวจากอากาศภายนอก ทำให้ร่างกายอบอุ่น นอกจากนี้ยังช่วยละลายวิตามินบางชนิดซึ่งไม่ละลายน้ำ เพื่อช่วยในการดูดซึมอีกด้วย

อาหารพวกไขมันมีมากในไขมันจากสัตว์และพืช

ให้นักเรียนอ่านวิธีทำเป็นการทดสอบไขมันให้เข้าใจ ลงมือทำอย่างระมัดระวัง และบันทึกผลการทดสอบลงในกระดาษที่แจกให้ทางหาก

การทดสอบไขมัน

วิธีทำ 1. ใส่น้ำมันมะพร้าวลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด ๆ ละ 2 ลบ.ซม.

2. หยด สารละลายไอโอดีน 2 หยดลงในหลอดที่ 1 และสารละลายไบยูเรต 10 หยดลงในหลอดที่ 2 สังเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลง

3. หยดสารละลายเบเนดิกต์ 5 หยดลงในหลอดที่ 3 นำไปต้มในกระป๋องนม ซึ่งมีน้ำเดือดประมาณ 100 ลบ.ซม. เป็นเวลา 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกผล

4. หยดน้ำมันมะพร้าวลงในกระดาษ 1 หยด ปล่อยให้มาประมาณ 5 - 6 ครั้ง แล้วยกกระดาษขึ้นให้แสงผ่าน สังเกตว่า โปร่งแสงหรือไม่ แล้วบันทึกผลลงในตาราง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

อาหาร	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้			
	สารละลายไอโอดีน	สารละลายไบยูเรต	สารละลายเบเนดิกต์	ดูกับกระดาษ
น้ำมันมะพร้าว				

ขอควรพิจารณาและอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม

"เพื่อหยคน้ำมันมะพร้าวลงบนกระดาดขาว มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเกิดขึ้นบ้าง"

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

ชุดการสอนที่ 1

เรื่อง ไขมัน

1. น้ำมันมะพร้าวที่นำมาใช้ในการทดลอง เป็นอาหารพวก

2. น้ำมันมะพร้าวเมื่อถูกกับกระดาด ตรงรอยนั้นจะ

3. ไขมันมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิต ดังนี้

4. ร่างกายจะเก็บอาหารพวกไขมันไว้ที่

5. ยกตัวอย่างอาหารพวกไขมันมา 5 ชนิด

บัตรเฉลย

1. ไขมัน

2. โปร่งแสง

3. ทำให้ร่างกายอบอุ่นและประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ได้

4. ไขมัน

5. มันหมู น้ำมันมะพร้าว ถั่วลิสง ไข่ นม

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

บัตรเนื้อหา
ชุดการสอนที่ 1

เรื่อง อาหาร

อาหารคือ สิ่งที่ย่อยแล้วให้ประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งมีมากมายหลายชนิด เราอาจจะแบ่งประเภทของอาหารได้หลายวิธี เช่น แบ่งตามรส ตามลักษณะหรือตามประโยชน์ของอาหาร วิธีหนึ่งที่น่าสนใจ คือ แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี จากการวิเคราะห์อาหารชนิดต่าง ๆ พบว่า อาหารประกอบด้วยสารต่างชนิดกัน แต่ละชนิดให้ประโยชน์ต่างกันไป

อาหารที่เรารับประทาน แบ่งได้ ดังนี้

1. คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ อาหารจากพวกแป้งและน้ำตาล ซึ่งได้มาจากอาหารพวกผัก ข้าว เผือก มันและน้ำตาล เป็นต้น
2. โปรตีน ได้แก่ อาหารที่ได้มาจากพวกเนื้อสัตว์ ปลา ไข่ นม และถั่วเหลือง เป็นต้น
3. ไขมัน ได้แก่ อาหารที่ได้มาจากพวกเนื้อสัตว์ ไขมันสัตว์ ปลา และน้ำมันพืชต่าง ๆ เช่น น้ำมันถั่ว มะพร้าว เป็นต้น ไขมันเป็นธาตุอาหารที่ช่วยละลายธาตุวิตามินบางชนิด ถ้าร่างกายขาดไขมันก็จะขาดวิตามินด้วย
4. เกลือแร่ ได้แก่ อาหารที่ได้มาจากเกลือแร่หรือแร่ธาตุต่าง ๆ
5. วิตามิน
6. น้ำ

ทั้งคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นอาหารที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิต เพราะให้พลังงาน ทำให้ร่างกายอบอุ่นและประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ได้ พลังงานส่วนใหญ่จะได้มาจากการโบไฮเดรตและไขมัน ส่วนโปรตีนนั้น นอกจากจะให้พลังงานแล้ว ยังเป็นสารสำคัญที่ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ

ถ้าร่างกายขาดโปรตีน จะทำให้ร่างกายเติบโตช้า เด็กที่ขาดโปรตีน นอกจากจะไม่เจริญเติบโตแล้ว ยังอ่อนแอ คิดโรคได้ง่าย บางรายก็ผอมแห้ง บางรายก็ตัวบวม ผิวหนังกร้าน นอกจากนี้ยังทำให้สติปัญญาเสื่อมอีกด้วย

สำหรับอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตและไขมันนั้น หากร่างกายได้รับไม่เพียงพอ ก็จะทำให้ร่างกายไม่สมบูรณ์ ส่วนมากคนไทยเราได้รับอาหารพวกนี้เพียงพอแล้ว จึงไม่ค่อยมีปัญหามากนัก ที่สำคัญและเห็นได้บ่อย ๆ คือ การขาดอาหารพวกโปรตีน

หัวข้อที่ควรอภิปรายในกลุ่ม

"ถ้าจะตรวจดูว่า นาย ก. เป็นโรคเบาหวานหรือไม่ ควรทำอย่างไรและเหตุใดจึงทาเช่นนั้น"

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

ชุดการสอนที่ 1

เรื่อง อาหาร

1. อาหาร คือ

2. ประเภทของอาหารที่ให้พลังงานและช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ คือ

3. เพื่อป้องกันไม่ให้อาหารจากโปรตีน เราควรบริโภคอาหารจำพวก

4. อาหารที่เราบริโภค แบ่งได้ 6 ชนิด ดังนี้

5. เด็กที่ขาดโปรตีน สังเกตได้ ดังนี้

บัตรเฉลย

1. อาหาร คือ สิ่งที่บริโภคแล้ว ให้ประโยชน์ต่อร่างกาย

2. โปรตีน

3. เนื้อสัตว์ แม่ ถั่ว ไข่

4. 6 ชนิด คือ (1) คาร์โบไฮเดรต (2) โปรตีน (3) ไขมัน (4) เกลือแร่

(5) วิตามิน (6) น้ำ

5. บางก็ผอมแห้ง บางก็ตัวบวม ผิวหนังกร้าน

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 2

ชุดการสอนที่ 1

เรื่อง การโม่ไฮเกรต

1. เป็นสีน้ำตาล/สารละลายไอโอดีน, เป็นสีแสดหรือน้ำตาลแดง/สารละลายเบเนดิกต์
2. การโม่ไฮเกรต/ ต่างกัน
3. เหมือนกัน คือ เป็นอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรต ต่างกัน ก็แบ่งทดสอบกับสารละลายไอโอดีนให้สีน้ำตาลเข้ม ส่วนน้ำตาลทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ให้สีแสดหรือน้ำตาลแดง
4. แบ่งและน้ำตาล
5. น้ำตาลซูโครส

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

ชุดการสอนที่ 1

เรื่อง โปรตีน

1. ไข่ขาวจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงในสารละลายไบยูเรต
น้ำตาลจะเปลี่ยนเป็นสีแสดหรือเหลืองอมน้ำตาลในสารละลายเบเนดิกต์และจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง ในสารละลายไบยูเรต
2. ทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์และไบยูเรต ถ้ามีสีแสดหรือเหลืองอมน้ำตาล เมื่อทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ หรือ ถ้าเกิดมีสีม่วง เมื่อทดสอบกับสารละลายไบยูเรต ก็แสดงว่า อาหารนั้นมีโปรตีน
3. ก. ให้พลังงานแก่ร่างกาย ข. ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ
4. ก) เนื้อสัตว์ ข) นม ก) ไข่ ง) ถั่ว
5. ใช้สารละลายเบเนดิกต์และไบยูเรตทดสอบ ถ้านำอาหารนั้นไปทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ให้สีแสดหรือทดสอบกับสารละลายไบยูเรตให้สีม่วง ก็แสดงว่าอาหารนั้นเป็นพวก โปรตีน

บันทึกการสอนการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้

ชุดการสอนที่ 2

วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและพลังงาน

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลา 2 คาบ

วันที่ ... เดือน พ.ศ. 2522 จำนวนนักเรียน 30 คน

สถานที่

เนื้อหา

อาหารแม้จะมีมากมายหลายชนิดแตกต่างกันออกไป แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ หองค์ประกอบแล้วพบว่า อาหารประกอบด้วยธาตุสำคัญคล้ายกัน คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน สำหรับอาหารพวกโปรตีน นอกจากจะมีธาตุเหล่านี้ แล้ว ยังมีธาตุสำคัญเป็นส่วนประกอบ คือ ไนโตรเจน และอาจจะมีกำมะถัน ปนอยู่ด้วย ยิ่งกว่านี้ ในอาหารยังมีแร่ธาตุอื่น ๆ อีก เมื่อเรากินอาหารเข้าไป ร่างกาย จะไ้แร่ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้

เนื้อหานี้ แบ่งออกเป็นศูนย์กิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- ศูนย์ที่ 1 องค์ประกอบของอาหาร
- ศูนย์ที่ 2 ปริมาณของธาตุต่าง ๆ ในร่างกายของคน
- ศูนย์ที่ 3 อาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง
- ศูนย์ที่ 4 ความสำคัญของธาตุคลอรีนและฟอสฟอรัสในกระดูก
- ศูนย์ที่ 5 แหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางอย่างที่สำคัญ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนตอนนี้จบแล้ว ควรจะสามารถ

1. สามารถบอกได้ถูกต้องว่า น้ำตาลและหญ้าแห้งประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน
2. สามารถบอกได้ถูกต้องว่า แป้งมันและไข่ขาวสูกบประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน
3. สามารถบอกได้ถูกต้องว่า กระดูกประกอบด้วยธาตุคัลเซียมและฟอสฟอรัส
4. สามารถบอกได้ว่า คัลเซียมฟอสฟอรัสละลายในกรดไฮโดรคลอริก
5. สรุปได้ว่า ธาตุคัลเซียมและฟอสฟอรัส เป็นธาตุสำคัญที่ทำให้กระดูกแข็งแรง
6. บอกได้ว่า ถ้าขาดธาตุคัลเซียมและฟอสฟอรัส จะทำให้เป็นโรคกระดูกอ่อน
7. บอกได้ว่า ธาตุต่าง ๆ ในอาหารที่ร่างกายต้องการและสามารถใช้เป็นประโยชน์ต้องเป็นธาตุที่อยู่ในรูปของสารประกอบเท่านั้น
8. สรุปได้ว่า ในการเผาอาหารได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ
9. ทดสอบได้ว่า หยกของเหลวที่ได้จากการเผาอาหารคือน้ำ
10. บอกได้ว่า สารสีน้ำตาลที่เหลือจากการเผาอาหารคือ คาร์บอน
11. บอกได้ว่า ออกซิเจนเป็นธาตุที่มีอยู่มากในร่างกายของคน
12. บอกได้ว่า ถ้าขาดธาตุเหล็กแล้วจะทำให้เป็นโรคโลหิตจาง
13. บอกได้ว่า ไอโอดีนเป็นธาตุที่สามารถป้องกันโรคคอพอกได้
14. บอกได้ว่า ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ช่วยในการสร้างกระดูกและฟัน

วัสดุอุปกรณ์ในศูนย์กิจกรรม มีดังนี้

- | | |
|--|------------------------------|
| 1. น้ำตาลทราย | 2. แป้งมัน |
| 3. ไข่ขาวสุกบด | 4. หนุ่ยแห้งป่น |
| 5. สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ | 6. ตะเกียงอัลกอฮอล์ |
| 7. ขอนเบอร์ 2 | 8. หลอดทดลองขนาดกลาง |
| 9. หลอดทดลองขนาดใหญ่พร้อม
จุดที่มีหลอดน้ำกาชเสียบอยู่ | 10. หลอดฉีกยาขนาด 12 ลบ.ซม. |
| | 11. ขาตั้งและที่จับหลอดทดลอง |

สรุป

หลังจากกลุ่มต่าง ๆ ดำเนินกิจกรรมในทุกศูนย์เรียบร้อยแล้ว ให้สรุปผล
ของกิจกรรมโดยให้ตัวแทนของทั้ง 5 กลุ่ม สรุปในเรื่องต่อไปนี้

- ผลการทดสอบเรื่องอาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง
- แร่ธาตุที่สำคัญต่อมนุษย์และสัตว์อย่างยิ่ง
- แหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุเหล่านี้

การวัดผลและประเมินผล

- ตรวจแบบฝึกหัด
- สังเกตพฤติกรรมขณะเรียนและการทำปฏิบัติการ

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 1

ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง องค์ประกอบของอาหาร

อาหาร หมายถึง สารที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ให้เกิดพลังงาน สร้างหรือซ่อมเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ หรือเอาไปใช้ในการควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ภายในร่างกาย

เราอาจจำแนกอาหารออกอย่างกว้าง ๆ ได้ดังนี้

- | | | |
|----------|-----------------|------------|
| 1. น้ำ | 2. คาร์โบไฮเดรต | 3. โปรตีน |
| 4. ไขมัน | 5. เกลือแร่ | 6. วิตามิน |

อาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมัน เป็นสารที่ให้พลังงาน ส่วนประเภทของอาหารที่เหลือ คือ เกลือแร่ วิตามินและน้ำ เป็นสารที่ไม่ให้พลังงาน แต่ก็จำเป็นต่อชีวิต

อาหารแม้จะมีมากมายหลายชนิด แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์แล้ว พบว่า จะประกอบไปด้วยธาตุสำคัญคล้ายกัน คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน

สำหรับอาหารพวกโปรตีน นอกจากจะมีคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) แล้ว ยังมีธาตุสำคัญเป็นส่วนประกอบ คือ ไนโตรเจน (N) และอาจมีกำมะถัน (S) ปนอยู่ด้วย

คาร์โบไฮเดรตและไขมันก็เช่นกัน นอกจากจะมีคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นส่วนประกอบแล้ว ยังมีแร่ธาตุอื่น ๆ อีก เมื่อเรากินอาหารเข้าไป ร่างกายก็จะได้แร่ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้

แบบฝึกหัดขณะ เรือน

กัณฑ์กิจกรรมที่ 1

ชุดการสอนที่ 2

เรื่อง องค์ประกอบของอาหาร

ก. จงวางรอบข้อที่หกของที่สี่

1. อาหารที่มีความสำคัญต่อชีวิต มี

ก. โปรตีน น้ำ

ข. การไปไฮเดรต วิตามิน น้ำ

ค. การโปไฮเกรต ไฉมัน เกลือแร่ น้ำ ง. โปรคีน การโปไฮเกรต ไฉมัน น้ำ

จ. โปรตีน การโบไฮเดรต ไขมัน กลีโอะแร' วิตามิน และน้ำ

2. อาหารที่หัดทำงาน มีอาหารประเภทใดบ้าง

ก. ไบรคีน

ข. การโบไฮเดรต

ค. ไชยมัน

๖. เกด็อแว

ຈ. ພຶ ນ., ຫ. ແລະ ັດ.

3. อาหารที่มีการับอน ไสโครเจน ออกซิเจน ไนโตรเจนและกำมะถัน เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

ก. โปรรตีน

ข. การไปไฮดรอลิก

ค. ไชยมัน

၂. ကေလိဝေ

จ. วิชาฉิน

ข. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่าง

1. อาหาร กือ

2. อาหารประเภทที่ให้อา้งงาน นี้กั้งนี้

3. อาหารประเภทที่ไม่ให้พลังงาน มีดังนี้

4. อาหารทกชนิดจะมีองค์ประกอบพื้นฐาน คือ

5. อาหารที่จำเป็นสำหรับชีวิต คือ

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 2

ชุดการสอนที่ 2 เรื่องปริมาณของธาตุต่างๆในร่างกายคน

ธาตุสำคัญที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐาน มีอยู่ 3 ธาตุคือ คาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน สำหรับอาหารพวกโปรตีน นอกจากจะมีธาตุเหล่านี้แล้ว ยังมีธาตุสำคัญเป็นส่วนประกอบ คือ ไนโตรเจน และอาจมีกำมะถันปนอยู่ด้วย

ให้นักเรียนพิจารณาตารางต่อไปนี้ ซึ่งแสดงปริมาณของธาตุที่พบในร่างกายคน

ตารางแสดงปริมาณของธาตุต่าง ๆ ในร่างกายคน

ธาตุ	ปริมาณ (กรัม/100 กรัมของน้ำหนัก)
ออกซิเจน	65
คาร์บอน	18
ไฮโดรเจน	10
ไนโตรเจน	3
แคลเซียม	1.5
ฟอสฟอรัส	1.0
โปแตสเซียม	0.35
กำมะถัน	0.25
โซเดียม	0.15
คลอรีน	0.15
แมกนีเซียม	0.05
เหล็ก	0.004
ไอโอดีน	0.00004

แบบฝึกหัดขณะเรียน

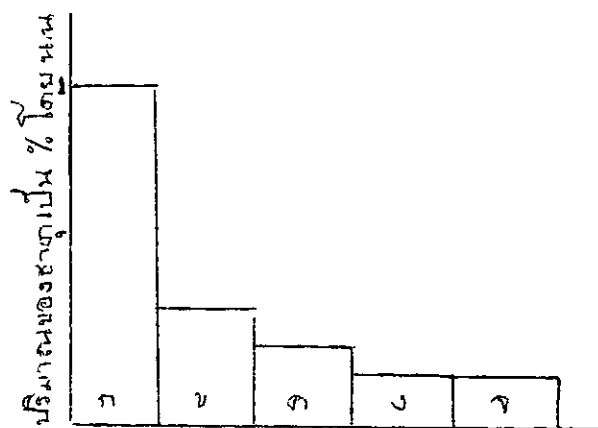
ศูนย์กิจกรรมที่ 2

ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง ปริมาณของธาตุต่างๆในร่างกายคน

1. ถ้านักเรียนได้ข้อมูลว่าในร่างกายของคนเรานี้มีกัลเซียมอยู่ 1.5 % โดยน้ำหนัก ดังนั้น ถ้านายสมชายหนัก 60 กิโลกรัม จะมีกัลเซียมอยู่กี่กิโลกรัม ให้แสดงวิธีคำนวณด้วย

2. ธาตุเหล็กมีอยู่ 0.004 กรัมใน 100 กรัม ถ้านก ๆ หนึ่งหนัก 55 กิโลกรัม จะมีธาตุเหล็กอยู่กี่กรัม

3. กราฟต่อไปนี้ แสดงปริมาณเปรียบเทียบของธาตุ 5 ชนิดในร่างกายของคนเรา



- | | | |
|------------------------|-----|------|
| (1) ธาตุ ก. คือ ธาตุ | มี | % |
| (2) ธาตุ ข. คือ | มี | % |
| (3) ธาตุ ค. คือ | มี | % |
| (4) ธาตุ ง. และ จ. คือ | และ | มี % |

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

ชุดการสอนที่ 2

เรื่องอาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง

อาหาร แม้จะมีมากมายหลายชนิดแตกต่างกันไป แต่เมื่อนามาวิเคราะห์หาองค์ประกอบแล้ว พบว่า อาหารประกอบด้วยธาตุสำคัญคล้ายกัน ดังนั้นนักเรียนจะทดลองโดยวิธีง่าย ๆ ต่อไปนี้

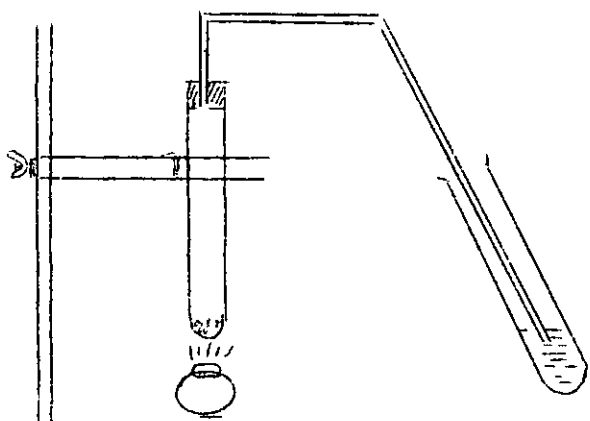
(ให้นักเรียนแบ่งเป็น 4 หมู่ ๆ ละ 2 คน ให้แต่ละหมู่ทดลองโดยใช้อาหารเพียงหนึ่งชนิดเท่านั้น)

ขอควรระวัง ในการทดลอง ให้นักเรียนเอาหลอดนำก๊าซออกจากสารละลาย คัดเข็มไฮดรอกไซด์ก่อนที่จะเอาตะเกียงออก เมื่อทดลองเสร็จแล้วนำไปปฏิบัติเช่นที่แนะนำ จะทำให้สารละลายไหลกลับเข้าไปในหลอดทดลองที่กำลังร้อน ทำให้หลอดแตกได้)

การทดลองเรื่องอาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง

วิธีทำ 1. ใส่ น้ำตาล 1 ช้อนเบียร์ 2 ลงไปในหลอดทดลองขนาดใหญ่

2. ใช้จุดที่มีหลอดนำก๊าซเสียบติดอยู่ ปิดปากหลอด ให้ปลายหลอดนำก๊าซอีกข้างหนึ่งจุ่มลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก ซึ่งมีสารละลายคัดเข็มไฮดรอกไซด์ประมาณ 2 ลบ.ซม. บรรจุอยู่



3. จัดตั้งเครื่องมือ ดังรูป แล้ว ผ่าน น้ำตาล ในหลอดประมาณ 2 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหลอดทั้งสอง
4. ทำการทดลอง เช่นเดียวกับข้อ 1 - 3 แต่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นหญ้าแห้งป่น แบ่งปัน ใช้ชาวสุกบด บันทึกผลการทดลองลงในตาราง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สาร	ลักษณะของสาร		การเปลี่ยนแปลงของสารละลาย คัลเซียมไฮดรอกไซด์
	ก่อนเผา	หลังเผา	
น้ำตาล หญ้าแห้งปน แป้งมัน ไขขาวสุกปน			

หัวข้อการอภิปราย

1. จากการเผาสาร นักเรียนคิดว่า สารสีค่าที่ได้ คืออะไร
2. ขณะที่เผาอาหาร มีก๊าซอะไรเกิดขึ้น และทราบได้อย่างไรว่ามีก๊าซเกิดขึ้น
3. หยกของเหลวที่เกาะข้างหลอดทดลอง คือ อะไร จะมีวิธีทดสอบใดหรือไม่
อย่างไร

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

ชุดการสอนที่ 2 เรื่องอาหารประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง

1. ในการเผาอาหาร สารสีค่าที่ได้ คือ
2. หยกของเหลวที่เกาะข้างหลอดทดลอง คือ
จะมีวิธีทดสอบใด ดังนี้
3. ของเหลวในข้อ 2 ประกอบด้วยธาตุ
4. จากผลการทดลอง จะมีการเปลี่ยนแปลงของสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์
เกิดขึ้น ดังนี้ คือ
แสดงว่า ก๊าซที่ได้ คือ
5. ก๊าซที่เกิดขึ้นในข้อ 4. นั้น ประกอบด้วยธาตุ

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 4 ชุดการสอนที่ 2 เรื่องความสำคัญของธาตุกลีเซียมและฟอสฟอรัส
ในกระดูก

ในร่างกายของพวกเรา มีธาตุต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบหลายชนิด เช่น ออกซิเจน คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โซเดียม เหล็ก ไอโอดีน ทองแดง ฟลูออรีน สังกะสี เป็นต้น เราจะได้ศึกษาว่า ธาตุบางชนิดมีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไรบ้าง

การทดลอง เรื่องความสำคัญของธาตุกลีเซียมและฟอสฟอรัสในกระดูก

วิธีทำ 1. นำกระดูกไก่ 2 อัน ขนาดยาวประมาณ 5 ซม. ใส่กระดูกลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ 2 หลอด ๆ ละอัน เทกรดไฮโดรคลอริก 25 ลบ.ซม. ลงไปในหลอดที่หนึ่ง และอีกหลอดหนึ่งใส่น้ำปริมาณเท่ากัน ไขจุปิดหลอดทดลองทั้งสอง

2. เก็บหลอดทดลองทั้งสองไว้ 1 วัน แล้วนำกระดูกมาล้างให้สะอาด

3. ล้างกระดูกทั้งสอง แล้วเปรียบเทียบผล

4. ใส่กลีเซียมฟอสเฟตลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด ๆ ละ 1 ขอนเบอร์ 2 เติมกรดไฮโดรคลอริกลงในหลอดที่หนึ่ง และใส่น้ำในหลอดที่สองอย่างละ 5 ลบ.ซม. เขย่าหลอดทั้งสอง สังเกตและบันทึกผล

ข้อควรระวัง

กระดูกไก่ที่ใช้จะต้องซุกเนื้อออกให้หมด แล้วล้างให้สะอาดก่อนนำไปทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

รายการ	การเปลี่ยนแปลง เมื่อแรไว้ในขี้	การเปลี่ยนแปลง เมื่อแชไว้ในกรด
กระดูกไก่ กลีเซียมฟอสเฟต		

หัวข้อสำหรับอภิปราย

"อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้กระดูกซึ่งแช่อยู่ในกรดไฮโดรคลอริกอ่อนจนหักงอได้"

แบบฝึกหัดขณะ เรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 4 ชุดการสอนที่ 2 เรื่องความสำคัญของธาตุคัลเซียมและฟอสฟอรัสในกระดูก

1. ในการทดลอง กระดูกไก่ที่ใส่จะตอง

2. ปฏิกริยาระหว่างคัลเซียมฟอสเฟตกับน้ำ เป็นดังนี้ คือ

ปฏิกริยาระหว่างคัลเซียมฟอสเฟตกับกรดไฮโดรคลอริก เป็นดังนี้

3. ปฏิกริยาระหว่างกระดูกไก่กับน้ำ เป็นดังนี้

ปฏิกริยาระหว่างกระดูกไก่กับไฮโดรคลอริก เป็นดังนี้

4. จากการทดลอง นักเรียนคงสรุปได้ว่า ในกระดูกไก่มี
เป็นองค์ประกอบ

5. แสดงว่า ในกระดูกไถ่มีธาตุที่เป็นองค์ประกอบ คือ

6. ถ้าต้องการให้โครงสร้างของกระดูกและฟันแข็งแรง ควรรับประทานอาหาร
ที่มีธาตุ เป็นองค์ประกอบ

7. ถ้านักเรียนขาดธาตุคัลเซียม จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรค

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 5 บุคลากรสอนที่ 2 เรื่องแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางอย่างที่สำคัญ

ธาตุที่ร่างกายต้องการจะอยู่ในรูปของสารประกอบ เพราะร่างกายจะใช้ธาตุต่าง ๆ ให้เป็นประโยชน์ได้ก็ต่อเมื่ออยู่ในรูปของสารประกอบเท่านั้น ร่างกายไม่สามารถนำธาตุบริสุทธิ์ไปใช้เป็นประโยชน์ได้

ตารางต่อไปนี้ จะช่วยให้นักเรียนทราบแหล่งที่มา ตลอดจนความสำคัญของแร่ธาตุต่างๆ ตลอดจนเราได้อะไรบ้าง

ตารางแสดงแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางอย่างที่สำคัญ

แร่ธาตุ	ความสำคัญ	แหล่งอาหาร
คัลเซียม	เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกระดูกและฟัน ช่วยควบคุมการทำงานของหัวใจ ระบบประสาท และกล้ามเนื้อ เป็นธาตุที่จำเป็นในการแข็งตัวของเลือด	นํ้านม เนื้อ ไข่ และพืชต่าง ๆ
ฟอสฟอรัส	ช่วยในการสร้างกระดูกและฟัน การดูดซึมของคาร์โบไฮเดรต การสร้างเซลล์สมองและประสาท	นํ้านม เนื้อ ไข่ และพืชต่าง ๆ
เหล็ก	เป็นส่วนประกอบของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง ถ้าขาดทำให้เกิดโรคโลหิตจาง	ตับ เนื้อวัว ผักสีเขียว ไข่แดง
ไอโอดีน	ช่วยในการเจริญเติบโตและป้องกันโรคคอพอก	อาหารทะเลและเกลือสมุทร
โซเดียม	รักษาปริมาณน้ำในเซลล์ให้คงที่	เกลือ
แมกนีเซียม	ช่วยการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาท	เนื้อวัว นํ้านม
โบรอน	ช่วยในการเจริญเติบโต	นํ้านม
กำมะถันและไนโตรเจน	จำเป็นสำหรับการสร้างโปรตีนในร่างกาย	ไข่ เนื้อสัตว์ นม พืชตระกูลถั่ว

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 5 ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง แหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางอย่างที่สำคัญ

จดเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด

จงศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 1 - 3

"นางสาวสายสมรอาศัยอยู่ ณ จังหวัดหนึ่งทางภาคอีสาน เมื่อเธออายุได้ 35 ปี
ปรากฏว่า ที่ลำคอพองโตออกมา"

1. โรคที่นางสาวสายสมรเป็นนั้น คือ
 - ก. โรคกล่องเสียงพิการ ข. โรคคอพอก
 - ค. โรคคอหอยอักเสบ ง. โรคหลอดเสียงอักเสบ
 - จ. โรคต่อมทอนซิลอักเสบ
2. เราสามารถสันนิษฐานได้ข้อหนึ่งว่า นางสาวสายสมรขาดอาหาร จำพวก
 - ก. ผักสด ข. เนื้อสัตว์
 - ค. ปลาทะเล ง. ปลาไหล
 - จ. ปลาร้า
3. นักเรียนทราบไหมว่า นางสาวสายสมรขาดธาตุอะไร
 - ก. เหล็ก ข. ฟอสฟอรัส
 - ค. กัลเซียม ง. ไอโอดีน
 - จ. โพแทสเซียม
4. อาการที่เลือกออกไม่หยุด เนื่องจากของมีคมนั้น เกิดจากสาเหตุสำคัญ คือ
 - ก. ขาดธาตุกัลเซียม ข. ขาดธาตุเหล็ก
 - ค. ได้รับธาตุเหล็กมากเกินไป ง. ขาดธาตุไอโอดีน
 - จ. ร่างกายไม่ได้รับธาตุโซเดียม
5. ถ้านักเรียนไปกินกับ เนื้อสัตว์ ผักสีเขียวและไข่แดง ร่างกายของนักเรียนจะขาดธาตุอะไร และจะทำให้เกิดโรคอะไร
 - ก. กัลเซียม - โรคกระดูกอ่อน ข. เหล็ก - โรคโลหิตจาง
 - ค. ไอโอดีน - โรคคอพอก ง. กำมะถัน - โรคพุพอง
 - จ. โพแทสเซียม - ร่างกายไปเจริญเติบโต

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 1

ชุดการสอนที่ 2

เรื่อง องค์ประกอบ
ของอาหาร

ก.

- 1) ง 2) ง 3) ก

ข.

1. อาหาร คือ สารที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ให้เกิดพลังงาน สร้างหรือซ่อมเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ หรือเอาไปใช้ในการควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ภายในร่างกาย
2. อาหารที่ให้พลังงาน มีดังนี้ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน
3. อาหารที่ไม่ให้พลังงาน มีดังนี้ แคลอรี วิตามินและน้ำ
4. อาหารทุกชนิดจะมีองค์ประกอบพื้นฐาน คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน
5. อาหารที่จำเป็นสำหรับชีวิต คือ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน แคลอรี วิตามิน และน้ำ

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 2

ชุดการสอนที่ 2

เรื่อง ปริมาณของธาตุต่าง ๆ ใน
ร่างกายของคน

1. ในร่างกายคนเรามีกัลเซียม 1.5 % โดยน้ำหนัก
นั่นคือ คนหนัก 100 กิโลกรัมจะมีกัลเซียมอยู่ 1.5 กิโลกรัม
" 60 " " $\frac{1.5 \times 60}{100} = .9$ กิโลกรัม
2. ตอบ 2.2 กรัม
3. (1) ฟอสฟอรัส มี 1 % (2) โปแตสเซียม มี 0.35 % (3) กำมะถัน มี 0.25 %
(4) โซเดียมและคลอรีน มี 0.15 %

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

ชุดการสอนที่ 2

เรื่อง อาหารประกอบความธาตุ
อะไรบ้าง

1. ธาตุคาร์บอน
2. น้ำ ทรายไคจากการทดสอบโดยไข่แดงและหยดของเหลวที่จับอยู่ข้าง ๆ หลอดทดลอง แล้วทดสอบกับคอปเปอร์ซัลเฟตที่ไม่มีน้ำหรือเรียกว่า แอนไฮไดรต์คอปเปอร์ซัลเฟต ซึ่งจะเปลี่ยนสีจากสีขาวเป็นสีฟ้า
3. ไฮโดรเจนและออกซิเจน
4. น้ำปุ๋ยใสหรือสารละลายกลีเซอรีนไฮดรอกไซด์จะมีสีขาวขุ่น, คาร์บอนไดออกไซด์
5. ธาตุคาร์บอนและออกซิเจน

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

ชุดการสอนที่ 2

เรื่อง ความสำคัญของธาตุกลีเซอรีน
และฟอสฟอรัสในกระดูก

1. ชูเนื้อออกให้หมด
2. ไม่ละลายน้ำ กลีเซอรีนฟอสเฟตจะละลายในกรกไฮโดรคลอริก
3. กระดูกไก่กับน้ำ กระดูกจะแข็งเหมือนเดิม
กระดูกไก่กับกรกไฮโดรคลอริก กระดูกจะอ่อนและหักงอได้
4. กลีเซอรีนฟอสเฟต
5. กลีเซอรีนและฟอสฟอรัส
6. กลีเซอรีนและฟอสฟอรัส
7. โรคกระดูกอ่อน

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

ชุดการสอนที่ 2

เรื่อง แหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบาง
อย่างที่สำคัญ

1. ข
2. ค
3. ง
4. ก
5. ข

บันทึกการสอนการ เรียนแบบศูนย์การเรียน

ชุดการสอนที่ 3

วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและพลังงาน

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลา 2 คาบ

วันที่ ... เดือน พ.ศ.2522

จำนวนนักเรียน 30 คน

สถานที่

เนื้อหา

พืชต้องการน้ำและแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำเพื่อการเจริญเติบโต และความแข็งแรง ธาตุที่สำคัญที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก ก็คือ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม คัลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ส่วนธาตุอื่น ๆ เช่น เหล็ก มังกานีส ทองแดง โบรอน พืชต้องการเป็นปริมาณน้อย ดินทั่ว ๆ ไปมักจะมี ปริมาณของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไม่เพียงพอแก่ความต้องการ

นอกจากแร่ธาตุแล้ว **วิตามิน** ก็เป็นสารประกอบอีกพวกหนึ่งซึ่งร่างกายต้องการ เพียงเล็กน้อย แต่เป็นสารที่ขาดไม่ได้

แร่ธาตุและวิตามินเป็นอาหารที่จำเป็น แต่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย

เนื้อหานี้ แบ่งออกเป็นศูนย์กิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- ศูนย์ที่ 1 ความสำคัญของแร่ธาตุที่มีต่อพืช
- ศูนย์ที่ 2 วิธีการทดสอบวิตามินซี
- ศูนย์ที่ 3 การทดสอบวิตามินซีในน้ำมะนาว
- ศูนย์ที่ 4 การทดสอบวิตามินซีในน้ำส้ม
- ศูนย์ที่ 5 การทดสอบวิตามินซีในน้ำสับปะรด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนตอนนี้แล้วควรจะสามารถ

1. บอกชื่อธาตุที่สำคัญที่พืชต้องการ เป็นปริมาณมากและปริมาณน้อยได้ถูกต้อง
2. อธิบายได้ว่า วิตามินเป็นอาหารที่จำเป็นแต่ไม่ให้พลังงานได้ถูกต้อง
3. บอกชื่อธาตุในปุ๋ยที่ใช้สำหรับการเพาะปลูกได้ถูกต้อง
4. อธิบายวิธีทดสอบวิตามินซี อย่างง่ายได้ถูกต้อง
5. ทำการทดสอบวิตามินซีได้

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในศูนย์กิจกรรม มีดังนี้

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| 1. น้ำกลั่นผสมปุ๋ย 0.01% | 2. น้ำกลั่นหรือน้ำฝน |
| 3. สาลี่ | 4. หลอดจิกยาขนาด 12 ลบ.ซม. |
| 5. ต้นถั่วกิดรากอ่อนอายุประมาณ 5 วัน | 6. สารละลายไอโอดีน 1% |
| 7. น้ำแบ่งสุก | 8. สารละลายวิตามินซี 0.01% |
| 9. น้ำสม | 10. น้ำมะนาว |
| 11. น้ำสับปะรด | 12. หลอดทดลองขนาดกลาง |
| 13. หลอดหยด | |

สรุป

หลังจากกลุ่มต่าง ๆ ทำเน้นกิจกรรมในทุกศูนย์เรียบร้อยแล้ว ให้สรุปผลของกิจกรรมโดยให้ตัวแทนของทั้ง 5 กลุ่ม สรุปในเรื่องต่อไปนี้

- เมื่อหยดสารละลายไอโอดีนลงไปบนน้ำแบ่ง ไคโมลเป็นอย่างไร
- จากการเปรียบเทียบจำนวนหยดของสารละลายแต่ละชนิด กับสารละลายวิตามินซี 0.01% สารละลายชนิดใดมีวิตามินซีมากหรือน้อยกว่า 0.01%

- ถ้าต้องการทราบว่า ในอาหารชนิดหนึ่ง มีวิตามินชื่ออะไรหรือไม่ จะทำการทดสอบอย่างไร
- ในการทดลองนี้ นักเรียนจะต้องควบคุมตัวแปรอะไรบ้าง

การวัดผลและประเมินผล

- ตรวจแบบฝึกหัด
- สังเกตพฤติกรรมขณะเรียนและการทำปฏิบัติการ

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 1 ชุดการสอนที่ 3 เรื่อง ความสำคัญของแร่ธาตุที่มีต่อพืช

พืชต้องการน้ำและแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำ เพื่อการเจริญเติบโตและความแข็งแรง ธาตุที่สำคัญที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก ก็คือ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กัลเซียม แมกนีเซียมและกำมะถัน ส่วนธาตุอื่น ๆ เช่น เหล็ก บังกานีส ทองแดง โบรอน พืชต้องการเป็นปริมาณน้อย กินทั่ว ๆ ไป มักจะมีปริมาณของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไม่เพียงพอแก่ความต้องการ ฉะนั้น ปุ๋ยที่เพิ่มในดินสำหรับการเพาะปลูก จึงเป็นปุ๋ยซึ่งประกอบด้วยธาตุหลัก 3 อย่างนี้ ซึ่งเรายังจะเรียกว่า ปุ๋ย ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้จะมีย่อยในดินในรูปของสารประกอบที่ละลายได้ในน้ำ และน้ำจะช่วยลำเลียงแร่ธาตุเหล่านี้เข้าสู่รากและลำต้น จะเห็นได้ว่า น้ำนอกจากจะมีความสำคัญในการสังเคราะห์แสง คือ ให้ธาตุไฮโดรเจนแก่พืชแล้ว ยังมีส่วนช่วยลำเลียงแร่ธาตุเข้าสู่รากและลำต้นของพืชอีกด้วย ฉะนั้น ในพืชกินที่แห้งแล้ง พืชจึงไม่อาจเจริญเติบโตได้ ธาตุที่สำคัญอีก 2 ธาตุก็คือ การบอนและออกซิเจน ซึ่งพืชก็ได้ออกมาจากทางปากใบ

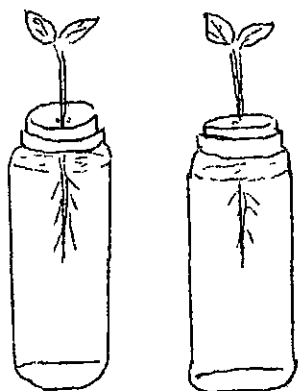
ทั้งพืช สัตว์และมนุษย์ ต่างก็มีความต้องการแร่ธาตุเช่นเดียวกัน แต่ปริมาณและวิธีการใช้อาจแตกต่างกันออกไป ต่อไปนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาว่า แร่ธาตุมีความสำคัญต่อพืชอย่างไร

ให้นักเรียนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน แต่ละกลุ่มเลือกหัวหน้ากลุ่มของตน ให้ทุกคนอ่านวิธีการทดลองให้เข้าใจ ลงมือทำอย่างระมัดระวังและบันทึกผลการทดลองลงในกระดาษที่แจกให้ต่างหาก

การทดลอง เรื่องความสำคัญของแร่ธาตุที่มีต่อพืช

วิธีทำ 1. นำต้นถั่วอายุประมาณ 5 วันที่มีรากคิ่คอยู่ และมีขนาดความสูง ตลอดจนจำนวนใบเท่าๆ กันมา 2 ต้น เกิดใบเลี้ยงทั้ง 2 คู่ ล้างดินที่ติดมากับรากออกให้หมด

2. นำขวดปากกว้างขนาดประมาณ 900 ลบ.ซม. -2 ใบ ขวดใบหนึ่งใส่น้ำกลั่นลงไปจนเกือบเต็ม อีกใบหนึ่งใส่น้ำปุ๋ยซึ่งมีความเข้มข้น 0.01 % ปริมาณเท่ากัน



3. เตรียมจุกสำหรับปิดปากขวดทั้งสอง
เจาะจุกเป็นรูโตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง
ประมาณ 2.5 ซม. ปิดปาก
ขวดให้แน่น
4. ใส่ต้นถั่วต้นที่หนึ่งลงในขวดน้ำกลั่น
อีกต้นหนึ่งใส่ลงในขวดน้ำกลั่นที่มีปุ๋ย
ให้รากจมลึกลงไปในขวดแต่ไม่แตะ
ก้นขวด ใช้สำลีพันรอบต้นถั่ว ปิดรู

ของจุกให้ค่าต้นตั้งตรง กังรูป

5. ตั้งขวดทั้งสองไว้ในที่ที่แสงสว่างส่องถึงเป็นเวลา 3 สัปดาห์ สังเกตและ
บันทึกผลการเจริญเติบโตของต้นถั่วทั้งสองลงในตาราง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สัปดาห์ที่	ต้นถั่วที่ปลูกในน้ำกลั่น			ต้นถั่วที่ปลูกในน้ำผสมปุ๋ย		
	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบ	ลักษณะของ ใบและลำต้น	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบ	ลักษณะของ ใบและลำต้น

หัวข้อที่ควรอภิปราย

1. ในการทดลองนี้ มีการควบคุมตัวแปรอะไรบ้าง
2. ต้นถั่วทั้งสองต้น มีการเจริญเติบโตแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
3. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร

แบบฝึกหัดขณะ เรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 1 ชุดการสอนที่ 3 เรื่อง ความสำคัญของแร่ธาตุที่มีต่อพืช

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. ในการสังเกตต้นถั่วที่ใช้ทดลองนั้น จะสังเกตสิ่งต่อไปนี้
 2. ต้นถั่วที่ปลูกในน้ำกลั่น เมื่อเปรียบเทียบกับต้นถั่วที่ปลูกในน้ำกลั่นผสมปุ๋ยจะได้อะไรต่าง
ดังนี้
ทั้งนี้ เพราะ
 3. ที่เราต้องใช้น้ำกลั่นในการทดลอง แทนที่จะใช้น้ำแม่น้ำหรือน้ำในสระ เพราะ
 4. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบว่า ปุ๋ยชนิดใดที่เหมาะสมแก่การปลูกพืช
- พืช ก. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองตามที่คิดได้

บัตรเฉลย

1. ความสูง จำนวนใบ สีของใบ และลักษณะลำต้น
2. ต้นถั่วที่ปลูกในน้ำกลั่นเจริญเติบโตช้ากว่าต้นถั่วที่ปลูกในน้ำกลั่นผสมปุ๋ย ทั้งนี้
เพราะในน้ำกลั่นไม่มีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต
3. เพื่อให้แน่ใจได้ว่า ในน้ำนั้นไม่มีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตจริง ๆ

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 2 ชุดการสอนที่ 3 เรื่อง วิธีการทดสอบวิตามินซี

พืชและสัตว์ต่างก็ต้องการแร่ธาตุเพื่อการเจริญเติบโต นอกจากแร่ธาตุแล้ว ยังมีสารประกอบอีกพวกหนึ่ง ซึ่งร่างกายต้องการเพียงเล็กน้อย แต่เป็นสารที่ขาดไม่ได้ เพราะช่วยในการทำงานและเพิ่มความต้านทานโรค สารประเภทนี้ ได้แก่วิตามินต่าง ๆ แร่ธาตุและวิตามินเป็นอาหารที่จำเป็น แต่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย วิตามินเป็นสารประกอบที่ซับซ้อน

เราลองมาทดสอบวิตามินซีอย่างง่าย ๆ กันเถอะ

ให้นักเรียนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน แต่ละกลุ่มเลือกหัวหน้ากลุ่มของตน ให้ทุกคนอ่านวิธีการทดลองให้เข้าใจ ลงมือทำอย่างระมัดระวัง และบันทึกผลการทดลองลงในกระดาษที่แจกให้ต่างหาก

การทดสอบวิตามินซี

วิธีทำ 1. ใส่น้ำแบ่งสุกลงไปในหลอดทดลองขนาดกลาง 2 ลบ.ซม.

2. หยดสารละลายไอโอดีน ลงไป 2 หยด สังเกตและบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่ได้

3. หยดสารละลายวิตามินซี 0.01 % ลงไป จนกระทั่งสารละลายน้ำแบ่งไม่มีสีน้ำเงินเหลืออยู่ นับจำนวนหยดที่ใช้ บันทึกผลลงในตาราง

ข้อควรระวัง เวลาหยดวิตามินซี ควรหยดลงไปตรง ๆ อย่าให้ถูกกับข้างหลอด ให้นักเรียนอาจใช้หลอดฉีดยาแทนหลอดหยดก็ได้

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	จำนวนหยด
วิตามินซี	

หัวข้อที่ควรอภิปราย

"วิตามินซี มีวิธีทดสอบง่าย ๆ ใดอย่างไร"

ศูนย์กิจกรรมที่ 2

แบบฝึกหัดทักษะ เรียบ

ชุดการสอนที่ 3

เรื่อง วิธีการทดสอบวิตามินซี

เติมคำลงในช่องว่าง

1. เมื่อหยกสารละลายไอโอดีนลงไปบนน้ำแ่ง จะไค่นลคังนี้ คือ
2. เมื่อหยกสารละลายวิตามินซี 0.01 % ลงไป จะเกิดการเปลี่ยนแปลง คัง
3. วิธีทดสอบวิตามินซีอย่างง่าย ๆ คือ
4. วิตามิน คือ

บัตร เฉลย

1. จะไค้เป็นสารละลายสีน้ำเงิน
2. สารละลายของน้ำแ่งซึ่งเคิมเป็นสีน้ำเงิน จะค้อย ๆ เปลี่ยนเป็นไม่มีสี
3. หยกสารละลายของสิ่งทีคองการทดสอบลงไปในน้ำแ่งผสมสารละลายไอโอดีน และสังเกตุการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำแ่ง ถาน้ำแ่งเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี แสดงว่า สารนั้นมีวิตามินซีอยู่
4. วิตามิน คือ สารประกอบทีร่างกายต้องการแม้เพียงเล็กน้อยแต่เป็นสารทีขาดไค้ไค้ เพราะช่วยในการทำงานและเพิ่มกวาบทานทานโรค

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

ชุดการสอนที่ 3

เรื่องการทดสอบวิตามินซีใน
น้ำมะนาว

มีสารประกอบพวกหนึ่งที่ร่างกายต้องการเพียงเล็กน้อย แต่เป็นสารที่ขาดไม่ได้ เพราะช่วยในการทำงานและเพิ่มความต้านทานโรค สารประเภทนี้ ได้แก่ วิตามินต่าง ๆ

วิตามินเป็นสารประกอบที่ซับซ้อน ส่วนใหญ่พืชและแบคทีเรียเป็นผู้สร้าง วิตามินมีหลายชนิด แต่ละชนิดให้ประโยชน์ต่างๆ กัน ถ้าร่างกายขาดวิตามิน ก็จะทำให้เกิดโทษ

นักเรียนคงเคยได้ยินว่า มะนาวมีวิตามินซีอยู่มาก เราลองมาทำการทดลองว่า จะมีวิตามินซีจริงหรือไม่

ให้นักเรียนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน แต่ละกลุ่มเลือกหัวหน้ากลุ่มของตน ให้ทุกคนอ่านวิธีการทดลองให้เข้าใจ ลงมือทำอย่างระมัดระวัง และบันทึกผลการทดลองลงในกระดาษที่แจกให้ทางหาก

การทดสอบวิตามินซีในน้ำมะนาว

วิธีทำ 1. ใส่น้ำแบ่งสุกลงไปในหลอดทดลองขนาดกลาง 2 ลบซม.

2. หยดสารละลายไอโอดีน ลงไปในหลอด 2 หยด สังเกตและบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่ได้

3. หยคน้ำมะนาวลงไปในหลอดทดลอง จนกระทั่งสารละลายน้ำแบ่งไม่มีสี น้ำเงินเหลืออยู่ นับจำนวนหยดที่ใช้ บันทึกผลลงในตาราง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	จำนวนหยด
น้ำมะนาว	

หัวข้อที่ควรอภิปราย

"เมื่อหยดสารละลายไอโอดีนลงไปในหลอดตามวิธีทำขั้นที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร"

แบบฝึกหัดขณะ เรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

ชุดการสอนที่ 3

เรื่อง การทดสอบวิตามินซีในน้ำมะนาว

ถ้านักเรียนต้องการทราบว่า น้ำมะขามจะมีวิตามินซีหรือไม่ นักเรียนจะทำ
อย่างไร

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

ชุดการสอนที่ 3

เรื่อง การทดสอบวิตามินซีในน้ำมะนาว

ใส่ น้ำแบ่งสุกลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 2 ลบ.ซม. จะใส่สารละลายน้ำแบ่ง
เป็นสีน้ำเงิน ถอดไปหยกน้ำมะขามลงไปทีละหยก ถ้าสารละลายน้ำแบ่งสีไม่เปลี่ยน ก็แสดง
ว่า น้ำมะขามไม่มีวิตามินซี แต่ถ้าสารละลายน้ำแบ่ง เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี แสดง
ว่า น้ำมะขามมีวิตามินซี

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

ชุดการสอนที่ 4

เรื่อง การทดสอบวิตามินซีในน้ำส้ม

ถ้าต้องการทราบว่า น้ำผลไม้ชนิดหนึ่งจะมีวิตามินซีมากหรือน้อย อาจทำได้
โดยเทียบจากจำนวนหยกที่สารนั้น เปลี่ยนสีน้ำเงินของน้ำแบ่งผสมสารละลายไอโอดีน
เป็นไม่มีสี กับจำนวนหยกของวิตามินซีสังเคราะห์ที่ทราบปริมาณความเข้มข้นของ
วิตามินซี และในการทดสอบนี้จะต้องควบคุมปริมาณน้ำแบ่ง และปริมาณสารละลายไอโอดีน
ที่หยกลงไปให้เท่ากัน หลอดหยกที่ใช้ก็ต้องเท่ากันด้วย

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

ชุดการสอนที่ 4

เรื่อง การทดสอบวิตามินซีในน้ำ
สับปะรด

1. ไม่มี

2. น้ำส้ม น้ำสับปะรด น้ำมะนาว

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

ชุดการสอนที่ 3

เรื่อง การทดสอบวิตามินซีในน้ำ
สับปะรด

วิตามิน เป็นสารประกอบที่ร่างกายต้องการน้อย แต่ขาดไม่ได้ เพราะช่วยในการทำงานและเพิ่มความต้านทานโรค

วิตามิน เป็นอาหารที่จำเป็นแต่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกายวิตามินมีหลายชนิด แต่ละชนิดให้ประโยชน์ต่าง ๆ กัน ถ้าร่างกายขาดวิตามินก็จะก่อให้เกิดโทษ

สำหรับวิตามินซีนั้น มีมากในมะเขือเทศ มะละกอ ผลไม้จำพวกส้มและผักสีเขียว เช่น กะหล่ำปลี ถั่วฝักยาวเนื่องจากวิตามินนี้จะละลายน้ำได้ง่ายและสลายตัวเมื่อได้รับความร้อน ดังนั้น จึงควรเลือกกินผักสดมากกว่าผักต้มเพื่อจะได้วิตามินซีมากที่สุด

นักเรียนคงสงสัยว่า น้ำสับปะรดจะมีวิตามินซีอยู่หรือไม่ มีวิธีทดสอบง่าย ๆ ดังนี้ (ก่อนทำการทดลองให้นักเรียนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน แต่ละกลุ่มเลือกหัวหน้ากลุ่มของตน จากนั้นให้ทุกคนอ่านวิธีการทดลองให้เข้าใจ ลงมือทำอย่างระมัดระวัง และบันทึกผลการทดลองลงในกระดาษที่แจกให้ต่างหาก)

การทดสอบวิตามินซีในน้ำสับปะรด

- วิธีทำ
1. ใส่น้ำแบ่งสุกกลงไปในหลอดทดลองขนาดกลาง 2 ลบ.ซม.
 2. หยดสารละลายไอโอดีนลงไป 2 หยด สังเกตและบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่ได้
 3. หยคน้ำสับปะรดลงในหลอดทดลอง จนกระทั่งสารละลายน้ำแบ่งไม่มีสีน้ำเงินเหลืออยู่ นับจำนวนหยดที่ใช้ บันทึกผลลงในตาราง

ขอควรระวัง เวลาหยดสารละลายต่าง ๆ ควรหยดลงไปตรง ๆ อย่าให้ถูกข้างหลอด นักเรียนอาจใช้หลอดจึกยาแทนหลอดหยดก็ได้

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	จำนวนหยด
น้ำสับปะรด	

หัวข้อที่ควรอภิปราย

1. หยคน้ำสับปะรดลงไปใ้หยก จึงจะทำให้สารละลายน้ำแข็งที่เป็นสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นไม่มีสี
2. การที่น้ำสับปะรดหยกลงไปในน้ำแข็งที่มีสีน้ำเงิน แล้วเปลี่ยนเป็นไม่มีสีนั้นหมายความว่าอะไร

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

ชุดการสอนที่ 3 เรื่องการทดสอบวิตามินซีในน้ำสับปะรด

จากการใส่น้ำแข็งลงไปในห้องทดลองขนาดกลาง 4 หลอด ๆ ละ 2 ลบ.ซม. หยดสารละลายไอโอดีน ลงไปในแต่ละหลอด ๆ ละ 2 หยด ทั้ง 4 หลอด เป็นสารละลายน้ำแข็งที่มีสีน้ำเงิน หยดสารละลายวิตามินซี 0.01 % น้ำมะนาว น้ำส้ม น้ำสับปะรดลงไปในห้องที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ จนกระทั่งสารละลายน้ำแข็งไปมีสีน้ำเงินเหลืออยู่ นับจำนวนหยดที่ไวได้ ดังนี้

สารละลาย	จำนวนหยดของสารละลาย
วิตามินซี	5
น้ำมะนาว	40
น้ำส้ม	13
น้ำสับปะรด	35

1. ในน้ำผลไม้ทั้ง 3 ชนิดนี้ น้ำผลไม้ที่มีวิตามินซีมากกว่า 0.01 % คือ
2. ให้เรียงลำดับน้ำผลไม้ที่มีวิตามินซีมากที่สุด จนถึงน้อยที่สุด

บันทึกการสอนการ เรียนแบบศูนย์การเรียน

ชุดการสอนที่ 4

วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและพลังงาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลา 2 คาบ

วันที่ ... เดือน.....พ.ศ.2522

จำนวนนักเรียน 30 คน

สถานที่

- - - - -

เนื้อหา

ธาตุบางชนิดมีความสำคัญต่อพืชมาก ถ้าพืชขาดธาตุเหล่านั้นจะมีลักษณะพิเศษที่แสดงว่าธาตุชนิดนั้น ๆ ไม่เพียงพอหรือไม่ได้รับธาตุนั้น ๆ เลย

จะเห็นว่า พืชและสัตว์ต่างก็ต้องการแร่ธาตุเพื่อการเจริญเติบโต นอกจากแร่ธาตุแล้วก็มีวิตามินซึ่งร่างกายต้องการเพียงเล็กน้อย แต่เป็นสารที่ขาดไม่ได้ วิตามินที่ควรรู้จัก เช่น วิตามิน A, B₁, B₂, B₆, C, D และ K ถ้าร่างกายขาดวิตามินก็จะทำให้เกิดโรคได้

นั่นก็คือ อาหารประเภทต่าง ๆ มีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตมากเช่น โปรตีน นอกจากจะให้พลังงานแล้ว ยังช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ป้องกันโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ ทำให้ร่างกายเจริญเติบโตได้อย่างปกติ อาหารเหล่านี้ บางประเภทร่างกายก็ต้องการเป็นจำนวนมาก บางประเภทก็ต้องการเพียงเล็กน้อย ถ้าขาดอาหารประเภทใดประเภทหนึ่งก็จะก่อให้เกิดโทษ

ดังนั้น อาหารประจำวันจะต้องประกอบด้วยอาหารหลาย ๆ ชนิด เพื่อจะได้อาหารครบทุกประเภทตามต้องการ นอกจากนั้นแล้ว ยังจำเป็นต้องกินให้ถูกสัดส่วนอีกด้วย

เนื้อหาที่ แบ่งออกเป็นศูนย์กิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- ศูนย์ที่ 1 ความสำคัญของธาตุบางอย่างที่มีต่อพืช
- ศูนย์ที่ 2 ประโยชน์ของวิตามิน โทบของการขาดวิตามิน และ แหล่งอาหารที่ให้วิตามินนั้น ๆ
- ศูนย์ที่ 3 ตัวอย่างภาพแสดงลักษณะการขาดวิตามินและแร่ธาตุบางชนิด
- ศูนย์ที่ 4 ปริมาณของอาหารที่ร่างกายต้องการต่อวัน (ตอนที่ 1)
- ศูนย์ที่ 5 ปริมาณของอาหารที่ร่างกายต้องการต่อวัน (ตอนที่ 2)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นนักเรียนเรียนจบขั้นแล้ว ควรจะสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของธาตุที่มีต่อพืชได้ 5 ธาตุใน 7 ธาตุ
2. สามารถบอกประโยชน์ของวิตามินแต่ละชนิดได้อย่างละ 1 ข้อ
3. บอกถึงแหล่งอาหารที่ให้วิตามินนั้น ๆ ได้อย่างน้อย 1 ชนิด
4. อธิบายถึงโทบของการขาดวิตามินทุกชนิดได้
5. คำนวณประเภทของอาหารที่ร่างกายต้องการโดยอาศัยตารางที่ให้ไว้ ได้อย่างถูกต้อง

สรุป

หลังจากกลุ่มต่าง ๆ ดำเนินกิจกรรมในทุกศูนย์เรียบร้อยแล้ว ให้สรุปผลของกิจกรรมโดยให้ตัวแทนของทั้ง 5 กลุ่ม สรุปในเรื่องต่อไปนี้

- เหตุใด แพทย์จึงให้วิตามินเคแก่คนไข้ก่อนทำการผ่าตัด
- ร่างกายต้องการวิตามินก็มากในวัยใด และภาวะใด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

การวัดผลและประเมินผล

- ตรวจแบบฝึกหัด

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 1

ชุดการสอนที่ 4

เรื่องความสำคัญของธาตุบางอย่าง
ที่พืชต้องการ

พืชต้องการน้ำและแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำเพื่อการเจริญเติบโตและความแข็งแรง ธาตุที่สำคัญที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากก็คือ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม คัลเซียม แมกนีเซียมและกาบะดัน ส่วนธาตุอื่น ๆ เช่น เหล็ก พืชต้องการเป็นปริมาณน้อย

ตารางต่อไปนี้ นักเรียนจะไ้ทราบความสำคัญของธาตุบางชนิดที่มีต่อพืช และเมื่อพืชขาดธาตุนั้น ๆ จะมีลักษณะอย่างไร

ตารางแสดงความสำคัญของธาตุบางอย่างที่มีต่อพืช

ธาตุ	ความสำคัญต่อพืช	ลักษณะของพืชที่ขาดธาตุนั้น
ไนโตรเจน	เป็นส่วนประกอบของโปรตีน บำรุงต้นและใบ	ใบสีเหลือง ลำต้นเหลือง โดยเริ่มจากส่วนล่างขึ้นข้างบน พืชเจริญเติบโตช้า
ฟอสฟอรัส	เป็นองค์ประกอบของสารที่ให้พลังงานสำคัญในกระบวนการหายใจ	ลำต้นกิ่งก้านเล็ก แคระแกร็น ลำต้นเปราะและหักง่าย ใบและลำต้นพืชบางชนิดจะเปลี่ยนสีม่วง
โพแทสเซียม	ช่วยในการดูดกลืนการบ่ม ไก่อกไก่ ช่วยทำให้เซลล์พืชอ่อนนุ่มอยู่เสมอ ทำให้พืชทนความแห้งแล้งได้ดี	ขอบใบเหลืองและกลายเป็นสีน้ำตาลหรือมีจุดเหลืองทั่วบริเวณปลายใบ พืชมักจะล้มง่าย เนื่องจากรากเน่า
คัลเซียม	เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์และช่วยเร่งการดำเนินงานของเอนไซม์ให้เร็วขึ้น	ใบอ่อนบิดเบี้ยวหรือขอบใบขุ่นลงล่างและขาดเป็นริ้ว ๆ
แมกนีเซียม	เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์	ใบเหลืองขณะที่เส้นใบยังคงสีเขียว อาจมีจุดสีขาวกระจายในใบทั่ว ๆ ไป ใบเปราะและหักง่าย
กาบะดัน	เป็นองค์ประกอบของโปรตีน วิตามิน ทำให้พืชมีสีเขียวเข้ม	ใบสีเขียวอ่อนหรือเหลือง เริ่มจากส่วนยอดลงมา ยอดชะงักการเจริญเติบโต ลำต้นลีบ
เหล็ก	เป็นองค์ประกอบเอนไซม์ช่วยสร้าง	ใบเปลี่ยนสีเหลือง โดยเฉพาะใบอ่อนหรือ

หัวข้อที่ควรอภิปราย

1. ถ้านักเรียนไม่บริโภคพืชผักต่าง ๆ อด ร่างกายจะขาดธาตุอะไรบ้าง
2. คนที่เป็นโรคโลหิตจาง ควรรับประทานอาหารอะไร

แบบฝึกหัดข้อเขียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 1

ชุดการสอนที่ 4 เรื่องความสำคัญของธาตุบางอย่าง
ที่มีต่อพืช

1. พืชชนิดหนึ่งมีขอบใบเหลืองและกลายเป็นสีน้ำตาล ลมง่ายเพราะมีรากเน่า
ต้นพืชนี้ขาดธาตุอะไร

- | | | |
|-------------|---------------|---------------|
| ก. ไนโตรเจน | ข. ฟอสฟอรัส | ค. โพแทสเซียม |
| ง. คัลเซียม | จ. แมกนีเซียม | |

2. นาย ก. ปลูกผักกาดไว้มาก รดน้ำทุกวัน สัปดาห์หนึ่ง นาย ก. สังเกตเห็นว่า ต้น
ผักกาดที่เขาปลูกนั้น ใบเริ่มเป็นสีเหลือง ที่โคนต้นก็เริ่มเป็นสีเหลืองเช่นกัน พืชเจริญ
งอกงามเล็ก เขาจึงมาปรึกษานาย ข. นาย ข. แนะนำให้ใช้ปุ๋ย NPK

นักเรียนคิดว่า นาย ข. แนะนำถูกต้องหรือไม่

- | |
|--|
| ก. ไม่ถูกต้อง เพราะควรใช้ปุ๋ยที่มีธาตุแมกนีเซียม |
| ข. ไม่ถูกต้อง เพราะ ควรใช้ปุ๋ยที่มีธาตุคัลเซียมอย่างเพียงพอ |
| ค. ถูกต้อง เพราะลักษณะของต้นพืชนั้นขาดธาตุไนโตรเจน |
| ง. ถูกต้อง เพราะคนไม่ขาดฟอสฟอรัสจึงมีลักษณะของใบและลำต้นเช่นนั้น |
| จ. ไม่มีข้อใดถูก |

3. ขอความต่อไปนี้ ข้อใดบ้างที่ไม่ใช่ลักษณะของพืชที่ขาดโพแทสเซียม

- | | |
|---|--------------------------------|
| ก. ขอบใบเหลือง และกลายเป็นสีน้ำตาล | ข. มีจุดเหลืองทั่วบริเวณปลายใบ |
| ค. พืชลมง่าย เพราะรากเน่า | ง. ใบอ่อนมีสีเขียวเหลือง |
| จ. ตั้งแต่ ข้อ ก. - ง. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง | |

4. ในฤดูแล้ง ควรให้ปุ๋ยที่มีธาตุชนิดใดแก่พืช

- | | |
|---------------|---------------|
| ก. โพแทสเซียม | ข. ไนโตรเจน |
| ค. ฟอสฟอรัส | ง. แมกนีเซียม |
| จ. คัลเซียม | |

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 2

ชุดการสอนที่ 4

เรื่อง ประโยชน์ของวิตามิน
และโทษของการขาดวิตามิน

วิตามินเป็นอาหารที่จำเป็น แต่ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย วิตามินเป็นสารประกอบที่ซับซ้อน ส่วนใหญ่พืชและสัตว์เป็นผู้สร้าง วิตามินมีหลายชนิด แต่ละชนิดให้ประโยชน์ต่าง ๆ กัน ร่างกายขาดวิตามินก็จะก่อให้เกิดโทษ

นักเรียนควรจะได้ทราบถึงประโยชน์และโทษของการขาดวิตามิน ตลอดจนแหล่งอาหารที่ให้วิตามินต่าง ๆ ดังในตารางต่อไปนี้

ตารางแสดงประโยชน์ของวิตามิน โทษของการขาดวิตามินและแหล่งอาหารที่ให้วิตามินนั้น ๆ

วิตามิน	แหล่งอาหาร	ประโยชน์ของวิตามิน	โทษของการขาดวิตามิน
เอ	ตับ ไข่แดง นม ผัก และผลไม้	ช่วยบำรุงสายตา รักษาสุขภาพของผิวหนัง	ไม่สามารถมองเห็นได้ในที่สลัว นัยน์ตาแห้งหรือตาอักเสบ มีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อตาขาวและตาคำ ผื่นหนังแห้ง
บีหนึ่ง	ข้าวซ้อมมือ ถั่ว นม ถั่ว ไข่ มันเทศ	ช่วยบำรุงระบบประสาท และการทำงานของหัวใจ	เป็นโรคเหน็บชา เบื่ออาหาร ไม่มีแรง การเจริญเติบโตหยุดชะงัก
บีสอง	ไข่ นม เนื้อ ปลา ถั่ว ข้าว ผัก ตับ	ช่วยให้การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างปกติ ทำให้ผิวหนัง ลื่น ตา มีสุขภาพดี แข็งแรง	โรคลูกปากนกกระจอก ผื่นหนังแห้งและแตก ลิ้นอักเสบ
บีหก	ตับ นม ถั่ว ถั่วลิสง ถั่วเหลือง เนื้อ	ช่วยการทำงานของระบบย่อยอาหารและบำรุงผิวหนัง	ผื่นหนังแห้งและแตก ใจคอหกลุ่ตอนแ
ซี	ผลไม้จากพวกส้ม มะละกอกะหล่ำปลี บะเชื่อเทศ	ช่วยรักษาสุขภาพของฟันและเหงือก ทำให้ร่างกายแข็งแรง มีความต้านทานโรค	เลือดออกตามไรฟัน เส้นเลือดฝอยเปราะ เป็นหวัดง่าย

วิตามิน	แหล่งอาหาร	ประโยชน์ของวิตามิน	โทษของการขาดวิตามิน
ดี	นม ไข่ ตับ น้ำมัน ตับปลา	ช่วยให้ร่างกายดูดซึมธาตุ กัลเซียมและฟอสฟอรัส เพื่อ ใช้สร้างกระดูก	เป็นโรคกระดูกอ่อน
เค	ผักและตับ	ช่วยให้เลือดแข็งตัวเร็ว	เลือดแข็งตัวช้า

หัวข้อที่ควรอภิปราย

- เหตุใดแพทย์จึงให้วิตามินเคแก่คนไข้ ก่อนทำการผ่าตัด
- ถ้าเด็กเรียนไม่รับประทานผลไม้เลย อาจจะเกิดโรคอะไรบ้าง

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 2

ชุดการสอนที่ 4

เรื่อง ประโยชน์ของวิตามินและ
โทษของการขาดวิตามิน

จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด

- ถ้านักเรียนกินนมเป็นอาหาร เช้าแต่เพียงอย่างเดียว ไม่ได้บริโภคอาหารอื่น
อีก นักเรียนจะได้รับวิตามินอะไรบ้าง
 - เอ บีหนึ่ง เค
 - เอ บีสอง บีหก ดี
 - บีหนึ่ง บีสอง บีหก เค
 - เอ บี ซี ดี
 - วิตามินเออย่างเดียวน
- คู่ใดไปสัมพันธ์กัน
 - วิตามินเอ - โรคเหน็บชา
 - วิตามินซี - โรคลักปิดลักเปิด
 - วิตามินดี - โรคกระดูกอ่อน
 - วิตามินเค - โรคเลือดแข็งตัวช้า
 - วิตามินบีสอง - โรคปากนกกระชอก

แบบฝึกหัดขณะเรียน

กฤษฎีกา 3

ชุดการสอนที่ 4 เรื่อง ตัวอย่างภาพแสดงลักษณะ
การขาดวิตามินและแร่ธาตุบางชนิดจงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. ร่างกายของคนเราประกอบด้วยธาตุใดโอเคี่นประมาณร้อยละ

ก. 0.05 ของน้ำหนักร่างกาย	ข. 0.00004 ของน้ำหนักร่างกาย
ค. 0.004 ของน้ำหนักร่างกาย	ง. 0.35 ของน้ำหนักร่างกาย
จ. 0.15 ของน้ำหนักร่างกาย	
 2. แสงแดดจากดวงอาทิตย์ อาจช่วยป้องกันและลดอาการของโรคบางชนิด เช่น

ก. โรคเหน็บชา	ข. โรคลักปิดลักเปิด
ค. โรคผิวหนังแห้ง	ง. โรคกระดูกอ่อน
จ. โรคตาขาวในที่มีค	
 3. ธาตุในร่างกายของคนเราที่มีปริมาณมากที่สุด เมื่อคิดเป็นร้อยละของน้ำหนัก ได้แก่

ก. คาร์บอน	ข. ไฮโดรเจน
ค. ออกซิเจน	ง. กัลเซียม
จ. ไนโตรเจน	
- ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 4 - 5
- "ในหมู่เกาะอินเดียนตะวันตก ไกลี่เลี้ยงด้วยอาหารที่ชาวพื้นเมืองรับประทาน
จะเป็นโรคนิหนึ่ง คอธแรกเข้าใจว่า เกิดจากพิษในอาหาร ต่อมาจึงพบว่า การ
เค็มร่าชาวดองไปในอาหารจะช่วยป้องกันโรคนี้ได้"
4. นักเรียนคิดว่า ไกลี่เลี้ยงนั้นเป็นโรค

ก. โรคตาฟาง	ข. โรคเหน็บชา
ค. โรคหงอย	ง. โรคกระดูกอ่อน
จ. โรคคี่ซาน	

ศูนย์กิจกรรมที่ 3 บัตรเนื้อหา เรื่อง ตัวอย่างภาพแสดงลักษณะ
 ชุติการสอนที่ 4 การชาคิวตามินและแร่ธาตุบางชนิด

กว่าชี้แจงสำหรับผู้เรียน

บทเรียนโปรแกรมที่นักเรียนถ้อยนี้ เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องใช้ครูสอน บทเรียนโปรแกรมจะกำหนดที่เสียเป็นต้นสอนประจำตัวนักเรียน ฉะนั้น นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามคำสั่งของบทเรียนอย่างเคร่งครัด จึงจะได้ผลดี

รายละเอียดเกี่ยวกับบทเรียน มีดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรมตอนนี้ เขียนขึ้นตามเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหารและพลังงาน
2. เนื้อหาในบทเรียนนี้ แบ่งออกเป็นชั้นเล็ก ๆ เรียกว่า "กรอบ" เรียงจากง่ายไปหายากตามลำดับ
3. ในแต่ละชั้น จะมีข้อความรู้ให้นักเรียนอ่าน และคำถามให้นักเรียนจะเรียนรู้ไปที่แต่ละชั้น และสามารถทดสอบความเข้าใจไปพร้อม ๆ กับการเรียนด้วยการตอบคำถามเป็นชั้น ๆ ไป
4. นักเรียนจะทราบได้ทันทีว่า การตอบของนักเรียนถูกหรือผิด เพราะจะมีการเฉลยคำตอบไว้ด้วย
5. เมื่อนักเรียนเปิดดูคำตอบเฉลยแล้ว ให้เปรียบเทียบกับคำตอบของนักเรียนว่าตรงกันหรือเป็นไปในทำนองเดียวกันก็ทำกรอบต่อไป แต่ถ้าผิดหรือไม่เป็นไปในทำนองเดียวกัน ให้กลับไปอ่าน และทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราวในกรอบที่ผิด ๆ มาอีกรอบ แล้วตอบใหม่
6. นักเรียนจะต้องซื้อสื่อคือ เรียนจากการอ่านและพยายามทำความเข้าใจในแต่ละชั้นให้ ถ้ายังไม่เขียนคำตอบไม่เสร็จ ห้ามเปิดดูคำตอบที่ให้ไว้เพราะถ้าเปิดดูคำตอบเสียก่อน ก็เท่ากับนักเรียนลอกคำตอบ และจะไม่ได้อะไร
7. ทำทุก ๆ กรอบจากเริ่มต้น อย่างช้า ๆ กรอบใดกรอบหนึ่ง ระลึกไว้เสมอว่า คำถามและคำตอบแต่ละชั้นไม่ใช่ข้อสอบ แต่เป็นบทเรียนที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้

แบบฝึกหัดขณะ เรียบน

[illegible]

จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. ถ้าทารกหนัก 3 กิโลกรัม จะต้องให้โปรตีนแก่ทารกวันละเท่าไร จึงจะพอเพียง
แก่ความต้องการของร่างกาย

ก. 20. กรม

ข. 7.5 กรัณ

ค. 2.5 กรัม

๖. 4 กรัณ

จ. ไม่มีข้อบกพร่อง

2. เด็กชายอายุ 14 ปี น้หนัก 50 กิโลกรัม จะต้องการพลังงานวันละเท่าไร

ก. 3000 กิโลกรัม

ข. 15000 กิโลคากอรี่

ก. 3333.3 กีโธดกาลอว

๖. 600 กิโลเมตร

ຈ. ໄມ້ປັດດຸກ

ให้นักเรียนศึกษาข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 3

"กองโขนการ กรมอนามัย แนะนำว่า ในวันหนึ่ง ๆ เราควรรับประทาน
เหล้ากึ่งนี้

เด็ก 4 - 8 มก.

เก็บด้วย รุนธาย 11 มก.

วุ้นหอย 16 มก.

หญิง 16 มก.

ทรายผุใหญ่ 6 กก.

หญิงสงอายุ 6 มก."

3. วัชรบุษชาบกับวัชรนหญิงต้องการเหล็กแตกต่างกัน เพราะ

ก. วัชรนหึงทองกรเหล็กเพื่อไถรางกายแข็งแรงเท่าวัชรนชาวย

๗. วัชรนชาบรางกายกุกซิมเหล็กไคนอยกวาวัชรนหญิง

ก. วัฏรณหญิงมีการเติบโตมากกว่าวัฏรณชาย จึงมีความต้องการเหล็กสูงขึ้น

ง. วัชรบุณชาบมีธาตุเหล็กสะสมอยู่ในร่างกายมากเกินไปแล้ว

๑. ไม่พึงเข้าใจผิด

4. ข้อต่อไปนี้เป็นข้อใดจับคู่กัน

ก. วิตามินเอ - บำรุงสายตา - คับ ไข้ นบ ผัก ผลไม้

ข. วิตามินบีหนึ่ง - บำรุงประสาท, การทำงานของหัวใจ - ข้าวซ้อมมือ คับ
นม ถั่ว ไข่

ค. วิตามินบีสอง - สร้างกระดูก - ไข่ นม เนื้อ ปลา ถั่ว ข้าว ผัก คับ

ง. วิตามินซี - รักษาสุขภาพของเหงือกและฟัน - มะละกอ กล้วยน้ำว้า มะขามเทศ

จ. วิตามินเค - ช่วยให้เลือดแข็งตัวเร็ว - ผักและถั่ว

5. สารประกอบที่ให้พลังงานสูงสุด คือ

ก. การโบไฮเดรต

ข. โปรตีน

ค. ไขมัน

ง. วิตามิน

จ. แร่ธาตุ

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

ชุดการสอนที่ 4 , เรื่อง ปริมาณของอาหารที่
ร่างกายต้องการต่อวัน (ตอนที่ 1)

1. ข

2. ก.

3. ค.

4. ก.

5. ก.

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

ชุดการสอนที่ 4

เรื่อง ปริมาณของอาหารที่ร่างกาย
ต้องการต่อวัน (ตอนที่ 2)จงเติมค่าหรือข้อความในช่องว่าง

- ชายอายุ 55 ปี น้ำหนัก 65 กิโลกรัม จะต้องการโปรตีน _____ กรัม
กัลเซียม _____ มิลลิกรัมและ เหล็ก _____ มิลลิกรัม
- ชายและหญิง อายุตั้งแต่ 18 - 75 ปี ต้องการแร่ธาตุหรือวิตามินชนิดใด ปริมาณเท่ากันบ้าง _____
- ชายอายุ 40 ปี ต้องการโปรตีนวันละ _____ คอน้ำหนักร่างกาย 1 กก.
และหญิงอายุ 40 ปี ต้องการโปรตีนวันละ _____ คอน้ำหนักร่างกาย 1 กก.

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

ชุดการสอนที่ 4

เรื่อง ปริมาณของอาหารที่ร่างกาย
ต้องการต่อวัน (ตอนที่ 2)

- โปรตีน 65 กรัม
กัลเซียม 732.87 มก.
เหล็ก 9.29 มก.
- กัลเซียม, วิตามินเอ, วิตามินซี
- ชาย 1 กรัม
หญิง 1 กรัม

บันทึกการสอนการ เรียบแบบนุ้ยนการ เรียบ

ชุดการสอนที่ 5

วิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและพลังงาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลา 2 คาบ

วันที่ ... เดือน พ.ศ. 2522

จำนวนนักเรียน 30 คน

สถานที่

2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2426 2427 2428 2429 2430 2431 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2440 2441 2442 2443 2444 2445 2446 2447 2448 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2479 2480 2481 2482 2483 2484 2485 2486 2487 2488 2489 2490 2491 2492 2493 2494 2495 2496 2497 2498 2499 2500 2501 2502 2503 2504 2505 2506 2507 2508 2509 2510 2511 2512 2513 2514 2515 2516 2517 2518 2519 2520 2521 2522 2523 2524 2525 2526 2527 2528 2529 2530 2531 2532 2533 2534 2535 2536 2537 2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544 2545 2546 2547 2548 2549 2550 2551 2552 2553 2554 2555 2556 2557 2558 2559 2560 2561 2562 2563 2564 2565 2566 2567 2568 2569 2570 2571 2572 2573 2574 2575 2576 2577 2578 2579 2580 2581 2582 2583 2584 2585 2586 2587 2588 2589 2590 2591 2592 2593 2594 2595 2596 2597 2598 2599 2600 2601 2602 2603 2604 2605 2606 2607 2608 2609 2610 2611 2612 2613 2614 2615 2616 2617 2618 2619 2620 2621 2622 2623 2624 2625 2626 2627 2628 2629 2630 2631 2632 2633 2634 2635 2636 2637 2638 2639 2640 2641 2642 2643 2644 2645 2646 2647 2648 2649 2650 2651 2652 2653 2654 2655 2656 2657 2658 2659 2660 2661 2662 2663 2664 2665 2666 2667 2668 2669 2670 2671 2672 2673 2674 2675 2676 2677 2678 2679 2680 2681 2682 2683 2684 2685 2686 2687 2688 2689 2690 2691 2692 2693 2694 2695 2696 2697 2698 2699 2700 2701 2702 2703 2704 2705 2706 2707 2708 2709 2710 2711 2712 2713 2714 2715 2716 2717 2718 2719 2720 2721 2722 2723 2724 2725 2726 2727 2728 2729 2730 2731 2732 2733 2734 2735 2736 2737 2738 2739 2740 2741 2742 2743 2744 2745 2746 2747 2748 2749 2750 2751 2752 2753 2754 2755 2756 2757 2758 2759 2760 2761 2762 2763 2764 2765 2766 2767 2768 2769 2770 2771 2772 2773 2774 2775 2776 2777 2778 2779 2780 2781 2782 2783 2784 2785 2786 2787 2788 2789 2790 2791 2792 2793 2794 2795 2796 2797 2798 2799 2800 2801 2802 2803 2804 2805 2806 2807 2808 2809 2810 2811 2812 2813 2814 2815 2816 2817 2

เนอหา

อาหารมีพลังงานสะสมอยู่ ซึ่งเราไม่สามารถจะมองเห็นได้ นอกจากจะมีวิธีทำ
ให้พลังงานที่สะสมอยู่นั้นถูกปลดปล่อยออกมา และนำมาใช้ประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น

นักวิทยาศาสตร์ได้หาคำพลังงานจากอาหารโดยใช้เครื่องมือ เรียกว่า บอมพ์คาลอรีมิเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ละเอียดซับซ้อน และมีการป้องกันการสูญเสีย ความร้อนให้กับอากาศและทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์

พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาอาหารนิยมจัดเป็น กิโลคาลอรี

1 กิโลคาลอรี หมายถึง จำนวนความร้อนที่ทำให้น้ำ 1000 กรัม หรือ 1000 ลบ.ซม. ร้อนขึ้น 1 องศาเซลเซียส

จากการทดลอง พบว่า คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลคาลอรี
โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงานประมาณ 4 กิโลคาลอรี และไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน
ประมาณ 9 กิโลคาลอรี

เนื้อหา แบ่งออกเป็นศูนย์กลางกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- ศูนย์ที่ 1 พลังงานจากอาหาร
- ศูนย์ที่ 2 การทดลองพลังงานสะสมในอาหาร
- ศูนย์ที่ 3 ส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหารบางชนิด
- คอมพิวเตอร์ 100 กรัม (ตอนที่ 1)

- ศูนย์ที่ 4 ส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหารบางชนิด
 คมมวล 100 กรัม (ตอนที่ 2)
- ศูนย์ที่ 5 ส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหารบางชนิด
 คมมวล 100 กรัม (ตอนที่ 3)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนเรียนจบหน่วยนี้แล้ว ควรจะสามารถ

1. อธิบายวิธีทดสอบพลังงานสะสมในอาหารได้ถูกต้อง
2. เขียนคำจำกัดความของบอมบ์คาลอรีมิเตอร์ กิโลคาลอรี ได้ถูกต้อง
3. แนะนำให้บุคคลใกล้ชิดเลือกอาหารที่มีประโยชน์บริโภคได้ถูกต้อง
4. บอกได้ว่า สารอาหารที่ให้พลังงานแก่นั่น ใน 1 กรัม จะให้พลังงานเท่าไรถูกต้อง

สรุป

หลังจากกลุ่มต่าง ๆ ดำเนินกิจกรรมในทุกศูนย์เรียบร้อยแล้ว ให้ตัวแทนของ
 ทั้ง 5 กลุ่ม สรุปในเรื่องต่อไปนี้

- ผู้ต้องการจะลดน้ำหนัก ควรจะลดอาหารประเภทใด และอย่างไร

การวัดผลและประเมินผล

- ตรวจแบบฝึกหัด

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 1 ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง พลังงานจากอาหาร

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. เราสามารถหาพลังงานจากอาหารได้โดยใช้
พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาอาหารนิยมใช้หน่วยวัดเป็น
2. 1 กิโลคาลอรี หมายถึง
3. การโบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ปริมาณที่เท่ากัน คือ 1 กรัมจะให้พลังงานแตกต่างกัน ดังนี้

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 1 ชุดการสอนที่ 5 เรื่องพลังงานจากอาหาร

1. บอมบ์คาลอรีมิเตอร์ , กิโลคาลอรี
 2. จำนวนความร้อนที่ทำให้น้ำ 1000 กรัม (1000 ลบ.ซม.) ร้อนขึ้น 1 องศาเซลเซียส
 3. การโบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลคาลอรี
โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลคาลอรี
ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลคาลอรี
-

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 2

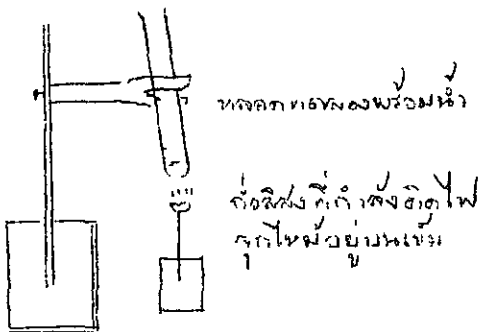
ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง การทดลองพลังงานสะสม
ในอาหาร

อาหารมีพลังงานสะสมอยู่ ซึ่งเราไม่สามารถจะมองเห็นได้ นอกจากจะมีวิธีทำให้พลังงานที่สะสมอยู่นั้นถูกปล่อยออกมา และนำมาใช้ประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น เราจะทราบได้อย่างไรว่า มีพลังงานสะสมอยู่ในอาหาร

เรามีวิธีการทดลองในเรื่องนี้ ดังต่อไปนี้ (ก่อนการทดลองให้นักเรียนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน แต่ละกลุ่มเลือกหัวหน้ากลุ่มของตน จากนั้นให้ทุกคนอ่านวิธีการทดลองให้เข้าใจ ลงมือทำอย่างระมัดระวังและบันทึกผลการทดลองลงในกระดาษที่แจกให้ต่างหาก)

การทดลอง เรื่อง พลังงานสะสมในอาหาร

วิธีทำ 1. ใส่ น้ำลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ ประมาณ 10 ลบ.ซม. วัตถุนกยูงและบันทึกผล



2. เสียบ เข็มกลัดตัวลึง แห้งบนปลายเข็มแหลม ซึ่งเสียบอยู่กับฐานไม้ ดังรูป แล้วจ่อตัวลึงไปที่เปลวไฟของตะเกียงแอลกอฮอล์จนลุกเป็นเปลวไฟ
3. นำตัวลึงที่ติดไฟแล้วไปจุ่มน้ำในหลอดทดลอง จนกระทั่งตัวลึงไหม้หมดและไฟดับ วัตถุนกยูงของน้ำได้อีกครั้งหนึ่ง บันทึกผล

หัวข้อที่ควรอภิปรายหลังการทดลอง

1. อุณหภูมิของน้ำในหลอดทดลองที่วัดได้ทั้งสองครั้ง ต่างกันอย่างไร
2. พลังงานซึ่งอยู่ในตัวลึงก่อนการเผาไหม้เป็นพลังงานรูปใด และเมื่อเผาแล้วมีการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร
3. ถ้านักเรียนต้องการทราบว่า อาหารชนิดอื่น ๆ จะให้พลังงานมากหรือน้อย นักเรียนจะทำอย่างไร

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 2 ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง การทดลองพลังงานสะสมในอาหาร

1. ให้นักเรียนกำหนดว่า ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ถั่วลิสง เป็นกี่
แคลอรี ถานา 10 คบ.ชม. น้หนัก 10 กรัม
2. ค่าปริมาณความร้อนที่กำหนดไว้ในข้อ 1 นั้นปีกว่าปกติเคลื่อนหรือไม่
เพราะเหตุใด
3. ถ้านักเรียนต้องการทราบว่า อาหารชนิดต่าง ๆ จะให้พลังงานมากหรือน้อย
นักเรียนจะทำอย่างไร

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 2 ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง การทดลองพลังงานสะสมในอาหาร

1. ให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีได้จากการทดลอง
ตัวอย่างการกำหนด พลังงานความร้อนจะถ่ายเทไปไหน ทำให้อุณหภูมิของ
น้ำสูงขึ้น
จากผลการทดลอง น้ำ 10 คบ.ชม. (10 กรัม) ป้อนอุณหภูมิสูงขึ้น ๕ องศาเซลเซียส
ดังนั้น คิดเป็นปริมาณความร้อน $= t \times 10 = 10t$ แคลอรี ($\frac{10t}{1000}$ กิโลแคลอรี)
2. ค่าความร้อนที่กำหนดไว้มีปีกว่าปกติเคลื่อน ซึ่งอาจจะเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ
กัน เช่น
 - ก. พลังงานความร้อนบางส่วน มีการสูญเสียให้กับอากาศรอบ ๆ
 - ข. ผู้ทดลองอ่านอุณหภูมิขณะที่ระดับปรอทจะหยกหนึ่ง ทำให้ค่าที่ได้
ไม่ใช่ข้อมูลที่แท้จริง
 - ค. การเผาไหม้อาจจะไม่สมบูรณ์ ไฟดับก่อนที่เมล็ดถั่วจะเผาไหม้
จนหมด ทำให้ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับไม่ใช่ปริมาณความร้อน
ที่ได้จากการเผาถั่วลิสงทั้งหมด
3. โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า บอมบ์กาโลรีมิเตอร์

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

ชุดการสอนที่ 5

เรื่อง ส่วนประกอบของอาหาร
และค่าพลังงานในอาหารบางชนิด
คอกมวล 100 กรัม (ตอนที่ 1)

พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาอาหาร นัยมวัดเป็น "กิโลแคลอรี"

1 กิโลแคลอรี หมายถึง จำนวนความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1000 กรัม หรือ 1000 ลบ.ซม. ร้อนขึ้น 1 องศาเซลเซียส และจากการทดลองพบว่า การโบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงานประมาณ 4 กิโลแคลอรี และไขมัน 1 กรัม ให้พลังงานประมาณ 9 กิโลแคลอรี

ตารางต่อไปี้ แสดงส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหารบางชนิด คอกมวล 100 กรัม

ตารางแสดงส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหารบางชนิด

คอกมวล 100 กรัม

อาหาร	ค่าพลัง (100 ก.)	น้ำ (ก.)	โปรตีน (ก.)	ไขมัน (ก.)	การโบ ไฮเดรต (ก.)	กัลเซียบ (มก.)	เหล็ก (มก.)	วิตามิน เอ	บีหนึ่ง	บีสอง	ซี
	งาน	(ก.)	(ก.)	(ก.)	(ก.)	(มก.)	(มก.)	(มก.)	(มก.)	(มก.)	(มก.)
ถั่วลิสงดิบ	564	5.6	26.0	47.5	18.6	69.0	2.1	—	1.14	0.130	—
กล้วยน้ำว้า	147	62.6	1.1	0.2	35.1	19.5	0.90	0.30	0.040	0.020	29.
มะละกอสุก	51	86.9	0.8	0.3	11.3	15.0	0.51	7.93	0.030	0.020	64.
กะหล่ำปลี	33	88.6	1.0	0.2	6.7	73.1	0.70	0.060	0.110	0.100	78.
มะเขือเทศ สีดา	20	93.5	0.9	—	4.0	9.5	0.71	5.50	0.020	0.040	36.
ถั่วแระ	164	59.8	16.1	5.6	12.4	129.6	2.00	0.140	0.208	0.130	14.
พริกชี้ฟ้าแดง	56	81.9	3.2	0.8	9.1	12.5	1.12	1.45	0.150	0.010	100.
แตงกวา	18	94.7	1.1	0.3	2.8	22.6	0.70	0.266	0.030	0.050	12.

หัวข้อที่ควรอภิปราย

"ผู้ที่ต้องการจะลดน้ำหนัก ควรจะลดอาหารประเภทใดและอย่างไร"

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

ชุดการสอนที่ 5

เรื่องส่วนประกอบของอาหารและ
ค่าพลังงานในอาหารบางชนิดต่อ
มวล 100 กรัม (ตอนที่ 2)

นักวิทยาศาสตร์หาค่าพลังงานจากอาหารโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า
บอมบ์กาลอรีมิเตอร์ หน่วยที่ใช้จะใช้ กิโลแคลอรี

ให้นักเรียนศึกษาคำพลังงานจากอาหารโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า
งานในอาหารบางชนิดต่อมวล 100 กรัม

ตารางแสดงส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหารบางชนิดต่อมวล 100 กรัม

อาหาร (100ก)	กาพลังงาน (Kcal)	น้ำ (ก.)	โปรตีน (ก.)	ไขมัน (ก.)	คาร์โบไฮเดรต (ก.)	คลอรีน (มก.)	เหล็ก (มก.)	วิตามิน เอ (มก.)	บีหนึ่ง (มก.)	บีสอง (มก.)	ซี (มก.)
ผักถั่วงอก	119	75.5	5.7	4.1	14.8	25.2	1.2	0.00	40.13	20.05	43.6
แกงเผ็ดเนื้อ	119	79.9	6.3	8.1	5.2	17.6	1.2	0.01	00.03	00.08	40.7
ควย่านเนื้อ	108	80.9	11.2	6.6	1.0	15.7	2.3	0.01	30.06	00.09	01.9
กวยเตี๋ยวหลอด ชินเนื้อ	187	65.1	9.6	9.8	15.1	3.0	0.5	-	0.09	60.02	40.4
แกงจืดเต้าหู้ ขาว	51	90.3	2.8	2.6	4.1	27.0	0.6	0.06	10.03	60.01	80.2
ผักกวนเส้น	185	61.1	7.5	6.6	23.9	23.5	1.0	0.37	80.16	80.09	08.4
แกงซี่เหล็ก	92	80.0	4.8	6.1	4.5	52.2	1.2	0.47	80.01	80.05	49.0
กวยเตี๋ยวผัด ใส่ไข่	251	49.3	21.6	12.3	13.5	19.0	0.8	0.16	80.05	40.04	2 -
ข้าวสุก(ข้าว 100 % ไม่สี)	137	65.6	2.6	0.2	31.3	22.9	-	-	0.01	0 -	-
ข้าวเหนียว	355	11.3	7.0	0.3	81.1	11.3	1.3	-	0.06	00.03	0 -

หัวข้อที่ควรอภิปราย

"ข้าวเจ้ากับข้าวเหนียวเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร นักเรียนคิดว่า ข้าวชนิดใด
จะมีประโยชน์มากกว่ากัน เพราะอะไร"

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง ส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหาร ฯ

1. ถ้าฝึกเรียนเกี่ยวกับอาหาร ดังต่อไปนี้

เช้า : ข้าวกับผักต้มน้ำแกงจืดเต้าหู้ขาว

กลางวัน : กว๊วกับข้าวลูกชิ้นเนื้อ

เย็น : ข้าวกับแกงซี่เหล็ก ผักต้มเส้น

ก. มื้อเช้า นักเรียนได้รับธาตุอาหารที่ให้พลังงานปริมาณมากที่สุด คือ

และธาตุอาหารที่ไม่ให้พลังงานที่มีปริมาณมากที่สุด คือ

ข. มื้อกลางวัน นักเรียนได้รับธาตุอาหารที่ให้พลังงานปริมาณมากที่สุด คือ

และธาตุอาหารที่ไม่ให้พลังงานที่มีปริมาณมากที่สุด คือ

ค. มื้อเย็น นักเรียนได้รับธาตุอาหารที่ให้พลังงานปริมาณมากที่สุด คือ

และธาตุอาหารที่ไม่ให้พลังงานที่มีปริมาณมากที่สุด คือ

2. จากการกินอาหารในข้อ 1 ถ้ากินเช่นนี้ทุก ๆ วัน จะทำให้เป็นโรคปากนกกระบอกหรือไม่ เพราะเหตุใด

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง ส่วนประกอบของอาหาร ฯ

1. ก. การโปะไอเกรต/คัลเซียม

ข. การโปะไอเกรต/ คัลเซียม

ค. การโปะไอเกรต/ คัลเซียม

2. ไม่เป็น เพราะ โรคปากนกกระบอกนั้นเกิดจากการขาดวิตามินบีสอง แต่อาหารในข้อ 1 นั้นมีวิตามินบีสองอยู่ด้วย จึงคิดว่า ไม่น่าจะเป็นโรคนี้

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

ชุดการสอนที่ 5

เรื่อง ส่วนประกอบของอาหาร
และกาพลังงานในอาหารบางชนิด
คอมวล 100 กรัม (ตอนที่ 3)

อาหารที่ให้จำนวนกาลอรีสูง แสดงว่า อาหารชนิดนั้นให้พลังงานมากด้วย
ในทางอ้อมเดียวกัน ถ้าอาหารให้จำนวนกาลอรีต่ำ ก็แสดงว่า อาหารชนิดนั้นให้พลังงานน้อย

อาหารแต่ละชนิดมีส่วนประกอบที่มีปริมาณคุณค่าอาหารและพลังงานแตกต่างกันออกไป ฉะนั้น เราจึงจำเป็นต้องกินอาหารหลาย ๆ ประเภท เพื่อให้ได้ปริมาณอาหารประเภทต่าง ๆ ถกสั้ส่วนกามที่ร่างกายต้องการ

ตารางต่อไปนี้ แสดงส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหารบาง

ชนิดคอมวล 100 กรัม

อาหาร (100ก.)	ค่าพลัง งาน	น้ำ (ก.)	โปรตีน (ก.)	ไขมัน (ก.)	การโบ ไฮเครต (ก.)	คลอเรียน (มก)	เหล็ก (มก)	วิตามิน เอ	บีหนึ่ง	บีสอง	ซี
								(มก)	(มก)	(มก)	(มก)
เนื้อหมู	144	71.6	18.9	6.8	1.7	8.2	1.4	—	0.56	0.100	2.9
เนื้อวัว	96	76.0	20.2	0.8	2.0	4.7	2.0	—	0.07	0.120	—
ปลาหุ	93	76.0	21.5	0.5	0.6	42.4	1.5	—	0.14	0.180	—
คั้หม	124	71.0	21.0	3.1	2.9	12.8	23.1	10.9	0.09	0.190	14.5
โซโก(ทั้งฟอง)	167	72.0	12.7	11.8	2.4	51.5	2.8	1.1	40.1	500.350	—
โซเป้ค (ทั้งฟอง)	163	71.5	13.6	10.5	3.4	53.6	3.0	1.2	30.2	800.280	—
กะปิ	143	40.1	27.3	2.4	3.0	15.5	4.8	—	—	0.360	—
น้ำปลา	26	63.1	6.1	0.1	—	69.9	0.6	—	—	0.100	—

ค่าพลังงานมีหน่วยเป็นกิโลคาลอรี

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง ส่วนประกอบของอาหาร
และคาพลังงาน ฯ (ตอนที่ 3)

จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. ถ้านักเรียนต้องการลดอาหารพวกไขมัน อาหารที่นักเรียนควรบริโภค คือ

ก. เนื้อหมู	ข. เนื้อวัว
ค. ถั่วเหลือง	ง. ไข่ไก่
จ. ปลา	
2. ถ้าวัดความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. ถั่วเหลืองมีไขมันสูงกว่าข้าว	ข. ไข่ไก่มีไขมันสูงกว่าข้าว
ค. ถั่วเหลืองมีไขมันสูงกว่าข้าว	ง. ไข่ไก่มีไขมันสูงกว่าข้าว
จ. ไข่ไก่มีไขมันสูงกว่าข้าว	
3. อาหารพวกใดบ้างที่ไม่ให้วิตามินเอและซี

ก. เนื้อหมู เนื้อวัว ถั่วเหลือง	ข. เนื้อวัว ปลา นม
ค. ไข่ไก่ ไข่เป็ด ถั่วเหลือง	ง. เนื้อวัว ถั่วเหลือง ปลา
จ. เนื้อหมู ปลา ไข่เป็ด	
4. อาหารที่ให้พลังงานมากที่สุดต่อมวล 100 กรัม คือ

ก. เนื้อหมู	ข. ไข่ไก่
ค. ปลา	ง. เนื้อวัว
จ. ไข่เป็ด	
5. ข้อความต่อไปนี้เป็นข้อใดที่ถูกต้อง

ก. นมในท้องตลาดทุกชนิด จะมีวิตามินบีสองอยู่ด้วย	ข. การบริโภคอาหารจำพวกเนื้อหมู เนื้อวัวมากเกินไปจะทำให้เกิดโรคอ้วน
ในเวลาดังกล่าวกินได้	

- ค. กะปิและน้ำปลาให้รสชาติอาหารเหมือนกัน
- ง. เนื้อหมูและเนื้อวัวมวล 100 กรัมเท่ากันจะให้พลังงานเท่ากันง่าย
- จ. ปลาหมึกและคัตตุน มวล 100 กรัมเท่ากัน จะให้ธาตุกลีเซียมไม่แตกต่างกัน

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

บัตรเฉลย

ชุดการสอนที่ 5

เรื่อง ส่วนประกอบของอาหาร
และกาพลังงาน ๗

1. จ
2. ก
3. ข
4. ข
5. ข

บันทึกการสอนการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้

ชุดการสอนที่ 6

วิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและพลังงาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลา 2 คาบ

วันที่ ... เดือน.....พ.ศ.2522

จำนวนนักเรียน 30 คน

สถานที่

เนื้อหา

การเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดจากการรวมตัวของก๊าซออกซิเจนกับสารใดสารหนึ่งแล้วให้พลังงานเคมี พลังงานรูปนี้จะเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น ๆ เช่น พลังงานความร้อน และพลังงานแสง เป็นต้น ในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ผลที่ได้คือ ความร้อน แสง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ

การเผาไหม้เชื้อเพลิงต้องใช้พลังงานความร้อนสูง และในทำนองเดียวกันเชื้อเพลิงเมื่อเผาไหม้จะให้พลังงานความร้อนออกมาสูงเช่นกัน ปฏิกิริยาเช่นนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้ในร่างกาย

ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากการเผาผลาญอาหารในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการหายใจ ซึ่งเป็นกระบวนการรวมตัวของอาหารภายในเซลล์กับออกซิเจนโดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแล้วให้พลังงานออกมาสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต เอนไซม์เป็นสารประกอบประเภทโปรตีนเป็นตัวกระตุ้นที่สิ่งมีชีวิตสร้างขึ้น ในการทำงานของเอนไซม์บางชนิดของอาศัยเกลือแร่ และวิตามินบางอย่างเป็นตัวประกอบสำคัญ

เนื้อหาที่ แบ่งออกเป็นศูนย์กิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- ศูนย์ที่ 1 พลังงานจากอาหารในเซลล์ของสัตว์
- ศูนย์ที่ 2 การทดลองการเผาผลาญอาหารของยีสต์
- ศูนย์ที่ 3 ผลที่ได้จากการทดลองการเผาผลาญอาหารของยีสต์
- ศูนย์ที่ 4 การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง
- ศูนย์ที่ 5 พลังงานจากอาหารในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนจบบทเรียนตอนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายได้ว่า การเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นจากการรวมตัวของก๊าซออกซิเจน กับสารใดสารหนึ่งแล้วให้พลังงานเคมี
2. บอกได้ว่า การเผาผลาญอาหารในเซลล์สิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นได้ที่อณูหุมิของร่างกาย
3. สรุปได้ว่า การเผาผลาญน้ำตาลที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของยีสต์ต้องอาศัยเอนไซม์ และผลที่ได้คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำและพลังงานความร้อน
4. อธิบายความหมายของเอนไซม์ และการหายใจ
5. เปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างระหว่าง การเผาไหม้ และการเผาผลาญอาหารภายในเซลล์

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| 1. คาลอริมิเตอร์ | 2. เทอร์โมมิเตอร์ |
| 3. หลอดจันตยาขนาด 35 ลบ.ซม. | 4. ซอนเบอร์ 2 |
| 5. สารละลายน้ำตาล 10% | 6. ยีสต์ |

สรุป

หลังจากกลุ่มต่าง ๆ ดำเนินกิจกรรมในทุกศูนย์เรียบร้อยแล้ว ให้สรุปผลของกิจกรรมโดยให้ตัวแทนของทั้ง 5 กลุ่ม สรุปในเรื่องต่อไปนี้

- ความแตกต่างของปฏิกิริยาเคมีของการเผาไหม้ และการหายใจหรือการเผาผลาญอาหารในร่างกาย

การวัดผลและประเมินผล

- การทำแบบฝึกหัด
- การสังเกตพฤติกรรมในการเรียนและการทำปฏิบัติการ

บทกวี

ศุภกิจกรรมที่ 1

ศุภกิจกรรมที่ 6

เรื่องการเผาผลาญอาหารภายในเซลล์
ของสัตว์

ในการทดลองเรื่องพลังงานสะสมในอาหาร เราเลี้ยง เมล็ดถั่วลิสงแห้ง บนปลายเข็มแหลมซึ่งเสียบอยู่กับฐานไม้ แล้วจ่อถั่วลิสงไปที่เปลวไฟของตะเกียง อัดกอลจนลุกเป็นไฟ ซึ่งจะทำให้เกิดพลังงานความร้อนและพลังงานแสงขึ้น

พลังงานความร้อนทำให้น้ำมันที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นและเปลี่ยนสถานะได้ นอกจากนั้นแล้วพลังงานความร้อนยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงให้สารใหม่ ซึ่งเรียกว่าเกิดปฏิกิริยาเคมี

ขณะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีจะมีพลังงานเกิดขึ้นเสมอ พลังงานรูปหนึ่งที่เกิดขึ้นเป็นพลังงานเคมีซึ่งอาจเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานอื่น ๆ ได้อีก เช่น พลังงานความร้อน พลังงานแสง เป็นต้น

การเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดจากการรวมตัวของกาซออกซิเจนกับสารใดสารหนึ่งแล้วให้พลังงานเคมี พลังงานรูปนี้จะเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น เช่น พลังงานความร้อน และพลังงานแสง เป็นต้น

การที่จะเกิดการเผาไหม้ได้นั้น จะต้องมียึดเพลิงเสมอ เช่น ในการเผาถั่วลิสง ถั่วลิสงก็เป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น ดังนั้นอาจจะให้ควาหมายของการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงได้ว่า หมายถึงปฏิกิริยาเคมีที่เป็นการรวมตัวระหว่างสารกับออกซิเจนอย่างรวดเร็ว มีความร้อนและแสงสว่าง เปลวไฟ เกิดขึ้น บางครั้งมีแต่ความร้อนและแสงสว่างแต่ไม่มีเปลวไฟ

การเผาไหม้เชื้อเพลิงต้องใช้พลังงานความร้อนสูง และในทำนองเดียวกันเชื้อเพลิงเมื่อเผาไหม้ก็ให้พลังงานความร้อนออกมาสูงเช่นกัน

หัวข้อที่ควรอภิปราย

พลังงานจากการเผาผลาญอาหารในเซลล์ของร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะให้พลังงานความร้อนออกมาสูง เหมือนกับการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงหรือไม่ ? เพราะเหตุใด ?

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 1

ชุดการสอนที่ 6 เรื่อง การเผาผลาญอาหารภายใน
เซลล์ของสัตว์จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างให้ข้อความถูกต้องตามหลักชีววิทยาศาสตร์

1. พลังงานความร้อน มีผลทำให้
 - ก. .
 - ข. .
2. "ปฏิกิริยาเคมีที่เป็นการรวมตัวระหว่างสารกับออกซิเจนอย่างรวดเร็ว มีความร้อน
แสงสว่าง และเปลวไฟเกิดขึ้น บางครั้ง มีแต่ความร้อนและแสงสว่าง แต่ไม่มีเปลว
ไฟ" สาร ในที่นี้ หมายถึง .
3. ผลที่ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง จะได้ .

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 1

ชุดการสอนที่ 6 เรื่องการเผาผลาญอาหารภายใน
เซลล์ของสัตว์

1. ก. น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นและเปลี่ยนสถานะได้
ข. ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสารใหม่ ที่เรียกว่า ปฏิกิริยาเคมี
2. เชื้อเพลิง
3. ความร้อน แสงสว่าง

ศูนย์กิจกรรมที่ 2

บัตรเนื้อหา
ชุดการสอนที่ 6เรื่องการทดลองการเผาผลาญ
อาหารของยีสต์

การเผาไหม้เชื้อเพลิงต้องใช้พลังงานความร้อน และในทำนองเดียวกัน
เชื้อเพลิงเมื่อเผาไหม้ ก็ให้พลังงานความร้อนออกมาสูงเช่นกัน ปฏิกริยาเช่นนี้จะเกิด
ขึ้นไม่ได้ในร่างกาย ดังนั้น การที่จะได้พลังงานจากการเผาไหม้อาหารในร่างกาย
คงจะมีกลไกที่แตกต่างไปจากปฏิกริยาดังกล่าว

ขอให้นักเรียนทำการทดลองดังต่อไปนี้ (ก่อนทำการทดลอง ให้นักเรียนอ่าน
วิธีการทดลองให้เข้าใจ ลงมือทำอย่างระมัดระวัง และบันทึกผลการทดลองลงใน
กระดาษที่แจกให้ทางหาก)

การทดลอง เรื่อง การเผาผลาญอาหารของยีสต์

วิธีทำ 1. เติมน้ำตาลในหลอด 10 % ลงไปในกาลอริมิเตอร์ (2 ชุด 2 อัน)

ชุดละ 20 ลบ.ซม.

2. เทยีสต์ที่ละลายในน้ำ 1 ลบ.ซม. ลงไปในสารละลายน้ำตาลในกาลอริ
มิเตอร์ ก. แล้วกลนให้ทั่ว ส่วนกาลอริมิเตอร์ ข. ใส่อยีสต์ ปกติซึ่งมีเทอร์โมมิเตอร์
เสียบติดอยู่ให้แน่น บันทึกอุณหภูมิที่อ่านได้ในขณะนั้น

3. สังเกตและบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลา 15 นาที

4. เปิดฝากาลอริมิเตอร์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในกาลอริมิเตอร์

ทั้งสอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	กาลอริมิเตอร์ ก.	กาลอริมิเตอร์ ข.
0		
5		
10		
15		

หมายเหตุ ในการเสียบเทอร์โมมิเตอร์กับปากลอง ควรทำให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์
เปียกน้ำเสียก่อนเพื่อช่วยให้ง่าย และให้กระเปาะจุ่มลงในของเหลวทั้งสอง
กลอง เริ่มบันทึกอุณหภูมิทันที และบันทึกอุณหภูมิต่อไปทุก 5 นาที เป็นเวลา
15 นาที เมื่อทดลองเสร็จแล้ว รับผิดชอบต่อเทอร์โมมิเตอร์ออกจากปากลอง
ล้างให้สะอาดและเก็บให้แห้ง

หัวข้อที่ควรอภิปราย

"สารละลายน้ำตาลในแคลอรีมิเตอร์ ก. มีฟองก๊าซเกิดขึ้นหรือไม่ ? ถ้ามี
ฟองก๊าซที่เกิดขึ้นนี้ นักเรียนคิดว่า เป็นก๊าซอะไร? จะมีวิธีทดสอบอย่างไร?

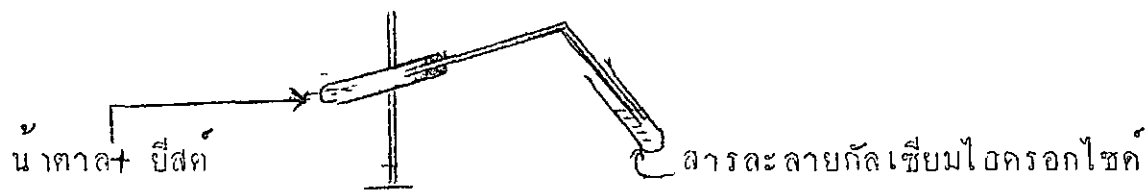
แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 2

ชุดการสอนที่ 6

เรื่อง การทดลองการเผาผลาญอาหาร
ของยีสต์

1. จากแผนภาพต่อไปนี้ แสดงการทดสอบอะไร



2. นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่า ก๊าซที่เกิดจากการเผาผลาญอาหารของยีสต์
เป็นก๊าซที่เราสงสัย

3. การเผาผลาญอาหารของยีสต์ นอกจากจะ เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว
ยังเกิดอะไรขึ้นอีก?

บัตรเฉลย

1. แสดงการทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2. เราสงสัยว่า ก๊าซที่เกิดจากการเผาผลาญอาหารของยีสต์นั้นเป็นก๊าซคาร์บอน
ไดออกไซด์ และจะทดสอบว่า เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จริงหรือไม่ โดยการต่อท่อ
นำก๊าซไปในน้ำปูนใส (กลีเซอรีนไฮดรอกไซด์) ถ้าน้ำปูนใสขุ่น ก็แสดงว่า ก๊าซนั้นเป็น
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

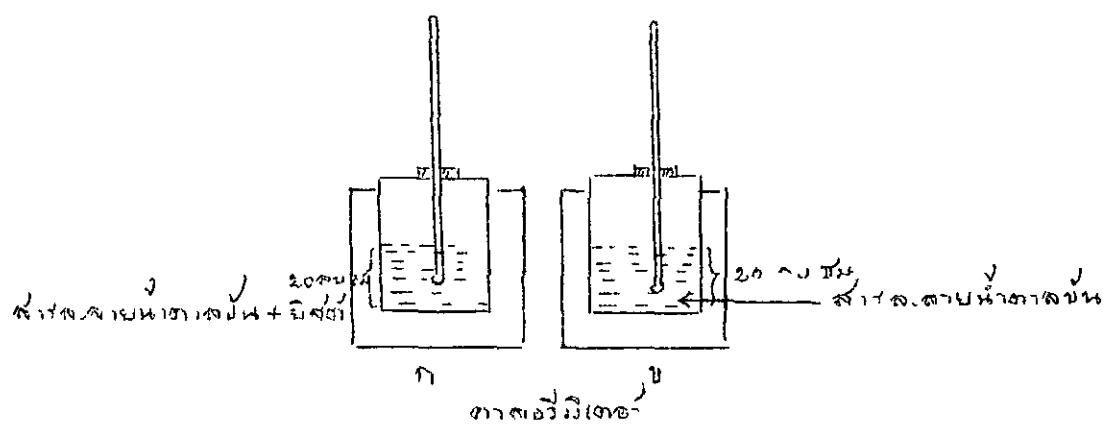
3. ความร้อน

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

บัตรเนื้อหา
ชุดการสอนที่ 6

เรื่อง ผลที่ได้จากการทดลอง
แผนการเรียนรู้ของยีสต์

ให้นักเรียนศึกษาการทดลองและผลการทดลอง ต่อไปนี้



จากการทดลองทั้งรูป เริ่มสังเกตอุณหภูมิตั้งแต่แรกเริ่ม เป็นระยะ ๆ ละ
5 นาที ใ้ผลการทดลอง ดังนี้

เวลา(นาที)	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	
	กาอวรีมิเตอร์ ก.	กาอวรีมิเตอร์ ข.
0	28	28
5	29	28
10	30	28
15	30	28

ต่อจากข้อมูลนี้แล้ว จะเรียนตามบทเรียนโปรแกรมตอนที่ 28 ทั้งหมด

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

แบบฝึกหัดละเอียด เรียบ
ชุดการสอนที่ 6 เรื่อง ผลที่ได้จากการทดลองการ
เผาผลาญอาหารของยีสต์

1. ในกาลอริมีเตอร์ ก. มีสิ่งมีชีวิตอยู่หรือไม่? ถ้ามี สิ่งมีชีวิตนั้น ก็อะไร?
 2. อาหารของสิ่งมีชีวิตนั้น ก็อะไร?
 3. ในกาลอริมีเตอร์ ก. มีปฏิกิริยาเคมีหรือไม่? สังเกตจากอะไร?
-

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

บัตรเฉลย
ชุดการสอนที่ 6 เรื่อง ผลที่ได้จากการทดลอง
การเผาผลาญอาหารของยีสต์

1. มี ก่อ ยีสต์
 2. น้ำตาล
 3. มี สังเกตจากควาบร้อนและฟองอากาศที่เกิดขึ้น
-

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

ชุดการสอนที่ 6

เรื่องการเผาไหม้ของ
เชื้อเพลิง

ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจากการเผาผลาญอาหารในเซลล์ของพืชหรือของสิ่งที่มีชีวิตเป็นส่วนหนึ่งของ "กระบวนการหายใจ" ซึ่งเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน การหายใจเป็นกระบวนการรวมตัวของอาหารภายในเซลล์กับออกซิเจน โดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วให้พลังงานออกมาสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต

การเผาผลาญอาหารในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการหายใจนี้ ไม่เหมือนกับปฏิกิริยาการเผาไหม้ทั่ว ๆ ไป กล่าวคือ ในการเผาไหม้ทั่ว ๆ ไปจะเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เป็นการรวมตัวระหว่างสารกับออกซิเจนอย่างรวดเร็ว มีความร้อน แสงสว่างและเปลวไฟเกิดขึ้น บางครั้งมีแต่ความร้อนและแสงสว่าง ไม่มีเปลวไฟ

สารที่เป็นเชื้อเพลิง มีทั้ง 3 สถานะ คือ

1. เชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง เช่น ถ่านหิน ถ่านไม้ ฟืน เป็นต้น
2. เชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว เช่น น้ำมันเบนซิน อัลกอฮอล์ เป็นต้น
3. เชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ เช่น ก๊าซถ่านหิน เป็นต้น

สารที่เป็นเชื้อเพลิง จะเป็นสารที่ประกอบด้วยธาตุเป็นสำคัญ และมีเป็นส่วนมากที่ประกอบด้วยไฮโดรเจน สารใดที่มีการบอนด์และไฮโดรเจนประกอบอยู่ด้วย เมื่อไหม้ไฟย่อมจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

ผลที่ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง จะได้เชื้อเพลิง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ พลังงานความร้อนและพลังงานแสง ดังนั้น ในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอาจเขียนเป็นสมการง่าย ๆ ได้ดังนี้

เชื้อเพลิงหรืออาหาร + ออกซิเจน $\xrightarrow{\text{ความร้อน}}$ คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ + เชื้อเพลิง + พลังงาน
พลังงานเคมีสะสมในอาหารหรือเชื้อเพลิง $\longrightarrow$ พลังงานความร้อน + พลังงานแสง

ในการเผาไหม้ทั่ว ๆ ไป เช่น เผาไม้หรือถ่าน จะได้ออกซิเจนจากอากาศโดยตรงและต้องใช้ความร้อนสูงในการเริ่มปฏิกิริยา เมื่อเกิดปฏิกิริยาแล้วก็ดำเนินไป

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

ชุดการสอนที่ 6

เรื่อง การเผาไหม้ของ เชื้อเพลิง

จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. เอนไซม์ มีหน้าที่ ก่อ

ก. ช่วยในการสังเคราะห์แสง	ข. ช่วยในการหายใจ
ค. ช่วยในการเร่งปฏิกิริยา	ง. ช่วยในการค้าเลี้ยงอาหาร
จ. ไม่มีข้อใดถูก	
2. สารที่เป็นองค์ประกอบของ เชื้อเพลิง ส่วนใหญ่คือ

ก. ไฮโดรเจน	ข. คาร์บอน
ก. ไฮโดรคาร์บอน	ง. แก๊สแตร่าง ๆ
จ. ไม่มีข้อใดถูก	
3. สิ่งต่อไปที่จัดว่า เป็นเชื้อเพลิง กือ

ก. ภูเขาและใบไม้แห้ง	ข. ถังกอลอด
ก. น้ำมัน	ง. อาหารที่กินเข้าไปย่อยแล้วส่งไปเก็บไว้ในเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย
จ. ทั้ง ก. ข. ก. และ ง.	
4. ในการเผาไหม้ จะเกิด

ก. คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ	ข. ซัลเฟอร์และพลังงานความร้อน
ค. พลังงานแสง	ง. ข้อ ก. ข. และ ค.
จ. ไม่มีข้อใดถูก	
5. พลังงานที่มีในเชื้อเพลิงก่อนเกิดการเผาไหม้ คือ

ก. พลังงานกล	ข. พลังงานเคมี
ค. พลังงานความร้อน	ง. พลังงานแสง
จ. พลังงานไฟฟ้า	

บัตรเฉลย

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 1. ค | 2. ก | 3. จ | 4. ง | 5. ข |
|------|------|------|------|------|

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

บัตรเนื้อหา

ชุดการสอนที่ 6

เรื่อง พลังงานจากอาหารใน
เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากการเผาผลาญอาหารในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการหายใจ

การหายใจ คือ กระบวนการรวมตัวของอาหารภายในเซลล์ กับออกซิเจน โดยไม่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วให้พลังงานออกมาสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต เอนไซม์เป็นสารประกอบประเภทโปรตีน เป็นตัวกระตุ้นที่สิ่งมีชีวิตสร้างขึ้น ในการทำงานของเอนไซม์บางชนิด ต้องอาศัยเกลือแร่และวิตามินบางอย่างเป็นตัวประกอบสำคัญ เช่น เอนไซม์ที่ใช้สำหรับกระบวนการหายใจมีวิตามินบีชนิดต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบสำคัญ ในสิ่งมีชีวิตจะมีเอนไซม์มากมายหลายชนิด และแต่ละชนิดก็ทำหน้าที่เฉพาะตัวเท่านั้น

การเผาผลาญอาหารในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการหายใจนี้ไม่เหมือนกับปฏิกิริยาการเผาไหม้ทั่ว ๆ ไป คือ ในการเผาไหม้ทั่ว ๆ ไป เช่น เผาไม้หรือถ่านจะใช้ออกซิเจนจากอากาศโดยตรง และต้องใช้ความร้อนสูงในการเริ่มปฏิกิริยา เมื่อเกิดปฏิกิริยาแล้วก็ดำเนินไปอย่างรวดเร็วรุนแรง ผลที่ได้ ก็คือ ควัน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ พลังงาน—ความร้อนและพลังงานแสง พลังงานความร้อนที่ได้ออกมามีค่าสูงมาก ส่วนการเผาผลาญอาหารในเซลล์นั้นจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีเอนไซม์เฉพาะสำหรับกระบวนการหายใจ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในเซลล์ ออกซิเจนที่ใส่จะเป็นออกซิเจนที่อยู่ในของเหลวในเซลล์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นก็ไม่รุนแรงและดำเนินไปช้า ๆ คงที่ ผลที่ได้จากการหายใจ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงาน ซึ่งพลังงานที่ได้นี้ ส่วนหนึ่งเป็นพลังงานความร้อนซึ่งมีผลทำให้อุณหภูมิภายในร่างกายปกติอบอุ่นคงที่อยู่เสมอ คือ ที่ 37 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ พลังงานเคมียังเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น พลังงานกลสำหรับการเคลื่อนไหว หรือในการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

ชุดการสอนที่ 6 เรื่อง พลังงานจากอาหารในเซลล์
ของสิ่งมีชีวิต

ก. จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. นักวิทยาศาสตร์ประคิษฐ์เชื้อเพลิงขึ้นเพื่อให้มีคุณภาพสูง เชื้อเพลิงประคิษฐ์นี้ ไคแก่เชื้อเพลิงกลุ่มใด

ก. ไม่น้ำมัน ถ่านหิน ถ่านหิน

ข. ถ่านโค้ก น้ำมัน ถ่านไม้

ค. อัลกอฮอล์ ก๊าซธรรมชาติ

ง. ปิโตรเลียม ก๊าซปิโตร

จ. ลิกไนต์ ถ่านหิน

2. การหายใจ หมายถึง

ก. การสูดอากาศเข้าทางจมูก

ข. การที่อากาศเข้าไปยังปอดเพื่อ
ฟอกโลหิต

ค. การที่ปอดมีการขยายตัวและหดตัว

ง. การที่หัวใจสูบฉีดโลหิตเพื่อไปเลี้ยงร่างกาย

จ. การที่ออกซิเจนรวมตัวกับอาหารแล้ว เกิดปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์

ข. ตอบคำถามต่อไปนี้

"การเผาผลาญอาหารในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตแตกต่างกับการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอย่างไร?"

ปัครเฉลย

ก.

1. ง

2. จ

ข.

ในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง จะใช้ออกซิเจนจากอากาศโดยตรง และต้องใช้เวลาในการเริ่มปฏิกิริยา เพื่อเกิดปฏิกิริยาแล้วก็ดำเนินไปอย่างรวดเร็วรุนแรง ผลที่ได้ก็คือ ชี้นี้ การร่อนไคออกไซด์ น้ำ พลังงานความร้อนและพลังงานแสง

ส่วนการเผาผลาญอาหารภายในเซลล์นั้น จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีเอนไซม์เฉพาะสำหรับกระบวนการหายใจเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ออกซิเจนที่ใช้จะเป็นออกซิเจนที่อยู่ในของเหลวในเซลล์ ปฏิกิริยาไปรุนแรง ผลที่ได้ คือ การร่อนไคออกไซด์ น้ำและพลังงาน

บันทึกการสอนการ เรียนแบบศูนย์การ เรียน

ชุดการสอนที่ 7

วิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและพลังงาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒

เวลา 2 คาบ

วันที่ ... เดือน พ.ศ. 2522

จำนวนนักเรียน 30 คน

สถานที่

๘๗
เนอหา

ร่างกายต้องการพลังงานจากอาหารเพื่อความอบอุ่น และเพื่อประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ฉะนั้น อาหารที่บริโภคต้องให้พลังงานเพียงพอ และมีอาหารครบทุกประเภทตามความต้องการของร่างกายนั้น

การใช้พลังงานของบุคคลในแต่ละเพศแต่ละวัยนั้นแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภาวะและสภาพของร่างกาย เด็กที่กำลังเจริญเติบโตจะต้องการพลังงานมาก เพราะนอกจากจะใช้สำหรับประกอบกิจกรรมต่าง ๆ แล้ว ยังต้องการสำหรับการเจริญเติบโตอีกด้วย หญิงที่ตั้งครรภ์ หรือกำลังให้นมลูก ย่อมต้องการพลังงานมากขึ้น หญิงมีครรภ์ควรจะเพิ่มขึ้นอีกวันละ 200 กิโลแคลอรี ส่วนหญิงที่ให้นมลูก ควรจะเพิ่มขึ้นอีกวันละ 1,000 กิโลแคลอรี ทั้งนี้ต้องให้มีอาหารครบทุกประเภท

นอกจากการใช้พลังงานจะขึ้นอยู่กับเพศ วัย และภาวะทางร่างกายแล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดของกิจกรรมต่าง ๆ ด้วย เราควรจะต้องกินอาหารให้ได้พลังงานพอเหมาะกับกิจกรรมของแต่ละบุคคล และกินอาหารให้ครบทุกประเภทและถูกสัดส่วน กล่าวคือ อาหารมี๑หนึ่ง ๆ ควรประกอบไปด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ วิตามินและน้ำ

เนื้อหาที่ แบ่งออกเป็นศูนย์กิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- ศูนย์ที่ 1 พลังงานกับการดำรงชีวิต
- ศูนย์ที่ 2 การใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ
- ศูนย์ที่ 3 องค์ประกอบของการใช้พลังงาน
- ศูนย์ที่ 4 การสังเคราะห์แสง
- ศูนย์ที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน การสังเคราะห์แสง และการหายใจ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนตามนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกได้ว่า การใช้พลังงานขึ้นอยู่กับเพศ วัย ภาวะทางร่างกาย และชนิดของกิจกรรมต่าง ๆ
2. บอกได้ว่า อาหารที่กินในมื้อหนึ่ง ๆ นั้นประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ วิตามินและน้ำ
3. อธิบายถึงประโยชน์และโทษของการกินอาหารน้อยและมากเกินไป
4. อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน การสังเคราะห์แสงและการหายใจได้ถูกต้อง

สรุป

หลังจากกลุ่มต่าง ๆ ดำเนินกิจกรรมในทุกศูนย์เรียบร้อยแล้ว ให้สรุปผลของกิจกรรมโดยให้ตัวแทนของทั้ง 5 กลุ่ม สรุปในเรื่องต่อไปนี้

— อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและไขมัน ต่างก็ให้พลังงานแก่ร่างกายสูงกว่าโปรตีน เราจะบริโภคคาร์โบไฮเดรตและไขมันแทนโปรตีนได้หรือไม่ ? เพราะเหตุใด ?

การวัดผลและประเมินผล

- ตรวจแบบฝึกหัด

ศูนย์กิจกรรมที่ 1 บัตรเนื้อหา เรื่องพลังงานกับการดำรงชีวิต
ชุดการสอนที่ 7

ศูนย์กิจกรรมนี้ใช้เนื้อหาเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนโปรแกรมตอนที่ 31

แบบฝึกหัดขณะเรียน

เติมคำลงในช่องว่าง

1. พลังงานซึ่งเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ มีต้นกำเนิดมาจาก
2. เครื่องใช้ในบ้านที่เปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง คือ
3. พลังงานที่มนุษย์ใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้มาจาก
4. พลังงานที่สะสมในเชื้อเพลิงต่าง ๆ จะสะสมอยู่ในรูป
5. มนุษย์ต้องการพลังงานจากอาหาร เพื่อ

บัตรเฉลย

1. ดวงอาทิตย์
2. วิทยุ, เทป, โทรทัศน์
3. อาหารประเภทที่ให้พลังงาน เช่น โปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรต
4. พลังงานเคมี
5. ก. เพื่อควาอบอุ่นของร่างกาย
ข. เพื่อบรรเทาอาการต่าง ๆ

บัตรเนื้อหา

ศูนย์กิจกรรมที่ 2

ชุดการสอนที่ 7

เรื่อง การใช้พลังงานในกิจกรรม
ต่าง ๆ

ร่างกายต้องการพลังงานจากอาหารเพื่อความอบอุ่น และเพื่อประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ฉะนั้น อาหารที่บริโภคต้องให้พลังงานเพียงพอ และมีอาหารครบทุกประเภทตามความต้องการของร่างกายนั้น นักเรียนคิดว่า คนหนึ่ง ๆ จะต้องการพลังงานจากอาหารวันละเท่าไร การใช้พลังงานเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ เช่น นั่ง ยืน เดิน นอน หรือวิ่งจะแตกต่างกันหรือไม่ ขอให้นักเรียนพิจารณาจากตารางต่อไปนี้

ตารางแสดงการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ต่อ 1 ชั่วโมงตอน.น. 1 กก.

กิจกรรม	พลังงานที่ใช้ (กิโลแคลอรี)	
	ชาย	หญิง
นอนหลับ	0.93	0.27
นอนล้มตา	1.10	1.02
นั่งนิ่ง ๆ	1.43	1.33
นั่งทำงาน	1.59	1.47
ร้องเพลง	1.74	1.62
พิมพ์หนังสือ	2.00	1.86
รีดผ้า	2.06	1.92
กวาดบ้าน	2.43	2.24
ซักผ้า	2.80	2.42
เดินเล่น	2.86	2.66
ออกกำลังกาย (วิ่ง, วายน้ำ)	6.43	5.98

แบบฝึกหัดขณะเรียน

ศูนย์กิจกรรมที่ 2

ชุดการสอนที่ 7

เรื่อง การใช้พลังงานในกิจกรรม
ต่าง ๆ

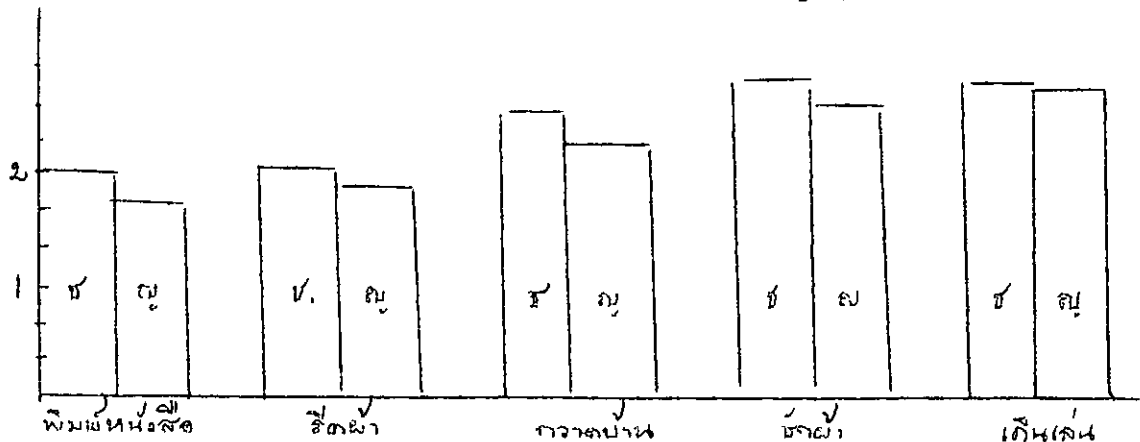
. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. นายไสว หนัก 60 กก. นอนหลับ 2 ชม. ร้องเพลง 1 ชั่วโมง เล่น
1 ชม. นายไสวต้องใช้พลังงานทั้งหมดเท่าใด (ให้แสดงวิธีคำนวณด้วย)
2. ให้เขียนกราฟแท่งแสดงการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ต่อไปนี้- พิมพ์หนังสือ
รีดผ้า กวาดบ้าน ซักผ้า เล่น โดยให้แกนยืนแทนปริมาณพลังงานและแกนนอนแทน
กิจกรรม

บัตรเฉลย

1. นายไสวหนัก 60 กก. นอนหลับ 2 ชม. ร้องเพลง 1 ชม. เล่น 1 ชม.
การนอนหลับใช้พลังงาน = $2 \times 0.93 \times 60 = 111.6$ กิโลแคลอรี
การร้องเพลงต้องใช้พลังงาน = $1 \times 1.74 \times 60 = 104.4$ "
เล่นใช้พลังงาน = $1 \times 2.86 \times 60 = 171.6$ "
ดังนั้นนายไสวจะใช้พลังงานในการทำกิจกรรมต่าง ๆ = $111.6 + 104.4 + 171.6$
= 387.6 กิโลแคลอรี

2.



ศูนย์กิจกรรมที่ 3

บัตรเนื้อหา
ชุดการสอนที่ 7 เรื่อง องค์ประกอบของการใช้
พลังงาน

ศูนย์กิจกรรมนี้ใช้เนื้อหาเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนโปรแกรมตอนที่ 33

แบบฝึกหัดขณะเรียน

จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. นาง ก. อายุ 24 ปี น้ำหนัก 60 กก. ตั้งครรภ์ได้ 5 เดือน จะต้องการพลังงานวันละ

ก. 2100 กิโลแคลอรี	ข. 2173 กิโลแคลอรี
ค. 2300 กิโลแคลอรี	ง. 2373 กิโลแคลอรี
จ. 4200 กิโลแคลอรี	
2. ถ้าหญิงคนหนึ่งอายุ 29 ปี น้ำหนัก 58 กก. มีลูกอ่อนอายุได้ 3 เดือน หญิงผู้นี้จะต้องการพลังงานวันละ

ก. 1000 กิโลแคลอรี	ข. 2100 กิโลแคลอรี
ค. 2300 กิโลแคลอรี	ง. 3100 กิโลแคลอรี
จ. 2,100,000 กิโลแคลอรี	
3. ข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. ชายใช้พลังงานมากกว่าหญิง	ข. ผู้ใหญ่ชายใช้พลังงานมากกว่าเด็กชาย
ค. ผู้ใหญ่หญิงใช้พลังงานเท่า ๆ กับเด็กหญิง	
ง. การใช้พลังงานขึ้นอยู่กับเพศ วัย และภาวะทางร่างกายและชนิดของกิจกรรม	
จ. การใช้พลังงานขึ้นอยู่กับเพศและวัย	
4. ข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. อาหารมื้อหนึ่ง ควรประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน การโบไฮเดรต	
ข. การบริโภคอาหารมากเกินไป ทำให้อวัยวะมีสุขภาพแข็งแรงมากขึ้น	
ค. ถ้าบริโภคไขมันสัตว์เข้าไปมาก จะทำให้เส้นเลือดตีบ	

ง. ไกลโคเจนเป็นอาหารจำพวกไขมันจากสัตว์

จ. ทั้งไขมันจากสัตว์และไขมันจากพืชจะทำให้เส้นเลือดอุดตันได้

5. ไกลโคเจน ใดมาจาก

ก. การบริโภคโปรตีนมากเกินไป ข. การบริโภคไขมันมากเกินไป

ก. การบริโภคคาร์โบไฮเดรตมากเกินไป. ข้อ ก. และ ข. ถูก

จ. ข้อ ข. และ ก. ถูก

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

ชุดการสอนที่ 7

เรื่อง องค์ประกอบของการใจ
พลังงาน

1. ง

2. ค

3. ง

4. ค

5. จ

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

บัตรเนื้อหา
ชุดการสอนที่ 7

เรื่อง การสังเคราะห์แสง

ศูนย์กิจกรรมนี้ใช้เนื้อหาเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนโปรแกรมตอนที่ 34

แบบฝึกหัดขณะเรียน

จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. ปัจจัยสำคัญในการสังเคราะห์แสงของพืช คือ
 - ก. คลอโรฟิลล์ น้ำ ออกซิเจน แสงสว่าง
 - ข. คลอโรฟิลล์ คาร์บอนไดออกไซด์ แสงสว่าง น้ำตาลกลูโคส
 - ก. คลอโรฟิลล์ น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ แสงสว่าง
 - ง. คลอโรฟิลล์ ออกซิเจน น้ำ น้ำตาลกลูโคส
 - จ. คลอโรฟิลล์ ออกซิเจน และน้ำตาลกลูโคส
2. การสังเคราะห์แสงไม่ต้องการ
 - ก. คลอโรฟิลล์
 - ข. ออกซิเจน
 - ค. น้ำ
 - ง. คาร์บอนไดออกไซด์
 - จ. แสงแดด
3. ขอความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง
 - ก. การสังเคราะห์แสงเกิดในพืช แต่การหายใจเกิดในสัตว์
 - ข. การสังเคราะห์แสงเกิดในสัตว์ แต่การหายใจเกิดในพืช
 - ก. การสังเคราะห์แสงเกิดในพืชทุกชนิด การหายใจเกิดในสัตว์ทุกชนิด
 - ง. การสังเคราะห์แสงเกิดในพืชสีเขียว การหายใจเกิดได้ทั้งในพืชและในสัตว์
 - จ. การสังเคราะห์แสงเกิดในพืชสีเขียว การหายใจเกิดเฉพาะในสัตว์
4. ในการสังเคราะห์แสง พืชจะเปลี่ยนรูปพลังงานแสง เป็น
 - ก. พลังงานความร้อน
 - ข. พลังงานกล
 - ค. พลังงานเคมี
 - ง. พลังงานความร้อนและพลังงานกล
 - จ. ก - ง. ไม่มีข้อถูก

5. ข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. ออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจ มีอยู่ในอากาศราว 0.7 %
- ข. การสังเคราะห์แสงจะใช้เฉพาะแสงแดงจากดวงอาทิตย์เท่านั้น
- ค. สัตว์ที่ไม่มีรยางค์สำหรับหายใจ ก็จะมีชีวิตโดยไม่ต้องหายใจ
- ง. แสงแดดที่พืชถูกไว้ ส่วนใหญ่เป็นแสงสีเข้
- จ. ข้อ ก. - ง. หาข้อที่ถูกต้องไม่ได้

บัตรเฉลย

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

ชุดการสอนที่ 7

เรื่อง การสังเคราะห์แสง

- 1. ก
- 2. ข
- 3. ง
- 4. ก
- 5. ง

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

บัตรเนื้อหา
ชุดการสอนที่ 7

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่าง
พลังงาน การสั่นเกราะหเสง
และการหายใจ

ศูนย์กิจกรรมนี้ใช้เนื้อหาเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนโปรแกรมตอนที่ 35

แบบฝึกหัดขณะเรียน

เติมค่าลงในช่องว่าง

1. ในการทำงานและเล่นกีฬา นักเรียนจะใช้พลังงานรูปใด
2. ในตารางแสดงการใช้พลังงาน
พลังงานที่ใช้ใน 1 ชม. ค่อน้ำหนักของร่างกาย 1 กก.
เล่นกีฬาในชั่วโมงพลศึกษา ชาย 6.43 กิโลคาลอรี
หญิง - 5.98 กิโลคาลอรี
เด็กชาย ก. น้ำหนัก 48 กก. จะใช้พลังงานในการเล่นกีฬา เท่ากับ
เด็กหญิง ข. น้ำหนัก 30 กก. จะใช้พลังงานในการเล่นกีฬา เท่ากับ
3. จากการที่นักเรียนใช้พลังงานในการเล่นกีฬา ดังในข้อ 2 นักเรียนคิดว่า ควร
รับประทานอาหารอะไรบ้าง เพื่อชดเชยพลังงานที่ใช้ไปในการเล่นกีฬา ให้นักเรียน
จัดรายการอาหารใหญ่

บัตรเฉลย

1. พลังงานกล
2. ก.ข. ก. เท่ากับ $1 \times 6.43 \times 48$ กิโลคาลอรี
ก.ญ. ข. เท่ากับ $1 \times 5.98 \times 30$ กิโลคาลอรี
3. ตัวอย่างการจัดรายการอาหาร
ก.ข. ก. ควรบริโภคอาหาร เช่น กวบเตี๋ยวต้กใส่ไข่, มะละกอสุก
ก.ญ. ข. ควรบริโภคอาหาร เช่น กวบเตี๋ยวคูกชิ้นเนื้อ

ภาคผนวก ค.

บทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมที่นักเรียนถนัดอยู่นี้ เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนไ้โดยท่ตนเอง โดยไม่ต้องใช้ครูสอน บทเรียนโปรแกรมจะทำหน้าที่เสมือนเป็นผู้สอนประจำตัวนักเรียน ฉะนั้น นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามคำสั่งของบทเรียนอย่างเคร่งครัด

คำแนะนำเกี่ยวกับบทเรียน มีดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรมเล่มนี้เขียนขึ้นตามเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหารและพลังงาน
2. เนื้อหาในบทเรียนนี้ แบ่งออกเป็นชั้นเล็ก ๆ เรียกว่า "กรอบ" เรียงจากง่ายไปหายากตามลำดับ
3. ในแต่ละชั้น จะมีข้อมูลให้นักเรียนอ่าน และมีคำถามมาให้คิด นักเรียนจะเรียนรู้ไปทีละชั้น และสามารถทดสอบความเข้าใจไปพร้อม ๆ กับการเรียนด้วยการตอบคำถามเป็นชั้น ๆ ไป
4. นักเรียนจะทราบทันทีว่า คำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด เพราะจะมีการเฉลยคำตอบไว้อยู่
5. เมื่อนักเรียนเปิดดูคำตอบแล้ว ให้เปรียบเทียบกับคำตอบของนักเรียนว่าตรงกันหรือไม่ ถ้าเป็นไปในทำนองเดียวกัน ก็ทำกรอบต่อไป แต่ถ้าผิดหรือไม่เป็นไปในทำนองเดียวกัน ให้กลับไปอ่านและทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราวในกรอบที่แคว้ๆ มาอีกรอบแล้วตอบใหม่
6. นักเรียนจะต้องข้ือสัตย์ คือ เรียนจากการอ่านและพยายามทำความเข้าใจในแต่ละชั้นให้ถี่ ถ้ายังเรียนคำตอบไม่เสร็จ ห้ามเปิดดูคำตอบที่เฉลยไว้ เพราะถ้าเปิดดูคำตอบเสียก่อนก็เท่ากับนักเรียนลอกคำตอบ และจะไม่ไ้ผลอะไร
7. ทำทุก ๆ กรอบจากเริ่มต้น อย่าข้ามกรอบใดกรอบหนึ่ง จงระลึกไว้เสมอว่า คำถามและคำตอบในแต่ละชั้นไม่ใช่ข้อสอบ แต่เป็นบทเรียนที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้

8. เมื่อนักเรียนเรียนไปถึงตอนที่มีการทดลองหรือทำแบบฝึกหัด นักเรียนจะต้องทำการทดลองหรือทำแบบฝึกหัดเสียก่อน แล้วจึงกลับมาเรียนในข้อต่อไป

9. ขณะที่ทำการทดลอง พยายามตั้งใจกระทำอย่างรอบคอบ และทำตามวิธีการทดลองที่กำหนดไว้ให้เท่านั้น

10. เมื่อนักเรียนมีปัญหาข้อใจให้สอบถามครูผู้ที่คอยให้คำแนะนำแก่นักเรียนทันที

บทเรียนโปรแกรม

เรื่อง

อาหาร และพลังงาน

<u>โปรแกรมตอนที่ 1</u> 1. พลังงานมีหลายรูปแบบ พลังงานรูปหนึ่งอาจเปลี่ยนเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งได้ เช่น ในการเผาถ่าน พลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในถ่านจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน นักเรียนทราบว่า เมื่อนักเรียนเปิดสวิตช์ไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนเป็น และ	
2. การเปลี่ยนรูปของพลังงานก่อให้เกิดประโยชน์ต่างกันไป ดังนั้นนักเรียนจะเห็นได้จากชีวิตประจำวันว่า เราจะต้องเกี่ยวข้องกับพลังงานรูปต่าง ๆ ตลอดเวลา เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานแสง ให้นักเรียนนึกดูว่า มีพลังงานอะไรอีกบ้าง	พลังงานแสง พลังงานความร้อน
3. การเจริญเติบโต การเคลื่อนไหว การสืบพันธุ์ในสิ่งมีชีวิต ก็เป็นผลมาจากการเปลี่ยนรูปพลังงาน เพื่อให้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ นั้นก็คือ สิ่งมีชีวิตทุกชนิด ต้องอาศัย	พลังงานเสียง พลังงานความร้อน พลังงานกล
4. พืชสีเขียว สามารถใช้พลังงานแสงจากดวงอาทิตย์มาใช้ในการสังเคราะห์แสงได้ ทำให้พืชสีเขียวสามารถสร้างอาหารเองได้ นักเรียนเคยเรียนเรื่องการสังเคราะห์แสงมาแล้ว ให้นักทบทวนดูว่า การสังเคราะห์แสง ก็คืออะไร การสังเคราะห์แสง คือ	พลังงาน

5. ในการสังเคราะห์แสงนั้น สิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสง นอกจากคลอโรพิด น้ำ แล้วยังมีสิ่งใดอีกบ้าง

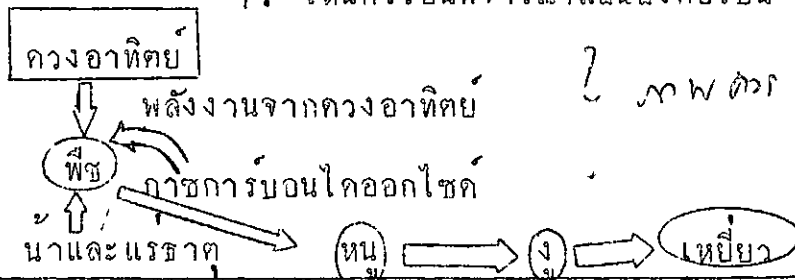
การสังเคราะห์แสง คือ ขบวนการในการสร้างคาร์โบไฮเดรตจากคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยอาศัยคลอโรพิดและพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์เป็นการเปลี่ยนพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์เป็นพลังงานเคมี

6. ในการสังเคราะห์แสง พลังงานเคมีที่ได้จะสะสมในรูปของอาหารที่พืชสร้างขึ้น คือ น้ำตาล แป้ง โปรตีนและไขมัน เพื่อใช้ในการดำรงชีวิตต่อไป

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, เก็ดือต่าง ๆ , เอนไซม์ต่าง ๆ

นักเรียนคิดว่า อาหารที่พืชสร้างขึ้นนั้น พืชจะเก็บไว้ที่ใดบ้าง

7. ให้นักเรียนพิจารณาแผนผังต่อไปนี้



ใบ ลำต้น ราก หรือเมล็ด

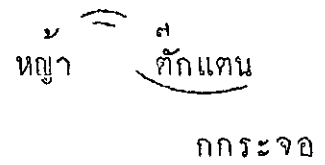
8. จากแผนผังในข้อ 7. พืชใช้พลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และแร่ธาตุ ในการสร้างอาหารเก็บสะสมไว้ตามส่วนต่าง ๆ เช่น ใบ ลำต้น ราก หรือเมล็ด สัตว์ซึ่งไม่สามารถสร้างอาหารเองได้จะกินพืชหรือสัตว์ที่เล็กกว่าเป็นอาหาร นั่นก็คือ สัตว์ใหญ่จะกินสัตว์เล็กเป็นอาหาร

การกินตัวอื่นเป็นอาหาร เรียกว่า

9. แผนผังในข้อ 7. นั้น ผลิต คือ ผู้บริโภค คือ	ห่วงโซ่อาหาร
10. ก. พืชใดหรือว่า เป็นผลิต เพราะ ข. สัตว์ที่กินพืชทั้งโดยทางตรงหรือทางอ้อม เป็น บริโภค เพราะ ค. ผลิตและบริโภคแตกต่างกัน ดังนี้	พืช หนู, งู, เหยี่ยว
11. จากแผนภูมิในข้อ 7 นั้น มีทั้งผลิตและบริโภค ผลิตนั้นสามารถสร้างอาหารเองได้โดยการสังเคราะห์แสง ส่วนบริโภคนั้นไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ต้องกินผลิต เป็นอาหาร ในแผนภูมิจะเห็นว่า หนู งู เหยี่ยว เป็นบริโภคทั้งหมด จากการที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว ไหลลงนึกทบทวนความ รู้อีกทีว่า สัตว์ทั้งสามชนิดนี้ บริโภคอันดับหนึ่ง คือ บริโภคอันดับสอง คือ บริโภคอันดับสุดท้าย คือ	ก. สามารถสร้างอาหารเองได้ ข. ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ต้องอาศัยอาหารจากพืช ค. ผลิตสามารถสร้างอาหารเองได้ แต่บริโภคสร้างอาหารเองไม่ได้ ต้องดำรงชีวิตด้วยการกินผลิต
12. ในห่วงโซ่อาหารหนึ่ง ๆ การกินต่อกันเป็นทอด ๆ ก็เป็นการถ่ายทอดพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหารนั้นเอง และ อาหารที่สัตว์บริโภคเข้าไปนั้น ก่อนจะใช้เป็นประโยชน์ได้ จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงเสียก่อน จากรายชื่อสิ่งมีชีวิตต่อไปนี้ ให้นักเรียนเขียนเป็นแผนภูมิ ดังข้อ 7 นกกระจอก หนู งู ตั๊กแตน	1. หนู 2. งู 3. เหยี่ยว

13. เมื่อตัดกันกินหญ้า หรือกินนกกระจอก จะเห็นว่า หญ้า และนกกระจอกเป็นอาหารของตั๊กแตนและงู เราสามารถพูดได้ว่า ตั๊กแตนและงูกินอาหาร

นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ตั๊กแตนและงูซึ่งเป็นสัตว์ต้องกินอาหาร เพื่อประโยชน์อะไรบ้าง



14. จากข้อ 12 เมื่อตัดกันกินอาหาร นักเรียนคิดว่า มีการเปลี่ยนแปลงรูปของพลังงานหรือไม่ อย่างไร

1. เพื่อให้มีชีวิตอยู่รอด
2. ให้เกิดพลังงานการร่างกาย ทั้งพลังงานความร้อนและพลังงานกล
3. ช่วยให้อวัยวะเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ

15. ในแผนภูมิข้อ 7 เมื่อพืชได้รับพลังงานแสง ก็สามารถทำการสังเคราะห์แสง โดยปัจจัยประกอบอื่น ๆ เช่น กลอโรฟิลในพืช การคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ น้ำและแร่ธาตุจากดิน

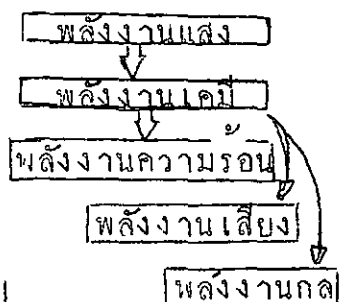
นั่นก็คือ ในการสังเคราะห์แสง พืชจะเปลี่ยนรูปพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีสะสมในอาหารที่พืชสร้างขึ้น

ให้นักเรียนเขียนแผนภูมิแสดงลำดับการเปลี่ยนรูปพลังงานในห่วงโซ่อาหาร โดยเริ่มตั้งแต่ พลังงานแสง จนถึงการนำพลังงานจากอาหารมาใช้ประโยชน์ในขั้นสุดท้าย

16. มนุษย์และสัตว์เป็นฉนวนบริโภค อาหารที่มนุษย์และสัตว์กิน ก็อาจจะ เป็นพืชหรือสัตว์ที่เล็กกว่า สัตว์ที่เล็กกว่าก็จะกินสัตว์ที่เล็กลงไปอีก ต่อกันไปเป็นทอด ๆ ซึ่งก็เป็นการถ่ายทอดพลังงานที่สะสมอยู่ในอาหารด้วย

นักเรียนลองคิดว่า พลังงานขั้นต้นที่สิ่งมีชีวิตได้รับ คือ พลังงานอะไร มาจากไหน

มีการเปลี่ยนรูปของพลังงานด้วย กล่าวคือ พลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในอาหาร จะเปลี่ยนเป็นพลังงาน ความร้อนและพลังงานกล พลังงานเสียง



โปรแกรมตอนที่ 2

1. อาหารเป็นแหล่งพลังงานที่จำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ สิ่งที่เราเรียกว่า อาหารนั้น หมายถึง สิ่งที่ย่อยแล้วให้ประโยชน์ต่อร่างกาย

คนหรือสัตว์ที่ขาดอาหาร มีลักษณะอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

2. พืชที่ไม่ได้รับน้ำหรือแสงสว่าง ก็เปรียบเสมือนคนหรือสัตว์ที่ขาดอาหาร

พืชที่ไม่ได้รับน้ำหรือแสงสว่าง จะมีลักษณะอย่างไร

3. ค่อยไปนี้ ให้นักเรียนอธิบายความหมายของคำว่า "อาหาร" ให้ชัดเจน

อาหาร คือ

4. เราอาจแบ่งประเภทของอาหารได้หลายวิธี เช่น แบ่งตามรส * ตามลักษณะ ตามประโยชน์ของอาหารหรือตามองค์ประกอบทางเคมี

การที่เราแบ่งอาหารเป็นพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ วิตามินและน้ำ เช่นนี้ เราแบ่งประเภทของอาหารตาม

5. เนื่องจากการแบ่งอาหารตามองค์ประกอบทางเคมีนี้เอง จึงทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถวิเคราะห์อาหารและพบว่า อาหารต่าง ๆ ประกอบด้วยสารทางชนิดกัน เพราะฉะนั้น อาหารแต่ละชนิด

คนที่ขาดอาหาร ร่างกายจะผอมชubbชืด ไม่แข็งแรงเพราะขาดอาหารที่จะไปช่วยการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ พลังงานเคมีที่สะสมในอาหารเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานกลหรืออื่นๆ มีน้อย

เหี่ยวเฉา ถ้าปล่อยทิ้งไว้นานไปก็จะตาย

อาหาร คือ สิ่งที่ย่อยแล้วให้ประโยชน์ต่อร่างกาย

องค์ประกอบทางเคมี

6. ตามที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว เราแบ่งอาหารเป็น 6 ประเภท ดังนี้ (1) คาร์โบไฮเดรต (2) (3) (4) (5) (6) น้ำ	ต่างกัน
7. คาร์โบไฮเดรต อาจจำแนกเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ 2 จำพวก คือ น้ำตาลและแป้ง น้ำตาลมีหลายชนิด เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลแลคโตส และน้ำตาลซูโครส เป็นต้น นักเรียนคิดว่า ถ้าเราจะทดสอบน้ำตาล เราควรใช้น้ำตาลชนิดใด	2. โปรตีน 3. ไขมัน 4. วิตามิน 5. เกลือแร่
8. น้ำตาลกลูโคส เป็นน้ำตาลที่เมื่อทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ซึ่งมีสีน้ำเงินแล้ว สีของสารละลายที่ผสมกันจะเปลี่ยนไป น้ำตาลแลคโตสก็เช่นเดียวกัน นักเรียนคิดว่า น้ำตาลแลคโตส เมื่อทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์แล้ว สีของสารที่ผสมกันจะเปลี่ยนหรือไม่	กลูโคส
9. น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลแลคโตส จะให้ผลการทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ ดังนั้น ถ้าเรานำน้ำตาลซึ่งเป็นอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตประเภทหนึ่งไปทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์แล้วสารละลายนั้นเปลี่ยนสี ก็แสดงว่า น้ำตาลนั้น เป็น	เปลี่ยน
10. ให้นักเรียนไปที่โต๊ะทดลองที่ว่าง แล้วทำการทดลองที่ 1 ก่อนทำการทดลอง อ่านวิธีการทดลองให้เข้าใจ ปฏิบัติตามลำดับขั้นของวิธีการทดลองอย่างเคร่งครัด หยิบจับสารให้ถูกต้อง <u>การทดลองที่ 1 การทดสอบแป้งและน้ำตาล</u> <u>วิธีทำ</u> 1. ใส่แป้งมัน 1 ช้อนเบอร์ 1 ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง ซึ่งมีน้ำบรรจุอยู่ 6 ลบ.ซม. เขย่าให้เข้ากัน แล้วเทน้ำแป้งลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด ๆ ละ 2 ลบ.ซม.	น้ำตาลกลูโคสหรือแลคโตส

2. หยดสารละลายไอโอดีน 2 หยดลงในหลอดที่ 1 และสารละลายไพบูเรต 10 หยดลงในหลอดที่ 2 สังเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลง
3. หยดสารละลายเบเนดิกต์ 5 หยดลงในหลอดที่ 3 นำไปต้มในกระป๋องนมซึ่งมีน้ำเดือดประมาณ 100 คบ.ชม. เป็นเวลา 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล
4. ใส่น้ำส้มจำนวนเล็กน้อยลงไปมากับกระดามสีขาวประมาณ 5 - 6 ครั้ง แล้วยกกระดามขึ้นให้แสงผ่าน สังเกตว่า โปร่งแสงหรือไม่ แล้วบันทึกผลลงในตาราง
5. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1 - 4 แต่เปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลกลูโคส

ตารางบันทึกผลการทดลอง

อาหาร	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้			
	สารละลายไอโอดีน	สารละลายไพบูเรต	สารละลายเบเนดิกต์	กับกระดามสี
แป้งมัน				
น้ำตาลกลูโคส				

หมายเหตุ

การบันทึกผลการทดลอง ถ้าทดสอบแล้วเป็นสีเค็ง ให้คำเครื่องหมาย

- ลงในตาราง

ถ้าเปลี่ยนเป็นสีอื่น ก็บันทึกสีที่สังเกตได้ (คำว่า "สีอื่น" ในที่นี้ หมายถึง สีที่เปลี่ยนไปจากเดิม ไข่ไข่สีผสม)

โปรแกรมตอนที่ 3

1. นักเรียนโกหกสอบแป้งและน้ำตาล ซึ่งเป็นอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตแล้ว

แป้ง จะเปลี่ยนเป็นสี เมื่อถูกกับ

น้ำตาลจะ เปลี่ยนเป็นสี เมื่อถูกกับ

2. จากการทดลอง แป้งและน้ำตาลกลูโคส ซึ่งต่างก็เป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต แต่ให้ผลการทดลองแตกต่างกัน

ถ้านักเรียนต้องการทดสอบแป้ง จะใช้สารอะไรทดสอบ

ถ้าต้องการทดสอบน้ำตาล ใช้สารอะไรทดสอบ

น้ำเงินเข้ม - สารละลาย

ไอโอดีน

สีแสด, สีน้ำตาลแดง - สาร

ละลายเบเนดิกต์

3. คนที่เป็นโรคเบาหวาน จะมีน้ำตาลถูกขับออกมากับปัสสาวะ และสามารถทดสอบได้โดยใช้สารละลายเบเนดิกต์

คนที่เป็นโรคเบาหวาน เมื่อนำปัสสาวะไปทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ จะได้สี

สารละลายไอโอดีน

สารละลายเบเนดิกต์

4. แป้งและน้ำตาล เป็นอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตซึ่งให้พลังงานแก่ร่างกาย หากร่างกายได้รับไม่เพียงพอ ก็จะทำให้ร่างกายไม่สมบูรณ์ อาหารพวกนี้มีมากในข้าว น้ำตาล เนื้อมัน นักเรียนคิดว่า คนไทยเราได้รับอาหารพวกนี้เพียงพอหรือไม่

สีน้ำตาลแดง

5. โปรตีน เป็นอาหารที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิต เพราะให้พลังงาน และยังเป็นสารสำคัญที่ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ร่างกายเราได้รับโปรตีนจากอาหารพวกเนื้อสัตว์ ปลา ไข่ นม และพืชตระกูลถั่ว เป็นต้น

ส่วนมากเพียงพอ

ถ้าเราหาบ่วยใหม่ ๆ ควรกินอาหารพวก

เพราะ

6. นักเรียนคงเคยได้ทราบจากหนังสือพิมพ์ว่า เด็กชนบท

บางคนเป็นโรคขาดโปรตีน

นั่นก็แสดงว่า เด็กที่ขาดโปรตีนนั้น ได้รับอาหารพวก
โปรตีนเพียงพอ

โปรตีน

เพราะช่วยซ่อมแซมส่วนที่
สึกหรอ

7. ถาร่างกายขาดโปรตีน จะทำให้ร่างกายเติบโตช้า

เด็กที่ขาดโปรตีน นอกจากจะไม่เจริญเติบโตแล้ว ยังอ่อนแอ ถูกร
โรคได้ง่าย บางรายก็ผอมแห้ง บางรายก็ตัวบวม ผิวหนังกร้าน
นอกจากนี้ ยังทำให้สติปัญญาเสื่อมอีกด้วย

นั่นก็แสดงว่า โปรตีนช่วยทำให้ร่างกาย

ปลา ไข่ นม และพืช
ตระกูลถั่ว

8. ให้นักเรียนไปที่โต๊ะทดลองที่ว่าง แล้วทำการทดลอง

เจริญเติบโต

ที่ 2

การทดลองที่ 2 การทดสอบโปรตีน

วิธีทำ 1. ใส่ไข่ขาวลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด ๆ
ละ 2 ลบ.ซม.

2. หยดสารละลายไอโอดีน 2 หยดลงในหลอดที่ 1 และ
สารละลายไบยูเรต 10 หยดลงในหลอดที่ 2 สังเกตและบันทึก
ผลการเปลี่ยนแปลง

3. หยดสารละลายเบเนดิกต์ 5 หยดลงในหลอดที่ 3 นำไป
ต้มในกระป๋องนม ซึ่งมีน้ำเดือดประมาณ 100 ลบ.ซม. เป็นเวลา
5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

4. ไข่ขาวจำนวนเล็กน้อยนำไปมาทำกับกระดามสีขาวประมาณ
5 - 6 ครั้ง แล้วบดกระดามขึ้นให้แสงผ่าน สังเกตว่าโปร่งแสงหรือ
ไม่ แล้วบันทึกผลลงในตาราง

5. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1 - 4 แต่เปลี่ยนไข่ขาวเป็น
นม ไข่ประมาณ 2 ลบ.ซม.

หมายเหตุ ในการบันทึกผลการทดลอง ถ้าทดสอบแล้วเป็นสีเค็ม ให้
ทำเครื่องหมาย - ลงในตาราง ถ้าเปลี่ยนเป็นสีอื่นกับบันทึกสีที่สังเกตได้

7. ~~ให้นักเรียนไปที่โต๊ะทดลองที่ว่าง แล้วทำภารกิจทดลองที่ 3 -~~
~~การทดลองที่ 3 การทดสอบไขมัน~~

~~วิธีทำ 1. ใส่น้ำมันมะพร้าวลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด ๓~~
~~ละ 2 ลบ.ซม.~~

~~2. หยดสารละลายไอโอดีน 2 หยดลงในหลอดที่ 1 และสาร~~
~~ละลายไบยูเรต 10 หยดลงในหลอดที่ 2 สังเกตและบันทึกผลการ~~
~~เปลี่ยนแปลง~~

~~3. หยดสารละลายเบเนดิกต์ 5 หยดลงในหลอดที่ 3 นำไปต้ม~~
~~ในกระป๋องนมซึ่งมีน้ำเดือดประมาณ 100 ลบ.ซม. เป็นเวลา 5 นาที~~
~~สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล~~

~~4. ใส่น้ำมันมะพร้าวจำนวนเล็กน้อยลงไปมากับกระดาษสีขาว~~
~~ประมาณ 5 - 6 กรัง แล้วยกกระดาษขึ้นให้แสงผ่าน สังเกตว่า โปร่ง~~
~~แสงหรือไม่ แล้วบันทึกผลลงในตาราง~~

หมายเหตุ

ในการบันทึกผลการทดลอง ถ้าทดสอบแล้วเป็นสีเดิมให้ทำเครื่องหมาย - ลงในตาราง ถ้าเปลี่ยนเป็นสีอื่นก็ให้บันทึกสีที่สังเกตได้

ตารางบันทึกผลการทดลอง ให้ใช้ตารางเกี่ยวกับการทดลองที่ 1

1. ป้องกันความหนาว
2. ละลายวิตามินบางชนิด เพื่อช่วยในการดูดซึม

โปรแกรมตอนที่ 5

1. ไขมัน เป็นอาหารที่ได้จากพวกเนื้อสัตว์ ปลา น้ำมันพืชต่าง ๆ
เช่น ถั่ว มะพร้าว เป็นต้น
น้ำมันมะพร้าวที่นำมาใช้ในการทอดที่ 3 ก็เป็นอาหารพวก

2. ในการทดลองที่ 3 น้ำมันมะพร้าวเมื่อถูกกับกระดาษ จะทำให้รอ ไขมัน
ถนั้น ไขมัน

3. ถ้าต้องการจะทดสอบว่า อาหารชนิดนั้นจะเป็นอาหารพวกไขมัน โปร่งแสง
หรือไม่ เรามีวิธีทดสอบง่าย ๆ ดังนี้

4. จากการที่นักเรียนได้ทดสอบอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน
และไขมันมาแล้ว และนักเรียนก็ผลไว้ในตารางบันทึกผลการทดลอง เกี่ยวกับ
นักเรียนเปรียบเทียบกับว่า อาหารชนิดใดอีกบ้างที่ให้นักเรียนทดสอบ
กับสารละลายเบเนดิกต์เหมือนน้ำตาลกลูโคส

4 5. น้ำมัน นอกจากจะทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ได้สี
แล้ว ยังทดสอบกับ

โคสิ อีกด้วย

5 6. น้ำมัน เมื่อทดสอบกับสารละลายไบยูเรต โคสิม่วง เช่น
เดียวกันกับ

6 7. นั่นก็หมายความว่า ไข่ขาวและนมซึ่งเป็นอาหารจำพวก
โปรตีนหาปฏิกิริยากับสารละลายไบยูเรต โคสิม่วง

ดังนั้น ถ้าต้องการทราบว่า อาหารชนิดใดมีโปรตีน หรือ
ไม่ ต้องทำดังนี้

ใช้อาหารที่ต้องการทดสอบจำนวนเล็กน้อย ๑
ไปมากับกระดาษสีขาว
ประมาณ 5 - 6 ครั้ง
แล้วยกกระดาษขึ้นให้
แสงผ่าน ถ้าโปร่งแสง
ก็แสดงว่า เป็นอาหาร
พวกไขมัน

น้ำมัน

สีแสด - สารละลาย
ไบยูเรต - ม่วง
ขาว

18. น้ำตาลกลูโคส สามารถทดสอบได้กับสารละลายเบเนดิกต์เป็นสีน้ำตาลแดง และอาหารชนิดใดก็ตาม เมื่อทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ได้สีน้ำตาลแดง ก็แสดงว่า อาหารนั้น เป็น น้ำตาล

89. น้ํานมทดสอบกับสารละลายไบยูเรตให้สีม่วง นั่นก็แสดงว่า ในน้ํานมมีโปรตีนอยู่ เมื่อน้ํานมไปทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ได้สีน้ำตาล

910. นั่นก็แสดงว่า ในน้ํานม นั้น นอกจากจะมีโปรตีนอยู่แล้ว ยังมี น้ำตาล

1011. ในน้ํานม มีโปรตีน ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายไบยูเรต จะให้สีม่วง แต่ในขณะเดียวกัน ในน้ํานมก็จะมีน้ำตาลอยู่ด้วย น้ำตาลที่มีอยู่ในน้ํานม นั้น เป็นน้ำตาลแลคโตสซึ่งมีสมบัติเหมือนน้ำตาลกลูโคส ที่ เมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์แล้ว ได้สีน้ำตาล

1112. จากการที่นักเรียนได้ศึกษาบทเรียนนี้มาแล้ว นักเรียนคงทราบแล้วว่า อาหารหมายถึง สิ่งที่เรากินเข้าไปแล้วเกิดประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น ช่วยส่งเสริมความเจริญของร่างกายและช่วยซ่อมแซมอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่สึกหรอให้มีสภาพปกติ

อาหารที่ทานานี้ ไค้แก

1213. อาหารโปรตีนมีความสำคัญมาก ดังนั้นในวันหนึ่ง ๆ เราควร , โปรตีน จะไค้กินอาหารจำพวกนี้ด้วย

ตัวอย่างอาหารโปรตีน ไค้แก

1314. ถ้าเรากินอาหารโปรตีนอย่างเพียงพอ ก็จะทำให้ร่างกายเจริญ เนื้อ นม ไข่ ถั่วต่าง ๆ เป็นปกติ ถ้าร่างกายขาดโปรตีน จะทำให้ร่างกายเติบโตช้า เด็กที่ขาดโปรตีน นอกจากจะทำให้สติปัญญาเสื่อมแล้ว นักเรียนก็รู้ว่า ลักษณะของเด็กพวกนี้จะมีลักษณะอย่างไรบ้าง

1415. ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งของอาหาร ก็คือ ให้ความร้อนและพลังงานแก่ร่างกาย อาหารที่ให้ประโยชน์ทางค่านี้ ได้แก่ อาหารพวก	อ่อนแอ ติดโรคได้ง่าย ยอมแพ้ ผิวหนังกร้าน เป็นต้น
1516. การโบไฮเดรต ได้แก่อาหารจากพวกแป้ง และ	การโบไฮเดรตและ ไขมัน
1617. อาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล เช่น น้ำตาลทราย เนื้อมะพร้าว เป็นต้น ในนักเรียนบอกมาอีก 2 ชื่อ	น้ำตาล
1718. ร่างกายของพวกเราจะเก็บไขมันไว้ตามใต้ผิวหนัง ทำหน้าที่ป้องกันความหนาวจากอากาศภายนอก ทำให้ร่างกายอบอุ่น อาหารจำพวกไขมัน เช่น	ข้าว มัน
1819. นอกจากไขมันจะทำหน้าที่ป้องกันความหนาวจากอากาศภายนอกแล้ว ยังช่วยละลายวิตามินบางชนิดซึ่งละลายในไขมัน เพื่อช่วยในการดูดซึมด้วย นั่นคือ ถ้าร่างกายขาดไขมัน ก็จะทำให้ร่างกาย	น้ำมันจากพืชและสัตว์
1920. อาหารพวกไขมันและคาร์โบไฮเดรต หากร่างกายได้รับไม่เพียงพอ ก็จะทำให้ร่างกายไม่สมบูรณ์ ส่วนมากคนไทยเราได้รับอาหารพวกนี้เพียงพอแล้ว จึงไม่ค่อยมีปัญหามากนัก เท่าที่นักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องอาหารมาแล้ว นักเรียนคงจะนำความรู้ที่ได้รับนี้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของนักเรียนได้อย่างสุขสบายตามอัธยาศัยของตนเอง	วิตามิน

8. เราอาจกล่าวได้ว่า ธาตุที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของคาร์บอน ไฮโดรเจน และอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน มีอยู่ 3 ธาตุ คือ ออกซิเจน

9. สำหรับอาหารพวกโปรตีน นอกจากจะมีคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจนแล้ว ยังมีธาตุสำคัญเป็นส่วนประกอบ คือ ไนโตรเจน และอาจมีกำมะถันปนอยู่ด้วย ออกซิเจน

ถ้าให้ C เป็นสัญลักษณ์ของคาร์บอน

H, O เป็นสัญลักษณ์ของไฮโดรเจนและออกซิเจน
ตามลำดับ

N, S เป็นสัญลักษณ์ของไนโตรเจนและกำมะถัน
ตามลำดับ

เราสามารถเขียนธาตุที่เป็นสัญลักษณ์ของโปรตีนได้ ดังนี้

10. ในทำนองเดียวกัน ธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ก็สามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ ดังนี้ $CHONS$

11. ในอาหารการโบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน นอกจากจะมีธาตุสำคัญ 3 ธาตุที่กล่าวมาแล้ว ยังมีแร่ธาตุอื่น ๆ อีก เมื่อเรากินอาหารเข้าไป ร่างกายก็จะไ้แร่ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้ $CHIO$

นั่นก็คือ ถ้านักเรียนต้องการให้ร่างกายได้รับแร่ธาตุต่าง ๆ ครบ นักเรียนจะต้องกินอาหารให้ครบทุกประเภท

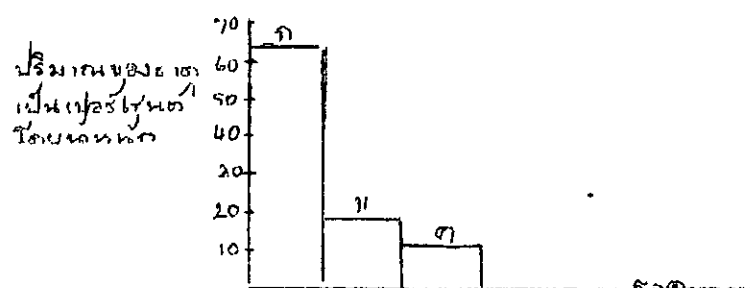
โปรแกรมตอนที่ 7

1. ให้นักเรียนพิจารณารายการแสดงปริมาณของธาตุต่าง ๆ
ในร่างกายของคน ดังต่อไปนี้

ธาตุ	ปริมาณ (กรัม/100 กรัมของน้ำหนัก)
ออกซิเจน	65
คาร์บอน	18
ไฮโดรเจน	10
ไนโตรเจน	3
แคลเซียม	1.5
ฟอสฟอรัส	1.0
โปแตสเซียม	0.35
กำมะถัน	0.25
โซเดียม	0.15
คลอรีน	0.15
มีกเนเซียม	0.05
เหล็ก	0.004
ไอโอดีน	0.00004

ในร่างกายของคน มีธาตุอะไรมากที่สุดและธาตุอะไรน้อย
ที่สุด

2. กราฟต่อไปนี้ แสดงปริมาณเปรียบเทียบของธาตุ 3 ชนิด
ในร่างกายของคนเรา



ธาตุ ก. คือธาตุอะไร และมีกี่เปอร์เซ็นต์

ออกซิเจน
ไอโอดีน

3. จากกราฟในข้อ 2

ธาตุ ข. กี่กรัม มี เปอร์เซนต์

ออกซิเจน

ธาตุ ค. กี่กรัม มี เปอร์เซนต์

65 เปอร์เซนต์

4. นักเรียนทราบจากตารางแล้วว่า คนเราที่มีออกซิเจน
อยู่ 65 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก ดังนั้น ถ้าน้ำหนัก 40 กิโลกรัม จะมี
ออกซิเจนอยู่กี่กรัม

คาร์บอนมี 18 เปอร์เซนต์

ไฮโดรเจนมี 10 เปอร์เซนต์

5. จากตารางในข้อ 1 ถ้านักเรียนคนหนึ่งหนัก 50 กิโล
กรัม จะมีธาตุแคลเซียมหนักกี่กรัม

26 กิโลกรัม

6. ในร่างกายของคนเรามีธาตุไอโอดีนอยู่ 0.00004
กรัมใน 100 กรัม เด็กชายคนหนึ่ง 50 กิโลกรัม จะมีธาตุไอโอดีน
กี่กรัม

.75 กิโลกรัม

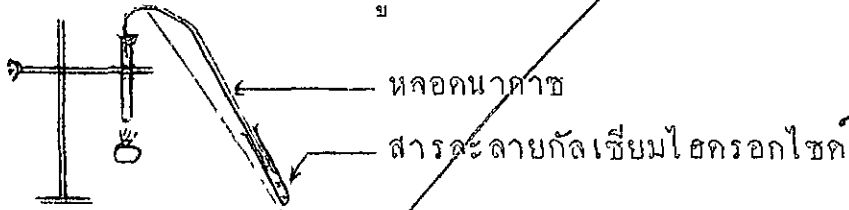
7. ในร่างกายของคนเรา มีธาตุต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบ
หลายชนิด นอกจากธาตุที่แสดงในตารางแล้ว ยังมีแร่ธาตุอื่น ๆ
ที่วิเคราะห์ได้ แต่มีจำนวนน้อยมาก เช่น ทองแดง ฟลูออรีน
แมงกานีส สังกะสี เป็นต้น

.2 กรัม

โปรแกรมตอนที่ 8

1. ก่อนที่นักเรียนจะทำการทดลองเรื่อง "อาหารประกอบควย ราชูอะไรบ้าง ให้นักเรียนหาเพื่อนที่จะทำการทดลองนี้อีก 2 คนเพื่อใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ร่วมกันทั้ง 3 คน แต่การบันทึกผลการทดลองให้แต่ละคนบันทึกผลด้วยตนเอง

2. การตั้งเครื่องมือ ให้ทำตามรูป ดังนี้



3. ให้นักเรียนเอาหลอดนาตาชออกจากสารละลายกลีเซอรอลไฮดรอกไซด์ก่อนที่จะเอาตะเกียงออก มิฉะนั้น สารละลายจะไหลกลับไปในหลอดทดลองที่กำลังร้อน จะทำให้หลอดแตกได้

4. ให้นักเรียนอ่านวิธีดำเนินการทดลองให้เข้าใจ ลงมือทำอย่างระมัดระวัง และติดตามผลการทดลองอย่างใกล้ชิด

การทดลอง เรื่องอาหารประกอบควยราชูอะไรบ้าง

วิธีทำ 1. ใส่ น้ำตาล 1 ช้อนเบียร์ 2 ลงไปในหลอดทดลองขนาดใหญ่

2. ใช้จุกที่มีหลอดนาตาชเสียบติดอยู่ปิดปากหลอด ให้ปลายหลอดนาตาชอีกข้างหนึ่งจุ่มลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก ซึ่งมีสารละลายกลีเซอรอลไฮดรอกไซด์ประมาณ 2 ลบ.ซม. บรรจุอยู่

3. จัดตั้งเครื่องมือ ดังข้อ 2 แล้วเผา น้ำตาลในหลอดประมาณ 2 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหลอดทั้งสอง

4. ทำการทดลอง เช่นเดียวกันกับข้อ 1 - 3 แต่เปลี่ยน น้ำตาลเป็นหญ้าแห้งป่น แป้งมัน ไข่ขาวสุกบด (ให้บดไข่ขาวสุกและหญ้าแห้งเตรียมไว้) บันทึกผลการทดลองลงในตาราง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สาร	ลักษณะของสาร		การเปลี่ยนแปลงของสาร ละลายกลีเซอรอลไฮดรอกไซด์
	ก่อนเผา	หลังเผา	
1	1	1	1

ใน นวัตกรรม, "ร่วมใจ" ให้ทุกคน, ผู้รับผิดชอบ

วันที่ 17 ธันวาคม 2017
หน้า 206 ของ 207

โปรแกรมตอนที่ 8 1. ในการเผาอาหาร สารสีค่าที่ใด คือ ชาติ นอกจากนี้ ยังได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำอีกด้วย	
2. จากผลการทดลองที่นักเรียนได้ทดลองมาแล้ว มีการเปลี่ยนแปลงของสารละลายกลีเซอรีนไฮดรอกไซด์เกิดขึ้น แสดงว่า ก๊าซที่ได้จากการเผาอาหารทั้งสองอย่าง คือ ก๊าซ	คาร์บอน
3. ก๊าซในข้อ 3 ประกอบด้วยธาตุ และ	การคาร์บอนไดออกไซด์
4. ในขณะที่เผาสาร นักเรียนเห็นหยกของเหลวเกาะอยู่ ข้างหลอด ถ้าสงสัยว่า หยกของเหลวคืงกล่าว ใช้น้ำหรือไม่ จะ ทำการทดสอบได้ ดังนี้ ใช้น้ำแทนแก้วตะหยกของ เหลวที่จับอยู่ข้าง หลอดทดลอง แล้วทดสอบกับคอปเปอร์ซัลเฟตที่ไม่มีน้ำ เรียกว่า แอนไฮดรัสคอปเปอร์ซัลเฟต ซึ่งจะเปลี่ยนสีจากสีขาวเป็นสีฟ้า	คาร์บอนและออกซิเจน
5. ของเหลวในข้อ 4 ถ้าทำการทดสอบตามข้อ 4 แอนไฮดรัสคอปเปอร์ซัลเฟต จะเปลี่ยนสีจากสีขาวเป็นสีฟ้า แสดงว่า ของเหลวนั้น คือ ซึ่งประกอบด้วยธาตุออกซิเจน และ	
6. จากการที่นักเรียนได้ทำการทดลองมานั้น จะเห็นว่า ไม่ว่าจะเป็นน้ำตาล หนุ่ยแห้งป่น แป้งมัน ไข่ขาวสุก จะมีธาตุ คาร์บอน ออกซิเจนและไฮโดรเจน เป็นส่วนประกอบ นั่นก็คือ ธาตุที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอาหาร คือ (1) (2) (3)	น้ำ ไฮโดรเจน
7. ให้นักเรียนทำครกทดลองเรื่อง "ความสำคัญของ ธาตุกลีเซอรีนและฟอสฟอรัสในกระดูก โดยวิธีทดลอง การทดลองเรื่องความสำคัญของธาตุกลีเซอรีนและฟอสฟอรัส ในกระดูก	(1) คาร์บอน (2) ออกซิเจน (3) ไฮโดรเจน

ใส่กระดูกลงไปในหลอกทดลองขนาดใหญ่ 2 หลอก ๆ ละอัน
เทกรรไฮโครกลอริก 25 ลบ.ซม. ลงไปในหลอกทดลองและ
อีกหลอกหนึ่งใส่น้ำปริมาณเท่ากัน ใช้จุกปิดหลอกทดลองทั้งสอง
2. เก็บหลอกทดลองทั้งสองไว้ 1 วัน แล้วนำกระดูกมาล้างให้
สะอาด
3. ล้างกระดูกทั้งสอง แล้วเปรียบเทียบผล
4. ใส่คัลเซียมฟอสเฟตลงไปในหลอกทดลองขนาดกลาง 2
หลอก ๆ ละ 1 ซอนเบอร์ 2 เติมกรรไฮโครกลอริกลงในหลอก
ที่ 1 และน้ำในหลอกที่ 2 อย่างละ 5 ลบ.ซม. เช้าหลอกทั้ง
สอง สังเกตและบันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

รายการ	การเปลี่ยนแปลง เมื่อแช่ไว้ในน้ำ	การเปลี่ยนแปลง เมื่อ แช่ไว้ในกรด
กระดูกไก่ คัลเซียมฟอสเฟต	แข็ง หักเป็นท่อนๆ ได้ แตกตะกอน	นุ่ม ละเอียด ได้วางตะกอนบน กระดาษ
8. การทดลองนี้ มีการใช้กระดูกไก่ นักเรียนคิดว่า กระดูกไก่ ที่จะนำมาทดลองนั้น จะใช้กระดูกไก่ที่ชำแหละเนื้อออกแล้วนำมาใช้ ทันทีเลยหรือไม่ เพราะเหตุใด .		
9. นอกจากกระดูกไก่แล้ว กระดูกสัตว์ชนิดอื่นที่สามารถนำมา ใช้แทนกระดูกไก่ได้ คือ .		
10. นักเรียนลองคิดว่า ในการทดลองนี้ เราไม่ใช้กระดูกหมู เพราะ .		

ไม่ได้ จะต้องซดเนื้อ
ออกให้หมด แล้วล้าง
ให้สะอาดก่อนนำไป
ทดลอง

กระดูกกบหรือกวางปลา
ที่แข็ง ๆ

11. กรรณที่นำมาใช้ในการทดลอง คือ

เป็นกระดุกใหญ่ ใส่ในหลอด
ทดลองไคยาก
ไฮโดรคลอริก

12. การทดลองนี้ ต้องทิ้งกระดุกไว้ในกรรณและในน้ำ
เป็นเวลา

13. ให้นักเรียนหาเพื่อนที่จะทำการทดลอง-รวมกันอีก
5 คน เพื่อทำการทดลองเรื่องนี้ด้วยกัน แต่เวลานั้นก็งดการ
ทดลอง ใน แต่ละคนทำควยตัวของตัวเอง

1 วันหรือ 1 คืน

14. เมื่อนักเรียนหาเพื่อนไคครบ 5 คนแล้ว ให้ทำการ
ทดลอง เรื่อง "ความสำคัญของรากดูดซึมและพอสฟอรัสใน
กระดูก" โดยทำเฉพาะข้อ 1 ส่วนข้อ 2, 3 และ 4 ให้มา
ทำเมื่อมีเวลาว่างในวันรุ่งขึ้น

โปรแกรมตอนที่ 10

13 x. คัดเลือกฟอสเฟตที่นักเรียนนำมาใช้ในการทดลองนั้น นอกจากจะมี
จะมีธาตุคัลเซียมแล้ว ยังมีฟอสฟอรัสและออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอีก
ด้วย

ในกระดูกมีคัลเซียมฟอสเฟต นั่นก็คือ จะมีธาตุ
อยู่ด้วย

142. นักเรียนจะเห็นว่า ธาตุคัลเซียม ฟอสฟอรัสและออกซิเจนนี้อยู่
ในรูปของสารประกอบ สำหรับธาตุอื่น ๆ ที่ร่างกายต้องการนั้นก็อยู่ในรูป
ของสารประกอบเช่นเดียวกัน เพราะร่างกายจะใช้ธาตุเหล่านี้ให้เป็น
ประโยชน์ได้ ก็ต่อเมื่ออยู่ในรูปของ
เท่านั้น ร่างกายไม่สามารถนำธาตุบริสุทธิ์ไปใช้เป็นประโยชน์ได้

153. ธาตุคัลเซียม ฟอสฟอรัสและออกซิเจน เมื่ออยู่ในรูปของสาร
ประกอบแล้ว เราเรียกชื่อว่า

164. ตารางต่อไปนี้ จะช่วยให้นักเรียนทราบแหล่งที่มา ตลอดจนความ
สำคัญของแร่ธาตุต่าง ๆ ที่คนเราอาศัยขึ้น
ตารางแสดงแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุบางอย่างที่สำคัญ

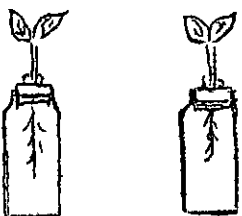
แร่ธาตุ	ความสำคัญ	แหล่งอาหาร
คัลเซียม	เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกระดูกและฟัน ช่วยควบคุมการทำงานของหัวใจ ระบบ ประสาทและกล้ามเนื้อ เป็นธาตุที่จำเป็น ในการแข็งตัวของเลือด	นํ้านม เนื้อ ไข่ และ พืชต่าง ๆ
ฟอสฟอรัส	ช่วยในการสร้างกระดูกและฟัน การคุ ซึมของคาร์โบไฮเดรต การสร้างเซลล์ สมองและประสาท	นํ้านม เนื้อ ไข่ พืชต่าง ๆ
เหล็ก	เป็นส่วนประกอบของฮีโมโกลบินในเม็ด เลือดแดง ถ้าขาดทำให้เกิดโรคโลหิตจาง	ตับ เนื้อวัว ตับ สีเข้ม ไข่แดง
ไอโอดีน	ช่วยในการเจริญเติบโตและป้องกันโรค คอพอก	อาหารทะเลและ เกลือสมุทร

คัลเซียม ฟอสฟอรัส
และออกซิเจน

สารประกอบ

คัลเซียมฟอสเฟต

โซเดียม มักเนเซียม	รักษาปริมาณน้ำในเซลล์ในกรณีที่ ช่วยการทำงานของกล้ามเนื้อ ระบบประสาท	เกลือ เนื้อวัว นำนม	
โพแทสเซียม กำมะถันและ ไนโตรเจน	ช่วยในการเจริญเติบโต จำเป็นสำหรับการสร้างโปรตีน ในร่างกาย	นํานม ไข่ เนื้อสัตว์ นม พืช ตระกูลถั่ว	
175. ธาตุที่จำเป็นสำหรับการสร้างโปรตีนในร่างกาย ได้แก่			
188. ถ้าบริโภคอาหารประเภทผัก ผักสีเขียวและไข่แดง จะเป็น โรค			กำมะถันและไนโตร เจน
197. อาหารที่ช่วยให้เลือดหนืดไหลเมื่อมีปากแผล ได้แก่			โรคโลหิตจาง
208. ถ้านักเรียนไม่บริโภคอาหารทะเลเลย อาจเกิดโรคคอพอก ทั้งนี้ เพราะ			นํานม เนื้อ ไข่และ พืชต่าง ๆ
219. คนส่วนมากที่อยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มักเป็นโรคคอ พอกมากกว่าคนที่อยู่ตามภาคอื่น ๆ มีวิธีแก้ไข ดังนี้			ซาคไโอไอดีน
2210. ผู้ที่เป็นโรคโลหิตจาง ควรเลือกบริโภคอาหารพวก			ให้คนในภานี้บริโภค เกลือทะเลบางแทนที่ จะไข่เกลือสินเธาว์ อย่างเคี้ยว
231. แร่ธาตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนี้ มีความสำคัญต่อมนุษย์และ สัตว์อย่างยิ่ง และแร่ธาตุเหล่านี้จะมีในอาหารต่างชนิดกัน เพราะฉะนั้น นักเรียนควรเลือกกินอาหารที่มีประโยชน์ และพยายามบริโภคอาหารให้ ร่างกายได้แร่ธาตุต่าง ๆ ครบ			

<u>โปรแกรมตอนที่ 11</u> 1. ผลจากการทดลองในข้อ 7 ของโปรแกรมตอนที่ 8 ปรากฏว่า กระดูกไก่ที่แชไว้ในกรดไฮโดรคลอริก จะ	
2. คัลเซียมฟอสเฟตละลายใน แต่ไม่ละลายใน	ออนและหักงอได้
3. ปฏิกริยาระหว่างคัลเซียมฟอสเฟตกับกรดไฮโดรคลอริก ปฏิกริยาระหว่างกระดูกไก่กับกรด ไฮโดรคลอริก	กรดไฮโดรคลอริก น้ำ
4. นักเรียนคงสรุปได้ว่า ในกระดูกไก่มีสาร เป็นองค์ประกอบ	จะ เหมือนกับ
5. จากข้อ 4 แสดงว่า ในกระดูกมีธาตุ เป็นองค์ประกอบ	คัลเซียมฟอสเฟต
6. คัลเซียมและฟอสฟอรัสเป็นธาตุสำคัญที่หาในกระดูกแข็งแรง ถ้าขาดธาตุ จะทำให้เป็นโรคกระดูกอ่อน	คัลเซียม ฟอสฟอรัส
7. แร่ธาตุต่าง ๆ มีความสำคัญต่อมนุษย์และสัตว์ สำหรับพืช ก็มีความต้องการเช่นเดียวกัน แต่ปริมาณและวิธีการใช้อาจแตกต่างกันออกไป ให้นักเรียนทำการทดลองเรื่อง "ความสำคัญของแร่ธาตุที่มีต่อพืช" <u>การทดลองเรื่องความสำคัญของแร่ธาตุที่มีต่อพืช</u> <u>วิธีทำ</u> 1. นำต้นถั่วอายุประมาณ 5 วันที่มีรากติดอยู่ และมีขนาดความสูง ตลอดจนจำนวนใบเท่า ๆ กันมา 2 ต้น เกิดใบเลี้ยงทั้ง ลำต้นที่ติดมากับรากออกให้หมด  2. นำขวดปากกว้าง ขนาดประมาณ 900 มล. ซม. มา 2 ใบ ขวดใบหนึ่งใส่น้ำกลั่นลงไปจนเกือบเต็ม อีกใบหนึ่ง	คัลเซียมและฟอสฟอรัส

เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเท่ากัน

3. เตรียมวุ้นสำหรับปิดปากขวดทั้งสอง เจาะจุลเป็นรูโต/ขนาด
เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 ซม. ปิดปากขวดให้แน่น

4. ใส่คนตัวคนที่ 1 ลงในขวดน้ำกลั่น ส่วนอีกคนหนึ่งใส่ลงไปใน
ขวดน้ำกลั่นที่มีปุ๋ย ให้รากจมลึกลงไปในขวด แต่ไม่แตะก้นขวด ใช้สาธิต
พันรอบคนตัว ปีกของจุลินทรีย์ให้ตั้งลาดนตรง (ดังรูป)

5. ตั้งขวดทั้งสองไว้ในที่มีแสงสว่างส่องถึง เป็นเวลา 3 สัปดาห์
สังเกตและบันทึกผลการเจริญเติบโตของคนตัวทั้งสองลงในตาราง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สัปดาห์ที่	คนตัวที่ปลูกในน้ำกลั่น			คนตัวที่ปลูกในน้ำผสมปุ๋ย		
	ความสูง ซม.	จำนวน ใบ	ลักษณะของ ใบและลำต้น	ความสูง ซม.	จำนวน ใบ	ลักษณะของ ใบและลำต้น

8. คนตัวที่ใช้ในการทดลอง อายุ _____ วัน ชวคที่นำมาใช้ในการทดลองทั้งสองชวคนั้น ชวคแรกใส่ ชวคที่สองใส่	
9. การใส่คนตัวลงในชวคทั้งสองนั้น จะต้องใส่ให้รากงมลึกลงไป ในชวค แต่ไม่แตะกันชวค ในการสังเกต ต้องสังเกตสิ่งต่อไปนี้ (1) . (2) . (3) .	5 วัน น้ำกลั่น น้ำปุ๋ยซึ่งมีความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์
10. ในการทดลองนี้ มีการควบคุมตัวแปร ดังต่อไปนี้ (1) . (2) .	(1) ความสูง (2) จำนวนใบ (3) ลักษณะของใบและลำต้น
11.	1. อาหาร ไร่ ปริมาณเท่ากัน 2. คนตัวต้องมีขนาด อายุ จำนวนใบ เท่ากัน

โปรแกรมตอนที่ 12-13-14

1. สารประกอบพวกหนึ่งที่ร่างกายต้องการเพียงเล็กน้อย แต่เป็นสารที่ขาดไม่ได้ เพราะช่วยในการทำงานและเพิ่มความต้านทานโรค สารประเภทนี้ ได้แก่ วิตามินต่าง ๆ

วิตามิน คือ .

2. วิตามินมีหลายชนิด แต่ละชนิดให้ประโยชน์ต่าง ๆ กัน ให้นักเรียนบอกชื่อวิตามินที่นักเรียนรู้จักมา 3 ชื่อ

(1) (2) (3) โรคกระดูกงอก

3. วิตามินเป็นสารประกอบที่ซับซ้อน ส่วนใหญ่พืชและแบคทีเรียเป็นผู้สร้าง ร่างกายขาดวิตามินก็จะทำให้เกิดโทษ วิตามินเป็นอาหารที่จำเป็น แต่ พลังงานในร่างกาย

4. นักเรียนคงได้ยินเสมอว่า สมและน้ามะนาวมีวิตามินซีอยู่มาก ให้นักเรียนอ่านการทดลองต่อไปนี้ให้เข้าใจ ไปยังโต๊ะทดลองที่ว่าง แล้วทำการทดลองอย่างระมัดระวัง และทำตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัด

การทดลอง เรื่อง การทดสอบวิตามินซี

วิธีทำ. ใส่น้ำแบ่งสุกลงไปในหลอดทดลองขนาดกลาง 4 หลอด ๆ ละ 2 ลบ.ซม.

2. หยดสารละลายไอโอดีนลงไปในแต่ละหลอด ๆ ละ 2 หยด สังเกตและบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่ได้

3. หยดสารละลายวิตามินซี 0.01 เปอร์เซ็นต์ ลงไปในหลอดที่ 1 จนกระทั่งสารละลายน้ำแบ่งไม่มีสีน้ำเงินเหลืออยู่ นำจำนวนหยดที่ใช้บันทึกผลลงในตาราง

4. ทำการทดลองซ้ำข้อ 3 แต่เปลี่ยนใช้หยคน้ามะนาว น้ำส้ม น้ำสับปะรด แทนสารละลายวิตามินซี ลงไปในหลอดที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ บันทึกผลลงในตาราง

ตารางบันทึกผลการทดลอง	
สารละลาย	จำนวนหยด
วิตามินซี ๖ น้ำมะนาว ๖ ๖ น้ำส้ม ๖ น้ำสับปะรด	
หมายเหตุ 1. ในการทดสอบแต่ละครั้ง จะต้องควบคุมปริมาณน้ำแบ่งและจำนวนสารละลายไอโอดีนที่ใช้ให้เท่ากันเสมอ 2. เวลาหยดวิตามินซี หรือสารละลายต่าง ๆ ควรหยดลงไปตรง ๆ อย่าให้ถูกกับข้างหลอด 3. ให้หลอดหยดเพียงอันเดียว 4. เมื่อทดสอบสารแต่ละอย่างเสร็จแล้ว ต้องล้างหลอดหยด โดยการบีบน้ำเข้า- ออกหลาย ๆ ครั้ง	

โปรแกรมตอนที่ 15

4. วิตามินซี มีวิธีทดสอบง่าย ๆ คือ หยดสารละลายของ
สิ่งที่ต้องการทดสอบลงไปบนน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีน แล้ว
สังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำแป้ง ถ้าน้ำแป้งเปลี่ยนจากสี
น้ำเงินเป็นไม่มีสี แสดงว่า

5. สิ่งที่ทำให้น้ำแป้งที่ถูกเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน โดยสารละลาย
ไอโอดีน กลับเป็นไม่มีสี คือ

6. ถ้าต้องการทดสอบว่า นามะนาวมีวิตามินซีหรือไม่ จะ
ทำการทดสอบง่าย ๆ ดังนี้ คือ

7. ตัวอย่างผลการทดลองที่นักเรียนบันทึกลงในตาราง

สารละลาย จำนวนหยดของสารละลาย

วิตามินซี 5

น้ำมะนาว 40

น้ำส้ม 13

น้ำสับปะรด 35

จากตาราง หมายความว่า จะต้องใช้น้ำมะนาว 40 หยด
หรือน้ำส้ม 13 หยด หรือน้ำสับปะรด 35 หยด จึงจะทำให้น้ำแป้ง
ผสมสารละลายไอโอดีนเปลี่ยนจาก เป็น

8. สารละลายวิตามินซีที่ใช้ในการทดลอง มีวิตามินซีอยู่

9. จากการทดลอง น้ำผลไม้ที่ใสจำนวนหยดลงไปบนน้ำแป้ง
ผสมสารละลายไอโอดีนมากเท่าใด แสดงว่า น้ำผลไม้ชิ้นนั้นมีวิตามิน
ซีน้อยลง เท่านั้น

จากการทดลอง น้ำผลไม้ใด จะมีวิตามินซีน้อยที่สุด

สารนั้นมีวิตามินซีอยู่

วิตามินซี

หยดน้ำมะนาวลงไปบนน้ำ
แป้งผสมสารละลายไอโอดีน
ถ้าน้ำแป้งเปลี่ยนจาก
สีน้ำเงินเป็นไม่มีสี แสดง
ว่า สารนั้นมีวิตามินซีอยู่

สีน้ำเงินเป็นไม่มีสี

0.01 เปอร์เซ็นต์

107. ถ้าต้องการทราบว่า ในสารใดมีวิตามินซีมากหรือน้อย อาจทำได้โดยเทียบจากจำนวนหยดที่สารนั้นเปลี่ยนสีน้ำเงินของ น้ำแบ่งเป็นไม่มีสี กับจำนวนหยดของวิตามินซีสังเคราะห์ ซึ่ง ทราบปริมาณความเข้มข้นของวิตามินซี จากตารางในข้อ 4 น้ำผลไม้ที่มีความเข้มข้นมากกว่า 0.01 เปอร์เซ็นต์คือ น้ำผลไม้ที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า 0.01 เปอร์เซ็นต์คือ	น้ำมะนาว
108. ในการทดสอบว่า สารใดมีวิตามินซีมากหรือน้อย จะต้องควบคุมปริมาณน้ำแบ่งและปริมาณสารละลายไอโอดีนที่หยด ลงไปให้เท่ากัน หลอดหยดที่ใช้ก็ต้องเท่ากันด้วย ในการทดลองที่ผ่านมา เราควบคุมในเรื่องหลอดหยด ดังนี้	น้ำผลไม้ที่มีความเข้มข้นมากกว่า 0.01 เปอร์เซ็นต์ไม่มี น้ำมะนาว น้ำส้ม น้ำสับปะรด มีความเข้มข้นน้อยกว่า 0.01 เปอร์เซ็นต์
109. ถ้า น้ำผลไม้ ก. มีวิตามินซีน้อยกว่า น้ำผลไม้ ข. เมื่อ เราใช้จำนวนหยดของน้ำผลไม้ 2 ชนิดนี้ จำนวน 7 หยดเท่ากัน ไปหยดลงในสารละลายระหว่างน้ำแบ่งผสมสารละลายไอโอดีน ปริมาณ 15 หยดเท่ากัน ความแตกต่างที่เกิดขึ้น จะสังเกตเห็น ได้ ดังนี้	ใช้หลอดหยดเพียงอันเดียว
110. ถ้าเราทดลองตามข้อ 9 สิ่งที่เราต้องควบคุม มี (1) (2)	น้ำแบ่งผสมสารละลายไอโอดีน ที่หยดน้ำผลไม้ ก. ลงไปจะมี สีน้ำเงินหลงเหลืออยู่หรือมีสีน้ำเงินเข้ม ส่วนน้ำแบ่งผสมสารละลายไอโอดีนที่หยดน้ำผลไม้ ข. ลงไปจะไม่มีสีหรือมีสีน้ำเงินจางกว่า

14. จากตารางในข้อ 7 ให้นักเรียนเรียงลำดับสารละลายที่มีปริมาณวิตามินซีจากมากไปหาน้อย

(1) ปริมาณน้ำแบ่ง
(2) ปริมาณของสารละลาย
ไอโอดีน

15. ถ้าเราจะตรวจสอบปริมาณวิตามินซีของอาหาร ทั้งแต่สองอย่างขึ้นไป โดยควบคุมจำนวนหยดของน้ำผลไม้ที่นำมาทดลองให้เท่ากัน แล้วหยดสารละลายของน้ำแบ่งผสมสารละลายไอโอดีนลงไป จนกว่าจะไม่เปลี่ยนสี (คือ เป็นสีน้ำเงินของน้ำแบ่งผสมไอโอดีน) ให้นักเรียนคิดว่า อาหารที่มีวิตามินซีมากกว่า เราต้องหยดสารละลายของน้ำแบ่งผสมไอโอดีนมาตหรือน้อยกว่า

น้ำสม น้ำสับปะรด น้ำมะนาว

16. การทดสอบวิตามินซีในน้ำผลไม้ เราจะใช้น้ำผลไม้ชนิดใดก็ได้ เช่น น้ำแตงโม น้ำมะเขือเทศ น้ำมะละกอ เป็นต้น แต่เราต้องคั้นเอาน้ำผลไม้เหล่านี้ออก แล้วใส่น้ำขาวบางกรองเอากากออกไปให้เหลือแต่น้ำใส ๆ แล้วจึงนำน้ำใส ๆ ที่ได้นี้ไปใช้ในการทดลอง

มากกว่า

<u>โปรแกรมตอนที่ 16/10</u> 1. เราเคยเรียนเรื่องพืชกันมาแล้ว พืชต้องการน้ำและแร่ธาตุที่จะละลายอยู่ในน้ำ เพื่อการเจริญเติบโตและความแข็งแรง ธาตุที่สำคัญที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก คือ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม คัลเซียม แมกนีเซียมและกำมะถัน พืชต้องการน้ำและแร่ธาตุ เพื่อ	
2. ธาตุอื่น ๆ เช่น เหล็ก บังกานีส ทองแดง โบรอน พืชต้องการปริมาณน้อย ธาตุเหล็กจะเป็นองค์ประกอบและช่วยสร้างคลอโรฟิลล์ในพืช ถ้าขาด ใบจะมีสีเขียวเหลือง โดยเฉพาะ ใบอ่อนหรือยอดอ่อน นั่นก็คือ ธาตุที่พืชต้องการปริมาณน้อย แต่พืชจะ	การเจริญเติบโตและความแข็งแรง
3. คินทัว ๆ ไปมักจะมีปริมาณของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่เพียงพอแก่ความต้องการ ถ้านักเรียนต้องการให้พืชที่นักเรียนปลูกเจริญงอกงามดี จึงควรเพิ่มปุ๋ยที่มีธาตุ อยู่ด้วย	ขาดไม่ไค
4. ปุ๋ยที่เพิ่มในดินสำหรับการเพาะปลูก เป็นปุ๋ยซึ่งประกอบด้วยธาตุหลัก 3 อย่าง คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ซึ่งเรามักเรียกว่า ปุ๋ย NPK	ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม
5. ธาตุที่ประกอบเป็นปุ๋ย NPK นี้ จะมีอยู่ในดินในรูปของสารประกอบที่ละลายได้ในน้ำ และน้ำจะช่วยลำเลียงแร่ธาตุเหล่านี้เข้าสู่รากและลำต้น นั่นก็คือ น้ำมีความสำคัญต่อพืชประการหนึ่ง คือ ช่วย	
6. จะเห็นได้ว่า น้ำ นอกจากจะมีความสำคัญในการสังเคราะห์แสง คือ ให้ธาตุไฮโดรเจนแก่พืชแล้ว ยังมีส่วนช่วยลำเลียง เข้าสู่ และ ของพืชอีกด้วย	ช่วยลำเลียงแร่ธาตุที่มีอยู่ในดินเข้าสู่รากและลำต้น

7. ในพื้นที่ที่แห้งแล้ง พืชไม่อาจเจริญเติบโตได้ เพราะ

แร่ธาตุ - ราก -
ลำต้น

8. น้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อพืชมาก เช่นเดียวกับที่น้ำเป็นสิ่งจำเป็นต่อสัตว์ คือ นอกจากจะให้ธาตุไฮโดรเจนแก่พืชในการสังเคราะห์แสงแล้ว ยังมีส่วนช่วยลำเลียงแร่ธาตุเขาสู่รากและลำต้น

ซากน้ำที่จะช่วยลำเลียง
แร่ธาตุเขาสู่รากและ
ลำต้น

ถ้านักเรียนปลูกต้นไม้ ควรต้อง

9. ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม คัลเซียม แมกนีเซียมและกำมะถัน เป็นธาตุที่สำคัญที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก แต่ดินทั่ว ๆ ไป จะมีปริมาณของธาตุไม่เพียงพอแก่ความต้องการ

หมั่นรดน้ำแก่ต้นไม้
ควย

10. ธาตุที่สำคัญอีกสองธาตุ คือ คาร์บอนและออกซิเจน ซึ่งพืชได้จากอากาศทางปากใบ

ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส
และโพแทสเซียม

ปากใบอยู่ที่ส่วนใบของพืช

11. พืชได้แร่ธาตุส่วนใหญ่จากพื้นดิน และอีกส่วนหนึ่งได้จากอากาศทางปากใบ

ใบ

ตัวอย่างธาตุที่พืชได้จากพื้นดิน คือ (1)

(2)

ตัวอย่างธาตุที่พืชได้จากอากาศ คือ (1)

(2)

12. ให้นักเรียนศึกษาตารางต่อไปนี้			ธาตุที่พืชได้จากดิน 1. ฟอสฟอรัส 2. โพแทสเซียม ธาตุที่พืชได้จากอากาศ 1. คาร์บอน 2. ออกซิเจน
ตารางแสดงความสำคัญของธาตุ บางอย่างที่มีต่อพืช			
ธาตุ	ความสำคัญต่อพืช	ลักษณะของพืชที่ขาดธาตุชนิดนี้	
ไนโตรเจน	เป็นส่วนประกอบของโปรตีน บำรุงใบและต้นจากส่วนล่างขึ้นข้างบน พืชเจริญเป็นองค์ประกอบของสารที่ให้พลังงานสำคัญในกระบวนการหายใจ	ใบสีเหลือง ลำต้นเหลืองโดยเริ่มจากส่วนล่างขึ้นข้างบน พืชเจริญเติบโต ลำต้น กิ่งก้านเล็ก แคระแกรน ลำต้นเปราะหักง่าย ใบและลำต้นพืชบางชนิดจะมีสีม่วง	
ฟอสฟอรัส	ช่วยในการดูดคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วยให้เซลล์พืชอมน้ำอยู่เสมอ ทำให้พืชทนความแห้งแล้งบริเวณปลายใบ พืชมักจะล้มไถ่	ขอบใบเหลืองและกลายเป็นสีน้ำตาลหรือมีจุดเหลืองทั่วทั้งใบ เนื่องจากรากเน่า	
โพแทสเซียม	เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ และช่วยเร่งการทำงานของเอนไซม์ให้เร็วขึ้น	ใบอ่อนบิดเบี้ยวหรือขอบใบม้วนลงล่างและขาดเป็นริ้ว ๆ	
แคลเซียม	เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์	ใบเหลืองขณะที่เส้นใบยังคงมีสีเขียว อาจมีจุดสีขาวกระจายในใบทั่ว ๆ ไป ใบเปราะและหักง่าย	
แมกนีเซียม	เป็นองค์ประกอบของโปรตีน วิตามิน ทำให้พืชมีสีเขียวเข้ม	ใบสีเขียวย่นหรือเหลือง เริ่มจากส่วนยอดลงมา ยอดชะงักการเจริญเติบโต ลำต้นลีบ	
กำมะถัน			
13. ลักษณะของพืชที่มีใบสีเหลือง ลำต้นเหลือง พืชเจริญเติบโตช้า ลำต้น กิ่งก้านเล็ก แคระแกรน ลำต้นเปราะและหักง่าย เป็นพืชที่ขาด			

14. ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารที่ไหลพลังงานสำคัญในกระบวนการหายใจ คือ	ไนโตรเจน
15. ในฤดูร้อน อากาศร้อนมาก แต่พืชสวนมากก็ยังมีชีวิตอยู่ได้ สิ่งที่ทำให้พืชทนความแห้งแล้งได้คือ คือ	พอสพอรัส
16. ถ้าชาวโปดัสเซียม ขอบใบจะเหลืองและกลายเป็นสีน้ำตาล พืชมักจะล้มง่าย เนื่องจาก	โปดัสเซียม
17. ถ้านักเรียนสังเกตเห็นว่า คนพืชมีใบอ่อนบิกเขียวหรือขอบใบม้วนลงล่าง และชาวเป็นริ้ว ๆ นั่นก็หมายถึงว่า คนพืชนั้นขาดธาตุ	รากเน่า
18. กำมะถันเป็นองค์ประกอบของโปรตีน วิตามิน ทำให้พืชสีเขียวเข้ม ถ้าขาดจะทำให้	คัลเซียม
19. นักเรียนจะเห็นว่า พืชก็ต้องการแร่ธาตุเพื่อการเจริญเติบโต เช่นเดียวกับสัตว์ และความต้องการแร่ธาตุแต่ละชนิดนั้นก็มีความแตกต่างกัน แร่ธาตุนั้น พืชอาจจะได้จากพื้นดินทางรากและได้จากอากาศทางปากใบ	ใบมีสีเขียวอ่อนหรือเหลือง เริ่มจากส่วนยอดลงมา ยอดชะงักการเจริญเติบโต ลำต้นลีบ

<u>โปรแกรมตอนที่ ๑๗ 1)</u> 1. ทั้งพืชและสัตว์ต่างก็ต้องการแร่ธาตุ เพื่อการเจริญเติบโต นอกจากแร่ธาตุแล้ว ยังมีสารประกอบอีกพวกหนึ่ง ซึ่งร่างกายต้องการเพียงเล็กน้อย แต่เป็นสารที่ขาดไม่ได้ สารประเภทนี้ ได้แก่	
2. วิตามินมีหลายชนิด แต่ละชนิดให้ประโยชน์ต่าง ๆ กัน ถ้าร่างกายขาดวิตามินก็จะก่อให้เกิดโทษ เราสามารถทดสอบวิตามินได้ จากการที่นักเรียนได้ทำการทดลองมาแล้ว นักเรียนได้ทำการทดสอบ	วิตามินต่าง ๆ
3. วิตามินซี มีมากในมะเขือเทศ มะละกอ ผลไม้จำพวกส้ม และผักสีเขียว เช่น กะหล่ำปลี ถั่วฝักยาว เป็นต้น จากการทดสอบวิตามินซีที่ผ่านมา โดยใช้น้ำมะนาว น้ำสม น้ำสับปะรด น้ำผลไม้ที่มีวิตามินซีมากที่สุด คือ	วิตามินซี
4. เนื่องจากวิตามินซีละลายน้ำได้ง่าย และสลายตัวเมื่อได้รับความร้อน ดังนั้น เพื่อให้ร่างกายได้รับวิตามินซีมากที่สุด ควรเลือกกิน	น้ำส้ม
5. นั่นก็คือ ถ้าต้องการให้ร่างกายสมบูรณ์ และเพื่อให้ร่างกายได้รับวิตามินซี ควรกิน	ผักสด ๆ มากกว่าผักต้ม
6. วิตามินซีช่วยรักษาสุขภาพของฟันและเหงือก ทำให้ร่างกายแข็งแรง มีความต้านทานโรค มีมากในผักสีเขียว ผลไม้จำพวกส้ม มะละกอ กะหล่ำปลี มะเขือเทศ ถ้าอยากให้ร่างกายได้รับวิตามินซี ควรกินผลไม้ เช่น แทนของหวานเมื่อบริโภคอาหารเสร็จแล้ว	ผลไม้จำพวกส้มและผักสีเขียว
7. ถ้าร่างกายขาดวิตามินซี จะทำให้เกิดโรค เช่น เลือดออกตามไรฟัน เส้นเลือดฝอยเปราะ เป็นหวัดได้ง่าย เป็นต้น เพื่อป้องกันโรคดังกล่าว เราควร	ส้มหรือมะละกอ

8. ถ้ากินผลไม้จำพวกส้ม มะละกอ กระหล่ำปลี มะเขือเทศ เกิดประโยชน์ ดังนี้ (1) (2)	กินอาหารพวกผักสีเขียว และผลไม้จำพวกส้ม มะละกอ เป็นต้น
9. วิตามินเอ ช่วยบำรุงสายตา รักษาสุขภาพของผิวหนัง มีมากในตับ ไข่แดง นม ผัก และผลไม้ ถ้าต้องการให้สายตาดี ควรบริโภคอาหารพวก	1. ช่วยรักษาสุขภาพ ของฟันและเหงือก 2. ทำให้ร่างกายแข็งแรง มีความต้าน ทานโรค
10. ถ้าขาดวิตามินเอ จะทำให้ไม่สามารถมองเห็นได้ในที่ สลัว นัยน์ตาแห้งหรือตาอักเสบ มีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อตาขาว และตาคำ ผิวหนังแห้ง ถ้ามีนัยน์ตาของเราเกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อตาขาวและ ตาคำ แสดงว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ คือ	ตับ ไข่แดง นม ผักและ ผลไม้
11. ประโยชน์ของวิตามินเอ คือ	การขาดวิตามินเอ
12. วิตามินอีกชนิดหนึ่งที่ควรรู้จัก คือ วิตามินบีหนึ่ง ซึ่งช่วย บำรุงระบบประสาทและการทำงานของหัวใจ เราควรกินอาหาร พวก	ช่วยบำรุงสายตา รักษา สุขภาพของผิวหนัง
13. โทษของการขาดวิตามินบีหนึ่ง คือ เป็นโรคเหน็บชา เบื่ออาหาร ไม่มีแรง การเจริญเติบโตหยุดชะงัก คนที่ เป็นโรคเหน็บชานั้น เป็นเพราะ ร่างกายขาดวิตามิน	ขาวขอมมือ กับ นม ถั่ว ไข่ มันเทศ
14. โรคเหน็บชา เกิดจากการขาดอาหารพวก	บีหนึ่ง

15. วิตามินที่ช่วยในการเจริญเติบโตเป็นไปอย่างปกติ ทำให้ผิวหนัง ลื่น ตา มีสุขภาพดี แข็งแรง คือ วิตามินบีสอง ซึ่งมีในอาหารจำพวกไข่ นม เนื้อ ปลา ถั่ว ข้าว ผัก กล้วย ตามนี้นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว ทราบว่า คับนั้นนอกจากจะมีวิตามินบีสองแล้ว ยังมีวิตามินอีกด้วย	ข้าวซ้อมมือ คับ นม ถั่ว ไข่ มันเทศ
16. ถ้าขาดวิตามินบีสองแล้ว จะทำให้เกิดโรคปากนกกระจอก ผิวหนังแห้ง และแตก คื่นฉกเสบ สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดเป็นโรคปากนกกระจอก คือ การขาด	เอ, บีหนึ่ง
17. เพื่อป้องกันการขาดวิตามินบีสอง ควรกินอาหารจำพวก	วิตามินบีสอง
18. สำหรับวิตามินที่ช่วยในการทำงานของระบบย่อยอาหารและบำรุงผิวหนัง คือ วิตามินบีหนึ่ง ซึ่งมีในคับ นม ถั่วลิสง ถั่วเหลืองและเนื้อ นั่นคือ วิตามินบีหนึ่ง มีประโยชน์ ดังนี้ (1) (2)	ไข่ นม เนื้อ ปลา ถั่ว ข้าว ผัก กล้วย
19. ถ้าขาดวิตามินบีหก จะทำให้ผิวหนังแห้งและแตก ใจคอหุนหัน อ่อนแอ นั่นคือ ถ้านักเรียนบริโภคอาหารที่มีวิตามินบีหกแล้ว จะทำให้	1. ช่วยในการทำงานของระบบย่อยอาหาร 2. บำรุงผิวหนัง
20. ถ้านักเรียนใจคอหุนหัน อ่อนแอ ผิวหนังแห้งและแตก ควรบริโภคอาหารจำพวก	โรคผิวหนังแห้งและแตก ใจคอหุนหันและอ่อนแอหายไป

21. วิตามินเค เป็นวิตามินที่ช่วยให้ร่างกายดูดซึมธาตุแคลเซียม และฟอสฟอรัส เพื่อใช้สร้างกระดูก จะมีในอาหารจำพวกนม ไข่ ตับ น้ำมันตับปลา ถ้าขาดวิตามินชนิดนี้ ทำให้เป็นโรคกระดูกอ่อน

ประโยชน์ของวิตามินเค คือ

22. วิตามินเค มีในผักและตับ ช่วยให้อีกแข็งแรงตัวเร็ว ถ้าขาดวิตามินชนิดนี้ จะทำให้เลือดแข็งตัวช้า

ถ้าขาดวิตามินเค ทำให้

ช่วยให้ร่างกายดูดซึมธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส เพื่อใช้สร้างกระดูก

23. มีวิตามินชนิดหนึ่งที่ป้องกันโรคกระดูกอ่อนได้ วิตามินชนิดนั้น คือ

เลือดแข็งตัวช้า

24. นักเรียนทราบแล้วว่ วิตามินที่ป้องกันโรคกระดูกอ่อนได้ เพื่อป้องกันการขาดวิตามินเค นักเรียนควรกินอาหารพวก

วิตามินเค

25. ก่อนทำการผ่าตัดคนไข้ แพทย์จะให้วิตามินเคแก่คนไข้ เพราะ

นม ไข่ ตับ น้ำมันตับปลา

26. โทษของการขาดวิตามินเคและเค คือ จะทำให้เป็นโรคกระดูกอ่อนและเลือดแข็งตัวช้าตามลำดับ

ทำให้เลือดแข็งตัวช้า

โปรแกรมตอนที่ 18

1. ให้นักเรียนพิจารณาภาพข้างล่างนี้



หญิงในภาพมีอาการเบื่ออาหาร อ่อนเพลีย ขาด
 เกล็ดนํ้าตาล ขาดตามปลายมือปลายเท้า

นักเรียนคิดว่า หญิงในภาพนี้ เป็นโรค _____

และขาด _____

2. วิตามินบีหนึ่ง มีในอาหารจำพวก _____

เห็บชา
 วิตามินบีหนึ่ง

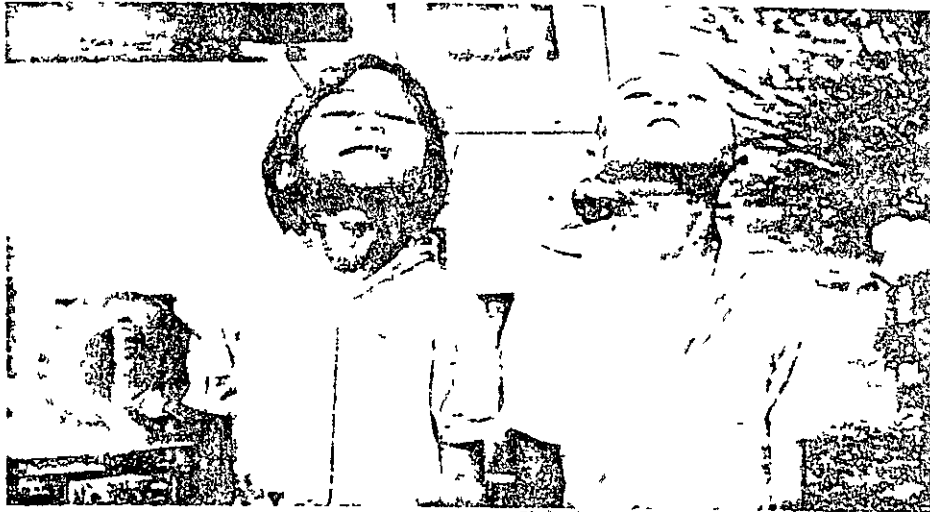
3. โทษของการขาดวิตามินบีหนึ่ง คือ _____

ข้าวซ้อมมือ กับ นม
 ถั่ว ไข่ มันเทศ

4. นักเรียนจะเห็นได้ว่า วิตามินบีหนึ่งนี้ คนเราจะ
 ได้รับจากอาหารที่เรารับประทานกันอยู่เสมอ เช่น ข้าวซ้อมมือ กับ
 นม ถั่ว ไข่ มันเทศ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้ร่างกายแข็งแรงและการทำงาน
 ของหัวใจ

ทำให้เป็นโรคเห็บชา
 เมื่ออาหาร ไม่มีแรง
 การเจริญเติบโตหยุด
 ชะงัก

5. โยนักเรียนดูภาพข้างล่างนี้



ภาพรูป เด็กนักเรียน 2 คนนี้ มีพฤติกรรมส่วนไหนของร่าง

กาย _____

6. นักเรียนจะเห็นว่า บริเวณลำคอของนักเรียน 2 คนนี้
โป่งพองออกมา คนที่มีลักษณะเช่นนี้ เราเรียกว่า _____

ลำคอ

7. นักเรียนที่เห็นในรูปข้อ 5. นี้ จะขาดขาด _____

คอหอย

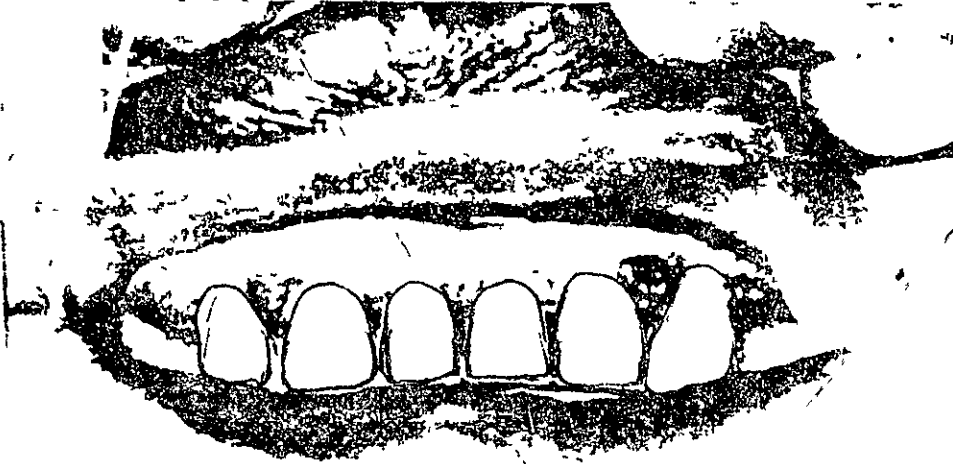
8. ถ้านักเรียนจะร้องกับบุคคลอื่นในละแวกบ้านของนักเรียน
เองไม่ให้เป็นโรคคอตีบ นักเรียนจะแนะนำเขาเหล่านั้น ดังนี้ _____

ไอไอคั้น

9. นั่นก็คือ ชาติไอไอคั้น คนเราจะได้รับจากอาหารทะเล
หรือพวกเกลือสมุทร ถ้าขาดขาดไอไอคั้นแล้ว จะทำให้เกิดโทษ ดังนี้
คือ _____

ให้บริโภคอาหารทะเล
บ้าง เกลือที่ใช้ควรเป็น
เกลือสมุทร

10. ให้นักเรียนพิจารณารูปข้างล่างนี้



เหงือกแดง บวม มีเลือดไหลซึม

บุคคลในรูปนี้ ขาดวิตามิน _____

11. วิตามินซี ช่วยรักษาสุขภาพของฟันและเหงือก ทำให้ร่างกายแข็งแรง มีความต้านทานโรค วิตามินซีมีในอาหารพวก _____

12. ถ้าขาดวิตามินซี จะทำให้เลือดออกตามไรฟัน เส้นเลือดฝอยเปราะ และ _____

13. เพราะฉะนั้น เพื่อช่วยรักษาสุขภาพของฟันและเหงือก ป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟัน เส้นเลือดฝอยเปราะ เป็นหวัดได้ง่าย ควรบริโภคผลไม้จำพวกส้ม มะละกอ กล้วยน้ำว้า มะเขือเทศ ซึ่งอาหารเหล่านี้ มีวิตามิน _____ อยู่ด้วย

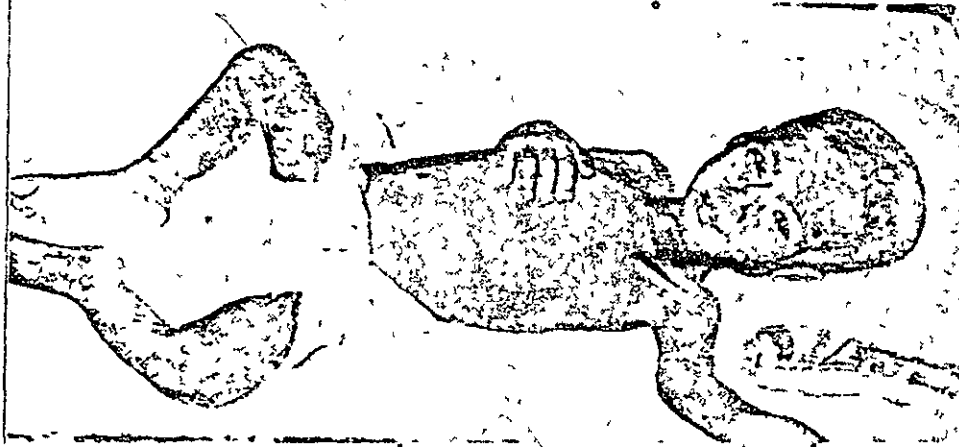
ทำให้เป็นโรคคอฟก

วิตามินซี

ผลไม้จำพวกส้ม
มะละกอ กล้วยน้ำว้า
มะเขือเทศ

เป็นหวัดได้ง่าย

14. ให้นักเรียนพิจารณารูปข้างล่างนี้



ชาลีบ ไม่มีแรง เป็นโรคผิวหนัง กระดูกอ่อน

นักเรียนคิดว่า เด็กในรูปนี้ ขาดวิตามิน _____

วิตามินซี

15. นักเรียนคิดว่า อาหารที่ให้แก่เด็กดังในรูปข้อ 14.

ควรให้อาหารจำพวก _____

วิตามินดี

16. อาหารที่มีวิตามินดี จะช่วยให้ร่างกายดูดซึมธาตุ

แคลเซียมและฟอสฟอรัส เพื่อใช้ในการ _____

นม ไข่ ตับ

น้ำมันตับปลา

17. นั่นก็คือ ถ้าขาดวิตามินดี ซึ่งมีในนม ไข่ ตับ

น้ำมันตับปลาแล้ว จะทำให้เป็นโรค _____

สร้างกระดูก

18. นม เป็นอาหารที่มีประโยชน์ค่อนข้างมาก เพราะนอกจากจะให้วิตามินเอแล้ว ยังให้วิตามินอีกด้วย	กระดูกอ่อน
19. โรคเหน็บชา เกิดจากการขาดอาหาร เช่น ข้าวซ้อมมือ คับ นม ถั่ว ไข่ มันเทศ ซึ่งช่วยบำรุงระบบประสาทและการทำงานของหัวใจ การไม่ได้รับอาหารดังกล่าวนี้ ก็เหมือนกับการขาดวิตามิน	ปีหนึ่ง ปีสอง ปีหก และสี่
20. โรคตา เช่น การไม่สามารถมองเห็นได้ในที่สลัว นัยน์ตาแห้งหรือตาอักเสบ เกิดจากการขาดวิตามิน	ปีหนึ่ง
21. นักเรียนคงจะพออธิบายได้ว่า วิตามินคืออะไร วิตามิน คือ สารอาหารที่ช่วยให้พลังงานแก่ร่างกาย ร่างกายต้องการในปริมาณน้อยมาก แต่ขาดไม่ได้ ถ้าขาดจะทำให้ระบบอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายทำงานผิดปกติ	เอ

โปรแกรมตอนที่ 15/2

1. อาหารแต่ละประเภทก็มีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตด้วยกันทั้งนั้น เช่น โปรตีน นอกจากจะให้พลังงานแล้ว ยังช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ สารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกายอีก 2 ชนิด คือ	
2. อาหารพวกที่ไม่ให้พลังงาน คือ แร่ธาตุ วิตามิน และน้ำ ก็จำเป็นสำหรับการทำงานของร่างกาย ป้องกันโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ ทำให้ร่างกายเจริญเติบโตได้อย่างปกติ อาหารเหล่านี้ บางประเภทร่างกายก็ต้องการมาก บางประเภทก็ต้องการเพียงเล็กน้อย ถ้าขาดอาหารประเภทใดประเภทหนึ่ง จะ	คาร์โบไฮเดรตและไขมัน
3. ดังนั้น อาหารประจำวันจะต้องประกอบไปด้วยอาหารหลายๆ ชนิด เพื่อจะได้อาหารครบทุกประเภทตามต้องการ คือ คาร์โบไฮเดรต	ทำให้เกิดโทษแก่ร่างกาย
4. นอกจากจะต้องกินอาหารหลาย ๆ ประเภทแล้ว ยังต้องบริโภคอาหารให้ถูกสัดส่วนอีกด้วย ดังตารางต่อไปนี้ <u>ตารางแสดงปริมาณของอาหารที่ร่างกายต้องการต่อวัน</u>	โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ วิตามินและน้ำ

เพศและอายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	โปรตีน (กรัม)	คัลเซียม (มก.)	เหล็ก (มก.)	วิตามิน				
						A มก.	B ₁ มก.	B ₂ มก.	C มก.	D มก.
<u>ทารก</u>										
0 - 1	8	920	20	700	8	15	0.4	0.6	30	0.04
<u>เด็ก</u>										
1 - 3	13	1300	32	800	8	2.0	0.5	0.8	40	0.04
3 - 6	18	1600	40	800	10	2.5	0.6	1.0	50	0.04
6 - 9	24	2100	52	800	12	3.5	0.8	1.3	60	0.04

5. ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในข้อ 4 ตอบคำถามที่ว่า ถ้าทารกหนัก 3 กิโลกรัม จะต้องให้โปรตีนแก่ทารกวันละ
จึงจะพอเพียงแก่ความต้องการของร่างกาย

6. เด็กอายุระหว่างช่วง 1 - 3 ปี, 3 - 6 ปี และ 6 - 9 ปี ต้องการคัลเซียมในปริมาณที่เท่ากัน คือ 800 มก.
แต่ต้องการธาตุเหล็กเป็นอัตราส่วน

7. เด็กทารกจะต้องการวิตามินซี มากกว่าวิตามิน 4 : 5 : 6

8. จากการวางแผนปริมาณของอาหารที่ร่างกายต้องการต่อวัน สารอาหารที่ร่างกายของเด็กทารกจนถึงวัย 9 ปี ต้องการในปริมาณที่เท่ากัน คือ

9. ให้นักเรียนศึกษาจากการวางแผนข้างล่างนี้ แล้วใช้เป็นข้อมูลในการตอบคำถามกรอบที่ 10 - 14

ตารางแสดงปริมาณของอาหารที่ร่างกายต้องการต่อวัน

เพศและ อายุ(ปี)	น้ำหนัก (กก.)	พลังงาน (กิโลคา ลอรี่)	โปรตีน (กรัม)	คัลเซียม (มก.)	เหล็ก (มก.)	วิตามิน				
						A มก.	B ₁ มก.	B ₂ มก.	C มก.	D มก.
เด็กชาย										
9 - 12	33	2400	60	1100	15	4.5	1.0	1.4	70	0.04
12 - 15	45	3000	75	1400	15	5.0	1.2	1.8	80	0.04
15 - 18	60	3400	85	1400	15	5.0	1.4	2.0	80	0.04
เด็กหญิง										
9 - 12	33	2200	55	1100	15	4.5	0.9	1.3	80	0.04
12 - 15	47	2500	62	1300	15	5.0	1.0	1.5	80	0.04
15 - 18	53	2300	58	1300	15	5.0	0.9	1.3	70	0.04

10. เด็กชายอายุ 15 - 18 ปี ต้องการโปรตีนวันละ
รึมนักน้ำหนักร่างกาย 1 กิโลกรัม

11. เด็กชายและเด็กหญิงอายุ 9 - 12 ปีมีน้ำหนัก กก. 142 กรัม

12. เด็กชายและเด็กหญิงอายุ 12 - 15 ปี มีธาตุอาหารที่ 33 กิโลกรัม
ร่างกายต้องการต่อวันเท่ากัน คือ

13. เด็กชายและเด็กหญิงอายุ 9 - 12 ปี ต้องการเหล็กวัน เหล็ก, วิตามินเอ
ละ มิลลิกรัมต่อน้ำหนักร่างกาย 1 กิโลกรัม วิตามินซี และวิตามิน

14. จากตารางขอ 9 สรุปได้ว่า เด็กชายและเด็กหญิง 0.44
อายุ 9 - 12 ปี น้ำหนักจะเท่ากัน แต่การใช้พลังงานต่างกัน คือ
เด็กชายจะใช้พลังงานมากกว่า และเด็กชายอายุ 12 - 18 ปี
จะมีน้ำหนักและการใช้พลังงานมากกว่าเด็กหญิงอายุเท่ากัน

6. จากตารางในข้อ 1 สรุปได้ ดังนี้	วิตามิน	เอ	บีหนึ่ง	บีสอง	ซี	ดี
.	สตรีมีครรภ์	6.0	1.0	1.6	100	0.04
.	สตรีให้นม	9.0	1.2	1.8	100	0.04
.	บุตร					
7. นักเรียนได้เรียนเกี่ยวกับปริมาณของอาหารบางประเภทที่ร่างกายควรได้รับต่อวัน ในบุคคลต่างเพศต่างวัยและต่างน้ำหนัก อาหารที่เลือกมาแสดงไว้ในตารางนี้เป็นอาหารที่คนไทยจำนวนมากบริโภคไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ทำให้เกิดโรคต่าง ๆ สำหรับอาหารที่มีได้แสดงไว้ในตารางเป็นอาหารที่คนไทยบริโภคได้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายแล้ว คือ อาหารพวก	ปริมาณพลังงานที่ชายใช้มากกว่าหญิง เมื่ออายุเท่ากัน ทั้งชายและหญิงในช่วงอายุ 18 - 35 ปีจะใช้ปริมาณพลังงานมากกว่าช่วงอายุ 35 - 55 ปี และ 55 - 75 ปีตามลำดับ					
8. สำหรับวิตามินบีนั้น จำพวกใดออกกำลังกลางแรงและได้รับแสงอาทิตย์แล้ว ร่างกายก็จะได้รับพอเพียง เพราะในแสงอาทิตย์มีแสงอัลตราไวโอเลตซึ่งสามารถเปลี่ยนสารคลอเรสเทอรอลที่อยู่ใต้ผิวหนังให้เป็น	วิตามินดี					
9. อย่างไรก็ตาม โภชนากรหลายท่านเชื่อกันว่า คนผู้ใหญ่ (คนไทย) ปกติได้รับแสงแดดเพียงพอ ไม่จำเป็นต้องได้รับวิตามินดีจากอาหาร นอกจาก	วิตามินดี					

10. ถ้าอาหารประจำวันของนักเรียน มีดังนี้ เช้า - คินนม, กลางวัน - ข้าวไข่เจียว, เย็น - ข้าวกับเนื้อ ทอดและส้มอีก 1 ผล ให้นักเรียนบอกว่า อาหารที่นักเรียนบริโภคนี้ ขาดแร่ธาตุ หรือวิตามินอะไรบ้าง บอกมา 2 อย่าง (1) (2)	ผู้ที่ได้รับแสงแดดน้อยหรือออก ทำงานในตอนกลางคืน ผู้สูง อายุ หญิงมีครรภ์และหญิงให้นมบุตรหรือเด็กที่กำลังเติบโต
11. จากข้อ 10 นักเรียนได้รับแร่ธาตุหรือวิตามินอะไรบ้าง บอกมา 5 อย่าง	1. ไอโอดีน 2. วิตามินเค
12. นั่นก็แสดงว่า อาหารที่นักเรียนบริโภคนั้น ส่วนมาก จะมีธาตุอาหารเกือบครบ ทั้งนี้เพราะ นักเรียนบริโภคอาหาร หลายชนิด ดังนั้น ถ้าต้องการให้ร่างกายได้รับธาตุอาหารครบ ควร	1. วิตามินเอ 2. วิตามินบีหนึ่ง 3. วิตามินบีสอง 4. ธาตุเหล็ก 5. กัลเซียม
13. การบริโภคอาหาร ควรบริโภคให้ครบทุกประเภท คือ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ วิตามินและน้ำ เพื่อ ป้องกัน	บริโภคอาหารให้ครบทุก ประเภท
14. นอกจากจะต้องบริโภคอาหารหลาย ๆ ประเภทแล้ว ยังจำเป็นต้องบริโภคให้ถูกสัดส่วนอีกด้วย นั่นก็คือ คนอายุ 60 ปี ควรบริโภคโปรตีน วันละ	การเป็นโรคขาดอาหาร
15. ปริมาณของอาหารที่ร่างกายต้องการในแต่ละวันขึ้นอยู่กับน้ำหนัก เพศ วัย และภาวะของแต่ละบุคคล ระหว่างชายและหญิงที่อายุเท่ากัน เพศที่กินอาหาร มากกว่า คือ	1. กรัมคือน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมทั้งเพศชาย และหญิง
16. สรุปได้ว่า การกินอาหารที่ทำให้เกิดประโยชน์ต่อร่าง กายมากที่สุด คือ กินอาหารให้ครบทุกประเภทและถูกสัดส่วน	เพศชาย

โปรแกรมตอนที่ 21/4

1. อาหารมีพลังงานสะสมอยู่ ซึ่งเราไม่สามารถจะมองเห็นได้ นอกจากจะมีวิธีทำให้พลังงานที่สะสมอยู่นั้นถูกปล่อยออกมา และนำมาใช้ประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น

นักวิทยาศาสตร์ได้หาค่าพลังงานจากอาหาร โดยใช้เครื่องมือ เรียกว่า "บอมบ์คาลอรีมิเตอร์"

บอมบ์คาลอรีมิเตอร์ คือ

2. บอมบ์คาลอรีมิเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ละเอียดซับซ้อน และมีการป้องกันการสูญเสียความร้อนให้กับอากาศ และทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ จึงให้ค่าที่เชื่อถือได้มากกว่า พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาอาหาร นิยมวัดเป็น"กิโลคาลอรี"

กิโลคาลอรี เป็นหน่วยสำหรับวัด

เครื่องมือที่ใช้วัดพลังงานในอาหารโดยการเผาอาหารในเครื่องมือนี้

3. อาหารมีพลังงานสะสมอยู่ เราวัดได้โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า "บอมบ์ คาลอรีมิเตอร์" ซึ่งมีหน่วยการวัดเป็น"กิโลคาลอรี"

กิโลคาลอรี คือ

พลังงานความร้อน

4. 1 กิโลคาลอรี หมายถึง จำนวนความร้อนที่ทำให้น้ำ 1000 กรัมหรือ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตรร้อนขึ้น 1 องศาเซลเซียส
ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1000 กรัมร้อนขึ้น 1 องศาเซลเซียส เรียกว่า

หน่วยสำหรับวัดพลังงานความร้อน

5. ในวิชาความร้อน หน่วยของพลังงานที่นิยมใช้ ได้แก่ "คาลอรี"

1 คาลอรี หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัมมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส

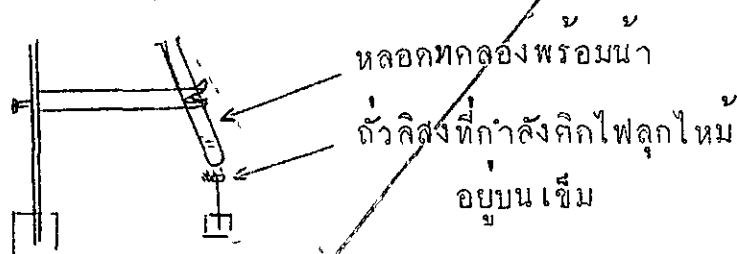
หน่วยของความร้อนที่ใช้ในวิชาความร้อนกับในทางโภชนาการแตกต่างกัน คือ

1 กิโลคาลอรี

6. นั่นคือ ในทางโภชนาการ ไขมัน "กิโลคาลอรี" ซึ่งหมายถึง ปริมาณความร้อนที่เผาไหม้ 1 กิโลกรัมมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส ส่วนในวิชาความร้อน "คาลอรี" คือ	ในวิชาความร้อน ไขมัน "คาลอรี" ทางโภชนาการใช้ "กิโลคาลอรี"
7. พลังงานจากอาหารที่นำไปใช้ในการทำงานของอวัยวะภายในร่างกาย เช่น การหายใจของปอด การเต้นของหัวใจและการหมุนเวียนของเลือด เป็นต้น นั่นก็หมายความว่า การทำงานของอวัยวะภายในร่างกาย ต่างก็ต้องใช้	ปริมาณความร้อนที่เผาไหม้ 1 กรัมมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส
8. การกินอาหาร ทำให้อวัยวะใช้ออกซิเจนมากขึ้น เพราะร่างกายต้องการพลังงานเพื่อนำไปใช้เผาผลาญคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนที่กินเข้าไป การเผาผลาญอาหารต้องใช้	พลังงาน
9..นักเรียนคงพอจะทราบแล้วว่า สารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมันที่เราบริโภคเข้าไป จะไปเผาผลาญภายในร่างกาย ทำให้เกิดความร้อนและ	พลังงาน
10. จากการทดลองพบว่า คาร์โบไฮเดรต 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลคาลอรี, โปรตีน 1 กรัมให้พลังงานประมาณ 4 กิโลคาลอรี และไขมัน 1 กรัมให้พลังงานประมาณ 9 กิโลคาลอรี จากสารอาหาร 3 ประเภทนี้ สารอาหารที่ให้พลังงานมากที่สุดคือ	พลังงาน
11. นั่นคือ อัตราส่วนระหว่าง คาร์โบไฮเดรต : ไขมัน : โปรตีน เท่ากับ : :	ไขมัน
12. พลังงานที่ได้จากอาหารแต่ละประเภทแตกต่างกัน คือ	4 : 9 : 4

โปรแกรมตอนที่ 22

1. เราทราบแล้วว่า อาหารมีพลังงานสะสมอยู่ ซึ่งเราไม่สามารถจะมองเห็นได้ แต่สามารถทำการทดลองให้เห็นจริงได้ ในการทดลอง จะจัดตั้ง เครื่องมือ ดังนี้



2. ให้นักเรียนศึกษาการทดลองเรื่อง "พลังงานสะสมในอาหาร" อย่างระมัดระวัง แล้วไปยังโต๊ะทดลองที่ว่างและทำการทดลอง การทดลองเรื่องพลังงานสะสมในอาหาร

วิธีทำ 1. ใส่น้ำลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ ประมาณ 10 ลบ.ซม. วัดอุณหภูมิและบันทึกผล

2. เสียบเมธิลถั่วลิสงแห้งบนปลายเข็มแหลมซึ่งเสียบอยู่กับฐานไม้ กังรูป แล้วจุดถั่วลิสงไปที่เปลวไฟของตะเกียงแอลกอฮอล์จนลุกเป็นเปลวไฟ

3. นำถั่วลิสงที่ติดไฟแล้วไปค้ำน้ำในหลอดทดลอง จนกระทั่งถั่วลิสงไหม้หมดและไฟดับ วัดอุณหภูมิของน้ำไว้อีกครั้งหนึ่ง บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

จำนวนเมล็ดถั่ว	มวลน้ำ (กรัม)	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส - เชียส)	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส - เชียส)	อุณหภูมิเพิ่ม (องศาเซลเซียส - เชียส)

หมายเหตุ - ให้นักเรียนบันทึกอุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังต้ม
- ถ้าไฟดับก่อนที่เมธิลถั่วจะเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ได้จุดไฟใหม่

2 14. จากตารางในข้อ 9. ถ้านักเรียนต้องการกินอาหารที่มีคัลเซียมมาก ๆ นักเรียนควรเลือก กินอาหารชนิดใด	สูงสุก - ถั่วลิสงคิบ ต่ำสุก - แดงกวา
3 12. นายแดงเป็นชาวนาที่อยู่ห่างจากชุมชนพอสมควร แต่เขา ก็ปลูกผักกินเอง ทอดแหปลาตากกินเอง สิ่งที่นายแดงชอบกินกับข้าว มากที่สุด ก็คือ แดงกวาจิ้มน้ำพริก จากตารางในข้อ 9. นายแดงจะไคสารอาหารครบ แต่ที่ไค มากที่สุด คือ	ถั่วแระ
4 13. ถ้านักเรียนอยู่ในดินทุรกันดาร ไครับโปรตีนไม่เพียงพอ มีแคลลิตผลทางการเกษตร ตามตารางในข้อ 9. นักเรียนจะเลือก กินอาหารชนิดใด ให้เขียนเรียงลำดับตั้งแต่มากไปหาน้อย 3 ชนิด	วิตามินซี

ผลิตภัณฑ์ 1	119	75.5	5.7	4.1	14.8	25.2	1.2	0.0040	1320.054	3.6	
แกงเผ็ดหมู ๒	11979.9	6.3	8.1	5.2	17.6		1.2	0.0100	0300.084	0.7	
ต้มยำเนื้อ ๓	10880.9	11.2	6.6	1.0	15.7		2.3	0.0130	0600.090	1.9	
กวยเตี๋ยว ๔	18765.1	9.6	9.8	15.1	3.0		0.5	-	0.0960	0.024	0.
ลูกชิ้นเนื้อ ๕	5190.3	2.8	2.6	4.1	27.0		0.6	0.0610	0360.018	0.2	
แกงจืดเต้าหู้ ๖											
ข้าว ๗											
ผัดวุ้นเส้น ๘	18561.1	7.5	6.6	23.9	23.5		1.0	0.3780	1680.090	8.	
แกงขี้เหล็ก ๙	9280.0	4.8	6.1	4.5	52.2		1.2	0.4780	0180.054	9.0	
กวยเตี๋ยวผัด ๑๐	25149.3	21.6	12.3	13.5	19.0		0.8	0.1680	0540.042	-	
ใส่ไข่ ๑๑											
ข้าวสุก(ข้าว ๑๒)											
100 กรัม ๑๓	13765.6	2.6	0.2	31.3	22.9		-	-	0.010	-	-
เจ็ดคน ๑๔											
ข้าวเหนียว ๑๕	35511.3	7.0	0.3	81.1	11.3		1.3	-	0.0600	0.030	-

หมายเหตุ ค่าพลังงานมีหน่วยเป็น กิโลแคลอรี

2. จากตารางข้อ 1 ค่าพลังงานของ

มีค่ามากที่สุด และค่าพลังงานของ

มีค่าน้อยที่สุด

4. จากตารางขอ 1. เด็กที่กำลังเจริญเติบโต ต้องการอาหารโปรตีนมาก ให้นักเรียนจัดทำอาหาร สำหรับเด็กที่จะบริโภคในหนึ่งมื้อ								แกงเขียวหวาน ข้าวเหนียว			
5. เมื่อนักเรียนกินกล้วยเตี้ยลูกชิ้นเนื้อ และเพื่อนของนักเรียนกินกล้วยเตี้ย ผักใส่ไข่ ให้นักเรียนเปรียบเทียบว่า ทั้งตัวนักเรียนเองและเพื่อนได้รับสาร อาหารแตกต่างกันอย่างไรบ้าง								ข้าว กับข้าวก็ ต้มยำเนื้อ ผัดวุ้นเส้น			
6. อาหารที่ปียรายชื่อในตารางขอ 1. นั้น เป็นอาหารที่นักเรียนมักจะคุ้น เคยในฐานะที่เป็นอาหารประจำของนักเรียน ให้นักเรียนศึกษาว่า อาหารชนิด ใดให้พลังงานมากน้อยเพียงไร เพื่อประโยชน์ในการที่จะได้เลือกกินอาหารได้ ครบทุกชนิดและถูกต้องตามที่ร่างกายต้องการ											
7. ต่อไปนี้เป็นตารางที่แสดงส่วนประกอบของอาหารและกาพลังงานใน อาหารบางชนิดต่อมวล 100 กรัม											
อาหาร (100ก.)	คาพลังงาน	น้ำ (ก.)	โปรตีน (ก.)	ไขมัน (ก.)	คาร์โบ ไฮเดรต (ก.)	คลอโรฟิลล์ (ก.)	เหล็ก (มก.)	วิตามิน			
								เอ มก.	บีหนึ่ง มก.	บีสอง มก.	ซี มก.
เนื้อหมู	144	71.6	18.9	6.8	1.7	8.2	1.4	—	0.56	0.10	2.9
เนื้อวัว	96	76.0	20.2	0.8	2.0	4.7	2.0	—	0.07	0.12	—
ปลา	93	76.0	21.5	0.5	0.6	42.4	1.5	—	0.14	0.18	—
ตับหมู	124	71.0	21.0	3.1	2.9	12.8	23.1	10.90	0.09	0.19	14.5
ไข่ไก่(ทั้งฟอง)	167	72.0	12.7	11.8	2.4	51.5	2.8	1.14	0.15	0.35	—
ไข่เป็ด (ทั้งฟอง)	163	71.5	13.6	10.5	3.4	53.6	3.0	1.23	0.28	0.28	—
กะปิ	143	40.1	27.3	2.4	3.0	15.54	8.2	—	—	0.36	—
น้ำปลา	26	63.1	6.1	0.1	—	69.9	0.6	—	—	0.10	—

หมายเหตุ กาพลังงาน มีหน่วยเป็น กิโลแคลอรี

8. จากตารางในข้อ 9. โปรแกรมตอนที่ 23 , ข้อ 1,7 โปรแกรมตอนที่ 24 - 25 ให้นักเรียนศึกษาว่า โปรตีนมีมากที่สุดในอาหารชนิดใดบ้าง											
9. โปรตีน เป็นหน้าที่สร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อ โลหิต ผิวหนัง กระดูก ในวันหนึ่ง ๆ ผู้ใหญ่ควรได้รับโปรตีนประมาณ กรัมต่อ น. น. ตัว 1 กก. เด็ก " " " " ทารก " " " "	อาหารจำพวกเนื้อสัตว์ ไข่ เช่น ไข่ไก่ ไข่เป็ด นม ถั่วต่าง ๆ เป็นต้น										
10. การได้โปรตีนอย่างเพียงพอ จะช่วยให้ร่างกายเติบโตสมบูรณ์ (ไม่แคระแกร็น) มีกล้ามเนื้อแข็งแรง ถ้าขาดโปรตีน จะทำให้	ผู้ใหญ่ 1 กรัม เด็ก 2 กรัม ทารก 3 กรัม										
11. ตารางต่อไปนี้ แสดงปริมาณของโปรตีนในอาหารชนิดต่าง ๆ ซึ่งแต่ละชนิดหนัก 100 กรัม <table data-bbox="145 1287 946 1614"> <thead> <tr> <th>อาหาร (100 กรัม)</th><th>โปรตีน (กรัม)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>เนื้อหมู</td><td>18.9</td></tr> <tr> <td>เนื้อวัว</td><td>20.2</td></tr> <tr> <td>ปลา</td><td>21.5</td></tr> <tr> <td>ตับหมู</td><td>21.0</td></tr> </tbody> </table>	อาหาร (100 กรัม)	โปรตีน (กรัม)	เนื้อหมู	18.9	เนื้อวัว	20.2	ปลา	21.5	ตับหมู	21.0	ร่างกายเติบโตช้า เด็กที่ขาดโปรตีน นอกจากจะไม่เจริญเติบโตแล้ว ยังอ่อนแอ ติดโรคได้ง่าย
อาหาร (100 กรัม)	โปรตีน (กรัม)										
เนื้อหมู	18.9										
เนื้อวัว	20.2										
ปลา	21.5										
ตับหมู	21.0										
12. จากตารางในข้อ 11. ให้นักเรียนเขียนกราฟรูปแท่งแสดงปริมาณโปรตีนในอาหาร											

13. โปรตีน มีประโยชน์ คือ .

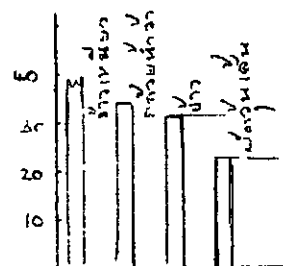
. . .

14. จากการวางในข้อ 9. โปรแกรมตอนที่ 23, ข้อ 1, 7 ในพลังงาน และเป็นสาร
โปรแกรมตอนที่ 24 - 25 ให้นักเรียนศึกษาว่า การโบไฮเดรต สำคัญที่ช่วยให้ร่างกายเจริญ
มีมากในอาหารชนิดใดบ้าง แล้วบันทึกลงในตาราง 5 รายการ เติบโตและซ่อมแซม
อาหาร (100 กรัม) การโบไฮเดรต(กรัม) ส่วนที่สึกหรอ

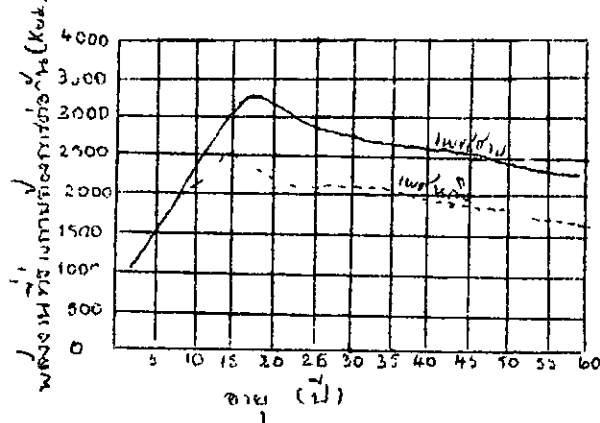
15. จากการวางในข้อ 14. ให้นักเรียนเขียนกราฟรูปแท่ง
แสดงปริมาณการโบไฮเดรตในอาหาร

อาหาร	การโบไฮเดรต
ข้าวเหนียว	81.1
กล้วยน้ำว้า	35.1
ข้าว	31.3
ผักบุ้ง	23.9

16. การโยโยเกรตเป็นอาหารที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิต เพราะให้พลังงาน ทำให้ร่างกายอบอุ่นและประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ได้ การโยโยเกรต มีมากใน



17. ให้นักเรียนศึกษารายละเอียดต่อไปนี้



ชาวต่าง ๆ เพื่อก มันและ
น้ำตา

18. จากกราฟในข้อ 17. เพศชายและเพศหญิงต้องการ
พลังงานเท่ากันในช่วงอายุ

19. จากกราฟในข้อ 17. ร่างกายของเพศชายจะต้องการพลังงานมากที่สุด ในช่วงอายุ
เพราะ

5 - 10 ปี

20. พลังงานที่ร่างกายต้องการ ได้มาจากอาหาร ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

ก. โปรตีน ข. การไฮโดรไลซิส ค. ไขมัน

15 - 20 ปี เพราะเป็นช่วง
ที่มีการเจริญเติบโตอย่าง
รวดเร็ว

<u>โปรแกรมตอนที่ ๒๖-1๖</u> 1. ในการทดลอง เรื่องพลังงานสะสมในอาหารนั้น เราเสียบ เมล็ดถั่วลิสงแห้งบนปลายเข็บบแหลม ซึ่งเสียบอยู่กับฐานไม้ แล้วจ่อ ถั่วลิสงไปที่เปลวไฟของตะเกียงอัลกอฮอล์จนลุกเป็นไฟ ซึ่งจะทำให้ เกิดพลังงานความร้อนและพลังงาน	
2. นักเรียนเคยทราบมาแล้วว่า พลังงานความร้อนทำให้น้ำ เดือดหุบ และเปลี่ยนสถานะไค	พลังงานแสง
3. นอกจากนั้น พลังงานความร้อน ยังทำให้เกิดการเปลี่ยน แปลงให้สารใหม่ การที่สารได้รับความร้อนแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงให้สารใหม่ เราเรียกว่าเกิด	สูงขึ้น
4. ขณะ เกิดปฏิกิริยาเคมี จะมีพลังงานเกิดขึ้นเสมอ พลังงาน รูปหนึ่งที่เกิดขึ้นเป็นพลังงานเคมีซึ่งก็อาจเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานอื่น ใดอีก เช่น พลังงานความร้อน และพลังงานแสง เป็นต้น นั่นคือ ปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิด	ปฏิกิริยาเคมี
5. จากข้อ 1. พลังงานความร้อนและพลังงานแสงจากถั่วลิสง เกิดขึ้นเมื่อมีการเผาไหม้ การเผาไหม้ ถือว่า เป็น	พลังงาน
6. การเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดจากการรวมตัวของ ก๊าซออกซิเจนกับสารใดสารหนึ่งแล้วให้พลังงานแก่ปี พลังงานรูปนี้จะ เปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น ๆ เช่น	ปฏิกิริยาทางเคมี
7. ในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ผลที่ได้ คือ ก๊าซคาร์บอนได ออกไซด์ น้ำ	พลังงานความร้อนและ พลังงานแสง เป็นต้น
8. เมื่อมีการเผาถั่วลิสง ก็ถือว่า ถั่วลิสงเป็นเชื้อเพลิงชนิด หนึ่ง ผลที่ได้ คือ	ความร้อน แสง

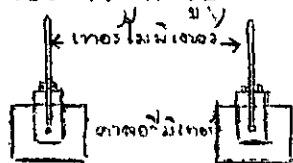
9. การเผาไหม้เชื้อเพลิง หมายถึง ปฏิกิริยาเคมีที่เป็นการรวมตัวระหว่างสารกับออกซิเจนอย่างรวดเร็ว มีความร้อน แสงสว่าง และเปลวไฟเกิดขึ้น บางครั้งมีแต่ความร้อนและแสงสว่าง แต่ไม่มีเปลวไฟ นั่นก็คือ สาร(ที่เป็นเชื้อเพลิง) + ออกซิเจน $\longrightarrow$ ความร้อน +	ความร้อน แสง การคาย บอนไดออกไซด์และน้ำ
10. การเผาไหม้เชื้อเพลิง ต้องใช้พลังงานความร้อนสูง และใน แสงสว่าง + เปลวไฟ ทำนองเดียวกัน เชื้อเพลิงเมื่อเผาไหม้ ก็ให้พลังงานความร้อนออกมาสูงเช่นกัน เราอาจพูดได้ว่า เชื้อเพลิงมีประโยชน์แก่มนุษยชาติมาก เป็นบ่อเกิดของพลังงานรูปต่าง ๆ เช่น	
11. ประโยชน์ของเชื้อเพลิง คือ	พลังงานความร้อน พลังงานแสง
12. พลังงานจากการเผาผลาญอาหารในเซลล์ของร่างกายของสิ่งมีชีวิต คงจะให้พลังงานความร้อนออกมาไม่สูง เหมือนกับการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแน่นอน เพราะ ถ้าพลังงานความร้อนสูงมาก สิ่งมีชีวิตคงจะ	เป็นบ่อเกิดของพลังงานรูปต่าง ๆ
13. ดังนั้น การที่สิ่งมีชีวิตใช้พลังงานจากการเผาไหม้อาหารในร่างกาย คงจะมีกลไกที่แตกต่างไปจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในธรรมชาติ จึงทำให้สิ่งมีชีวิตทั้งหลาย สามารถดำเนินชีวิตอยู่ต่อไปได้ นักเรียนทราบไหมว่า อุณหภูมิในร่างกายคนนั้น ประมาณกี่องศาเซลเซียส	ตาย
14. นักเรียนคงพอจะสรุปเรื่องการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เมื่อเปรียบเทียบกับ การเผาผลาญอาหารในเซลล์ในร่างกายได้ดังนี้ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต้องใช้พลังงานความร้อนสูง และให้พลังงานความร้อนสูงกลับ แต่การเผาผลาญอาหารในเซลล์ของร่างกายมีความร้อนเพียงพอที่จะทำให้สิ่งมีชีวิตใช้ประโยชน์ได้โดยไม่อันตราย	37 องศาเซลเซียส

โปรแกรมตอนที่ 27

1. พลังงานจากการเผาไหม้อาหารในร่างกาย ไม่มีความร้อนสูง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง ให้นักเรียนทดลอง เรื่องการเผาผลาญอาหารของยีสต์โดยต้องใช้อุปกรณ์การทดลอง ดังนี้

1. คาลอรีมิเตอร์ 2. เทอร์โมมิเตอร์ 3. หลอดจี้คยาขนาด 35 ลบ.ซม.
4. ซอนเบอร์ 2

2. จัดตั้งอุปกรณ์ในข้อ 1. ดังรูป



3. ให้นักเรียนหาเพื่อนที่ต้องการจะทำการทดลองในเรื่องนี้เช่นเดียวกันอีก 5 คน รวมเป็น 6 คน แล้วไปยังโต๊ะทดลองที่ว่าง

ให้นักเรียนอ่านการทดลองต่อไปนี้ให้เข้าใจ ทำตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัดและระมัดระวัง เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ล้างเครื่องมือและเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย การทดลอง เรื่องการเผาผลาญอาหารของยีสต์

วิธีทำ 1. เทสารละลายน้ำตาล 10 เปอร์เซ็นต์ลงในคาลอรีมิเตอร์ (2 ชุด 2 อัน) ชุดละ 20 ลบ.ซม.

2. เทยีสต์ที่ละลายในน้ำ 1 ลบ.ซม. ลงไปในสารละลายน้ำตาลในคาลอรีมิเตอร์ ก. แล้วกั้นให้ทั่ว ส่วนคาลอรีมิเตอร์ ข. ไม่ใส่ยีสต์ ปิดฝาซึ่งมีเทอร์โมมิเตอร์เสียบติดอยู่ให้แน่น บันทึกอุณหภูมิที่อ่านได้ในขณะนั้น

3. สังเกตและบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลา 15 นาที

4. เปิดฝาคาลอรีมิเตอร์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในคาลอรีมิเตอร์

ทั้งสอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

เวลา(นาที)	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	
	คาลอรีมิเตอร์ ก.	คาลอรีมิเตอร์ ข.
0		
5		
10		
15		

หมายเหตุ ในการเสียบเทอร์โมมิเตอร์กับฝากล่องควรทำให้กระเปาะเบี่ยงขึ้นเล็กน้อยเพื่อช่วยให้เสียบและให้กระเปาะจมลงใน

โปรแกรมตอนที่ 28

1. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในกาลอริมีเตอร์ คือ ปีสต์ อาหารของปิสต์ใน
กาลอริมีเตอร์ คือ น้ำตาล เวลาที่ใช้ในการบันทึกอุณหภูมิในกาลอริ
มิเตอร์ทั้งหมด นาที

2. จากการทดลอง อุณหภูมิในกาลอริมีเตอร์ ก. และ ข. มีการ
เปลี่ยนแปลง ดังนี้

15

3. อุณหภูมิในกาลอริมีเตอร์ ก. เพิ่มขึ้นหรือลดลง
ถ้าเพิ่ม เพิ่มเท่าไร
ถ้าลด ลดเท่าไร

กาลอริมีเตอร์ ก. อุณหภูมิจะสูงขึ้น ส่วนกาลอริมีเตอร์ ข. อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง

4. นั้นแสดงว่า กาลอริมีเตอร์ ก. มี

เกิดขึ้น

เพิ่มขึ้นประมาณ 2 องศาเซลเซียส

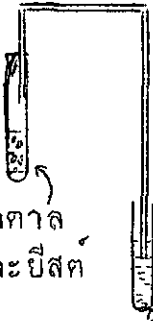
5. นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกาลอริมีเตอร์
ก. เกิดจาก

พลังงานความร้อน

6. ในกาลอริมีเตอร์ ก. เมื่อมีความร้อนเกิดขึ้นแล้ว จะมีปฏิกิริยาเคมี คือ มีฟองก๊าซเกิดขึ้น
ฟองก๊าซที่เกิดขึ้นนี้ คือ

เกิดจากปิสต์ใช้น้ำตาลเป็นอาหารและเกิดการเผาผลาญอาหารในเซลล์ของปิสต์ให้พลังงานความร้อนออกมา
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

7. ก๊าซที่เกิดขึ้นนั้น เราจะทดสอบได้ ดังนี้

8. ให้นักเรียนออกแบบการทดสอบก๊าซที่เกิดจากยีสต์ที่ใช้น้ำตาลเป็นอาหาร	ต่อท่อนำก๊าซลงไปในส่วนละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ ถ้าสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ขุ่น ก็แสดงว่า เป็นคาร์บอนไดออกไซด์
9. จากผลการทดลอง นักเรียนจะเห็นว่า มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นในกาลอริมิเตอร์ที่บรรจุน้ำตาลและยีสต์ ซึ่งจะสังเกตได้จากฟองก๊าซและพลังงานความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น ฟองก๊าซที่ได้ คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคล้ายกับปฏิกิริยาการเผาไหม้ นักเรียนคิดว่า พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาผลาญของยีสต์มากหรือน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ การเผาไหม้ของ เมล็ดถั่วลิสง	
10. นั่นคือ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการเผาผลาญอาหารภายในเซลล์ของยีสต์คล้ายกับปฏิกิริยาการเผาไหม้ แต่เป็นปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำ และปริมาณความร้อนที่ได้ออกมาน้อยมาก เนื่องจากน้ำตาลเป็นอาหารประเภทหนึ่ง และยีสต์เป็นพืชเซลล์เดี่ยวที่ใช้น้ำตาลเป็นอาหาร การทดลองนี้ แสดงว่า มี ในเซลล์ของยีสต์	น้อยกว่า
11. ให้นักเรียนสรุปผลการทดลองสั้น ๆ	ปฏิกิริยาการเผาผลาญอาหาร

12. ในการทดลอง มีคาลอรีมิเตอร์ ก. และ ข. อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงนั้น เปลี่ยนแปลงเฉพาะคาลอรีมิเตอร์ ก. เท่านั้น ความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ใส่ในคาลอรีมิเตอร์ ก. และ ข. คือ . .	จากการทดลองนี้แสดงว่า การเผาผลาญอาหารของ ปืศคันั้นเกิดพลังงานความ ร้อนขึ้นและไคกาซคาร์ บอนไคออกไซค์
13. นั้นก็หมายความว่า คาลอรีมิเตอร์ ข. . จึงไม่มีความร้อนและฟองกาซเกิดขึ้น	คาลอรีมิเตอร์ ก. ใส่ น้ำตาลและปืศคั ส่วน คาลอรีมิเตอร์ ข. ใส่ น้ำตาลอย่างเดียวก
14. การที่เราตองนำคาลอรีมิเตอร์ ข. มาใช้ในการทดลอง กัวย เพราะจะไคทราบว้า ปืศคัเป็นตัวที่ไคเกิดความร้อนและ ฟองกาซอย่างแท้จริง ไม่ใช่สิ่งอื่น	ไม่มีสิ่งที่มีชีวิตและไค น้ำตาลเป็นอาหารอยู่เลย

โปรแกรมตอนที่ ๑๑/๘

1. ปฏิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นจากการเผาผลาญอาหารในเซลล์ของพืชหรือของสิ่งมีชีวิต เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการหายใจ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน การหายใจเป็นกระบวนการรวมตัวของอาหารภายในเซลล์กับออกซิเจน โดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแล้วให้พลังงานออกมาสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต

ผลของการหายใจ คือ

2. การเผาผลาญอาหารในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการหายใจนี้ไม่เหมือนกับปฏิกิริยาการเผาไหม้ทั่ว ๆ ไป กล่าวคือ ในการเผาไหม้ทั่ว ๆ ไป จะเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เป็นการรวมตัวระหว่างสารกับออกซิเจนอย่างรวดเร็ว มีความร้อน แสงสว่าง และ เปลวไฟเกิดขึ้น บางครั้งมีแต่ความร้อนและแสงสว่าง ไม่มีเปลวไฟ นั่นคือ การเผาไหม้จะก่อไฟ	ได้พลังงานมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต
--	---

3. สารที่เป็นเชื้อเพลิง เช่น กระดาษ ฟาง ฟืน ถ่านไม้ ถ่านดิน อัดกอสอด น้ำมัน เป็นค เชื้อเพลิง หมายถึง	สารที่เป็นเชื้อเพลิง
--	-----------------------------

4. สารที่เป็นเชื้อเพลิง มีทั้งสามสถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และกาซ เชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง เช่น เชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว เช่น เชื้อเพลิงที่เป็นกาซ เช่น	สิ่งที่มีสมบัติคายไฟได้แล้วให้ความร้อนหรือให้ทั้งความร้อนและแสงสว่าง
---	---

5. สารที่เป็นเชื้อเพลิงจะเป็นสารที่ประกอบควยถ่านเป็นสำคัญ และมีเป็นส่วนมากที่ประกอบควยไฮโดรเจน สารใดที่มีการบ่อนและไฮโดรเจนประกอบอยู่ควย เมื่อไหมไฟ ย่อมจะได้กาซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ สารที่เป็นเชื้อเพลิง ประกอบควย	<u>ของแข็ง</u> เช่น ถ่านหิน ถ่านไม้ ฟืน <u>ของเหลว</u> เช่น น้ำมัน เบนซิน อัลกอฮอล์ <u>กาซ</u> เช่น กาซถ่านหิน
6. นักเรียนคงทราบแล้วว่า ถ่านคึกไฟในอากาศหรือในกาซ ออกซิเจนได้ง่าย เกิดกาซคาร์บอนไดออกไซด์ และกาซไฮโดรเจน ก็คึกไฟในอากาศหรือในออกซิเจนได้ง่ายเกิดน้ำ นั่นก็คือ สารที่ประกอบควยคาร์บอนและไฮโดรเจน ก็ย่อมติดไฟได้ แล้วเกิด	ถ่าน ไฮโดรเจน
7. สารที่เป็นเชื้อเพลิง จะเป็นสารที่ประกอบควย	กาซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ
8. ผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง จะได้สิ่งต่าง ๆ เช่น ชี๊เจ้า คาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ ชี๊เจ้า หมายถึง สารที่เหลืออยู่ภายหลังการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของวัตถุใดวัตถุหนึ่ง ชี๊เจ้าไม้ ชี๊เจ้าเหล็ก เหลืออยู่ภายหลังการเผาไหม้ไม้ฟืนหรือถ่านไม้ จะประกอบควยสารอนินทรีย์จำพวกซิลิเกต คาร์บอนเนต และออกไซด์ของโลหะบางชนิด ผลจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง จะได้	ถ่านและมีเป็นส่วนมากที่ประกอบควยไฮโดรเจน
9. ผลจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง จะได้กาซคาร์บอนไดออกไซด์ควย ซึ่งเป็นกาซชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในลมหายใจออกของสิ่งที่มีชีวิต ทั้งมนุษย์ สัตว์ พืช และมีตามธรรมชาติควย กาซนี้มีความสำคัญต่อการบวนการปรุงอาหารของพืชที่เรียกว่า "สังเคราะห์แสง" กาซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากจะได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแล้ว ยังได้จาก	ชี๊เจ้า คาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ

10. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีคุณสมบัติเฉพาะตัว คือ เมื่อถูกกับน้ำปูนใส จะทำให้น้ำปูนใสขุ่น ดังนั้น เราจึงมีวิธีการทดสอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยวิธีทำให้อาชนั้นผสมกับน้ำปูนใส แล้วสังเกต	การหายใจของมนุษย์ สัตว์และพืชด้วย
11. ไอน้ำก็เป็นสิ่งที่ได้จากการเผาไหม้ของ เชื้อเพลิงด้วย ทั้งนี้เพราะ เชื้อเพลิงส่วนมากจะประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนและธาตุคาร์บอน เมื่อเชื้อเพลิงเกิดปฏิกิริยาเคมีรวมตัวกับออกซิเจน ส่วนที่เป็นธาตุคาร์บอนจะเกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนที่เป็นไฮโดรเจนจะเกิดเป็นน้ำ ส่วนที่เกิดเป็นไอน้ำจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ก็คือส่วนที่เป็น	มีตะกอนขุ่นขาวหรือไม่ ถ้าขุ่นก็แสดงว่าก๊าซนั้น เป็นการบ่งชี้คาร์บอนไดออกไซด์
12. ดังนั้น ในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง อาจเขียนได้ ดังนี้ $\begin{array}{l} \text{เชื้อเพลิง} + (1) \xrightarrow{\text{ความร้อน}} (2) + (3) + \\ \text{ซีเตา} + \text{พลังงาน} \\ \text{พลังงานเคมีสะสมในอาหารหรือเชื้อเพลิง} \longrightarrow (4) + \\ (5) \end{array}$	ไฮโดรเจน
13. ในการเผาไหม้ทั่ว ๆ ไป เช่น เผาไม้ หรือถ่าน จะใช้ออกซิเจนจากอากาศโดยตรง และต้องใช้ความร้อนสูงในการเริ่มปฏิกิริยา เมื่อเกิดปฏิกิริยาแล้วก็ดำเนินไปอย่างรวดเร็วรุนแรง ในการเริ่มปฏิกิริยาการเผาไหม้ จะใช้	1. ออกซิเจน 2. คาร์บอนไดออกไซด์ 3. น้ำ 4. พลังงานความร้อน 5. พลังงานแสง
14. ผลที่ได้จากการเผาไหม้ คือ ซีเตา ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ พลังงานความร้อนและพลังงานแสง พลังงานความร้อนที่ได้ออกมา	ความร้อนสูง
15. ในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะใช้ออกซิเจนจากอากาศโดยตรง และต้องใช้ความร้อนสูง และใช้ซีเตา ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ พลังงานความร้อนและพลังงานแสง	มีค่าสูงมาก

<u>โปรแกรมตอนที่ 30 / 9</u> 1. ปฏิกริยาเคมีที่เกิดจากการเผาผลาญอาหารในเซลล์ของพืชหรือของสิ่งมีชีวิต เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการหายใจ การหายใจเป็นกระบวนการรวมตัวของอาหารภายในเซลล์กับออกซิเจน โดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วให้พลังงานออกมาสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต การหายใจ คือ	
2. เอนไซม์เป็นสารประกอบประเภทโปรตีน เป็นตัวกระตุ้นให้สิ่งมีชีวิตสร้างขึ้น สิ่งมีชีวิต สามารถสร้างเอนไซม์ขึ้นเองได้ เอนไซม์ คือ . . .	คือ กระบวนการรวมตัวของอาหารภายในเซลล์กับออกซิเจน โดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วให้พลังงานออกมาสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต
3. ในการทำงานของเอนไซม์บางชนิดต้องอาศัยเกลือแร่และวิตามินบางอย่างเป็นตัวประกอบสำคัญ เช่น เอนไซม์ที่ใช้กับกระบวนการหายใจ มีวิตามินบีต่าง ๆ เป็นตัวประกอบที่สำคัญ ตัวประกอบสำคัญในการทำงานของเอนไซม์ คือ . . .	สารประกอบประเภทโปรตีน เป็นตัวกระตุ้นให้สิ่งมีชีวิตสร้างขึ้น
4. ในสิ่งมีชีวิตจะมีเอนไซม์มากมายหลายชนิด และแต่ละชนิดก็ทำหน้าที่เฉพาะตัวเท่านั้น นั่นก็คือ การหายใจจะต้องมีเอนไซม์ทำหน้าที่ . . .	เกลือแร่และวิตามินบางอย่าง

5. การเผาผลาญอาหารในเซลล์นั้น จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีเอนไซม์เฉพาะสำหรับกระบวนการหายใจเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในเซลล์ เอนไซม์เฉพาะสำหรับกระบวนการหายใจนี้เป็นส่วนประกอบสำคัญ	เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแล้วให้พลังงานออกมาสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต
6. ออกซิเจนที่ใช้ในการเผาผลาญอาหารในเซลล์นั้น เป็นออกซิเจนที่อยู่ในช่องเหลวในเซลล์ นั่นคือ ออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิง กับ ออกซิเจนที่ใช้ในการเผาผลาญอาหารในเซลล์จะแตกต่างกันตรงที่	วิตามินบีชนิดต่าง ๆ
7. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการเผาผลาญอาหารในเซลล์นั้นจะเป็นปฏิกิริยาที่ไม่รุนแรงและดำเนินไปช้า ๆ กงที่ ซึ่งแตกต่างกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการเผาไหม้เชื้อเพลิง คือ	ออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิงจะมีในอากาศ ส่วนออกซิเจนที่ใช้ในการเผาผลาญอาหารในเซลล์จะอยู่ในช่องเหลวในเซลล์
8. ผลที่ได้จากการหายใจ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงาน ดังนั้น อาหารในเซลล์ + ออกซิเจน $\xrightarrow{\text{เอนไซม์}}$	ปฏิกิริยาจะดำเนินไปอย่างรวดเร็วและรุนแรง
9. เราทราบแล้วว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานเป็นผลที่ได้จากการหายใจ ซึ่งพลังงานนี้จะได้จากพลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในอาหาร นักเรียนคิดว่า พลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในอาหารนั้นจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นพลังงานรูปใด	คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ + พลังงาน

10. ถ้านักเรียนตอบว่า พลังงานความร้อน นั้นแหละ เป็นคำตอบ
ที่ถูกต้องแล้ว พลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในอาหารจะ เปลี่ยนแปลง เป็นพลัง
งานความร้อน ซึ่งมีผลทำให้อุณหภูมิภายในร่างกายปกติอบอุ่นงที่อยู่เสมอ
อุณหภูมิภายในร่างกายปกติ จะ เท่ากับ

องศาเซลเซียส

11. นอกจากนั้นแล้ว พลังงานเคมียัง เปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นที่
จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น พลังงานกลสำหรับการเคลื่อนไหว
หรือในการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ

37 องศาเซลเซียส

พลังงานเคมีที่สะสมในอาหารจะ เปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่นอีก
เช่น (1) (2)

12. กระบวนการหายใจเกิดขึ้นตลอดเวลาขณะที่มีชีวิตอยู่ ถ้าวินิจฉัย
สรุปให้เห็นความแตกต่าง ระหว่างปฏิกิริยาการเผาไหม้และการหายใจ
หรือการเผาผลาญอาหาร

1. พลังงานความร้อน

2. พลังงานกล

การเผาผลาญอาหารในเซลล์ การเผาไหม้ทั่ว ๆ ไป
1. ใช้เอนไซม์เริ่มต้นปฏิกิริยา 1. ใช้ความร้อนสูง เริ่มต้นปฏิกิริยา
2. ผลที่ได้คือ คาร์บอนไดออกไซด์ 2. ผลที่ได้ คือ คาร์บอนไดออกไซด์
น้ำ พลังงาน น้ำ พลังงานและฮีต
3. พลังงานเคมีที่สะสมอยู่เปลี่ยนเป็น 3. พลังงานเคมีที่สะสมอยู่เปลี่ยนเป็น
พลังงานกลและพลังงานความร้อน พลังงานความร้อนและพลังงานแสง

โปรแกรมตอนที่ 3120

1. พลังงาน คือ ความสามารถในการทำงาน พลังงานมีอยู่หลายรูป เช่น พลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า พลังงานแสง พลังงานเสียง พลังงานเหล่านี้เปลี่ยนรูปได้ เช่น

2. พลังงานจะใช้หน่วยความร้อนเป็นหน่วยวัด หน่วยที่นิยมใช้ได้แก่ แคลอรี

นักเรียนเคยทราบความหมายของคำว่า แคลอรีแล้ว ลองทบทวนความจำอีกครั้ง

แคลอรี หมายถึง

พลังงานความร้อนเปลี่ยนเป็นพลังงานแสงหรืออื่น ๆ

3. ในทางโภชนาการ จะใช้หน่วยแคลอรีใหญ่ (Big calorie) หรือ กิโลแคลอรี

1 กิโลแคลอรี หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กิโลกรัม ป้อนหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส
น้ำ 1 กิโลกรัม เท่ากับ

ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัมมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างพลังงานในร่างกายที่เปลี่ยนแปลงรูปได้มา 1 ตัวอย่าง

1000 กรัม

5. สารอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมันที่เรบริโภคจะไปเผาผลาญ ทำให้เกิดพลังงานและความร้อนขึ้น ซึ่งมนุษย์จะนำพลังงานจากอาหารนี้ ไปใช้ในการทำงานของอวัยวะภายในร่างกาย เช่น การหายใจของปอด การเต้นของหัวใจ และการหมุนเวียนของเลือด การทำงานของระบบทางเดินอาหาร เช่น การย่อย การดูดซึม ล้วนแต่ต้องใช้

ตัวอย่าง เช่น พลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในอาหาร จะเปลี่ยนรูปมาเป็นพลังงานความร้อนหรือพลังงานกล

6. นักวิทยาศาสตร์ชื่อ ลาร์วีเอ สังเกตว่า การกินอาหาร ทำให้ร่างกายใช้ออกซิเจนมากขึ้น คนที่ไม่กินอาหารจะต้องการพลังงานต่ำกว่าคนที่กินอาหาร เพราะร่างกายต้องการพลังงานเพื่อนำไปใช้

พลังงาน

7. มนุษย์หรือสัตว์เมื่อมีการเจริญเติบโตหรือมีการสร้างเซลล์ ร่างกายจะต้องการพลังงานด้วย ดังนั้น เด็กที่กำลังเจริญเติบโต ต้องการพลังงานสำหรับการเจริญเติบโต

หญิงตั้งครรภ์และหญิงให้นมบุตร ต้องการพลังงานเพื่อ

แผนการโยโย่ไฮเครต
ไขมันและโปรตีนที่
บริโภคเข้าไป

8. มนุษย์นำพลังงานจากอาหาร เพื่อใช้ในการออกกำลังกาย หรือการทำกิจกรรม กิจกรรมแต่ละชนิดทำให้ร่างกายใช้พลังงานมากน้อยต่างกัน ถ้าเป็นงานหนักหรืองานกลางแจ้งมักใช้พลังงานมากกว่างานเบาหรืองานในร่ม

งานที่ใช้สมองจะ

งานที่ใช้กำลัง

การเติบโตของทารก
ในครรภ์และการสร้าง
นมตามลำดับ

9. นั่นก็คือ มนุษย์เราต้องการพลังงานจากอาหารเพื่อนำไปใช้ ดังต่อไปนี้

- (1) ใช้ในการทำงานของอวัยวะภายในร่างกาย
- (2) ใช้ย่อยอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เพื่อทำให้เกิดพลังงานต่อไป
- (3) ใช้ในการเจริญเติบโตหรือมีการสร้างเซลล์
- (4)

ใช้พลังงานมากกว่า

10. ร่างกายต้องการพลังงานจากอาหารเพื่อความอบอุ่นและเพื่อประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ฉะนั้นอาหารที่บริโภคต้องให้เพียงพอ

(4) เพื่อใช้ในการทำ
กิจกรรม

11. อาหารที่บริโภค นอกจากจะต้องให้พลังงานเพียงพอแล้ว ยังต้องกินอาหารให้ครบทุกประเภทตามความต้องการของร่างกาย นั่นคือ การกินอาหารให้ครบทุกประเภท หมายถึง	พลังงาน
12. อาจสรุปได้ว่า ร่างกายต้องการพลังงานจากอาหาร เพื่อ (1) เพื่อความอบอุ่นของร่างกาย (2) เพื่อประกอบกิจกรรมต่าง ๆ	การบริโภคอาหารพวก คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน เกลือแร่และน้ำ ให้ครบตามความต้องการ ของร่างกาย

~~โปรแกรมตอนที่ 32~~

13. การใช้พลังงานเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ เช่น นั่ง ยืน เดิน นอน หรือวิ่ง จะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ขอให้นักเรียนพิจารณาจากตารางต่อไปนี้

กิจกรรม	พลังงานที่ใช้ (กิโลแคลอรี)	
	ชาย	หญิง
นอนหลับ	0.93	0.27
นอนลืมตา	1.10	1.02
นั่งนิ่ง ๆ	1.43	1.33
นั่งทำงาน	1.59	1.47
ร้องเพลง	1.74	1.62
พิมพ์หนังสือ	2.00	1.86
รีดผ้า	2.06	1.92
กวาดบ้าน	2.43	2.24
ซักผ้า	2.80	2.42
เดินเล่น	2.86	2.66
ออกกำลังกาย (วิ่ง วายน้ำ)	6.43	5.98

ตารางที่แสดงข้างบนเป็นตารางแสดงการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ
ต่อ 1 ชั่วโมงต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

14. จากตารางในข้อ 1. กิจกรรมที่ใช้พลังงานมากที่สุด
คือ
กิจกรรมที่ใช้พลังงานน้อยที่สุด คือ

15. ขณะนอนหลับหรือนอนนิ่ง ๆ ต้องใช้พลังงาน เพราะ
.
.

มากที่สุด-ออกกำลังกาย
น้อยที่สุด-นอนหลับ

16. สมมติว่า เด็กชายโกอายุ 14 ปี หนัก 55 กิโลกรัม จะต้องใช้พลังงานเท่าใดต่อวัน (ให้ใช้ตารางข้อ 4, 5 โปรแกรมตอนที่ 19 ข้อ 1 โปรแกรมตอนที่ 20 ช่วยในการคำนวณ) . . .	อวัยวะภายใน เช่น หัวใจ ปอด ยังทำงานอยู่
17. สมมติว่านักเรียนหนัก 50 กิโลกรัม อายุ 14 ปี เพศหญิง จะต้องใช้พลังงานเท่าใดต่อวัน (ใช้ตารางเหมือนข้อ 4.) . . .	ก.ช. อายุ 14 ปี มีน้ำหนักมาตรฐาน 45 กิโลกรัม น.น. 45 ก.ก. ใช้พลังงาน 3000 กิโลแคลอรีต่อวัน ดังนั้น ก.ช. ใช้พลังงานเท่ากับ $\frac{3000 \times 55}{45}$
18. ถ้านักเรียนต้องใช้พลังงาน 2200 กิโลแคลอรีต่อวัน จะต้องกินอาหารอะไร เป็นปริมาณเท่าใด (ใช้ตารางในข้อ 9 โปรแกรมตอนที่ 23 และข้อ 7 โปรแกรมตอนที่ 24-25 ช่วยในการคำนวณ) 	$\frac{2500 \times 50}{47} = 2660$ กิโลแคลอรี/วัน
19. ถ้านักเรียนน้ำหนัก 50 กิโลกรัม เพศหญิง นอนหลับเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วตื่นขึ้นมารีคด้าเป็นเวลา 30 นาที จะต้องใช้พลังงานเท่าไร (ใช้ตารางข้อ 1. โปรแกรมตอนที่ 32 ช่วยในการคำนวณ) . .	

โปรแกรมตอนที่ 33

20x. การใช้พลังงานของบุคคลในแต่ละเพศและวัยนั้นแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภาวะและสภาพของร่างกาย เด็กที่กำลังเจริญเติบโต จะ ต้องการ	
21x. เด็กที่กำลังเจริญเติบโตต้องการพลังงานมาก เพราะ นอกจาก จะใช้สำหรับประกอบกิจกรรมต่าง ๆ แล้ว ยังต้องการสำหรับ	พลังงานมาก
22x. หญิงที่ตั้งครรภ์หรือหญิงที่ให้นมลูก ย่อมต้องการพลังงานมากขึ้น หญิงมีครรภ์ควรจะเพิ่มพลังงานขึ้นอีกวันละ 200 กิโลแคลอรี ส่วนหญิง ที่ให้นมลูก ควรจะเพิ่มขึ้นอีกวันละ 1000 กิโลแคลอรี แต่ทั้งนี้ ต้องให้ มีอาหาร	การเจริญเติบโต อีกด้วย
23x. นั่นคือ การใช้พลังงานจะขึ้นอยู่กับ (1) (2) (3) ภาวะทางร่างกาย	ครบทุกประ เภทด้วย
24x. การใช้พลังงาน นอกจากจะขึ้นอยู่กับเพศ วัย และภาวะทาง ร่างกายแล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดของกิจกรรมต่าง ๆ ด้วย กิจกรรมแต่ละ ประเภทต้องการ แตกต่างกัน	1. เพศ 2. วัย
25x. พลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้มาจากอาหาร ดังนั้น จึง จำเป็นต้องกินอาหารให้ได้พลังงานพอเหมาะกับกิจกรรมของแต่ละ บุคคล และกินอาหารให้ครบทุกประเภทและถูกต้องส่วน การกินอาหารให้ครบทุกประเภทนั้น หมายถึง	พลังงาน
26x. นั่นคือ อาหารมีหนึ่ง ๆ ควรประกอบไปด้วย .	ให้กินอาหารทั้ง ประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ วิตามินและน้ำ

27. การกินอาหารของกินในพอเหมาะกับความต้องการของร่างกาย ถ้ากินน้อยเกินไปจะทำให้เกิดโทษ กล่าวคือ เป็นโรคต่าง ๆ เช่น	โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ วิตามิน และน้ำ
28. ถ้ากินอาหารมากเกินไปก็ปีโทษเช่นเดียวกัน เช่น ทำให้อ้วน และเกิดโรคได้ เพื่อไม่ให้อ้วน ควรกินอาหารให้	โรคคอพอก โรคโลหิตจาง โรคผิวหนัง เป็นต้น
29. 10. อาหารประเภทไขมันและคาร์โบไฮเดรต ถ้ากินมากเกินไป จะสะสมไว้ในร่างกายในรูปของไขมันและไกลโคเจน สำหรับไขมัน จะสะสมไว้ที่ผิวหนังหรือตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ในช่องท้องรอบ ๆ ไตหรือหัวใจ ถ้าเรากินอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตมากเกินไป ร่างกายจะเก็บไว้ในรูปของ	ถูกสัดสวน
30. 11. <u>ไกลโคเจน</u> เป็นอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรต ส่วนใหญ่เก็บสะสมในตับและกล้ามเนื้อ สำหรับไกลโคเจน ร่างกายสะสมได้ในปริมาณจำกัด ส่วนไขมันสะสมโดยไม่จำกัดปริมาณ ร่างกายเก็บสะสมไกลโคเจนใน	ไกลโคเจน
31. 12. ทั้งไกลโคเจนและไขมันมีประโยชน์ต่อร่างกาย เพราะ เป็นแหล่งพลังงานสำหรับนำมาใช้ในยามขาดแคลน คนที่อดอาหารในระยะแรกจะไม่ตาย เพราะ	ตับและกล้ามเนื้อ
32. 13. ถ้ากินอาหารประเภทไขมันและคาร์โบไฮเดรตเกินพอดี จะทำให้	ร่างกายสามารถใช้ อาหารที่เก็บสะสมไว้ในรูปของ ไกลโคเจนและไขมัน

33 14. ถ้าบริโภคไขมันสัตว์มากเกินไป จะทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดเพิ่มขึ้น เมื่อสารชนิดนี้สะสมตามผนังของเส้นเลือด จะทำให้เส้นเลือดตีบหรืออุดตันได้ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเป็นโรคหัวใจวาย คอเลสเตอรอล มีอยู่ใน	ร่างกายจะสะสมไว้ในร่างกายในรูปของไกลโคเจนและไขมัน
34 15. ปัจจุบัน เพื่อหลีกเลี่ยงจากการเสี่ยงที่จะเป็นเส้นเลือดอุดตัน ประชาชนจึงหันมานิยมบริโภคไขมันจากพืชแทนไขมันสัตว์ ไขมันจากพืช ทำมาจากพืช เช่น	เลือด
35 16. สาเหตุหนึ่งของโรคหัวใจวาย คือ	ถั่ว มะพร้าว งา
36 17. สำหรับอาหารพวกโปรตีน ส่วนที่กินเข้าไปเกินความต้องการของร่างกาย ก็จะถูกเปลี่ยนเป็นไกลโคเจนและยูเรีย สำหรับยูเรีย ถ้ามีปริมาณมากจะเป็นพิษต่อร่างกาย จึงถูกกำจัดออกจากร่างกายทางปัสสาวะ ในปัสสาวะของพวกเรา มีสิ่งที่เป็นพิษต่อร่างกายอยู่มาก คือ	มีคอเลสเตอรอลในเลือดมาก เมื่อคอเลสเตอรอลสะสมตามผนังของเส้นเลือด จะทำให้เส้นเลือดตีบหรืออุดตันได้
37 18. ยูเรียเป็นสารมีพิษที่ไคจากอาหารประเภท	ยูเรีย
38 19. ถ้ากินอาหารโปรตีนมากเกินไป ร่างกายจะเปลี่ยนอาหารประเภทโปรตีนนี้เป็นไกลโคเจนและยูเรีย	โปรตีน

โปรแกรมตอนที่ 34-2/ 1. พลังงานชั้นต่ำของสิ่งมีชีวิตทั้งปวง ได้มาจากแสงอาทิตย์ พลังงานนี้ใช้ในการสร้างอาหารของพืช ซึ่งการที่พืชต้องใช้แสงในการสร้างอาหารนี้ เราเรียกว่า การสังเคราะห์แสง การสังเคราะห์แสง ของอาศัย	
2. สิ่งที่เป็นในการสังเคราะห์แสงอีกอย่างหนึ่ง ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต้นพืชจะได้อาหารนี้จาก	แสงสว่าง
3. นอกจากนี้แล้ว สารสีเขียวในใบไม้ ซึ่งเรียกว่า "คลอโรฟิล" ก็ยังเป็นสิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสงด้วย คลอโรฟิล คือ	อากาศ
4. นั่นก็คือ สิ่งที่เป็นในการสังเคราะห์แสงของพืช คือ (1) (2) (3) (4)	สารสีเขียวที่มีอยู่ในใบไม้
5. การสังเคราะห์แสง คือ การสร้างอาหารของพืช โดยอาศัย พลังงานแสง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และกลอโรฟิล การสังเคราะห์แสงของคนไม่ทั่ว ๆ ไป จะใช้แสงจาก	1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2. แสง 3. กลอโรฟิล
6. พลังงานแสงที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสงนั้น เป็นพลังงานตามธรรมชาติที่พืชได้รับ ก็คือ พลังงานแสงแดด เราอาจใช้แสงจากไฟฟ้าหรือตะเกียงที่มีแสงสว่างแรง ๆ แทนได้ แสงแดดที่พืชดูดไว้เป็นพลังงานศักย์นั้น ส่วนใหญ่เป็นแสงสีแดง แสงแดดมี 7 สี คือ	ดวงอาทิตย์
7. สิ่งที่เป็นอีกอย่างหนึ่งในการสังเคราะห์แสง คือ คาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนคิดว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นี้ พืชได้มาจากที่ใดบ้าง	แดง แสด เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม ม่วง

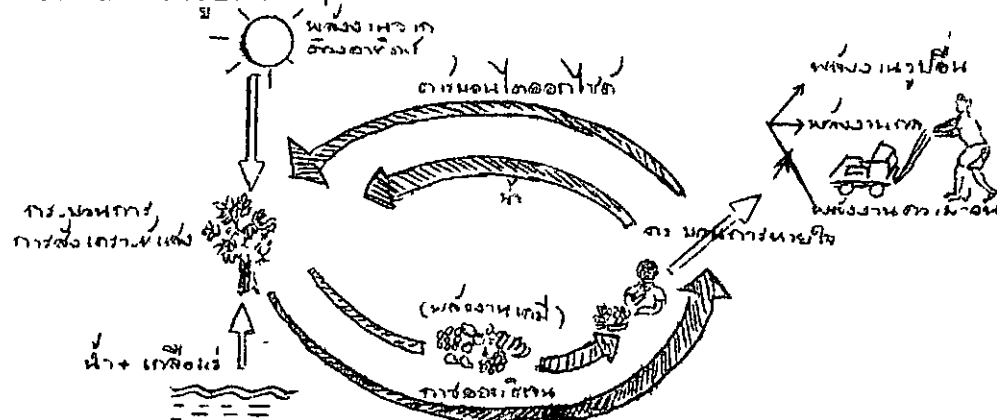
8. น้ำที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง ได้มาจากพื้นดินซึ่งรากเป็นส่วนที่ดูดเข้ามาสู่ลำต้น และสิ่งสำคัญอีกสิ่งหนึ่งในกระบวนการสังเคราะห์แสงที่จะขาดไม่ได้ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสารที่พืช	ในอากาศทั่วไป, การหายใจของพืชและสัตว์, การหายใจของไมและเชื้อเพลิงต่าง ๆ ที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ, การหายใจของสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว
9. นักเรียนคงพอจะบอกได้ว่า องค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในการสร้างอาหารของพืช มี (1) (2) (3) (4)	เขียน
10. สัตว์ทุกชนิดต้องการออกซิเจนไปใช้ในการเผาผลาญอาหารทำให้เกิดพลังงาน และคายคาร์บอนไดออกไซด์ทิ้ง ซึ่งเรียกว่า "การหายใจ" การหายใจ ต้องการ ที่อยู่ในอากาศ	(1) คาร์บอนไดออกไซด์ (2) แสงแดด (3) คาร์บอนไดออกไซด์ (4) น้ำ
11. ออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจนั้น จะมีอยู่ในอากาศราว 21 % และในน้ำประมาณ 0.7 % นั่นคือ สัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำไม่ตาย เพราะ	ออกซิเจน
12. ให้นักเรียนหาความหมายของการหายใจด้วยตัวเอง การหายใจ หมายถึง	การนำออกซิเจนในน้ำช่วยในการหายใจ
13. สัตว์ที่ไม่มีอวัยวะสำหรับหายใจ ออกซิเจนจะซึมผ่านผนังเซลล์เข้าไปโดยตรง และการคายคาร์บอนไดออกไซด์ก็ซึมออกมาโดยตรง เช่นเดียวกัน สัตว์ที่ไม่มีอวัยวะสำหรับหายใจ ก็ต้องการก๊าซในการมีชีวิตอยู่เช่นเดียวกัน	การเผาผลาญอาหารภายในสิ่งมีชีวิตเพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต

14. สัตว์โดยทั่วไป มักจะมีอวัยวะอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น ปอด เหงือก ผิวหนัง เพื่อใช้ในการหายใจ สัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม มักจะมีอวัยวะที่ใช้ในการหายใจ คือ	ออกซิเจน
15. อวัยวะที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน บางชนิดหายใจด้วยเหงือก บางชนิดหายใจด้วยปอด แต่บางชนิด หายใจทางผิวหนัง นักเรียนจึงจำเป็นต้องศึกษาหาความรู้ในเรื่องนี้ ให้ละเอียดต่อไป	

โปรแกรมตอนที่ 35 22

1. การสร้างอาหารของพืชก็คื การกินอาหารต่อกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่อาหารก็คื เกี่ยวข้องกับพลังงาน การสะสมพลังงาน การเปลี่ยนรูปและการถ่ายทอดพลังงานทั้งสิ้น

2. แผนภาพต่อไปนี้ แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างอาหาร และพลังงานรูปต่าง ๆ



3. จากแผนภาพ พลังงานซึ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตเรืบแรก ไคมาจาก

4. พลังงานแสงนี้ พืชนำมาใช้เพื่อสร้างอาหารในกระบวนการสังเคราะห์แสง

ในการสร้างอาหารของพืชนี้ นอกจากต้องใช้แสงสว่างแล้ว ยังใช้

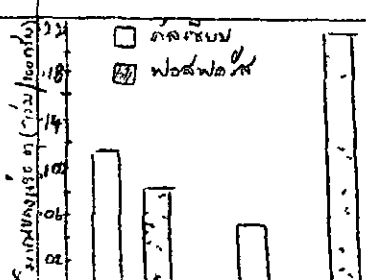
พลังงานแสง

5. พลังงานแสงที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงจะถูกพืชเปลี่ยนเป็นพลังงานสะสมในอาหารที่พืชสร้างขึ้น

น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์และกลูโคส

6. เมื่อกินและสัตว์กินอาหาร พลังงานที่สะสมในอาหารจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปต่าง ๆ ในกระบวนการหายใจ เช่น

เคมี

7. นอกจากนี้ พลังงานบางส่วนสะสมอยู่ในรูปของพลังงานเคมีไว้ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานต่อไป พลังงานที่สะสมไว้นี้ นักเรียนคิดว่าจะมีประโยชน์อย่างไรบ้าง	พลังงานความร้อน พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า พลังงานแสง									
8. นั่นคือ การหายใจและการสังเคราะห์แสงต่างก็มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต นักเรียนทราบไหมว่า การสังเคราะห์แสงมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไรบ้าง	เมื่อร่างกายต้องการหรือเมื่อเกิดการขาดอาหารขึ้น จะใช้พลังงานที่สะสมไว้นี้ได้									
9. ตารางต่อไปนี้ แสดงปริมาณของกัลเลียมและฟอสฟอรัสในนมและไข่ นก 100 กรัม <table><tr><td>อาหาร</td><td>กัลเลียม (กรัม)</td><td>ฟอสฟอรัส (กรัม)</td></tr><tr><td>นม</td><td>0.12</td><td>0.09</td></tr><tr><td>ไข่</td><td>0.06</td><td>0.21</td></tr></table>	อาหาร	กัลเลียม (กรัม)	ฟอสฟอรัส (กรัม)	นม	0.12	0.09	ไข่	0.06	0.21	การสังเคราะห์แสงเป็น การผลิตอาหารของพืชสีเขียว อาหารที่ผลิตเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิต ถ้าไม่มีการสังเคราะห์แสงก็ไม่มีอาหารเพื่อการดำรงชีวิตของสัตว์
อาหาร	กัลเลียม (กรัม)	ฟอสฟอรัส (กรัม)								
นม	0.12	0.09								
ไข่	0.06	0.21								
10. ให้นักเรียนเขียนกราฟรูปแท่ง แสดงปริมาณกัลเลียมและฟอสฟอรัสในอาหาร										
11. กัลเลียมและฟอสฟอรัสเป็นอาหารพวกเกลือแร่ที่ไปให้พลังงาน การร่างกายขาดธาตุเหล่านี้ จะทำให้เป็นโรคกระดูกอ่อน กัลเลียมในเลือดต่ำ เลือดแข็งตัวช้าขาดกัลเลียม และขาดฟอสฟอรัสยังไม่พบโรคนี้ในคน	 <table><tr><th>อาหาร</th><th>กัลเลียม (มก./100 กรัม)</th><th>ฟอสฟอรัส (มก./100 กรัม)</th></tr><tr><td>นม</td><td>0.12</td><td>0.09</td></tr><tr><td>ไข่</td><td>0.06</td><td>0.21</td></tr></table>	อาหาร	กัลเลียม (มก./100 กรัม)	ฟอสฟอรัส (มก./100 กรัม)	นม	0.12	0.09	ไข่	0.06	0.21
อาหาร	กัลเลียม (มก./100 กรัม)	ฟอสฟอรัส (มก./100 กรัม)								
นม	0.12	0.09								
ไข่	0.06	0.21								

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและพลังงาน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวนทั้งหมด 60 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที นักเรียนจะทำข้อใดก่อนก็ได้ แต่ควรรีบทำให้ครบทุกข้อ
2. คำถามทั้งหมดจะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบที่มีตัวเลือก 5 ตัว คือ ก ข ค ง และ จ ให้นักเรียนพิจารณาว่า คำตอบใดถูกต้องที่สุด ก็ไปเลือกคำตอบนั้น โดยไปขีด + ตอบในกระดาษคำตอบ
ตัวอย่าง
 ๐) สิ่งที่ไม่ใช่อาหารโปรตีน
 ก. นม ข. ไข่ ค. เนื้อ ง. ถั่วเหลือง จ. น้ำตาล
 จะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้อง ก็น้ำตาลในข้อ จ. ก็ไปขีดตอบข้อ จ. ในกระดาษคำตอบ ดังนี้
 ๐) ก ข ค ง ~~จ~~
3. แต่ละข้อจะต้องขีดตอบเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น ถ้าข้อใดขีดตอบมากกว่า 1 คำตอบ จะให้ศูนย์ (๐) แทนที่ และกรณีที่ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ก็ให้ขีด = ทับรอยคำตอบเดิมให้ชัดเจนก่อน แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนจาก ก. มาเป็น จ. ดังนี้
 ๐) ~~ก~~ ข ค ง ~~จ~~
4. ไปรกระวังขีดคำตอบให้ตรงกับคำถามเสมอ
5. ถ้านักเรียนต้องการหาคะแนน ให้ทดลองในกระดาษทดที่แจกให้พร้อมกันนี้ อย่าได้ขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบนี้เป็นอันขาด และเมื่อทำเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำกระดาษคำตอบและกระดาษทดสอบไว้ในแบบทดสอบและนำส่งกรรมการคุมสอบด้วย
6. ให้ทุกคนเขียนชื่อ นามสกุลของตนเอง และวันสอบลงในช่องดังกล่าวในกระดาษคำตอบ
ขอให้ทุกคนโชคดี

✓ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง อาหารและพลังงาน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. สารอาหารที่ให้พลังงานมากที่สุดเมื่อมวลเท่ากันคือข้อใด ?
ก. น้ำ
ข. ไขมัน
ค. โปรตีน
ง. วิตามิน
จ. คาร์โบไฮเดรต

2. จากการทดสอบวิตามิน ซี ในผลไม้ ได้ผลตามตาราง

สารละลาย	จำนวนหยด
น้ำมะนาว	50
น้ำส้ม	30
น้ำมะขาม	40

นักเรียนคิดว่า สารละลายใดมีวิตามินซีมากที่สุด ?

- ก. น้ำส้ม
- ข. น้ำมะนาว
- ค. น้ำมะขาม
- ง. น้ำส้ม, น้ำมะขาม
- จ. น้ำส้ม, น้ำมะนาว

3. เมื่อนำอาหารหลายชนิดมาเผาในหลอดทดสอบ ปรากฏว่ามีหยดน้ำภายในหลอด และเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทุกครั้ง จะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร ?
ก. อาหารทุกชนิดประกอบด้วยธาตุเหมือนกันหมด
ข. อาหารทุกชนิดประกอบด้วยคาร์บอนและน้ำ
ค. อาหารทุกชนิดประกอบด้วยคาร์บอนและน้ำเท่ากัน
ง. อาหารทุกชนิดประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ
จ. อาหารทุกชนิดประกอบด้วยคาร์บอนไฮโดรเจนและออกซิเจนเป็นอย่งน้อย

4. ถ้านักเรียนเอาเนื้ออกมาทดสอบกับสารละลายไอโอดีน เบเนดิกต์ ไบยูเรต ผลที่ได้ควรเป็นเช่นไร ? (เรียงตามลำดับตามปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการทดสอบกับสารละลายที่กล่าวมาแล้ว)

- ก. น้ำเงิน, เหลือง, แดง
- ข. ไม่เปลี่ยนสี, ม่วง, เหลือง
- ค. ไม่เปลี่ยนสี, ม่วงเหลือง, ม่วง
- ง. น้ำเงิน, ฟ้าน้ำเงิน, ไม่เปลี่ยนสี
- จ. น้ำเงิน, ไม่เปลี่ยนสี, ไม่เปลี่ยนสี

5. เมื่อนำสารละลายไบยูเรกไปทดสอบอาหารชนิดหนึ่งให้ผลเป็นสีม่วง สรุปผลได้ว่าอย่างไร ?

- ก. อาหารนั้นคือโปรตีน
- ข. อาหารนั้นคือ ไขมัน
- ค. ไม่มีผลทางการทดลอง
- ง. อาหารนั้นคือน้ำตาลซูโครส
- จ. อาหารนั้นคือวิตามินซีสังเคราะห์

ก่าชี้แจง กำหนดให้ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลคาลอรี คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลคาลอรี และโปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลคาลอรี

ให้ใช้ข้อมูลนี้ ตอบคำถามข้อ 6

6. กล้วยหนัก 100 กรัม มีคาร์โบไฮเดรต 20.0 กรัม ไขมัน 0.5 กรัมและโปรตีน 1.0 กรัม ถ้ากินกล้วย 250 กรัม จะได้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรตกี่กิโลคาลอรี ?

- ก. 50
- ข. 100
- ค. 150
- ง. 175
- จ. 200

7. หญิงตั้งครรภ์ต้องการอาหารที่มีแคลเซียมมากกว่าในยามปกติ เพราะอะไร ?

- ก. ป้องกันไม่ให้แท้ง
- ข. ป้องกันไม่ให้เกิดการชักกระตุก
- ค. ป้องกันการผิดปกติของกระดูก

ง. ป้องกันไม่ให้เกิดโรคเหน็บชา

จ. ป้องกันไม่ให้เกิดอาการทางประสาท
ก่าชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากตารางต่อไปนี้
นี้ ตอบคำถามข้อ 8

ตารางแสดงการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ

1 ชั่วโมงต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

กิจกรรม	พลังงานที่ใช้(กิโลคาลอรี)	
	ชาย	หญิง
นอนหลับ	0.93	0.27
ร้องเพลง	1.74	1.62
รีดผ้า	2.06	1.92
เดินเล่น	2.86	2.66
นั่งทำงาน	1.59	1.47
ออกกำลังกาย	6.43	5.98

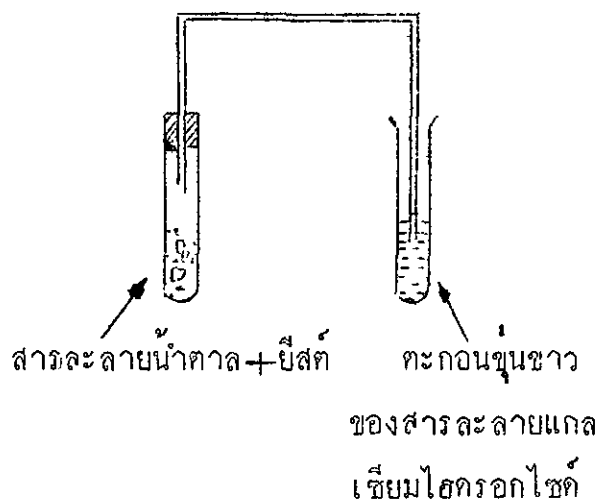
8. นายณัติยรหนัก 50 กิโลกรัม ได้ทำกิจกรรมดังนี้ ร้องเพลง 1 ชั่วโมง เดินเล่น 1 ชั่วโมง แล้วกลับมานอน 2 ชั่วโมง เขาต้องใช้พลังงานทั้งหมดเท่าใด ?

- ก. 323 กิโลคาลอรี
- ข. 301 กิโลคาลอรี
- ค. 30.1 กิโลคาลอรี
- ง. 24.2 กิโลคาลอรี
- จ. 4.53 กิโลคาลอรี

9. ถ้าร่างกายขาดธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส จะทำให้เกิดผลข้อใด ?

- ก. เป็นโรคโลหิตจาง
- ข. เป็นโรคกระดูกอ่อน
- ค. เป็นอาหารไม่มีแรง
- ง. เป็นโรคปากนกกระจอก
- จ. เส้นเลือดฝอยเปราะเป็นหวัดง่าย

10. จากแผนภาพ ก๊าซที่เกิดขึ้นเป็นก๊าซอะไร ?



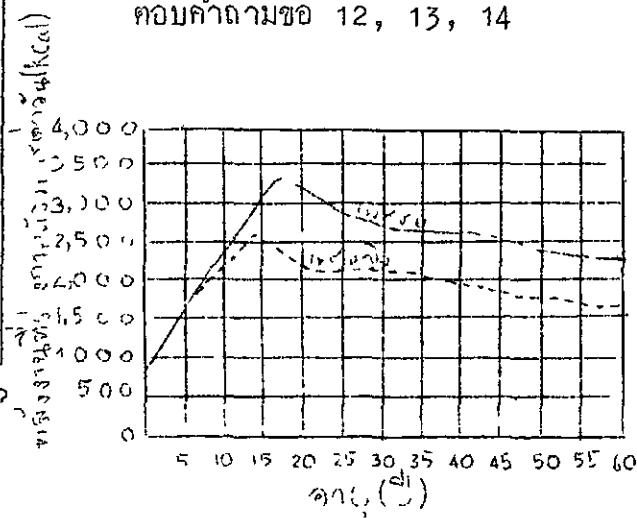
- ก. ก๊าซถ่านหิน
- ข. ก๊าซออกซิเจน
- ค. ก๊าซไฮโดรเจน
- ง. ก๊าซไนโตรเจน
- จ. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

11. จากแผนภาพในข้อ 10 นั้น เป็นการทดลองเกี่ยวกับอะไร ?

- ก. อาหารของยีสต์คือน้ำตาล
- ข. การเตรียมก๊าซออกซิเจน
- ค. การเตรียมก๊าซไฮโดรเจน
- ง. การเผาผลาญอาหารของยีสต์
- จ. การเตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ค่าชี้แจงให้นักเรียนศึกษากราฟต่อไปนี้ แล้ว

ตอบคำถามข้อ 12, 13, 14



12. เพศชายและเพศหญิงต้องการพลังงานเท่ากันในช่วงอายุเท่าใด ?

- ก. 1 - 5 ปี
- ข. 6 - 10 ปี
- ค. 11 - 15 ปี
- ง. 16 - 20 ปี
- จ. 21 ปีขึ้นไป

13. ในเพศชาย ร่างกายต้องการพลังงานมากที่สุดในช่วงอายุเท่าใด ?

- ก. 0 - 5 ปี
- ข. 6 - 10 ปี
- ค. 11 - 15 ปี
- ง. 16 - 20 ปี
- จ. 21 - 25 ปี

14. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้องที่สุด ?

- ก. เพศหญิง ร่างกายต้องการปริมาณพลังงานมากกว่าเพศชาย
- ข. เพศหญิงและเพศชายต้องการปริมาณพลังงานเท่ากัน
- ค. ในเพศชายและเพศหญิงช่วงที่ร่างกายต้องการพลังงานมากที่สุด จะอยู่ระหว่างอายุเดียวกัน
- ง. เพศหญิงช่วงที่ร่างกายต้องการพลังงานมากที่สุด จะมีอายุน้อยกว่าเพศชายช่วงที่ร่างกายต้องการพลังงานมากที่สุด
- จ. เพศชายช่วงที่ร่างกายต้องการพลังงานมากที่สุดจะมีอายุน้อยกว่าเพศหญิงช่วงที่ร่างกายต้องการพลังงานมากที่สุด

คำชี้แจง ตารางต่อไปนี้ เป็นการทดสอบสารต่างๆกับสารละลายไอโอดีน สารละลายเบเนดิกต์และสารละลายไบยูเรต

สาร	สารละลายไอโอดีน	สารละลายเบเนดิกต์	สารละลายไบยูเรต
ก	—	ได้สีน้ำตาลแดง	—
ข	ได้สีน้ำเงิน	—	—
ค	—	ได้สีแดง	ได้สีม่วง
ง	ได้สีน้ำเงิน	ได้สีเหลืองอมน้ำตาล	—

ใช้ข้อมูลจากตารางนี้ ตอบคำถามข้อ 15-16

15. สารในตาราง มีสารใดบ้างที่เป็นพวกแป้ง ?

- ก. สาร ก และ ข
- ข. สาร ข และ ก
- ค. สาร ค และ ง
- ง. สาร ข และ ง
- จ. สาร ก และ ค

16. จากตาราง เราทราบว่าอาหารที่มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบ คือข้อใด ?

- ก. สาร ก
- ข. สาร ข
- ค. สาร ค
- ง. สาร ง

จ. ข้อ ก - ง ไม่มีข้อถูกต้อง

17. สารละลายที่ใช้ตรวจสอบหาน้ำตาลในปัสสาวะ เพื่อวินิจฉัยโรคเบาหวานคือข้อใด ?

- ก. น้ำเกลือ
- ข. สารละลายไอโอดีน
- ค. สารละลายไบยูเรต
- ง. สารละลายเบเนดิกต์
- จ. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์

18. เหตุใดจึงมีการสนับสนุนให้ประชาชนนำถั่วเหลืองมาเป็นอาหารมากขึ้น ?

- ก. เพราะหาได้ง่าย
- ข. เพราะมีสารโปรตีน
- ค. เพราะราคาไม่แพง
- ง. เพราะป้องกันโรคได้
- จ. เพราะมีสารคาร์โบไฮเดรต

19. ถ้าต้องการทราบว่าอาหารชนิดหนึ่งเป็นน้ำตาลกลูโคสหรือไม่ ต้องทำอย่างไร ?
- ชิมดู ถ้ามีรสหวานคือน้ำตาลกลูโคส
 - ทดสอบกับสารละลายไบยูเรต ถ้าได้สีน้ำตาลแดง คือน้ำตาลกลูโคส
 - ต้มกับสารละลายเบเนดิกต์ ถ้าได้ตะกอนสีน้ำตาลแดง คือน้ำตาลกลูโคส
 - ทดสอบกับสารละลายไบยูเรต ถ้าได้สีม่วง คือน้ำตาลกลูโคส
 - ทดสอบกับสารละลายไอโอไดน์ ถ้าได้สีน้ำเงิน คือน้ำตาลกลูโคส
20. ในการสังเคราะห์แสงพืชจะเปลี่ยนรูปพลังงานแสงเป็นพลังงานอะไร ?
- พลังงานกล
 - พลังงานเคมี
 - พลังงานไฟฟ้า
 - พลังงานความร้อน
 - ไม่มีข้อใดถูกต้อง
21. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้องที่สุด ?
- ธาตุเหล็กช่วยให้กระดูกแข็งแรง
 - แคลเซียมช่วยป้องกันโรคคอพอก
 - ธาตุไอโอดีนช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง
 - ร่างกายนำสารไปใช้ในรูปแบบของธาตุบริสุทธิ์
 - ร่างกายนำสารไปใช้ในรูปแบบของสารประกอบ
22. สารกลอเรียเทอรอล แสงแดดสามารถเปลี่ยนให้เป็นสารอะไร ?
- วิตามิน เอ
 - วิตามิน ซี
 - วิตามิน บี
 - วิตามิน ดี
 - วิตามิน อี
23. เมื่อนำสารชนิดหนึ่งไปทดสอบกับเบเนดิกต์ปรากฏว่าไม่เปลี่ยนสี สารนั้นคืออะไร ?
- สารบริสุทธิ์
 - สารไม่บริสุทธิ์
 - น้ำตาลกลูโคส
 - น้ำตาลซูโครส
 - ยังสรุปไม่ได้
24. กิจกรรมใดที่ไม่ใช้พลังงาน ?
- ยืนนิ่ง ๆ
 - นอนนิ่ง ๆ
 - นอนหลับ
 - อ่านหนังสือ
 - ไม่มีข้อใดถูก
25. นำสารชนิดหนึ่งหยดลงในน้ำแป้ง + ไอโอดีน ปรากฏว่าไม่มีสีน้ำเงินเหลืออยู่ สรุปได้ว่าอย่างไร ?
- สารนั้นไม่มีวิตามิน เอ
 - สารนั้นไม่มีวิตามิน บี
 - สารนั้นมีวิตามิน ดี
 - สารนั้นมีวิตามิน ซี
 - สรุปไม่ได้

26. กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช
เกิดขึ้นได้เวลาใด ?

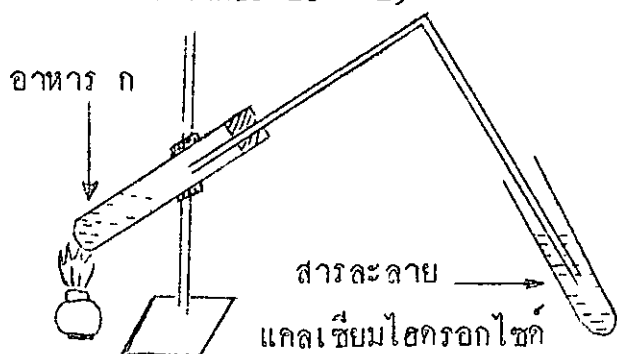
- ก. กลางวันเท่านั้น
- ข. ตลอดเวลาที่มีแสงสว่าง
- ค. กลางคืนน้อยกว่ากลางวัน
- ง. เฉพาะกลางวันที่มีแสงแดดจัด
- จ. เฉพาะกลางวันที่มีเมฆปกคลุมท้องฟ้า

27. การหายใจของพืช เกิดในเวลาใด ?

- ก. กลางวันตอนเช้าก่อนเที่ยง
- ข. กลางวันที่มีลมสงบ
- ค. กลางวันแดดจัด
- ง. กลางคืน
- จ. ตลอดวัน

คำชี้แจง จงศึกษาแผนภาพต่อไปนี้ แล้วตอบ

คำถามข้อ 28 - 29



28. จากแผนภาพ เป็นการทดลองเรื่องอะไร ?

- ก. การเผาอาหารจำพวกโปรตีน
- ข. การวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหาร
- ค. การเผาการโบไฮเดรตจะได้ก๊าซชนิดหนึ่ง
- ง. การเผาอาหารจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จ. ความสำคัญของธาตุแคลเซียมและ
ฟอสฟอรัสในอาหาร

29. จากแผนภาพ หลังจากทำการทดลอง
เสร็จแล้ว ควรทำข้อใดดังต่อไปนี้ เป็น
อันดับแรก ?

- ก. เอาตะเกียงออก
- ข. ถอดหลอดใส่อาหารออกจากที่รับ
- ค. กิ่งจุกยางที่ปิดปากหลอดทดลองออก
- ง. เอาหลอดที่ใส่สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออก
- จ. ขยับที่จับหลอดทดลองออกให้กันหลอด
ที่ถูกไฟเผาพ้นจากเปลวไฟ

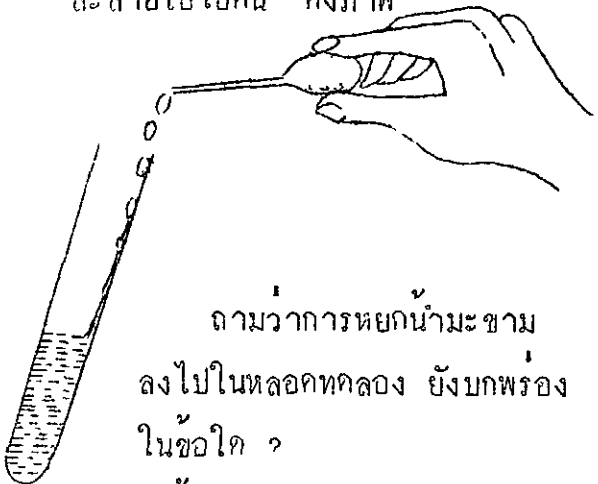
30. ถ้าต้องการทราบว่าอาหาร ก เป็นอาหาร
พวกโปรตีนหรือไม่ จะทำอย่างไร ?

- ก. คมคุ ถ้ามีกลิ่นคล้ายกลิ่นเนื้อก็คือ
โปรตีน
- ข. ชิมคุ ถ้ามีรสหวานเล็กน้อย คือ
โปรตีน
- ค. ทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ ถ้า
ได้ตะกอนสีน้ำตาลแดง คือโปรตีน
- ง. ทดสอบกับสารละลายไอโอไดน์ ถ้า
ได้สีน้ำเงิน คือโปรตีน
- จ. ทดสอบกับสารละลายไบยูเรต ถ้า
ได้สีม่วง คือ โปรตีน

31. วิตามินซึ่งร่างกายของคนเราสร้างได้เอง คือวิตามินอะไร ?
- วิตามิน บี
 - วิตามิน ซี
 - วิตามิน ดี
 - วิตามิน เอ
 - วิตามิน เค
32. เอนไซม์ เป็นสิ่งที่สิ่งมีชีวิตสร้างขึ้นเพื่ออะไร ?
- หายใจ
 - สร้างอาหาร
 - เปลี่ยนพลังงาน
 - ย่อยอาหารและขับถ่าย
 - ช่วยเร่งการย่อยอาหาร
33. สิ่งมีชีวิตหายใจเอาก๊าซออกซิเจนเข้าไปเพื่ออะไร ?
- เพิ่มน้ำหนักตัว
 - เผาผลาญอาหาร
 - ทำให้โลหิตไหลวน
 - ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ
 - กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์
34. พืชมีความแตกต่างจากคนและสัตว์ ข้อแตกต่างที่สำคัญที่สุด คือข้อใด ?
- หายใจได้
 - อวัยวะไม่ซับซ้อน
 - เคลื่อนไหวไม่ได้
 - สร้างอาหารเองได้
 - เจริญเติบโตไม่มีที่สิ้นสุด
35. สารสำคัญที่ช่วยให้พืชสร้างอาหารได้นั้น คือข้อใด ?
- คลอโรฟิลล์
 - เซลล์โลส
 - โกรโมโซม
 - เซลล์เมมเบรน
 - โปรโทพลาสซึม
36. น้ำตาลชนิดใดที่เราใช้กันอยู่เป็นประจำ ในชีวิตของเรา ?
- กลูโคส
 - ซูโครส
 - มอลโตส
 - แลคโตส
 - ไม่มีข้อใดถูก
37. ในอาหารประเภทโปรตีนและไขมัน มีธาตุอะไรที่ต่างกัน ?
- คาร์บอน
 - ออกซิเจน
 - ไนโตรเจน
 - ไฮโดรเจน
 - ฟอสฟอรัส
38. คนไทยมักมีความเชื่อดังเดิมว่า"ต้องกินข้าวมากๆ กินกับแต่น้อย จึงจะโตเร็ว"ละไม่เป็นโรคตานขโมย" ก่ากล่าวนี้ สอดคล้องกับข้อใด ?
- ความเชื่อ เดิมของคนไทยนั้นถูกต้องตามหลักวิชาการในปัจจุบัน

- ข. เนื่องจากความเชื่อที่ว่าข้างต้น ทำให้คนไทยเป็นโรคขาดโปรตีนกันมาก
- ค. การกินข้าวมาก ๆ กินกับแต่น้อยทำให้คนไทยไม่เป็นโรคเส้นเลือดอุดตัน
- ง. เนื่องจากความเชื่อที่ว่ากล่าวมาข้างต้น จึงเป็นผลทำให้คนไทยมีสุขภาพแข็งแรง
- จ. การกินข้าวมาก ๆ ทำให้โภชนาการทั้งโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน เพียงพอแก่ความต้องการ
39. สารอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของร่างกายมากที่สุดได้แก่ข้อใด ?
- ก. ไขมัน
- ข. โปรตีน
- ค. วิตามิน
- ง. แกลีอแร
- จ. คาร์โบไฮเดรต
40. แกลีอแรที่มีความสำคัญในการสร้างกระดูกคือข้อใด ?
- ก. เหล็กและไอโอดีน
- ข. เหล็กและแคลเซียม
- ค. ฟอสฟอรัสและแคลเซียม
- ง. ฟอสฟอรัสและโปตัสเซียม
- จ. ฟอสฟอรัส แคลเซียม และ เหล็ก
- คำชี้แจง อ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 41
- "การอดหยากขาดแคลนอาหาร ไม่เพียงแต่ทำลายสุขภาพทางกายเท่านั้น แต่ยังทำลายบุคลิกภาพและขวัญของนกด้วย นอกจากนั้นแล้วยังมีผลถึงประสิทธิภาพในการทำงานของมนุษย์ด้วย ในต่างประเทศพบว่า เด็กที่กินอาหารเข้าถูกหลักโภชนาการมีสมาธิดีกว่าและเรียนได้ดีกว่าเด็กที่อดอาหารเข้า ในผู้ใหญ่ก็เช่นเดียวกัน คนงานพวกที่กินอาหารเข้าที่มีประโยชน์หรือมีคุณค่าทางโภชนาการสูง จะทำงานได้ทนกว่าและมีประสิทธิภาพดีกว่าพวกที่อดอาหารหรือกินอาหารเข้าที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ"
41. การอดหยากขาดแคลนนั่น หมายถึงอะไร ?
- ก. อาหารไม่มีจะบริโภค
- ข. บริโภคอาหารที่ไม่มีคุณค่าทางอาหาร
- ค. การบริโภคอาหารเป็นบางมื้อไม่ได้บริโภคทุกมื้อ
- ง. ข้อ ก และ ข ถูก
- จ. ข้อ ก, ข และ ค ถูก
- คำถามข้อ 42 - 44
- "ในเซทหนาว อุณหภูมิภายนอกต่ำกว่าอุณหภูมิในร่างกายของคนเรามาก คนที่อาศัยอยู่ในแถบนี้ จึงต้องการพลังงานความร้อนมาก เพื่อจะทำให้ร่างกายอบอุ่น"

42. อาหารที่คนในเขตนาว ควรบริโภคมากกว่าคนในเขตร้อน คืออาหารในข้อใด ?
- ไขมัน
 - โปรตีน
 - วิตามิน
 - เกลือแร่
 - คาร์โบไฮเดรต
43. อุณหภูมิในร่างกายของคนเราตามปกติเท่าใด ?
- 35 องศาเซลเซียส
 - 37 องศาเซลเซียส
 - 37.5 องศาเซลเซียส
 - 38 องศาเซลเซียส
 - 40 องศาเซลเซียส
44. ถ้าอากาศหนาวแล้ว อุณหภูมิภายในร่างกายของคนเราเป็นเช่นไร ?
- จะลดอุณหภูมิลงให้เท่ากับอากาศรอบตัว
 - ลดอุณหภูมิลงกว่าเดิม 10-15 องศาเซลเซียส
 - อุณหภูมิยังเท่าเดิมคือ 37 องศาเซลเซียส
 - อุณหภูมิในร่างกายจะขึ้น ๆ ลง ๆ ตามการหายใจเข้าหรือออก
 - อุณหภูมิในร่างกายจะเพิ่มขึ้นเพื่อให้ทนต่อความหนาวเย็นของอากาศได้
45. ถ้านำอาหารชนิดหนึ่งที่ปืรสหวานมาทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์ แล้วไม่เปลี่ยนสี แสดงว่าอาหารนั้นเป็นอย่างไร ?
- อาหารนั้นมีน้ำตาลกลูโคส
 - อาหารนั้นมีอาหารพวกไขมันเป็นส่วนประกอบ
 - อาหารนั้นเป็นอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตและแป้ง
 - อาหารชนิดนั้นมีน้ำตาลซูโครสหรือสารชนิดอื่นที่มีรสหวาน
 - ไม่สามารถบอกได้ว่า อาหารชนิดนั้นมีน้ำตาลชนิดใดเป็นส่วนประกอบ
46. เมื่อเมื่อน้ำตาลจนเป็นสีน้ำตาล สีน้ำตาลที่ได้คืออะไร ?
- สังกะสี
 - ทองแดง
 - คาร์บอน
 - ไนโตรเจน
 - คาร์บอนไดออกไซด์
47. ถ้าอาหารโปรตีน 1 กรัม ให้พลังงานประมาณ 4 กิโลแคลอรี นายประพันธ์หนัก 55 กิโลกรัม ถ้ากินโปรตีนอย่างถูกส่วน คือ 1 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เขาจะได้พลังงานจากโปรตีนเท่าใด ?

- ก. 1 กิโลคาลอรี
 ข. 14 กิโลคาลอรี
 ค. 55 กิโลคาลอรี
 ง. 220 กิโลคาลอรี
 จ. 250 กิโลคาลอรี
48. พืชชนิดใดไม่สามารถปรุงอาหารได้ ?
 ก. เห็ด
 ข. ทำเล้ง
 ค. กุหลาบหิน
 ง. ตะบองเพชร
 จ. สาหร่ายหางกระรอก
49. อาหารประเภทไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลคาลอรี นายกรวีชหนัก 60 กิโลกรัม ถ้ากินไขมันอย่างถูกส่วน คือ 2 กรัม คือน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เขาจะได้พลังงานจากไขมันเท่าไร ?
 ก. 60 กิโลคาลอรี
 ข. 540 กิโลคาลอรี
 ค. 120 กิโลคาลอรี
 ง. 1080 กิโลคาลอรี
 จ. 2000 กิโลคาลอรี
50. ในการสังเคราะห์แสง ต้องอาศัยสิ่งใด ?
 ก. แสงแดด
 ข. แสงแดด คลอโรฟิลล์ น้ำ
 ค. แสงแดด น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์
 ง. คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ คลอโรฟิลล์
 จ. แสงแดด น้ำ คลอโรฟิลล์ คาร์บอนไดออกไซด์
51. การสังเคราะห์แสงของพืชมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร ?
 ก. พลังงานแสงเปลี่ยนเป็นพลังงานกล
 ข. พลังงานแสงเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี
 ค. พลังงานความร้อนเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี
 ง. พลังงานแสงเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน
 จ. พลังงานเคมีเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน
52. ทรงวุฒิได้ทำการทดสอบวิตามินซีในน้ำมะขาม โดยหยกน้ำมะขามลงในแก้วแบ่ง 4 สาระละลายไอโอดีน ดังภาพ
- 
- ถามว่าการหยกน้ำมะขามลงไปในห้องทดลอง ยังบอกพร้อมในข้อใด ?
- ก. หยกน้ำมะขามมากหยกเกินไป
 ข. เอียงหลอดทดลองมากเกินไป
 ค. หยกน้ำมะขามถูกกับข้างหลอด
 ง. ไม่ได้ให้หลอดทดลองได้รับความร้อน
 จ. ไม่ควรใช้หลอดหยก แต่ควรใช้หลอดฉีดยาแทน

คำชี้แจง อ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม
ข้อ 53 - 54 ตามหลักวิชาวิทยา-
ศาสตร์

"เด็กหญิงพรทิพย์ได้ทำการทดลองเรื่อง
การเผาผลาญอาหารของยีสต์ เขาผสมละลาย-
ลายน้ำตาลชั้น 10% ลงไปในกาลอริมิเตอร์
20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อจากนั้นเหยีสต์ที่
ละลายในน้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงไปใน
สารละลายน้ำตาลในกาลอริมิเตอร์ คนให้ทั่ว
ที่ฝาของกาลอริมิเตอร์ ค.ณ.พรทิพย์ได้นำเอา
เทอร์โมมิเตอร์มาเสียบเพื่อบันทึกอุณหภูมิ แต่
ด้วยความรีบร้อน ค.ณ.พรทิพย์ได้เสียบเทอร์
โมมิเตอร์และกดแรงเกินไป ทำให้เทอร์โมมิ
เตอร์หัก ต้องนำเอาอันใหม่มาเสียบ เพื่อ
เสียบเทอร์โมมิเตอร์ได้แล้ว จึงเอาฝาที่มี
เทอร์โมมิเตอร์เสียบติดอยู่นั้นปิดกาลอริมิเตอร์"

ให้นักเรียนช่วยตอบปัญหาของค.ณ.
พรทิพย์ต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

53. จะแก้ไขการทดลองนี้อย่างไร เพื่อไม่ให้
เกิดการขลุขลักลักษณะดำเนินการปฏิบัติ ?
- ไม่ทราบว่าจะแก้ได้อย่างไร
 - ปิดฝากาลอริมิเตอร์เสียก่อน แล้ว
ค่อย ๆ เสียบเทอร์โมมิเตอร์
 - ต้องใช้ขนาดของเทอร์โมมิเตอร์อัน
เล็กกว่ารูเสียบบนฝากาลอริมิเตอร์
 - ไม่ต้องใช้ฝาปิดกาลอริมิเตอร์ แต่ใช้
เทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงไปเพื่อวัดอุณหภูมิ
เลย

จ. เสียบเทอร์โมมิเตอร์บนฝาให้เรียบ
ร้อยเสียก่อน แล้วจึงปิดฝากาลอ
ริมิเตอร์

54. ตามการทดลองที่ค.ณ.พรทิพย์ปฏิบัติ
นักเรียนคิดว่าผลการทดลองจะเป็น
อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ?
- จะคลาดเคลื่อน เพราะปรอทจะ
ขยายตัวในขณะที่เราใช้มือจับเทอร์
โมมิเตอร์เพื่อเสียบติดกับฝากาลอริ
มิเตอร์
 - ไม่คลาดเคลื่อน เพราะเพิ่งเหยีสต์
ลงไป ยีสต์ยังไม่ทำปฏิกิริยา
 - ไม่คลาดเคลื่อน เพราะยีสต์ที่เท
ลงไป ยังอยู่ในระยะพักตัว
 - จะคลาดเคลื่อน เพราะไม่ทราบ
อุณหภูมิเริ่มต้นที่แท้จริง
 - ไม่คลาดเคลื่อน เพราะห่างกันแค่
2-3 นาทีเท่านั้น

55. การสังเคราะห์แสงของพืช เปรียบได้
กับการทำอะไร ?
- การต้มน้ำ
 - การว่ายนน้ำ
 - การล้างชาม
 - การกินอาหาร
 - การทำอาหาร

56. การเพาะเมล็ดพืชในที่มืด ตอนแรกเมล็ดเจริญได้ก็ ต่อมาพืชที่งอกออกมาจะตายหมด ทั้งนี้เป็นเพราะสาเหตุใด ?

- ก. ขาดน้ำ
- ข. ขาดแสงสว่าง
- ค. ขาดออกซิเจน
- ง. อุณหภูมิไม่พอเหมาะ
- จ. ขาดคาร์บอนไดออกไซด์

57. โรคโลหิตจางเกิดขึ้นต่อเนื่องมาจากขาดเกลือแร่ชนิดใด ?

- ก. เหล็ก
- ข. ไอโอดีน
- ค. แคลเซียม
- ง. ฟอสฟอรัส
- จ. โซเดียม

58. วิตามินชนิดใดที่เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของเลือด ?

- ก. วิตามิน ก
- ข. วิตามิน ซี
- ค. วิตามิน บี
- ง. วิตามิน เอ
- จ. วิตามิน เค

59. เด็กนักเรียนกลุ่มหนึ่งถกเถียงกันในเรื่องที่ว่าถ้าต้องการบริโภคอาหารที่บำรุงสายตา จะต้องบริโภคอาหารพวกใด คนที่หนึ่งบอกว่า ต้องกินผักบุ้ง คนที่สองบอกว่า ต้องกินผลไม้ เช่น มะละกอ คนที่สาม

บอกว่าต้องกินข้าวซ้อมมือ คนที่สี่บอกว่า ต้องกินตับ

ถามว่าคำกล่าวของนักเรียนคนใดถูกต้อง ?

- ก. คนที่ 1 และ คนที่ 3
- ข. คนที่ 2 คนที่ 3 และ คนที่ 4
- ค. คนที่ 1 คนที่ 2 และ คนที่ 4
- ง. คนที่ 1 คนที่ 3 และ คนที่ 4

จ. ไม่มีคำกล่าวของนักเรียนคนใดถูกต้อง
ให้นักเรียนศึกษาข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้างล่าง

กองโภชนาการ กรมอนามัยแนะนำว่าในวันหนึ่ง ๆ เราควรรับประทานอาหารหลักดังนี้

เด็ก 4-8 มก. ชายผู้ใหญ่ 6 มก.
วัยรุ่นหญิง 16 มก. หญิงผู้ใหญ่ 16 มก.
วัยรุ่นชาย 11 มก. หญิงสูงอายุ 6 มก.
วัยรุ่นชายกับวัยรุ่นหญิงต้องการเหล็กแตกต่างกันเพราะสาเหตุใด ?

ก. วัยรุ่นชายต้องการเหล็กน้อย เพราะมีธาตุเหล็กสะสมอยู่ในร่างกายมากเกินไปแล้ว

ข. วัยรุ่นหญิงมีการเสียเลือดมากกว่าวัยรุ่นชาย จึงต้องการเหล็กสูงขึ้น

ค. วัยรุ่นหญิงต้องการเหล็กเพื่อให้ร่างกายแข็งแรงเท่าวัยรุ่นชาย

ง. วัยรุ่นชายร่างกายดูดซึมเหล็กได้น้อยกว่าวัยรุ่นหญิง

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง