



กระทรวงศึกษาธิการ

หนังสือเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

กินดีอยู่ดี

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

หลักสูตรพระชนมโกษาตอณพเจ้าพระยาศรีราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

และหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2530 (ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2533)



ตัวอย่าง



ตัวอย่างถึงการเรียนการสอน
ศูนย์พัฒนาหนังสือ

หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง กินคืออยู่ดี

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

ISBN 974-01-2854-8

พิมพ์ครั้งที่สิบสอง 100,000 เล่ม

พ.ศ. 2542

องค์การค้าของคุรุสภาจัดพิมพ์จำหน่าย

พิมพ์ที่โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

2249 ถนนลาดพร้าว จังหวัดนนทบุรี กรุงเทพมหานคร

มีลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย



ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง อนุญาตให้ใช้หนังสือในโรงเรียน

ด้วยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ปรับปรุงหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพ ชีวภาพ เรื่อง กินด้อยูดี ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงใหม่
ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และหลักสูตรประกาศนียบัตร
วิชาชีพ พุทธศักราช 2530 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 พุทธศักราช 2533) กระทรวงศึกษาธิการได้พิจารณาแล้ว
อนุญาตให้ใช้หนังสือนี้ในโรงเรียนได้

ประกาศ ณ วันที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2533



(นายสมชัย วุฒิปรีชา)
ปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ปรับปรุงหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ เรื่อง กินตียุติ ขึ้นใหม่ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์และคำอธิบายรายวิชา ตามหลักสูตร มัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2533) โดยปรับปรุง เนื้อหา การทดลอง และตัวอย่าง เทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อให้ครูและนักเรียนใช้ประกอบการเรียน การสอนต่อไป

กรมวิชาการหวังว่าหนังสือเรียนเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี



(นายจำเริญ เสกธีระ)

อธิบดีกรมวิชาการ



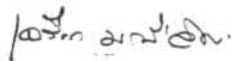
คำแถลง

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ประเทศไทยได้พัฒนาจากการเป็นประเทศกำลังพัฒนาไปสู่การเป็นประเทศที่พัฒนาทางอุตสาหกรรมใหม่ที่จะสามารถพึ่งตนเองได้ในหลาย ๆ ด้าน การที่ประเทศไทยจะพึ่งตนเองได้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น จำเป็นที่จะต้องสร้างจิตสำนึกของคนในชาติ โดยเฉพาะเยาวชนให้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ รู้จักคิด ใช้เหตุผล แก้ปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนสามารถทำงานเป็นกลุ่มและอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ดังนั้น หลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จะต้องได้รับการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ให้มีทั้งเนื้อหาและกระบวนการฝึกทักษะดังกล่าวที่เหมาะสมกับวุฒิภาวะของเยาวชน ทั้งนี้ เพื่อให้เยาวชนซึ่งเป็นทรัพยากรมนุษย์ที่มีความสำคัญยิ่งมีคุณภาพที่จะเป็นกำลังในการพัฒนาประเทศอย่างสืบเนื่องต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการเป็นสถาบันของรัฐ มีหน้าที่สำคัญประการหนึ่งคือ การปรับปรุงหลักสูตร การจัดทำหนังสือเรียน คู่มือครู การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตลอดจนการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ ด้านวิธีสอน วิธีวัดและประเมินผลมาใช้ในการศึกษา เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

เอกสารเล่มนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในการจัดทำเอกสารนี้ สถาบันฯได้รับความร่วมมือจากคณาจารย์และผู้ทรงคุณวุฒิจากมหาวิทยาลัย วิทยาลัย หน่วยงานพิเศษ โรงเรียน และสถาบันอื่น ๆ ทั้งภาครัฐบาลและเอกชน สถาบันฯ จึงขอถือโอกาสนี้ขอบคุณทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือและให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ

สถาบันฯ หวังว่า งานการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรนี้ จะก่อประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ อันเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ พร้อมกันนี้สถาบันฯ ขอความร่วมมือจากผู้ใช้อีกสำเนาให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรต่อไป



(นายเจี๊ยบ มณีเลิศ)

ผู้อำนวยการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำชี้แจง

หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ปรับปรุงและพัฒนาเพิ่มเติมขึ้นมาจากกระบบการศึกษา 7 : 3 : 2 เพื่อมาใช้ในระบบการศึกษา 6 : 3 : 3 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2524 นั้น สถาบันฯ ได้ติดตามผลการใช้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพอย่างใกล้ชิด ทั้งทางตรงและทางอ้อม อาทิ จากครูผู้สอน จากนักเรียนทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค การค้นคว้าวิจัย และ ผู้ทรงคุณวุฒิต่าง ๆ ข้อมูลที่ได้มาดังกล่าว สถาบันฯ ได้นำมาใช้ปรับปรุงหลักสูตรตามขั้นตอนของกระบวนการ พัฒนา โดยยึดวัตถุประสงค์และโครงสร้างของเนื้อหาเดิมเป็นหลัก สอดแทรกเนื้อหาใหม่ ๆ ปรับปรุงวิธีการ เขียนเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น และให้เหมาะสมกับนักเรียนที่ไม่ได้เรียนเน้นทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยตรง แต่ยังคงเน้นการทดลองเพื่อมุ่งฝึกนักเรียนให้คุ้นเคยกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการ สำคัญที่นอกจากนักเรียนจะนำไปใช้ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองได้แล้ว ยังช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหา ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวในสังคมปัจจุบัน และสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังต้องปรับปรุงให้สอดคล้องกับหลักสูตรใหม่ที่กระทรวงศึกษาธิการประกาศใช้ในการปีการศึกษา 2534 นี้ด้วย

อนึ่ง หนังสือเรียนชุดปรับปรุงใหม่นี้ อาจจะมีข้อบกพร่องที่ควรจะต้องปรับปรุงแก้ไขอยู่อีก จึงใคร่ขอความร่วมมือจากบรรดาครู อาจารย์ นักเรียน และผู้ที่ใช้หนังสือเรียนเหล่านี้ได้ช่วยกันเสนอแนะ ข้อคิดเห็นมา เพื่อจะได้ปรับปรุงให้ได้หนังสือเรียนที่มีคุณค่าทางการศึกษายิ่งขึ้นไว้ใช้กันต่อไป

ในการจัดทำหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพนี้ ได้มีบุคลากรหลายฝ่าย ได้แก่ผู้ทรง คุณวุฒิ ครู อาจารย์ นักเรียน และหน่วยงานอื่น ๆ ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี ตลอดจนคณะกรรมการ ปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ซึ่งได้ใช้เวลา สติปัญญา ความสามารถ ร่วมมือร่วมใจกัน ดำเนินงานนี้มาจนเป็นผลสำเร็จ จึงใคร่ขอขอบคุณไว้ในที่นี้ด้วย

16 มิ.ย. ๒๕๖1/สอ.

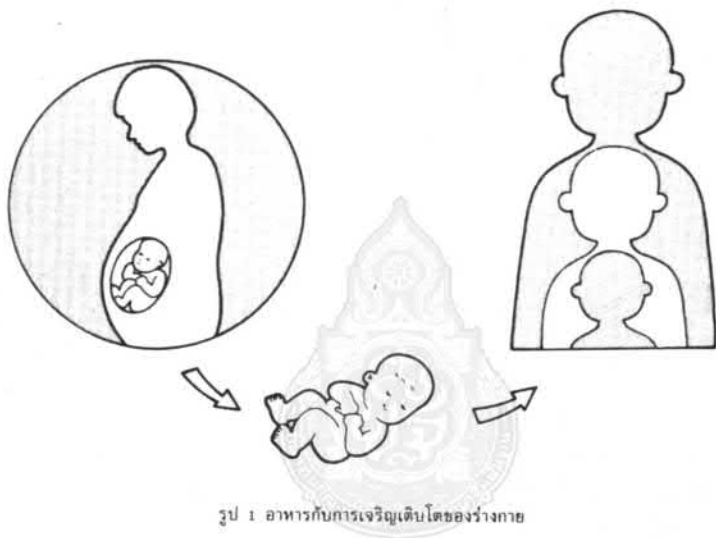
(นางเย็นใจ สมวิเชียร)

หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

สารบัญ

	หน้า
1. คุณค่าของอาหาร	2
1.1 คาร์โบไฮเดรต	3
1.1.1 น้ำตาล	5
1.1.2 แป้งและเซลลูโลส	6
1.1.3 บทบาทของคาร์โบไฮเดรตในร่างกาย	7
1.2 ไขมัน	9
1.2.1 กรดไขมัน	10
1.2.2 บทบาทของไขมันในร่างกาย	12
1.3 โปรตีน	14
1.3.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของโปรตีน	16
1.3.2 บทบาทของโปรตีนในร่างกาย	17
1.4 วิตามิน	22
1.5 เกลือแร่	26
1.6 น้ำ	28
2. คุณภาพและสัดส่วนของสารอาหาร	30
3. การเปลี่ยนแปลงของอาหาร	33
4. การถนอมอาหารและการแปรรูปอาหาร	36
5. สารปรุงแต่งอาหาร	42
6. สารพิษในอาหาร	44
7. ประชากรและการขาดแคลนอาหาร	46
ภาคผนวก	48

กินดีอยู่ดี



รูป 1 อาหารกับการเจริญเติบโตของร่างกาย

อาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ ซึ่งช่วยเสริมสร้างร่างกายให้เจริญเติบโตตั้งแต่เป็นทารกในครรภ์มารดาจนเป็นผู้ใหญ่ และสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้จนสิ้นอายุขัย อาหารเป็นแหล่งวัตถุดิบที่ให้สารหลายอย่างที่จำเป็นต่อร่างกาย การกินอาหารที่มีประโยชน์ตามที่ร่างกายต้องการอย่างครบถ้วน ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพในแต่ละวัน เรียกได้ว่า “กินดี” นั่น ทำให้ร่างกายแข็งแรง สมบูรณ์ มีสุขภาพดี ไม่เจ็บไข้ได้ป่วยบ่อย ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ทุกคนปรารถนา เรียกได้ว่า “อยู่ดี”

คุณภาพของคนทั้งทางด้านกำลังกาย พลังสมอง สติปัญญา ความรู้สึกนึกคิดต่าง ๆ ส่วนใหญ่แล้วเกี่ยวข้องกับอาหารที่กินเข้าไปเกือบทั้งสิ้น จึงควรที่จะได้คำนึงถึงคุณค่าของอาหารที่กินเข้าไปทุกครั้งว่า ควรจะกินอาหารอะไร อย่างไร และเท่าไร ให้ความสนใจเกี่ยวกับการปรุง และการเก็บรักษาอาหาร เพื่อสงวนคุณค่าของอาหารทำให้อาหารนั้นอยู่ในสภาพที่กินได้เป็นเวลานาน ๆ โดยไม่เสีย บูดเน่าหรือเปลี่ยนสภาพไปตลอดจนควรที่จะได้ตระหนัก และระมัดระวังถึงสิ่งปนเปื้อนที่เป็นพิษ ซึ่งอาจปะปนมากับอาหารหรือที่เป็นส่วนผสมของอาหาร

1. คุณค่าของอาหาร



แผนภาพ 1 ประโยชน์ของสารอาหารที่มีต่อร่างกาย

สิ่งที่ได้ชื่อว่า “อาหาร” นั้นเมื่อกินเข้าไปแล้วจะต้องให้สารที่มีประโยชน์แก่ร่างกายอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เช่น ให้พลังงานเพื่อการดำรงชีวิต ให้สารที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต หรือช่วยสร้างภูมิคุ้มกัน เป็นต้น

อาหารที่ดีมีประโยชน์ ต้องประกอบด้วยสารอาหารที่ร่างกายต้องการ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามิน เกลือแร่และน้ำ สารอาหารแต่ละประเภทดังกล่าวมีประโยชน์ต่อร่างกายแตกต่างกัน และร่างกายต้องการในปริมาณที่แตกต่างกันด้วย

สารอาหารทั้ง 6 ประเภทที่กล่าวข้างต้น มีบทบาทสำคัญในร่างกายแตกต่างกัน นักเรียนควรศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับสารอาหารแต่ละประเภทว่าสำคัญอย่างไร มีอยู่ในอาหารอะไรบ้าง ปริมาณมากน้อยเพียงใด ร่างกายมีความต้องการในลักษณะใดอย่างไร และถ้าหากไม่ได้รับสารอาหารประเภทนั้น ๆ จะเกิดผลอย่างไรบ้าง ทั้งนี้เพื่อจะได้เห็นความสำคัญของการกินอาหารที่ถูกสัดส่วนครบทุกประเภทตามที่ร่างกายต้องการ และรู้จักเลือกบริโภคอาหารที่ดีมีประโยชน์โดยคำนึงถึงความปลอดภัยจากสารปนเปื้อนที่อาจปะปนมาในอาหารอีกด้วย

1.1 คาร์โบไฮเดรต



รูป 2 อาหารที่มีคาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตเป็นสารที่ประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ในโมเลกุลของสารประกอบคาร์โบไฮเดรตทุกชนิดส่วนใหญ่แล้วจะพบว่าเป็นประกอบด้วยอะตอมของไฮโดรเจน และออกซิเจนในอัตราส่วนสองต่อหนึ่งเช่นเดียวกับโมเลกุลของน้ำ จึงได้ชื่อว่า คาร์โบไฮเดรต “คาร์โบ” มาจากภาษาละติน หมายถึง คาร์บอน “ไฮเดรต” เป็นภาษากรีก หมายถึง น้ำ

นักเรียนได้ทราบมาแล้วว่า พืชสร้างคาร์โบไฮเดรตได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คาร์โบไฮเดรตที่พืชสร้างและสะสมไว้มีหลายชนิด เช่น น้ำตาล แป้ง และเซลลูโลส คาร์โบไฮเดรต แต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร นักเรียนจะได้ศึกษาจากการทดลองต่อไปนี้

การทดลอง 1 วิธีทำ

สมบัติบางประการของคาร์โบไฮเดรต

- สังเกตลักษณะภายนอกของน้ำตาลกลูโคส ซูโครส แป้งและสำลีแล้วบันทึกผล
- ใส่น้ำตาลกลูโคส ซูโครส แป้ง สำลี ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 4 หลอด หลอดละประมาณ 0.5 g เติมน้ำลงไปหลอดละประมาณ 5 cm³ เขย่าหลอดทุกหลอดเบา ๆ สังเกตการละลาย
- หยดสารละลายเบนดิคต์ลงในหลอดทดลองทั้งสี่หลอด ๆ ละ 5-8 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผล
- ต้มน้ำประมาณ 1/2 ของบีกเกอร์ขนาด 250 cm³ จนเดือด แล้วนำหลอดทดลองในข้อ 3 ลงไปแช่ในน้ำเดือด ประมาณ 1 ถึง 2 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล
- ทำการทดลองดังเช่นข้อ 2 หยดสารละลายไอโอดีนประมาณ 2-3 หยด ลงในแต่ละหลอดแล้วเขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล
- ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 เติมน้ำตาลละลายกรดไฮโดรคลอริก หลอดละ 1 cm³ นำไปต้มในน้ำเดือดประมาณ 15 นาที ทิ้งให้เย็นแล้วหยดสารละลาย

โซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไปให้ละลายจนสารละลายเป็นกลางพอดี โดยทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส

7. แบ่งสารละลายในข้อ 6 ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ และส่วนที่เหลือทดสอบกับสารละลายไอโอดีน สังเกตแล้วบันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

คาร์โบไฮเดรต	ลักษณะภายนอก	การละลาย	ทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์			ทดสอบกับสารละลายไอโอดีน	
			ก่อนต้ม	หลังต้ม	หลังเติมกรด	ก่อนเติมกรด	หลังเติมกรด
น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลซูโครส แป้ง สาหร่าย (เซลลูโลส)							

- ☐ คาร์โบไฮเดรตแต่ละชนิดมีสมบัติที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกันอย่างไร
- ☐ ถ้านำเส้นกล้วยเคี้ยว ขนมะม่วง แปะแซ่ ฝรั่ง เส้น น้ำผึ้ง น้ำตาลกรวด กลัวย่น้ำว่ามาทดสอบ นักเรียนคิดว่าสิ่งเหล่านี้จะให้ผลการทดสอบเป็นอย่างไร



คาร์โบไฮเดรตแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน แป้ง และเซลลูโลส เมื่อย่อยสลายแล้วจะได้ส่วนประกอบที่เป็นโมเลกุลชนิดเดียวกันคือ กลูโคส ซึ่งสามารถทดสอบได้โดยใช้สารละลายเบเนดิกต์ อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้แป้ง และเซลลูโลสมีสมบัติแตกต่างกัน เพราะอะไรกลูโคส และซูโครสจึงทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ให้ผลต่างกัน เราจะได้ศึกษาคาร์โบไฮเดรตแต่ละชนิดกันต่อไป

1.1.1 น้ำตาล

ผลไม้ที่มีรสหวานจะมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบ เช่น กุหลาบหรือฟรุทโทส ในน้ำนมมีน้ำตาลที่เรียกว่า กาแลกโทส ทั้งกุหลาบ ฟรุทโทส และกาแลกโทส จัดอยู่ในประเภทน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ซึ่งเป็นโมเลกุลเล็กที่สุด ย่อยสลายต่อไปอีกไม่ได้ มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน คือ $C_6H_{12}O_6$ แต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน จึงทำให้น้ำตาล ทั้ง 3 ชนิดมีสมบัติต่างกัน

น้ำตาลที่ทำจากอ้อยหรือที่รู้จักกันทั่วไปว่าน้ำตาลทรายนั้นคือซูโครส เป็นน้ำตาลอีกชนิดหนึ่งซึ่ง จัดอยู่ในประเภทน้ำตาลโมเลกุลคู่ เพราะเมื่อย่อยสลายแล้วจะได้กลูโคสและฟรุทโทส ซึ่งนักเรียนได้เห็นแล้ว จากการทดลองที่ 1 เมื่อต้มน้ำตาลซูโครสกับกรดไฮโดรคลอริก จะมีกลูโคสเกิดขึ้น เพราะได้ตะกอนสีแดงอิฐ จากปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ ฟรุทโทสเป็นน้ำตาลที่มีรสหวานที่สุด หวานกว่าน้ำตาลทรายถึงสองเท่า

นอกจากซูโครสแล้วยังมีน้ำตาลโมเลกุลคู่ชนิดอื่นอีกที่มีบทบาทในชีวิตประจำวัน ได้แก่ มอลโทสและ แลกโทส มอลโทสพบในเมล็ดข้าวบาร์เลย์ที่กำลังงอกซึ่งนำมาใช้ในอุตสาหกรรมทำเบียร์ ประกอบด้วยกลูโคส 2 โมเลกุล ส่วนแลกโทสพบในน้ำนม ประกอบด้วยกลูโคสและกาแลกโทส



- ☐ ถ้านำมอลโทสและแลกโทส มาทำปฏิกิริยาย่อยสลายแล้วจะได้โมเลกุลของน้ำตาลชนิดใด

1.1.2 แป้งและเซลลูโลส

แป้งและเซลลูโลสเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่มาก เกิดจากการรวมตัวทางเคมีของกลูโคสจำนวนมากมายหลายพันโมเลกุล แต่สารทั้งสองชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน เนื่องจากการจับตัวกันของกลูโคสต่างกัน เพื่อให้เข้าใจลักษณะการรวมตัวกันของโมเลกุลกลูโคสในแป้งและเซลลูโลสอย่างง่าย ๆ ให้นักเรียนพิจารณาจากรูปต่อไปนี้



สูตรโครงสร้างโมเลกุลแป้ง



สูตรโครงสร้างโมเลกุลเซลลูโลส



- ☐ เมื่อโมเลกุลของแป้งและเซลลูโลสถูกย่อยสลายโดยสมบูรณ์แล้ว นักเรียนคิดว่า จะได้สารประกอบอะไร
- ☐ เพราะเหตุใดสมบัติของแป้งและเซลลูโลสจึงแตกต่างกัน
- ☐ ส่วนใดของพืชที่ประกอบด้วยแป้ง เซลลูโลส เป็นส่วนใหญ่
- ☐ นักเรียนเคยกินข้าวดิบ ๆ สุก ๆ หรือข้าวโพดดิบหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร และเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

คาร์โบไฮเดรตที่พืชเก็บสะสมไว้ตามส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะเมล็ด หัว และราก คือ แป้ง มนุษย์และสัตว์ที่สามารถสะสมคาร์โบไฮเดรตไว้ได้เช่นเดียวกับพืช คาร์โบไฮเดรตที่สะสมในร่างกายมนุษย์และสัตว์ เรียกว่า กลีโคเจน ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกสะสมไว้ในตับและกล้ามเนื้อ

โครงสร้างส่วนใหญ่ของพืช ผักและหญ้า เป็นเซลลูโลส พืชแต่ละชนิดมีเซลลูโลสมากน้อยแตกต่างกัน เซลลูโลสเป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ที่ร่างกายคนเราไม่สามารถย่อยสลายได้ แต่จะขับถ่ายออกมาในลักษณะของกากหรือที่เรียกว่า เส้นใยอาหาร ช่วยกระตุ้นให้ลำไส้ใหญ่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพดีขึ้น ทำให้ขับถ่ายได้สะดวก

พืชประเภทผัก ถั่วและผลไม้ จัดเป็นแหล่งที่ให้เส้นใยอาหาร เพราะมีเซลลูโลสอยู่ในปริมาณสูง จึงควรกินเป็นประจำทุกวัน วันละประมาณ 20 - 36 กรัม เพื่อช่วยให้ระบบขับถ่ายเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เพราะเส้นใยอาหารหรือกากช่วยกระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ใหญ่ เส้นใยอาหารบางชนิดดูดซับน้ำได้มาก ทำให้อุจจาระอ่อนนุ่ม ขับถ่ายได้ง่ายขึ้น



รูป 3 อาหารที่มีเส้นใยอาหาร

□ ผลไม้ที่มีเปลือกกินได้ ควรจะกินทั้งเปลือกหรือปอกเปลือกออกเสียก่อน เพราะเหตุใด

1.1.3 บทบาทของคาร์โบไฮเดรตในร่างกาย

คาร์โบไฮเดรตจัดเป็นสารอาหารหลักที่ให้พลังงานแก่ร่างกายในการทำกิจกรรมต่าง ๆ คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม จะให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี ในวันหนึ่ง ๆ นักเรียนควรกินอาหารคาร์โบไฮเดรตจำพวกแป้งให้ได้ประมาณ 300-400 กรัม จึงจะพอเพียงกับปริมาณพลังงานที่ร่างกายต้องการ เมื่อเรากินอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตเข้าไป ถ้าเป็นกลูโคสร่างกายจะสามารถดูดซึมเอาไปใช้ได้เลย ส่วนน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวชนิดอื่นก็ต้องถูกเปลี่ยนให้เป็นกลูโคสเสียก่อน แต่ถ้าเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ หรือแป้ง เอนไซม์ในร่างกายก็จะย่อยสลายให้เป็นกลูโคสก่อน แล้วจึงจะดูดซึมไปใช้ได้ ปริมาณพลังงานทั้งหมดที่ร่างกายควรได้รับจากคาร์โบไฮเดรตในแต่ละวันประมาณ ร้อยละ 50-55

□ พลังงานที่ร่างกายได้รับจากการเผาผลาญอาหารนั้นนำไปใช้ประโยชน์อะไรบ้าง

เมื่อร่างกายมีกลูโคสในเลือดต่ำกว่าปกติ จะเกิดอาการวิงเวียนหรือเป็นลมหมดสติได้ เพราะเซลล์สมองต้องใช้พลังงานจากกลูโคส นอกจากนี้การทำงานของกล้ามเนื้อส่วนใหญ่ใช้พลังงานจากกลูโคสเช่นเดียวกัน คาร์โบไฮเดรตเมื่อย่อยแล้วจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตที่ลำไส้เล็กตอนบน จากนั้นจะถูกลำเลียงโดยตรงไปสู่ตับ เพื่อเผาผลาญเปลี่ยนเป็นพลังงานส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งจะถูกเปลี่ยนให้เป็นไกลโคเจนเก็บสะสมไว้ จนกว่าร่างกายจะต้องการใช้พลังงาน เมื่อกล้ามเนื้อต้องการพลังงาน ไกลโคเจนในตับก็จะถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคส ซึ่งเซลล์กล้ามเนื้อจะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจน ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานออกมา กระบวนการเหล่านี้เป็นกระบวนการสลับซับซ้อนมาก และควบคุมโดยฮอร์โมนหลายชนิด เช่น อินซูลิน ซึ่งผลิตโดยตับอ่อน มีหน้าที่รักษาระดับกลูโคสในเลือดให้เป็นปกติ คือ ประมาณ 65 - 120 มิลลิกรัม ต่อเลือด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้ามีกลูโคสมาก อินซูลินจะช่วยกระตุ้นการสร้างไกลโคเจน และเก็บสะสมไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อ ร่างกายที่ขาดอินซูลินจะไม่สามารถนำกลูโคสมาใช้ประโยชน์ได้ ปริมาณกลูโคสในเลือด

จึงเพิ่มมากขึ้น ปริมาณที่มากเกินไปต้องการจะถูกขับออกมาทางปัสสาวะ ทำให้เป็นโรคเบาหวาน ร่างกายจะอ่อนเพลีย ซบถอมและเป็นสาเหตุของโรคอื่น ๆ ได้อีกหลายโรค

☐ นักเรียนคิดว่าโรคเบาหวานนี้สามารถป้องกันได้หรือไม่อย่างไร

โดยปกติคาร์โบไฮเดรตที่เรากินเข้าไปมีปริมาณมากเกินไปความต้องการของร่างกาย ดับจะเปลี่ยนกลูโคสที่เหลือใช้เป็นไขมัน ซึ่งจะสะสมไว้ตามอวัยวะต่าง ๆ ได้ผิวหนังทั่วร่างกาย ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเริ่มต้นเป็นโรคอ้วน



- ☐ จะมีวิธีการอย่างไรบ้างที่จะไม่ให้เกิดโรคอ้วนซึ่งเกิดจากร่างกายสะสมไขมัน
- ☐ เมื่อมีอาการวิ่งเวียนเนื่องจากความหิวควรจะกินอาหารประเภทใด เพราะเหตุใด

การบริโภคคาร์โบไฮเดรตพวกแป้ง หรือน้ำตาล จากพืชผัก ผลไม้ ตามธรรมชาติ จะให้คุณประโยชน์ต่อร่างกายมากกว่าการรับประทานอาหารหวาน ๆ ที่ประกอบด้วยน้ำตาลล้วน ๆ นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเป็นเพราะเหตุใด

คำถาม 1

- เหตุใดเราจึงจัดน้ำตาล แป้งและเซลลูโลสเป็นสารอาหารประเภทเดียวกัน
- นักเรียนรู้จักสารที่ไม่ใช่น้ำตาล แต่มีสหวานบ้างหรือไม่ สารเหล่านั้นจัดเป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตหรือไม่
- เหตุใดแพทย์ต้องให้กลูโคสทางหลอดเลือดดำกับคนไข้หลังผ่าตัดที่ต้องงดอาหารทางปาก จะให้น้ำตาลชนิดอื่นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- เพราะเหตุใดแพทย์จึงสั่งให้คนไข้งดอาหารตั้งแต่เที่ยงคืน เพื่อเจาะเลือดมาตรวจจากกลูโคสในตอนเช้า
- ผลจากการวิเคราะห์วันเส้นตัวอย่างชนิดหนึ่งพบว่ามีความชื้น 12.5% แป้ง 86.8% โปรตีน 0.2% นักเรียนคิดว่าวันเส้นเป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับคนไข้ที่เป็นโรคเบาหวานหรือไม่ เพราะเหตุใด

1.2 ไขมัน

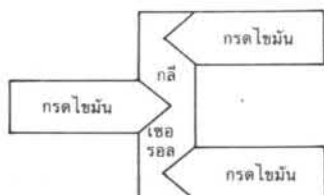


รูป 4 อาหารประเภทไขมัน

ในการปรุงอาหารโดยเฉพาะประเภทผัด ๆ ทอด ๆ คงไม่มีใครที่ไม่รู้จักน้ำมันพืช หรือน้ำมันหมู และการกินอาหารแต่ละมื้อมักจะหลีกเลี่ยงสารอาหารประเภทไขมันได้ยาก เพราะไขมันช่วยเพิ่มรสชาติ ทำให้อาหารมีกลิ่นหอมชวนกิน ไขมันซึ่งอยู่ในสภาพของเหลวในอุณหภูมิปกติ เรียกว่า “น้ำมัน” ถ้าอยู่ในสภาพของแข็งเรียกว่า “ไข” หรือ “ไขมัน” ไขมันเป็นสารจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตที่จะขาดไม่ได้

จากการวิเคราะห์ไขมันพบว่าประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเช่นเดียวกับคาร์โบไฮเดรต แต่มีเปอร์เซ็นต์ของออกซิเจนน้อยกว่า และสัดส่วนของธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนมีจำนวนมากกว่าที่มีอยู่ในคาร์โบไฮเดรต จึงทำให้ไขมันเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานมากกว่าคาร์โบไฮเดรตถึงสองเท่าตัว นั่นคือ ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงานถึง 9 กิโลแคลอรี

ไขมันและน้ำมันมีโครงสร้างเหมือนกันคือ เกิดจากการรวมตัวทางเคมีของกรดไขมันและกลีเซอรอล ไขมันที่สะสมในเนื้อเยื่อพืชและสัตว์โดยทั่วไป ส่วนใหญ่จะเป็นพวกไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งเป็นแหล่งสะสมพลังงานที่สำคัญ



ไตรกลีเซอไรด์

☐ เมื่อ ไขมันย่อยสลายสมบูรณ์แล้วจะได้ สารประกอบที่ชนิด อะะไรบ้าง

แผนภาพ 2 แสดงโครงสร้างอย่างง่ายของไขมัน

1.2.1 กรดไขมัน

ส่วนที่เป็นองค์ประกอบของไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายคือ กรดไขมัน ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ กรดไขมันมี 2 ประเภท คือ กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งมีลักษณะของโครงสร้างแตกต่างกัน ดังจะเห็นจากรูปต่อไปนี้

กรดไขมัน

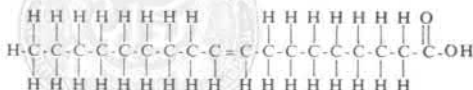
สูตรโมเลกุล

สูตรโครงสร้าง

กรดสเตียริก
(อิ่มตัว)



กรดโอเลอิก
(ไม่อิ่มตัว)



รูป 5 แสดงสูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้างของกรดไขมันบางชนิด

☐ จากรูปกรดสเตียริกและกรดโอเลอิกมีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง

กรดไขมันมีหลายชนิด นักเรียนจะได้ศึกษาสมบัติบางอย่างของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบในไขมันพืช และสัตว์จากตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 ตัวอย่างกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในไขมันชนิดต่าง ๆ

กรดไขมัน	สูตรโมเลกุล	จุดหลอมเหลว (°C)	กรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบเป็นร้อยละ				
			น้ำมันหมู	น้ำมันมะพร้าว	น้ำมันถั่วลิสง	น้ำมันรำ	น้ำมันถั่วเหลือง
ชนิดอิ่มตัว							
กรดลอริก	$C_{11}H_{23}COOH$	44	22.7	43.8	—	—	—
กรดไมริสติก	$C_{13}H_{27}COOH$	54	11.5	23.4	—	0.3	—
กรดปาล์มติก	$C_{15}H_{31}COOH$	63	19.0	13.6	12.7	17.6	10.5
กรดสเตียริก	$C_{17}H_{35}COOH$	70	26.0	9.6	41.1	40.3	3.4
ชนิดไม่อิ่มตัว							
กรดโอเลอิก	$C_{17}H_{33}COOH$	16	8	4.3	3.7	2.1	26.0
กรดไลโนเลอิก	$C_{17}H_{31}COOH$	-5	7.9	2.3	36.6	32.1	46.9
กรดไลโนเลนิก	$C_{17}H_{29}COOH$	-11	—	—	1.6	1.4	6.1

- ☐ จากตารางเพราะเหตุใดกรดไขมันอิ่มตัวจึงมีสภาวะเป็นของแข็ง และกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงเป็นของเหลวในอุณหภูมิปกติ
- ☐ จำนวนคาร์บอนและไฮโดรเจนมีส่วนเกี่ยวข้องกับจุดหลอมเหลวของกรดไขมันแต่ละประเภทหรือไม่อย่างไร

กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากันจะแตกต่างกันที่จำนวนอะตอมของไฮโดรเจน เช่น กรดสเตียริกมีสูตรโมเลกุล $C_{17}H_{35}COOH$ ส่วนกรดโอเลอิก มีสูตรโมเลกุล $C_{17}H_{33}COOH$ จำนวนอะตอมของไฮโดรเจนในกรดโอเลอิกมีน้อยกว่าในกรดสเตียริก และสามารถรับไฮโดรเจนเพิ่มขึ้น กลายเป็นกรดสเตียริก จึงจัดกรดโอเลอิกอยู่ในประเภท “กรดไขมันไม่อิ่มตัว” ส่วนกรดสเตียริกจัดอยู่ในประเภท “กรดไขมันอิ่มตัว”

นักเรียนจะเห็นว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในน้ำมันพืชสามารถเปลี่ยนไปเป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่มีจุดหลอมเหลวสูงขึ้นกว่าเดิมและอยู่ในสภาวะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิปกติได้ โดยการเติมไฮโดรเจนลงไป หลักการดังกล่าวนี้มีประโยชน์มากต่ออุตสาหกรรมอาหารในการผลิตเนยเทียมหรือมาร์กาอีนจากน้ำมันพืชแทนการทำเนยจากนม

- ☐ นักเรียนคิดว่าการทำเนยเทียมมีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอาหารอย่างไร และเนยเทียมมีคุณค่าทางอาหารที่เทียบกับเนยแท้หรือไม่ จงอภิปราย

ไขมันหรือน้ำมันบางชนิด เมื่อตั้งทิ้งไว้ในอากาศนาน ๆ จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนทำให้เกิดเหม็นหืน นอกจากก๊าซออกซิเจนแล้ว ปัจจัยอีกอย่างหนึ่งที่ช่วยทำให้น้ำมันเหม็นหืนได้เร็วก็คือความร้อน น้ำมันที่เหม็นหืนแล้วไม่ควรนำมาใช้ต่อไปอีก นักเรียนบอกได้หรือไม่ ไขมันหรือน้ำมันชนิดใดมีโอกาสเหม็นหืนได้ง่ายที่สุด และเพราะเหตุใด

1.2.2 บทบาทของไขมันในร่างกาย

ไขมันเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานสูงเมื่อเทียบกับสารอาหารชนิดอื่นที่มีปริมาณเท่า ๆ กัน คือ 1 กรัมให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี ร่างกายสามารถสะสมไขมันได้โดยไม่จำกัดปริมาณ นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตหรือโปรตีนให้เป็นไขมันได้ด้วย ฉะนั้นถ้าเราบริโภคอาหารที่ให้พลังงานเกินกว่าที่ร่างกายต้องการ ร่างกายจะสะสมอาหารส่วนเกินไว้ในรูปของไขมัน เป็นเนื้อเยื่อไขมันอยู่ใต้ผิวหนังและตามอวัยวะต่าง ๆ ไขมันเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดีนัก จึงเป็นฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อนของร่างกายได้เป็นอย่างดี ช่วยให้ร่างกายอบอุ่นอยู่เสมอในเวลาที่อากาศหนาวเย็น

นอกจากจะให้พลังงานสูงแล้ว ไขมันยังเป็นแหล่งให้กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายอีกด้วย โดยปกติร่างกายเราได้กรดไขมัน 2 ทาง คือจากการบริโภคไขมันเข้าไปและจากการที่ร่างกายสร้างขึ้นมาเอง กรดไขมันบางชนิดจำเป็นสำหรับร่างกาย เช่น กรดไลโนเลอิก ซึ่งเป็นกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ และถ้าร่างกายไม่ได้รับกรดไขมันอย่างเพียงพอ จะทำให้ร่างกายไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร และมีอาการผิวหนังอักเสบ เกิดการหลุดลอกของผิวหนังอย่างรุนแรง ติดเชื้อได้ง่าย และบาดแผลหายช้า ซึ่งจะเห็นผลอย่างรวดเร็วในเด็ก โดยปกติแล้วร่างกายควรจะได้รับกรดไขมันที่จำเป็นทุก ๆ วัน ๆ ละประมาณ 2 ถึง 4 กรัม กรดไขมันที่จำเป็นมีมากในน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ ดังจะเห็นได้จากตารางต่อไปนี้



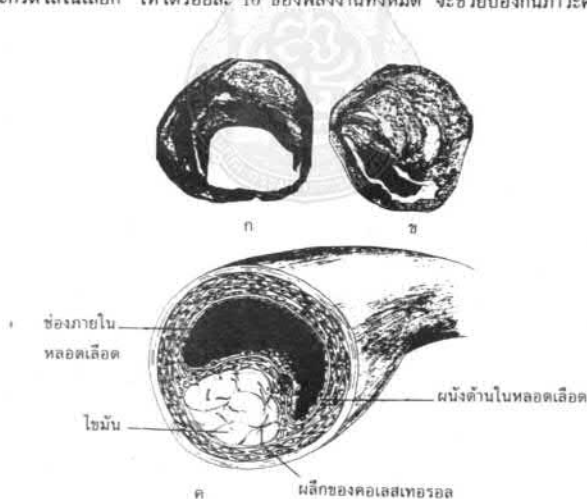
ตาราง 2 แสดงปริมาณของกรดไขมันที่จำเป็นในน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ

ชนิดของน้ำมันพืช	ส่วนประกอบของกรดไขมันที่จำเป็น คิดเป็นร้อยละ
เมล็ดดอกคำฝอย	72
เมล็ดดอกทานตะวัน	63
เมล็ดข้าวโพด	55
เมล็ดถั่วเหลือง	52
เมล็ดงา	44

ไขมันยังมีบทบาทที่สำคัญอีกหลายประการคือ เป็นส่วนประกอบสำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์ ช่วยในการดูดซึมวิตามินที่ละลายในไขมันเข้าสู่ร่างกาย ช่วยป้องกันไม่ให้ร่างกายเสียน้ำมาก ทำให้ผิวแห้งชุ่มชื้น ไม่หยาบแห้งกร้าน ซึ่งรวมไปถึงสุขภาพของผมและเล็บด้วย ดังนั้นจึงควรที่จะรับประทานอาหารประเภทไขมันประมาณร้อยละ 30 ของจำนวนพลังงานที่ใช้ทั้งหมดต่อวัน

☐ ถ้านักเรียน ไม่บริโภค ไขมันเลยจะมีโอกาสขาดวิตามิน ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

นอกจากไขมันที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วยังมีสารประเภทไขมันอื่น ๆ อีก เช่น คอเลสเตอรอล ซึ่งพบมากในไข่แดงและไขมันสัตว์ คอเลสเตอรอลเป็นสารจำเป็นที่ร่างกายใช้เป็นสารเบื้องต้นในการสร้างฮอร์โมนเพศทุกชนิด สร้างน้ำดี สร้างสารที่จะเปลี่ยนไปเป็นวิตามินดีเมื่อได้รับแสงอาทิตย์ และเป็นฉนวนของเส้นประสาทต่าง ๆ ถ้าร่างกายมีคอเลสเตอรอลมากเกินไปจะเป็นอันตราย นักเรียนคงจะเคยทราบถึงอันตรายเกี่ยวกับคอเลสเตอรอลในเลือดมาบ้างแล้ว คอเลสเตอรอลในร่างกายส่วนหนึ่งได้จากอาหาร อีกส่วนหนึ่งได้จากการสังเคราะห์ขึ้นภายในร่างกาย การกินไขมันชนิดอิ่มตัวมากเกินไป เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้คอเลสเตอรอลในเลือดสูง และเมื่อคอเลสเตอรอลรวมกับไขมันชนิดอื่นจะไปเกาะตามผนังเส้นเลือดทำให้มีการอุดตันในเส้นเลือด ซึ่งเป็นอันตรายมาก เพราะหากไปอุดตันในเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจก็จะทำให้เกิดโรคหัวใจขาดเลือด หรือถ้าหากอุดตันเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงสมอง จะทำให้เป็นอัมพาตได้ การรับประทานกรดไขมันที่จำเป็นโดยเฉพาะกรดไลโนเลอิก ให้ได้ร้อยละ 10 ของพลังงานทั้งหมด จะช่วยป้องกันภาวะคอเลสเตอรอลสูงในเลือดได้



ก. ผนังหลอดเลือดที่หนาขึ้นและรูแคบ

ข. ผนังหลอดเลือดที่เกือบจะอุดตันด้วยการเกาะของก้อนไขมัน

ค. ภาพวาดหลอดเลือดตัดตามขวางแสดงก้อนไขมันและผลึกคอเลสเตอรอล

รูป 6 ภาพแสดงผนังหลอดเลือดตัดตามขวาง

คำถาม 2

1. ปกติแล้วปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดควรเป็นเท่าไรและเพื่อเป็นการป้องกันมิให้มีปริมาณไขมันในเลือดสูงเกินไป ควรจะยึดหลักในการบริโภคไขมันหรือน้ำมันอย่างไร
2. ให้สรุปประโยชน์ของการบริโภคไขมัน และโทษของการไม่บริโภคไขมัน
3. เพราะเหตุใดคนที่ตัดถุงน้ำดีทิ้งไปแล้วจึงต้องระมัดระวังในการกินอาหารประเภทไขมัน

1.3 โปรตีน



รูป 1 อาหารที่มีโปรตีน

โปรตีนเป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลใหญ่มาก และมีโครงสร้างสลับซับซ้อนยิ่งกว่าไขมันและคาร์โบไฮเดรต จากการศึกษาธาตุที่เป็นองค์ประกอบพบว่าโปรตีนประกอบด้วยธาตุที่สำคัญคือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน นอกจากนี้ยังอาจมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย โปรตีนมีสมบัติเฉพาะที่สามารถทดสอบได้ด้วยวิธีง่าย ๆ ดังการทดลองต่อไปนี้

การทดลอง 2

วิธีทำ

การทดสอบโปรตีนในอาหาร

1. ใส่ไข่ขาว 0.5 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก ทำให้เป็นเบสโดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 mol/l จำนวน 1 cm^3
2. เติมสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต 0.1 mol/l ลงไป 5 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลง
3. ทำการทดลองข้อ 1 ข้าง แต่ใช้น้ำมันถั่วเหลือง น้ำเชื่อม น้ำมันพืช น้ำมันสด แทนไข่ขาว ตามลำดับ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของอาหาร	ผลที่สังเกตได้
ไข่ขาว นํ้านมถั่วเหลือง นํ้าเชื่อม นํ้ามันพืช นํ้านมสด	

- ☐ ไข่ขาว นํ้านมถั่วเหลือง นํ้าเชื่อม นํ้ามันพืชและนํ้านมสด เกิดการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างหรือคล้ายคลึงกันอย่างไร
- ☐ อาหารชนิดใดบ้างที่มีสารอาหารอย่างเดียวกัน ทราบได้อย่างไร

โปรตีนจะทำปฏิกิริยากับสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตในสภาพที่เป็นเบสให้สีน้ำเงินหรือสีม่วง ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเฉพาะตัว และจากการทดลองที่ผ่านมานักเรียนก็คงพอจะบอกได้ว่าในไข่ขาว นํ้านมถั่วเหลือง นํ้าเชื่อม นํ้ามันพืชและนํ้านมสด มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบด้วยหรือไม่

- ☐ ถ้าจะให้ทดสอบหาว่าในอาหารชนิดใด ๆ มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบด้วยหรือไม่ นักเรียนจะทำอย่างไร
- ☐ ในสารอาหารโปรตีนมีธาตุอะไรที่ไม่มีในสารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตหรือไขมัน

ไข่ขาว นมถั่วเหลืองและนํ้านมสด ล้วนเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง นักเรียนอยู่ในวัยที่กำลังเจริญเติบโต ควรที่จะได้กินอาหารเหล่านี้ให้มาก โดยเฉพาะนํ้านมสด ควรดื่มทุก ๆ วัน ปัจจุบันในท้องตลาดมีผลิตภัณฑ์นมจำหน่ายหลายประเภท นํ้านมแต่ละประเภทมีคุณภาพและสมบัติแตกต่างกัน จึงควรเลือกดื่มให้เหมาะสมกับวัย โดยเฉพาะเด็กและทารก



วันนี้คุณดื่มนมแล้วหรือยัง?

ตาราง 3 ส่วนประกอบหลักของนมและผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ ปริมาณ 100 มิลลิลิตร (ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม กองโภชนาการ กรมอนามัย ปี 2530 และ ปี 2535)

ลำดับ ที่	ชื่ออาหาร	น้ำ (gm.)	เหล็ก (gm.)	ไขมัน (gm.)	คาร์โบไฮเดรต (gm.)	เส้นใยอาหาร (gm.)	โปรตีน (gm.)	แคลเซียม (mg.)	ฟอสฟอรัส (mg.)	พลังงาน (กิโลแคลอรี)
1.	นมคน	88.1	0.2	3.2	7.0	0	1.5	34	20	62
2.	นมวัว	87.7	0.1	3.2	4.9	0	3.4	118	99	62
3.	นมอ้วนเหลือง, เกษตร, กระป๋อง	87.0	0.4	1.1	9.0	0	2.5	19	39	54
4.	นมอ้วนเหลือง, ไม่หวาน	91.4	1.2	1.5	3.6	0.1	2.8	18	36	37
5.	นมแพะ	87.5	0.1	3.8	4.5	0	3.4	142	118	65
6.	นมวัว, ไม่มีไขมัน	91.0	0.1	0.1	4.8	0	3.4	110	92	34
7.	นมวัว, กระป๋อง, ชันหวาน	25.5	0.3	8.4	56.3	0	7.9	39	240	325
8.	นมเปรี้ยว, จากหางนม	80.0	0.1	0.1	15.5	0	3.5	120	100	76
9.	นมผงส่วนคุ้ดชนิดเม็ด	20.0	28	2.0	6.0	0	1.3	481	454	477

- ☐ นำนมประเภทใดที่มีคุณค่าทางอาหารมากที่สุด
- ☐ เพราะเหตุใดจึงห้าม ใช้นมข้นหวานเลี้ยงทารก
- ☐ ทำไมนักวิชาการจึงแนะนำให้เลี้ยงทารกด้วยน้ำนมมารดา ทั้ง ๆ ที่มีโปรตีนน้อยกว่า น้ำนมวัว



-น้ำนมมารดา
ต้านทานโรคและปลอดภัย

เลิศคุณค่าเหนือสิ่งใด
ลูกโตไวไม่สิ้นเสียง-

1.3.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของโปรตีน

จากการวิจัยค้นคว้าพบว่าโปรตีนประกอบด้วยหน่วยที่เล็กที่สุดเรียกว่า กรดอะมิโน จำนวนมากรวมตัวกันทางเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่ที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน โปรตีนธรรมชาติมีกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบถึง 22 ชนิด ความแตกต่างในการเรียงลำดับ และสัดส่วนที่รวมตัวกันของกรดอะมิโนต่างชนิดกัน ทำให้ได้โปรตีนชนิดต่าง ๆ มากมายหลายล้านชนิด กิจกรรมง่าย ๆ ต่อไปนี้ อาจทำให้นักเรียนเข้าใจวิธีการรวมตัวกันของกรดอะมิโนดียิ่งขึ้นว่า ทำไมกรดอะมิโนเพียง 22 ชนิด จึงสามารถรวมตัวกันทำให้เกิดเป็นโปรตีนต่างชนิดกันได้มากมายเช่นนั้น

กิจกรรม 1

วิธีทำ

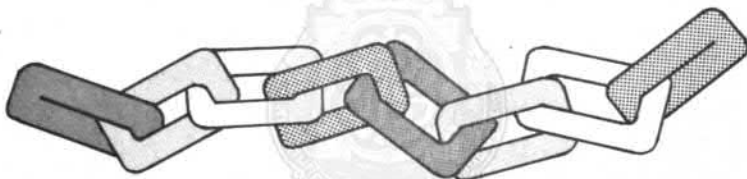


การเลียนแบบการเรียงตัวของกรดอะมิโน

1. ตัดกระดาษเป็นรูปสี่เหลี่ยม วงกลม และข้าวหลามตัด ขนาดกว้างประมาณ 1 cm อย่างละ 4 แผ่น แทนชนิดของกรดอะมิโน
2. นำกระดาษชนิดสี่เหลี่ยมและวงกลมอย่างละ 3 แผ่น มาเรียงต่อกัน จะเรียงอะไรก่อนหลังก็ได้ วาดรูปแบบการเรียงที่ได้ทั้งหมด
3. ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 โดยเพิ่มจำนวนกระดาษเป็นอย่างละ 4 แผ่น
4. ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 โดยเรียงกระดาษที่ตัดทั้งหมด

☐ จากกิจกรรมนี้นักเรียนจะสรุปได้อย่างไร

นักเรียนคงเห็นแล้วว่ายิ่งจำนวนและชนิดของกรดอะมิโนเพิ่มมากขึ้นเท่าใดก็ยิ่งสามารถต่อได้รูปแบบมากมายเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ จึงไม่เป็นการแปลกอะไรที่ในธรรมชาติจะมีสารประกอบพวกโปรตีนอยู่มากมายหลายชนิดจนนับไม่ถ้วน กรดอะมิโนที่พบอยู่ทั้งหมดประมาณ 22 ชนิดนี้ เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็น 8 ชนิด ซึ่งร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้เองแต่ต้องได้จากอาหารที่กินเข้าไปเท่านั้น ส่วนกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นนั้น นอกจากจะได้จากอาหารแล้ว ร่างกายยังสามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ด้วย



รูป 8 แสดงแบบจำลองการรวมตัวของกรดอะมิโนในโมเลกุลของโปรตีน

1.3.2 บทบาทของโปรตีนในร่างกาย

โปรตีนเป็นสารอาหารที่สำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งต่อร่างกายในการสร้างเซลล์เนื้อเยื่อต่างๆ และเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ที่จำเป็นต้องใช้ในปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในร่างกายทุกชนิด ประมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักร่างกายคือโปรตีน นอกจากจะเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตแล้ว โปรตีนยังให้พลังงานเช่นเดียวกับคาร์โบไฮเดรต และไขมัน โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี ถ้าร่างกายได้รับไขมันอย่างพอเพียงแล้ว ร่างกายจะสลายโปรตีนไว้ใช้เพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโตและหน้าที่สำคัญอื่นๆ มากกว่า ในวันหนึ่งๆ ร่างกายควรจะได้รับสารอาหารประเภทโปรตีนในปริมาณ 1 กรัมต่อน้ำหนักร่างกาย 1 กิโลกรัม แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับวัยและสภาพของร่างกายด้วย

โปรตีนมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของร่างกายอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองเลี้ยงหนู โดยได้แบ่งหนูเพศเดียวกันอายุ 3 สัปดาห์ เป็น 2 พวกๆ ละ 2 ตัว ให้อาหารวันละ 2 มื้อ ซึ่งควบคุมทุกอย่างเหมือนกัน ยกเว้นปริมาณโปรตีน

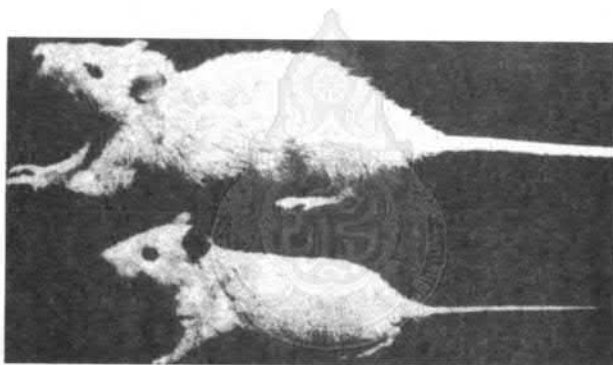
ตาราง 4 เปรียบเทียบส่วนต่างๆ ของหนูที่เลี้ยงด้วย
อาหารที่มีโปรตีนปริมาณต่างๆ กัน

สิ่งที่เปรียบเทียบ	หนูที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีนอยู่	
	25%	1.5%
ลักษณะขน	นุ่ม	หยาบ
น้ำหนักตัว	101 กรัม	45.2 กรัม
ความยาวของลำตัว	14 เซนติเมตร	11 เซนติเมตร
ความยาวของหาง	13 เซนติเมตร	9 เซนติเมตร
น้ำหนักหัว	12.9 กรัม	7.5 กรัม
น้ำหนักตับ	7.1 กรัม	2.5 กรัม

พวกที่ 1 ให้อาหารที่มีโปรตีนอยู่ร้อยละ 25

พวกที่ 2 ให้อาหารที่มีโปรตีนอยู่ร้อยละ 1.5

เมื่อครบ 2 สัปดาห์น้ำหนักทั้ง 2 พวก
มาเปรียบเทียบลักษณะที่สังเกตได้บางอย่างและ
ชั่งน้ำหนักตัวและวัดขนาดตั้งรายละเอียดตาม
ตาราง 4



รูป 9 แสดงการเปรียบเทียบขนาดตัวของหนูทั้ง 2 พวก เมื่ออายุ 5 สัปดาห์

- ☐ จากผลของการทดลอง นักเรียนคิดว่าปริมาณของโปรตีนในอาหารมีความสำคัญหรือไม่ เพราะเหตุใด

เมื่อเรารับประทานอาหารประเภทโปรตีนเข้าไป เอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนจะทำการย่อยสลายจนได้กรดอะมิโนซึ่งเป็นโมเลกุลเล็กที่สุด ที่ร่างกายสามารถดูดซึมผ่านผนังลำไส้เข้าสู่กระแสโลหิต เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ดังแผนภาพ



แผนภาพ 3 บทบาทของโปรตีนในร่างกาย

ในวันหนึ่ง ๆ ร่างกายแต่ละวัยมีความต้องการโปรตีนในปริมาณเล็กน้อยต่างกันอย่างไร นักเรียนจะศึกษาได้จากตารางต่อไปนี้

ตาราง 5 แสดงปริมาณโปรตีนที่ร่างกายของคนในวัยต่างๆ* ต้องการต่อวัน

อายุ	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณโปรตีน ที่กำหนด (กรัม/วัน)
3-5 เดือน	6	13
6-12 เดือน	7-8	14
1-3 ปี	12	17
4-6 ปี	16	21
7-9 ปี	22	26
ชาย 10-12 ปี	29	34
13-15 ปี	42	50
16-19 ปี	54	57
หญิง 10-12 ปี	31	37
13-15 ปี	44	49
16-19 ปี	48	45
ชาย 20+ ปี	58	51
หญิง 20+ ปี	50	44

- * หญิงตั้งครรภ์ เพิ่มขึ้นอีกวันละ 7 กรัม
 หญิงให้นมลูก เพิ่มขึ้นอีกวันละ 19 กรัม
 ในระยะ 6 เดือนแรก และ 14 กรัม
 ในระยะ 6 เดือนที่สอง

- ☐ นักเรียนต้องการปริมาณโปรตีนเท่าไรต่อวัน
- ☐ ความต้องการของโปรตีนของร่างกายขึ้นอยู่กับปัจจัยอะไรบ้าง เพราะเหตุใด
- ☐ เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นความต้องการโปรตีนของร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

อาหารแต่ละชนิดมีโปรตีนเป็นส่วนประกอบในปริมาณและคุณภาพที่แตกต่างกัน อาหารชนิดใดมีโปรตีนที่ย่อยสลายได้ง่าย และมีการดออะมิโนที่เป็นกรดอ่อน ก็ถือได้ว่าสารอาหารชนิดนั้นมีโปรตีนคุณภาพสูง ดังนั้นในการพิจารณาถึงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ให้สารโปรตีนต้องคำนึงถึงทั้งปริมาณและคุณภาพของโปรตีนประกอบด้วย

- ☐ อาหารอย่างใดจึงจะเรียกว่ามีโปรตีนคุณภาพสูง

เมื่อเรากินอาหารที่มีโปรตีนชนิดที่ร่างกายสามารถนำไปสร้างเนื้อเยื่อได้ ร้อยละ 100 ถือว่าอาหารนั้นมีคุณค่าทางชีววิทยาเป็น 100 และจัดเป็นอาหารที่มีโปรตีนที่สมบูรณ์และมีคุณค่าทางโภชนาการแก่ร่างกายที่สุด

ตาราง 6 แสดงคุณค่าทางชีววิทยาของอาหารที่เป็นแหล่งโปรตีน

อาหาร	คุณค่าทางชีววิทยา
ไข่	94 - 96
นมวัว	85
เนื้อสัตว์และปลา	76 - 86
ถั่วเหลือง	75
ข้าว	70 - 80
ข้าวโพด	55
ถั่วเมล็ดแห้ง	40 - 50

- ☐ ไข่ มีคุณค่าทางชีววิทยาเป็น 94-96 นั้นหมายความว่าอย่างไร ควรที่จะให้เด็กในวัยเยาว์กินไข่เป็นอาหารประจำวันหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ☐ โปรตีนที่มีคุณภาพสูงส่วนใหญ่มาจากแหล่งใด

จากการวิเคราะห์และศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบที่เป็นโปรตีน พบว่าไข่และนํ้านมมีโปรตีนที่มีคุณค่าทางชีววิทยาสองมาก ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ส่วนโปรตีนในธัญพืชมีคุณค่าด้อยกว่า อย่างไรก็ตามก็ตีพิมพ์จำพวกถั่วเมล็ดแห้ง เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง งา ก็จัดว่ามีโปรตีนในปริมาณที่ค่อนข้างสูง และถ้า

รู้จักเลือกบริโภคให้ละเอียดถี่ถ้วนไปก็จะได้โปรตีนที่มีคุณภาพดีขึ้น ทั้งนี้เพราะกรดอะมิโนที่มีมากในอาหารอย่างหนึ่ง จะชดเชยทดแทนกรดอะมิโนที่มีอยู่น้อยหรือไม่มีอยู่เลยในอาหารอีกอย่างหนึ่งได้

โปรตีนโดยเฉพาะที่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่ครบถ้วน เป็นส่วนสำคัญที่สุดในการสร้างเนื้อเยื่อของร่างกาย ถ้าร่างกายได้รับโปรตีนไม่เพียงพอ โดยเฉพาะเด็กที่กำลังอยู่ในวัยเจริญเติบโตจะเป็นโรคขาดโปรตีน ซึ่งเป็นปัญหาสุขภาพที่พบในประเทศที่กำลังพัฒนา รวมทั้งประเทศไทยด้วย



อายุ 11 เดือน
น้ำหนัก 4.1 กิโลกรัม
ก. ขณะขาดโปรตีน



อายุ 1 ปี 6 เดือน
น้ำหนัก 9.5 กิโลกรัม
ข. เมื่อได้รับการรักษาแล้ว

รูป 10 เด็กคนเดียวกันก่อนและหลังการรักษาโรคขาดโปรตีน
(ภาพได้รับความเอื้อเฟื้อจากมูลนิธิเด็กบ้านทานตะวัน)

- ☐ เด็กที่เป็นโรคขาดโปรตีนมีลักษณะอาการที่สังเกตได้อย่างไรบ้าง และถ้าผู้ใหญ่เป็นโรคขาดโปรตีน นักเรียนคิดว่าจะมีอาการเป็นอย่างไร
- ☐ เพราะเหตุใดเด็กไทยจำนวนไม่น้อยจึงเป็นโรคขาดโปรตีน นักเรียนมีวิธีแก้ไขได้อย่างไร

สารอาหารโปรตีนมีความจำเป็นต่อร่างกาย และไม่สามารถทดแทนได้ด้วยสารอาหารชนิดใดไม่ว่าจะเป็นไขมันหรือคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นเพื่อให้ร่างกายขาดโปรตีน จึงควรที่จะเลือกกินอาหารอย่างฉลาด ให้ได้โปรตีนครบทั้งปริมาณและคุณภาพ เพื่อสุขภาพที่ดีของตนเอง ซึ่งจะส่งผลต่อสังคมและประเทศชาติด้วย

คำถาม 3

1. การที่พลเมืองของประเทศเป็นโรคขาดสารอาหารโดยเฉพาะโปรตีนจะมีผลกระทบต่อสังคม เศรษฐกิจของประเทศชาติ หรือไม่อย่างไร
 2. นักเรียนรู้จัก “โปรตีนเกษตร” หรือไม่ ทราบหรือไม่ว่าทำจากอะไร เพราะเหตุใด จึงมีการทำโปรตีนเกษตร
 3. ถ้านักเรียนต้องการใช้พลังงานในการทำงานมาก นักเรียนควรกินไขมันมากๆ หรือไม่ เพราะเหตุใด
 4. จากตารางแสดงคุณค่าอาหารซึ่งอยู่น้าภาคผนวก พืชชนิดใดที่มีปริมาณของโปรตีนมากที่สุด
-

1.4 วิตามิน



รูป 11 อาหารที่มีวิตามิน

คำว่า “วิตามิน” หมายถึงสารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อชีวิตและสุขภาพ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วร่างกายสร้างเองไม่ได้ต้องได้มาจากอาหารที่กินเข้าไป ร่างกายต้องการสารเหล่านี้ในปริมาณที่ต่ำ เพราะมิได้ใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อหรืออวัยวะหรือเป็นแหล่งพลังงาน แต่ใช้เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบอวัยวะต่างๆ ให้เป็นไปตามปกติ เช่น ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโต และปฏิบัติหน้าที่เคมีต่างๆ ซึ่งร่างกายจะขาดเสียไม่ได้ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันและต้านทานโรคต่างๆ อีกด้วย

- ☐ นักเรียนรู้จักโรคหรืออาการอะไรบ้างที่แสดงว่า ร่างกายขาดวิตามินและนักเรียนคิดว่าจะสามารถรักษาให้หายได้โดยวิธีใดบ้าง ลงอธิบาย

วิตามินมีมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดมีความสำคัญต่อร่างกายต่างกัน และพบมากในอาหารชนิดต่างๆ ดังนั้นจะได้ศึกษาจากกิจกรรมต่อไปนี้

กิจกรรม 2

วิธีทำ

การต่อภาพตารางปริศนาวิตามิน

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต่อภาพปริศนาที่แจกให้
2. อภิปรายและสรุปผลจากภาพปริศนาเกี่ยวกับ ความสำคัญ แหล่งที่พบและการป้องกันการสูญเสียวิตามิน



- ☐ จำภาพปริศนา อาหารชนิดใดบ้างที่มีวิตามินชนิดต่าง ๆ มากที่สุด
- ☐ โรคขาดวิตามินนั้นอาจเกิดจากสาเหตุอะไรได้บ้าง และควรป้องกันหรือแก้ไขอย่างไร

นักเรียนคงเห็นแล้วว่าวิตามินเป็นสารอาหารอีกประเภทหนึ่งที่ร่างกายขาดไม่ได้ เพราะช่วยปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ภายในร่างกาย ช่วยในการเจริญเติบโต ช่วยทำให้ร่างกายแข็งแรง ปราศจากโรคช่วยบำรุงผิวพรรณ ผสม กระดูก ฟันและนัยน์ตา การขาดวิตามินจะมีผลต่อสุขภาพโดยทั่ว ๆ ไปทั้งของผู้ใหญ่ เด็ก หญิงมีครรภ์ หรือทารกในครรภ์ แม้ว่าสารวิตามินจะเป็นต่อชีวิต แต่ถ้าร่างกายได้รับวิตามินชนิดหนึ่งชนิดใดมากเกินไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน ร่างกายจะเก็บสะสมส่วนเกินไว้ในไขมันและก่อให้เกิดพิษต่อร่างกายได้ เช่น ผู้ที่ได้รับวิตามินเอมากเกินไปชั่วระยะเวลาหนึ่งจะเกิดอาการอาเจียน คลื่นไส้ เบื่ออาหาร ผื่นร่วง คันตามผิวหนัง ปวดตามกระดูก หรือผู้ที่ได้รับวิตามินดีมากเกินไปติดต่อกันเป็นเวลานานจะเกิดอาการเบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน น้ำหนักตัวลด ถ่ายปัสสาวะบ่อยและท้องผูก

ส่วนวิตามินที่ละลายในน้ำ ถ้ามีมากเกินไปความต้องการร่างกายจะขับออกมาทางปัสสาวะ ซึ่งนอกจากจะไม่มีประโยชน์แล้วยังเป็นการเพิ่มภาระให้แก่ระบบขับถ่าย อาจจะทำให้เกิดโทษคือ ทำให้กระบวนการเผาผลาญสารอาหารในร่างกายหรือเรียกว่า เมตาโบลิซึม ผิดปกติ

ตาราง 7 แสดงแหล่งอาหารที่ให้วิตามินและผลที่เกิดจากการขาดวิตามิน

ชื่อวิตามิน	แหล่งที่พบ	ผลของการขาดวิตามิน
ละลายในไขมัน		
A	น้ำมันตับปลา อาหารจำพวก ตับ ไข่ นม เนย ผักและผลไม้ที่มีสีเขียวและสีเหลือง	ไม่เจริญเติบโต เกิดโรคเกี่ยวกับตา มองไม่เห็นในเวลากลางคืน ตาอาจบอดได้ ผิวหนังแห้ง เป็นโรคผิวหนังหลายชนิด
D	น้ำมันตับปลา ไข่และเนย	โรคกระดูกอ่อน ฟันไม่แข็งแรง
E	เมล็ดข้าวต่าง ๆ ผักสีเขียว	ในสัตว์ทดลอง แท้งลูก เป็นหมัน ทำให้เกิดโรคโลหิตจางบางชนิด กล้ามเนื้อลีบ
K	ผักสีเขียวและไข่แดง สร้างได้ในร่างกายโดยแบคทีเรียบางชนิดในลำไส้	เลือดออกง่ายและเลือดไม่แข็งตัว
ละลายในน้ำ		
B ₁	เนื้อหมู ฮีสต์ ถั่ว ตับ ไข่ ข้าวซ้อมมือ	โรคเหน็บชา เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย
B ₂	เนื้อหมู ฮีสต์ ถั่ว ตับ ไข่ นม	เป็นโรคปากนกกระจอก ลิ้นอักเสบ ผิวหนังแห้ง
* B ₅ (ในอาซิน)	เนื้อหมู ฮีสต์ ถั่ว ตับ ไข่ นม	เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ผิวหนังตกกระ เป็นแผลบริเวณที่ถูกแดด ประสาททั่วไปเสื่อม
B ₆	เนื้อสัตว์ ตับ ผัก ถั่ว ข้าวซ้อมมือ	เบื่ออาหาร ผิวหนังเป็นแผล มีอาการทางประสาท อ่อนเพลีย โลหิตจาง
B ₁₂	ตับไก่ เนื้อปลา สังเคราะห์ได้ในลำไส้เล็กของคน	โลหิตจาง ประสาทเสื่อม
C	ผลไม้ ผัก เช่น มะขามป้อม ส้ม ฝรั่ง มะเขือเทศ กระเทียม หัวปลี เป็นต้น	โรคเลือดออกตามไรฟัน เส้นเลือดฝอยแตกง่าย

วิตามินมีอยู่ในอาหารทั่ว ๆ ไป ถ้ามีการกินอาหารอย่างถูกต้องหลักโภชนาการแล้วก็ยากที่จะเป็นโรคที่เกิดจากการขาดวิตามินได้ อย่างไรก็ตามวิตามินที่ละลายได้ในน้ำมันมักสลายตัวได้ง่าย และจะมีการสูญเสียมากยิ่งขึ้นเมื่อมีการหุงต้มและแปรรูปอาหาร นอกจากนี้การเก็บรักษา ก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของวิตามินในอาหารด้วย ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษา ผลการสูญเสียวิตามินซี จากการทดลองเก็บผักชนิดต่าง ๆ ไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 การสูญเสียวิตามินซีภายในผักที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ชนิดของผัก	อุณหภูมิ °C	การสูญเสียวิตามินซีภายหลังระยะเวลาเก็บ (%)		
		1 วัน	2 วัน	3 วัน
ดอกกระหล่ำ	4	7	8	9
	20	12	26	32
ถั่วเน่าสดกลั่น	4.5	4	8	9
	21	15	24	40
	30	32	50	54
ผักบุ้ง	2	—	—	3
	4.5	17	24	22
	20	35	51	—
	25	—	—	44

- ☐ จากตาราง จะสรุปผลเกี่ยวกับการเก็บรักษาผักเพื่อให้เกิดการสูญเสียวิตามินซีน้อยที่สุด ได้อย่างไร
- ☐ การกินอาหารเพื่อให้ได้รับวิตามินซีมากที่สุดควรกินอย่างไร
- ☐ ควรจะล้างผักก่อนหั่นหรือหั่นผักก่อนล้าง เพราะเหตุใด

ปัจจัยที่ทำให้วิตามินซีสลายตัวหรือเสื่อมคุณภาพไปได้นั้น นอกจากความร้อนแล้ว แสงและออกซิเจนในอากาศ ก็เป็นสาเหตุของการเสื่อมคุณภาพได้เช่นกัน วิตามินชนิดอื่นก็ทำนองเดียวกัน เช่น วิตามินบีหนึ่งสลายตัวเมื่อถูกความร้อน วิตามินบีสองสลายตัวเมื่อถูกแสง ฉะนั้นในการเก็บรักษาอาหารให้คงคุณค่าวิตามินสูง ๆ จึงต้องคำนึงถึงวิธีการเก็บรักษาด้วย

คำถาม 4

1.



ลักษณะของตาที่เห็นในภาพเรียกว่า “โรคเกล็ดกระดี่ขึ้นตา” นักเรียนคิดว่าถ้าเป็นมาก ๆ จะทำให้ตาบอดได้หรือไม่ โรคนี้เกิดจากการขาดวิตามินอะไร จะป้องกันหรือรักษาได้อย่างไรหรือไม่ จงอธิบาย

- เราควรซื้อวิตามินสังเคราะห์มากินเองหรือไม่ เพราะเหตุใด
- เหตุใดจึงต้องระมัดระวังทารกแรกเกิดเป็นพิเศษไม่ให้มีขาดแคลน
- ข้าวที่หุงโดยวิธีแช่น้ำและไม่แช่น้ำ มีคุณค่าแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด
- คำกล่าวที่ว่ากินตับไก่จะแก้โรคตาฟางได้ นักเรียนเชื่อหรือไม่ จงอธิบาย

1.5 เกลือแร่

ร่างกายของเรามีเกลือแร่เป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 4 ของน้ำหนักตัว และต้องการเกลือแร่ต่าง ๆ ประมาณ 17 ชนิด ในปริมาณมากน้อยต่าง ๆ กัน เพื่อช่วยควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ และเป็นแหล่งวัตถุดิบของธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต การสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย

ตาราง 9 แสดงปริมาณเกลือแร่ชนิดต่าง ๆ ในร่างกายคน (น้ำหนัก 70 กิโลกรัม)

เกลือแร่	กรัม
แคลเซียม	1,295
ฟอสฟอรัส	700
โพแทสเซียม	245
กำมะถัน	175
โซเดียม	105
คลอรีน	105
แมกนีเซียม	35
เหล็ก	2.8
แมงกานีส	0.21
ทองแดง	0.080
ไอโอดีน	0.028
โคบอลต์	} น้อยมาก
ฟลูออรีน	
โมลิบดีนัม	
สังกะสี	
ซีลีเนียม	

ตาราง 10 แสดงส่วนประกอบที่เป็นเกลือแร่ ในอวัยวะ เนื้อเยื่อต่าง ๆ

อวัยวะ/เนื้อเยื่อ	เกลือแร่ (%)
กล้ามเนื้อ	1.0
เลือด	0.9
ตับ	1.0
สมอง	1.0
ผิวหนัง	0.6
กระดูก	4.5



รูป 12 คนที่ขาดไอโอดีน

- ☐ จากตารางทั้งสองนักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าเกลือแร่ชนิดใดที่จำเป็นต่อร่างกายมากที่สุด เพราะเหตุใด
- ☐ เกลือแร่ที่ร่างกายต้องการในปริมาณที่มาก ได้แก่ เกลือแร่ชนิดใดบ้าง และคิดว่าปริมาณที่ต้องการนั้นจะคงที่เสมอไปหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

เกลือแร่ต่าง ๆ มีอยู่ทั่วไปทั้งในพืชและสัตว์ในรูปของสารประกอบ เมื่อเรากินอาหารร่างกายจะดูดซึมเอาเกลือแร่ไปใช้ในรูปของอวัยวะของธาตุต่าง ๆ เกลือแร่จัดเป็นสารอาหารที่จำเป็นอย่างหนึ่งที่ร่างกายจะขาด



ไม่ได้ แม้ว่าจะต้องการในปริมาณที่น้อย แต่ถ้าร่างกายได้รับเกลือแร่เหล่านี้ไม่เพียงพอก็จะทำให้เกิดอาการต่าง ๆ หรือโรคภัยไข้เจ็บได้ เพราะเกลือแร่บางชนิดเป็นส่วนประกอบของอวัยวะ เช่น กระดูก ฟัน บางชนิดเป็นส่วนประกอบของสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเจริญเติบโตภายในร่างกาย เช่น เป็นส่วนประกอบของฮอร์โมนชนิดต่าง ๆ ส่วนประกอบของเฮโมโกลบินและเอนไซม์ ช่วยในการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาท การแข็งตัวของเลือด ช่วยควบคุมความสมดุลของน้ำหรือการไหลเวียนของของเหลวในร่างกาย ดังนั้นจะได้ศึกษาเกี่ยวกับเกลือแร่สำคัญ ๆ จากกิจกรรมต่อไปนี้

กิจกรรม 3 การต่อภาพปริศนาเกลือแร่

วิธีทำ

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต่อภาพปริศนาที่แจกให้
2. อภิปรายและสรุปผลจากภาพปริศนาเกี่ยวกับความสำคัญและแหล่งอาหารที่พบของเกลือแร่ชนิดต่าง ๆ

ตาราง 11 บทบาทของเกลือแร่ที่สำคัญบางชนิด

เกลือแร่	แหล่งที่พบ	บทบาท
โซเดียม	เกลือแกง อาหารทะเล นม ไข่ ผักใบเขียว	ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อในการยืดและหดตัว ควบคุมการทำงานของระบบประสาท ควบคุมสมดุลออสโมซิส ควบคุมสมดุลกรดเบส
โพแทสเซียม	พบในอาหารทั่ว ๆ ไป เช่น เนื้อสัตว์ ไข่ นม ผักใบเขียว	ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อโดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อหัวใจ ควบคุมการทำงานของระบบประสาท ควบคุมสมดุลออสโมซิส ควบคุมสมดุลกรดเบส
แคลเซียม	นมสด ไข่ เนย ผลิตภัณฑ์นมอื่น ๆ ทางนม	ช่วยในการสร้างฟันและกระดูก
ฟอสฟอรัส	กุ้งฝอย ปลาไส้ตัน หัวปลาทู ตู๋ลิง คะน้า	ช่วยทำให้เลือดแข็งตัว
เหล็ก	พบในอาหารประเภทเดียวกับที่พบในแคลเซียม ตับ เนื้อสัตว์ ไข่แดง เครื่องในสัตว์ กระเทียม ผักโขม กุยช่าย	ช่วยในการสร้างฟันและกระดูก เป็นส่วนประกอบสำคัญของสารเฮโมโกลบินในเม็ดเลือด ถ้าขาดจะทำให้เป็นโรคโลหิตจาง
ไอโอดีน	อาหารทะเล เกลือสมุทร เกลืออนามัย	ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต ป้องกันโรคคอพอก

- ☐ คนที่ออกกำลังกายมาก ๆ หรือคนที่ท้องเดินมักจะได้รับคำแนะนำให้ดื่มน้ำที่มีเกลือแร่ผสมอยู่ นักเรียนคิดว่าคำแนะนำนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด และสารละลายเกลือแร่นั้นควรประกอบด้วยเกลือแร่ชนิดใดบ้าง
- ☐ ถ้าชาวซาอุดีอาระเบีย จะกินเกลือสินเธาว์ชนิดเค็มได้หรือไม่เพราะเหตุใด
- ☐ หลังผ่าตัดควรรับประทานอาหารที่มีเกลือแร่ชนิดใดมากกว่าปกติและยกตัวอย่างอาหารประกอบด้วย

นอกจากเกลือแร่สำคัญ ๆ ที่กล่าวในตารางแล้ว ร่างกายยังต้องการเกลือแร่อื่น ๆ ซึ่งไม่ได้กล่าวไว้ อีกหลายชนิด เช่น สังกะสี ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่พบในเอนไซม์หลายชนิด คลอรีน เป็นส่วนประกอบของกรดเกลือในกระเพาะอาหาร แมกนีเซียมจำเป็นสำหรับการทำงานของระบบประสาท และซีลีเนียมจำเป็นต่อการทำงานของตับ เป็นต้น เกลือแร่เหล่านี้มีอยู่ในอาหารพวกผักสดผลไม้ และเนื้อสัตว์ทั่ว ๆ ไป การกินอาหารให้ถูกต้องตามหลักโภชนาการจะทำให้ได้รับเกลือแร่ที่ร่างกายต้องการอย่างพอเพียง เพราะเกลือแร่ส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการหุงต้มหรือแปรรูปอาหาร แต่จะละลายออกมากับน้ำที่ใช้ปรุง ถ้าไม่ต้องการให้มีการสูญเสียเกลือแร่ นักเรียนคิดว่าควรทำอย่างไร

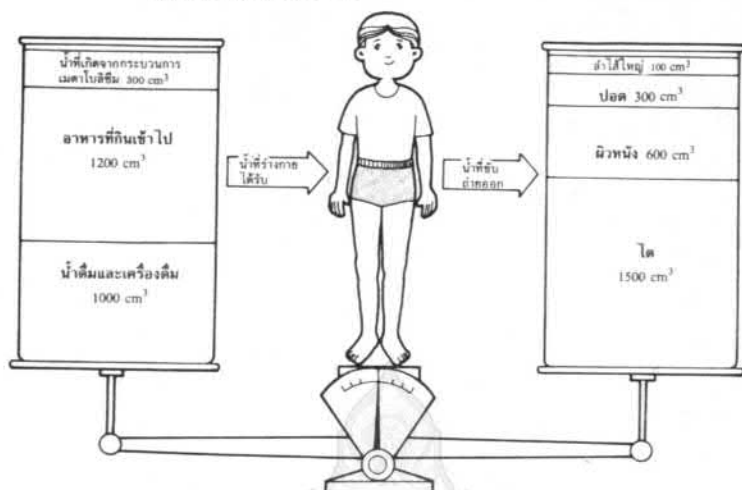
1.6 น้ำ



น้ำเป็นสารอาหารที่สำคัญซึ่งมีมากที่สุดในร่างกายทั้งภายในและภายนอกเซลล์ จากการวิเคราะห์พบว่า ในเนื้อเยื่อทุกชนิดมีน้ำเป็นส่วนประกอบ เช่น ร้อยละ 3 ในเซลล์ผิวหนังหรืออิมานีส และ ร้อยละ 99 ในน้ำไขสันหลัง ถ้าหากจะคิดเป็นน้ำหนักรวมแล้ว น้ำหนักของน้ำในร่างกายจะมีอยู่ประมาณร้อยละ 45-75 ของน้ำหนักตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุและปริมาณของไขมันในร่างกายด้วย คนที่มีไขมันในร่างกายมากจะมีปริมาณน้ำน้อยกว่าคนผอม เด็กทารกที่อยู่ในครรภ์จะมีน้ำอยู่ในร่างกายในปริมาณมาก โดยปกติแล้วร่างกายจะพยายามรักษาปริมาณน้ำไว้ให้คงที่เสมอ การสูญเสียน้ำจากร่างกายมาก ๆ อาจทำให้เกิดอันตรายถึงแก่เสียชีวิตได้

น้ำที่มีอยู่ในร่างกายทำหน้าที่รักษาสภาวะแวดล้อมของเซลล์ให้คงที่ โดยหล่อเลี้ยงเซลล์ให้ชุ่มชื้น เป็นตัวกลางที่จะนำก๊าซและสารต่าง ๆ ผ่านเข้าสู่ภายในเซลล์และผ่านออกจากเซลล์ น้ำที่ดื่มเข้าไป หรือที่ได้จากการกินอาหารส่วนใหญ่จะถูกดูดซึมเข้าไปในผนังลำไส้เล็กแล้วส่งไปตามกระแสโลหิตออกจากเส้นเลือดฝอยเข้าไปในช่องว่างระหว่างเซลล์ แล้วจึงผ่านเข้าไปในเซลล์ และออกจากเซลล์เข้าสู่กระแสโลหิตอีก แล้วจึงถูกขับออกจากร่างกาย วนเวียนเช่นนี้เรื่อยไป

- ☐ นักเรียนคิดว่า การที่น้ำไหลเวียนเข้าและออกจากเซลล์ มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตหรือไม่ อย่างไร



รูป 13 แสดงสมดุลของน้ำในร่างกาย

เมื่อปริมาณน้ำในร่างกายลดลงเนื่องจากการสูญเสีย น้ำ เช่น เหงื่อออกมากหรือท้องเดิน อาเจียน เสียเลือด ศูนย์ควบคุมน้ำในสมองจะถูกกระตุ้นให้เรารู้สึกกระหายน้ำ และขณะเดียวกันก็ลดปริมาณการขับน้ำออกจากร่างกายด้วย

- ☐ ปริมาณน้ำในร่างกายได้มาจากทางใดบ้าง และร่างกายมีวิธีควบคุมสมดุลของน้ำอย่างไร
- ☐ เราควรดื่มน้ำวันละประมาณเท่าไร การดื่มน้ำมาก ๆ จะเป็นอันตรายต่อร่างกายอย่างไรหรือไม่

ร่างกายคนเราจะอดน้ำได้ประมาณ 4 - 5 วันเท่านั้น ถ้าร่างกายอยู่ในสภาพที่ขาดน้ำหรือได้รับน้ำไม่พอ หรือสูญเสียน้ำมากไป จะมีอาการกระหายน้ำอย่างรุนแรง ผิวแห้ง เชื้อบูโรยยะต่าง ๆ แห้ง ปริมาณโปรตีนในเลือด โซเดียมและเกลือแร่อื่น ๆ จะเข้มข้นขึ้น อาจทำให้หมดสติได้

น้ำเป็นตัวช่วยรักษาสมดุลออสโมซิสร่วมกับโปรตีนและเกลือแร่ หากสมดุลนี้ผิดปกติจะมีการดันน้ำเข้าเซลล์ หรือออกจากเซลล์มากเกินไป เซลล์จะบวมพองแตกหรือเหี่ยวแห้งได้ ทำให้กระบวนการทำงานต่าง ๆ ผิดปกติไปด้วย เพราะการทำงานของเอนไซม์ซึ่งเป็นตัวควบคุมปฏิกิริยาทั้งหลายในกระบวนการเมตาโบลิซึมนั้น ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายรอบตัวและภาวะกรดเบสของสารละลายด้วย ความสำคัญของน้ำอีกประการหนึ่งคือ การช่วยรักษาอุณหภูมิภายในร่างกายให้คงที่

- ☐ นักเรียนคิดว่า น้ำช่วยรักษาอุณหภูมิภายในร่างกายให้คงที่ได้อย่างไรบ้าง
- ☐ ให้สรุปประโยชน์ของน้ำที่มีต่อร่างกาย

นักเรียนคงจะได้ระหนักแล้วว่า สารอาหารทุกชนิดที่ได้กล่าวมาแล้วรวมทั้งใยอาหารล้วนแต่มีความสำคัญ และจำเป็นต่อร่างกายแตกต่างกันไป แม้ว่าสารอาหารบางอย่างร่างกายจะต้องการในปริมาณเพียงเล็กน้อย เช่น วิตามิน และเกลือแร่บางชนิด แต่ถ้าขาดไปก็มีผลทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ สารอาหารทุกชนิดในร่างกายมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน ถ้าขาดสารอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งไป จะทำให้ระบบการทำงานของร่างกายผิดปกติไป หรืออาจทำให้ใช้ประโยชน์จากสารอาหารชนิดอื่นได้ไม่เต็มที่หรือไม่ได้เลย เช่น ไขมันช่วยละลายวิตามิน วิตามินและเกลือแร่บางอย่างช่วยในกระบวนการเมตาโบลิซึมของคาร์โบไฮเดรต เป็นต้น ดังนั้นเพื่อสุขภาพและความแข็งแรงสมบูรณ์ของร่างกาย การกินอาหารแต่ละมื้อ จึงควรให้ได้สารอาหารครบทุกประเภทในปริมาณที่พอเหมาะ และควรบริโภควิถีอาหารให้ละเอียด เพื่อช่วยให้ระบบการย่อยอาหารไม่ต้องทำงานหนัก และสามารถย่อยได้หมด อย่าลืมว่าอาหารที่กินจะส่งผลต่อสภาพร่างกายของเราโดยตรง

คำถาม 5

- การกระหายน้ำเกิดขึ้นจากสาเหตุอะไร จงอธิบาย
- นักเรียนคิดว่า การดื่มน้ำที่มีรสจืดเล็กน้อยจะเป็นการเพิ่มธาตุเหล็กให้แก่ร่างกายได้หรือไม่
- มีสาเหตุอะไรที่ทำให้หญิงมีครรภ์ส่วนมากมีฟันผุ และจะมีวิธีป้องกันหรือแก้ไขอย่างไร
- เพราะเหตุใดการออกกำลังกายจึงช่วยลดความอ้วนได้
- การกินเกลือแร่ชนิดใดชนิดหนึ่งมากเกินไปจะก่อให้เกิดโทษได้หรือไม่ อย่างไร ให้ยกตัวอย่างพร้อมทั้งอธิบาย

2. คุณภาพและสัดส่วนของสารอาหาร



อาหารที่กินแต่ละมื้อควรมีอาหารหลายอย่างให้ครบทั้งห้าประเภท การเลือกอาหารตามรสปาก การรับประทานบริโภคเพียงเพื่อให้ท้อง หรือการบริโภคอาหารตามที่จะหามาได้ โดยไม่คำนึงถึงว่ามีสารอาหารที่ให้คุณประโยชน์ต่อร่างกายหรือไม่นั้น อาจทำให้กลายเป็นโรคขาดสารอาหารได้โดยไม่รู้ตัว

ร่างกายที่ได้รับสารอาหารต่าง ๆ ตามปริมาณและสัดส่วนที่ต้องการในแต่ละวันก็คือ กินให้ดีแล้วก็จะส่งผลถึงสุขภาพความแข็งแรงสมบูรณ์ของร่างกายซึ่งก็คืออยู่ที่ตัว ที่กล่าวมานี้เท็จจริงเป็นอย่างไร ให้นักเรียนศึกษาเปรียบเทียบลักษณะความแตกต่าง ระหว่างเด็กที่กินอาหารที่ถูกสัดส่วนตามหลักโภชนาการกับเด็กที่กินอาหารแบบทุโภชนาการ หรือเป็นโรคขาดสารอาหารดังในตารางต่อไปนี้

ตาราง 12 เปรียบเทียบลักษณะทั่ว ๆ ไปของเด็กที่มีโภชนาการดีและเด็กที่มีทุโภชนาการ

เด็กที่มีโภชนาการดี	เด็กที่มีทุโภชนาการ
1. ความสูงอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยตามวัย	1. ความสูงไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐานเฉลี่ยโดยทั่ว ๆ ไป
2. น้ำหนักพอเหมาะกับความสูง	2. ผอมบางหรืออ้วนและ (น้ำหนักน้อยกว่าหรือเกินมาตรฐาน 10 เปอร์เซ็นต์)
3. ผิวพรรณเปล่งปลั่ง สดใส นุ่มเนียน	3. ผิวเหี่ยวย่นหรือมีไขมันมากเกินไป สีผิวซีดเขียวแห้งแตกเป็นขุย บวมหรือเป็นผื่นพุพอง
4. กล้ามเนื้อแน่น แข็งแรง	4. กล้ามเนื้อลีบเล็กหรือมีท้องป่อง
5. เหงือกแข็งแรง แน่นและเป็นสีชมพู	5. สีเหงือกซีด มุมปากเป็นแผล เหงือกบวมหรือมีเลือดออกง่าย
6. เส้นผมเรียบเป็นมันเงางาม	6. เส้นผมแห้งกรอบบางและขาดง่ายไม่เป็นเงามัน
7. นัยน์ตาแจ่มใสเป็นประกายสามารถมองเห็นได้ในเวลากลางคืน	7. นัยน์ตาแดงหรือขุ่นขาว มองไม่เห็นในที่มืด(กลางคืน)
8. กระดูกแข็งแรงตรง	8. กระดูกแข็งโค้งคดงอ
9. ความอยากกินอาหารเป็นปกติ	9. ไม่มีความอยากกินอาหารและไม่รู้รสชาติ
10. สุขภาพทั่ว ๆ ไปดี ไม่เหนื่อยง่าย	10. เจ็บป่วยได้ง่าย เหนื่อยง่าย ไม่มีกำลังวังชา
11. มีอารมณ์ดีและจิตใจแจ่มใสเบิกบาน	11. หงุดหงิดง่าย ซึมเศร้า ไม่มีสมาธิหรืออยู่นิ่งไม่เป็น

- ☐ เมื่อศึกษาตารางแล้ว นักเรียนอยู่ในประเภทใด เพราะเหตุใด
- ☐ ให้สรุปความหมายของคำว่า โภชนาการดีและทุโภชนาการ
- ☐ ลักษณะของเด็กที่มีทุโภชนาการในแต่ละข้อ นักเรียนคิดว่าอาจเกิดจากการขาดสารอาหารประเภทใด จะแก้ไข ป้องกันหรือรักษา ได้อย่างไร ให้อภิปราย
- ☐ ให้สรุปลักษณะของคนที่ดีอยู่ดี

ทุกส่วนของร่างกายไม่ว่าจะเป็นโครงร่างที่เป็นกระดูก เนื้อหนัง นัยน์ตา ปาก จมูก ฟัน ผมหหรือผิวหนัง ล้วนแต่สะท้อนให้เห็นถึงสภาพอาหารที่ร่างกายได้รับทั้งสิ้น ทั้งนี้ไม่นับสภาพความเจ็บป่วยหรือโรคต่าง ๆ ที่เป็นมาแต่กำเนิดหรือเป็นกรรมพันธุ์ ตามปกติแล้วอาหารที่จะส่งผลดีต่อสุขภาพนั้นในแต่ละวัน ควรจะประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 50 ไขมัน ร้อยละ 20 โปรตีน ร้อยละ 20 ผักและผลไม้ ร้อยละ 10 จึงจะถือว่ากินอาหารอย่างถูกสัดส่วน

คาร์โบไฮเดรต 50%



โปรตีน 20%



ไขมัน 20%



ผัก,ผลไม้ 10%



น้ำ



กิจกรรม 4

วิธีทำ

วิเคราะห์สารอาหาร

ให้นักเรียนพิจารณาตัวอย่างรายการอาหารต่อไปนี้ในแต่ละมือ ให้แยกชนิดของอาหารซึ่งมีสารอาหารตรงตามตาราง โดยใช้ตารางในภาคผนวกที่แสดงคุณค่าอาหารในอาหารหนัก 100 กรัม และใช้ปริมาณแคลอรีและสารอาหารที่คนไทยควรได้รับในหนึ่งวัน ช่วยในการพิจารณาตอบคำถาม

ประเภท สารอาหาร	รายการอาหาร	มือเช้า ข้าวต้ม ไข่เจียวหมูสับ กล้วยน้ำว้า	มือกลางวัน ก๋วยเตี๋ยวผัดราดหน้า เนื้อ เกี๊ยวน้ำกุ้ง สับปะรด	มือเย็น ข้าวสวย ปลาทูน น้ำพริกกะปิ ผักจิ้ม เผือกแกงบัวตอง
1. โปรตีน				
2. ไขมัน				
3. คาร์โบไฮเดรต				
4. วิตามิน				
5. แคลอรี				

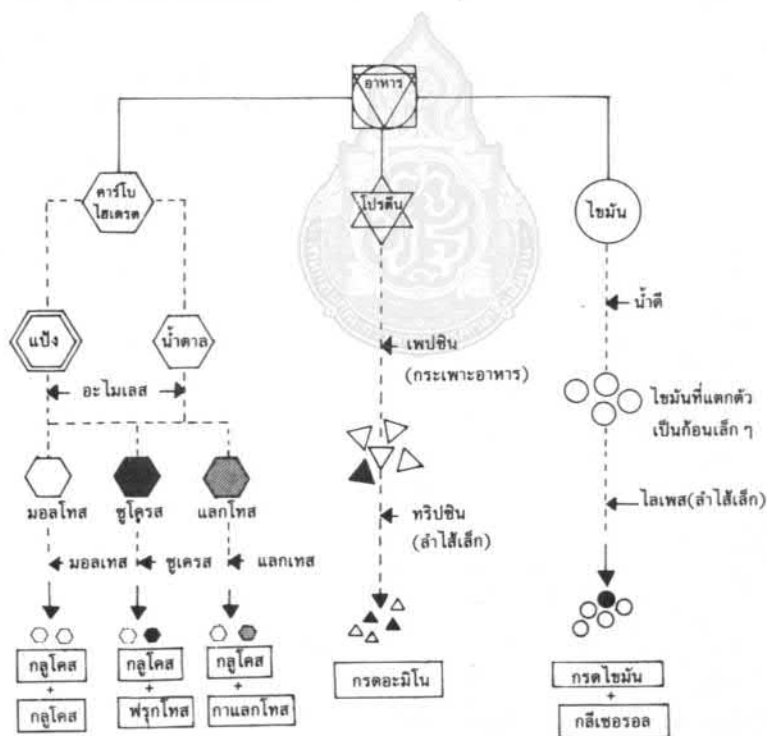
- ☐ จากรายการอาหารที่กำหนดให้ลองคำนวณ โดยประมาณดูว่าในวันนั้นนักเรียนได้สารอาหารต่าง ๆ ครบถ้วนทุกชนิด และในปริมาณที่ร่างกายต้องการต่อวันหรือไม่
- ☐ ปริมาณแคลอรีที่ได้จากอาหารเหล่านั้นพอเพียงสำหรับนักเรียนหรือไม่อย่างไร
- ☐ ให้นักเรียนลองจัดรายการอาหารสำหรับ 1 วัน โดยให้ได้สารอาหารต่าง ๆ ครบถ้วนทุกชนิดในปริมาณที่ร่างกายต้องการและให้ได้แคลอรีอย่างพอเพียงด้วย
- ☐ รายการอาหารที่จัดให้มีอะไรบ้างที่ให้ใยอาหาร

ปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ร่างกายแข็งแรง สมบูรณ์ก็คือ การรู้จักเลือกบริโภคอาหารที่มีคุณค่า ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นอาหารที่มีราคาแพง อาหารประเภทถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ของถั่วเหลือง เช่น นมถั่วเหลือง เต้าเจี้ยว เต้าหู้ ชีวี่ว โปรตีนเกษตร หรือถั่วเมล็ดแห้งอื่น ๆ เช่น ถั่วเขียว ถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วลิสงมีสารอาหารที่สามารถใช้ทดแทนอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ไข่และนมได้ โดยเฉพาะโปรตีนเกษตร สามารถนำมาใช้ในการปรุงอาหาร

แทนเนื้อสัตว์หรือเสริมลงในอาหาร เพื่อเพิ่มปริมาณของโปรตีน ดังนั้นถ้าให้ความสนใจจะสามารถเลือกกินอาหารได้สัดส่วนครบถ้วนทั้งปริมาณและคุณภาพ อาการผิดปกติต่าง ๆ อันเกิดขึ้นจากสาเหตุโภชนาการจะไม่เกิดขึ้นเว้นแต่จะมีความผิดปกติอย่างอื่นในร่างกาย เช่น การย่อยอาหาร การดูดซึมอาหาร

3. การเปลี่ยนแปลงของอาหาร

อาหารที่บริโภคเข้าไปส่วนใหญ่ร่างกายยังไม่สามารถนำไปใช้ได้โดยตรง แต่ต้องย่อยสลายให้ได้สารอาหารที่เป็นโมเลกุลที่เล็กที่สุดก่อนจึงจะสามารถดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตได้ กระบวนการย่อยสลายสารอาหารจะเกิดเป็นขั้นตอน สารที่ช่วยในการย่อยสลายสารอาหารเป็นสารประเภทโปรตีน เรียกว่า “เอนไซม์” ซึ่งมีอยู่หลายชนิด และแต่ละชนิดจะทำหน้าที่เฉพาะเจาะจงสำหรับสารอาหารประเภทต่าง ๆ ดังนั้นนักเรียนจะเห็นได้จากแผนภาพแสดงการย่อยสลายสารอาหารประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



แผนภาพ 4 แสดงการย่อยสลายอาหารประเภทต่าง ๆ และเอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง

- ☐ จากแผนภาพนักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับเอนไซม์ และประเภทของสารอาหารที่ย่อยได้อย่างไร
- ☐ น้ำดีเป็นเอนไซม์หรือไม่ มีบทบาทในการย่อยสารอาหารอย่างไร
- ☐ เมื่อเราเคี้ยวข้าวนาน ๆ ทำไมจึงรู้สึกหวาน

การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารในร่างกายตลอดจนการดูดซึมสารอาหารนั้น เป็นกระบวนการที่ยุ่ยากและสลับซับซ้อน เพราะถ้าการทำงานของเอนไซม์ตัวใดตัวหนึ่งบกพร่อง หรือผิดปกติไปจะส่งผลกระทบทำให้เกิดอาการไม่สบายขึ้นในร่างกายได้ เช่น ท้องอืด ท้องเฟ้อ ท้องแน่น เอนไซม์ทำงานอย่างไร มีปัจจัยอะไรบ้างที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของเอนไซม์ นักเรียนจะหาคำตอบบางประการได้จากการทดลองต่อไปนี้

การทดลอง 3 การทำงานของเอนไซม์

วิธีทำ

1. หั่นเนื้อออกเป็น 3 ชิ้น ขนาดชิ้นละประมาณ 2 cm^3
2. นำหมีละกอดิบที่เพิ่งตัดใหม่ ๆ มาสับให้ละเอียดแล้วแบ่งใส่ลงบีกเกอร์ขนาดเล็ก 2 ใบ ๆ ละประมาณ $1/4$ ของบีกเกอร์
3. นำยางมะละกอในบีกเกอร์หนึ่งไปต้มให้เดือดและทิ้งไว้ให้เย็น
4. นำเนื้อมา 2 ชิ้น ชิ้นที่ 1 คลุกกับยางมะละกอที่ต้มแล้ว อีกชิ้นหนึ่งคลุกกับยางมะละกอดิบ ควรใช้ส้อมแทงให้ทั่วชิ้นเนื้อเพื่อให้ยางมะละกอลุกเคล้ากับเนื้อจนทั่วชิ้น ทั้งเนื้อสองชิ้นไว้นานประมาณ 15 นาที
5. ต้มเนื้อทั้ง 3 ชิ้นให้สุกในเวลาเท่ากัน แล้วให้นักเรียนลองฉีกเนื้อ สังเกตและบันทึกผล

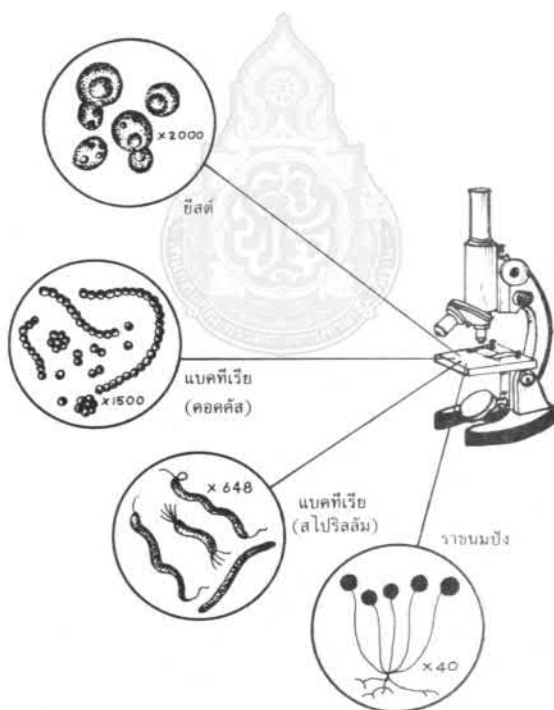
ตารางบันทึกผลการทดลอง

รายการ	ผลที่สังเกตได้
1. เนื้อที่ไม่ได้คลุกยางมะละกอ	
2. เนื้อคลุกยางมะละกอดิบ	
3. เนื้อคลุกยางมะละกอต้มแล้ว	

- ☐ เนื้อที่คลุกยางมะละกอดิบ และเนื้อที่คลุกยางมะละกอที่ต้มแล้วมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร
- ☐ เอนไซม์ในยางมะละกอมีสสมบัติในการย่อยสารอาหารประเภทใด
- ☐ อุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์หรือไม่อย่างไร

เนื่องจากเอนไซม์ที่มีอยู่ในยางมะละกอมีสสมบัติในการทำงานเช่นเดียวกับเอนไซม์ที่มีอยู่ในร่างกายเรา ดังนั้นอุณหภูมิภายในร่างกายจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายอย่างเช่น ความเป็นกรด-เบส ความเข้มข้นของเอนไซม์ เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงของอาหาร ไม่ได้เกิดจากการย่อยสลายสารอาหารโดยปฏิกิริยาของเอนไซม์ในร่างกายเท่านั้น นักเรียนเคยสงสัยหรือไม่ว่า ทำไมผลไม้ดิบจึงสุกได้หรือเมล็ดข้าวและเมล็ดพืชต่าง ๆ ถ้าเก็บไว้ในที่ที่มีความชื้นพอเหมาะก็จะสามารถงอกเองได้ ทั้งหมดนี้เกิดจากการกระทำของเอนไซม์ที่มีอยู่ในผลไม้และในเมล็ดพืชนั่นเอง สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่เราเรียกว่า จุลินทรีย์ได้แก่รา ยีสต์ และแบคทีเรีย ก็สามารถสร้างเอนไซม์แล้วปล่อยออกมานอกเซลล์เพื่อย่อยสารอาหารให้มีโมเลกุลเล็กได้ ดังนั้นเมื่อจุลินทรีย์ซึ่งมีอยู่ทั่วไปในอากาศปลิวไปตกลงบนอาหารก็จะปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสารอาหาร หลังจากนั้นจุลินทรีย์จะแบ่งตัวเพิ่มจำนวนมากขึ้น ทำให้สร้างเอนไซม์ออกมาย่อยสารอาหารได้มากขึ้น ไม่นานนักอาหารก็จะแปรสภาพไปจากเดิม เช่น อาจมีกลิ่น รส สี และลักษณะภายนอกเปลี่ยนไป อาหารที่แปรสภาพไปเนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทั่วไปในอากาศ ไม่เหมาะแก่การบริโภคอาจทำให้ร่างกายเป็นอันตรายได้ เช่น ขนมปังขึ้นรา อาหารบูด แต่มีจุลินทรีย์บางชนิดซึ่งเรานำมาใช้ในการถนอมอาหาร เช่น การหมัก การดอง จุลินทรีย์เหล่านี้ทำให้อาหารบางชนิดมีกลิ่น รสดีขึ้น และสามารถเก็บไว้ได้นานกว่าปกติ



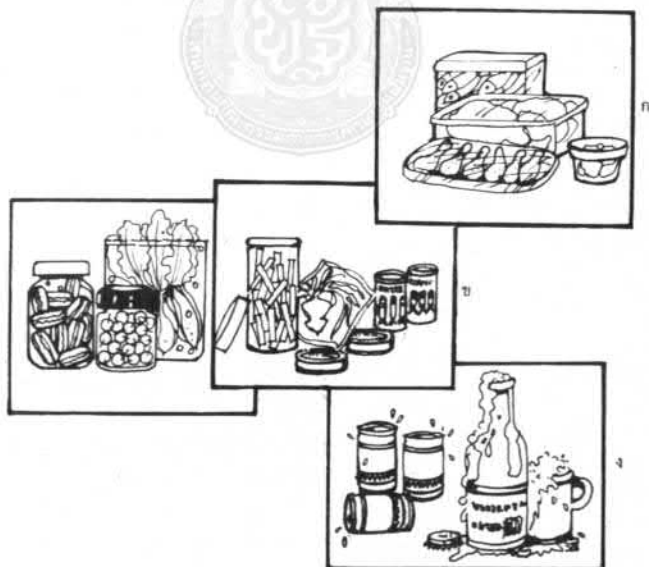
จุลินทรีย์บางชนิด

คำถาม 6

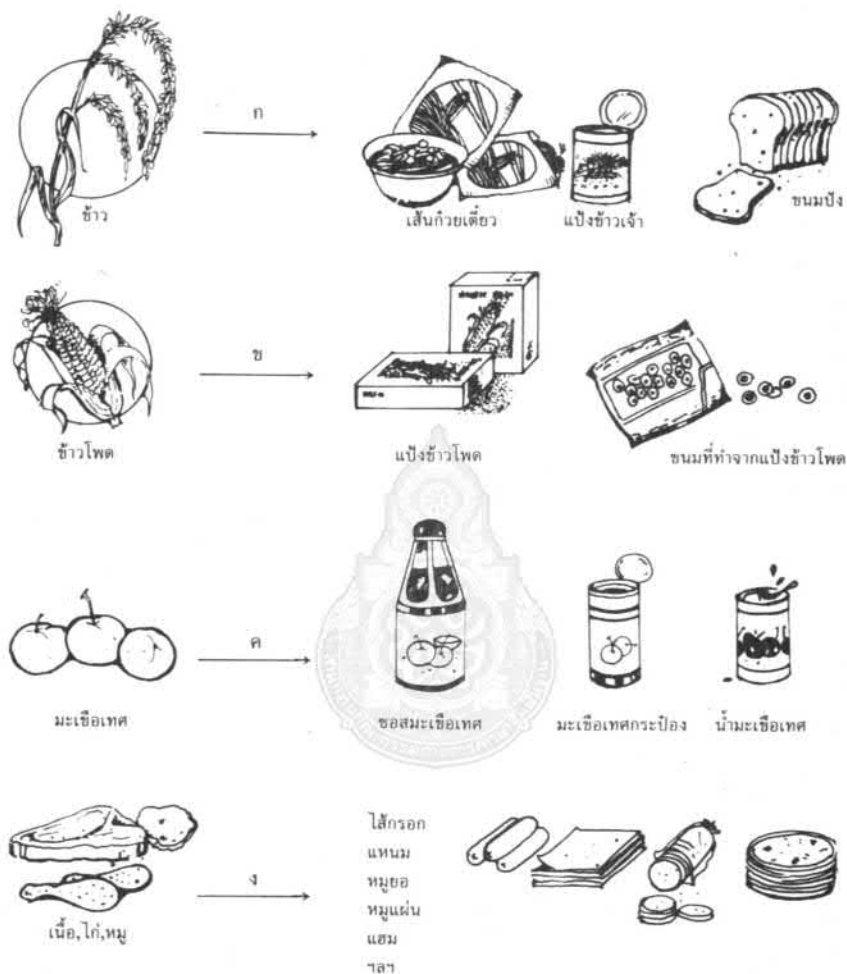
1. ถ้านักเรียนต้องการลดปริมาณแคลอรีจะทำอย่างไร
2. เพราะเหตุใด ผักและผลไม้บางชนิด เมื่อผ่านหรือปอกทิ้งไว้มักจะเกิดสีน้ำตาลตามรอยผานั้น
3. ในการบ่มผลไม้ ถ้าจะให้สุกเร็วควรจะทำอย่างไร
4. อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพได้อย่างไรบ้าง และสาเหตุที่ทำให้อาหารเปลี่ยนแปลงสภาพนั้นคืออะไร จะป้องกันได้หรือไม่อย่างไร
5. นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า ทำไมจึงเก็บส้มโอไว้ได้นานโดยไม่เสียเร็ว
6. เหตุใดข้าวโพดที่เก็บจากต้นใหม่ ๆ จึงมีรสหวานกว่าข้าวโพดที่เก็บไว้หลายวัน

4. การถนอมอาหารและการแปรรูปอาหาร

นักเรียนได้ทราบมาแล้วว่า อาหารอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ภายในระยะเวลาอันสั้นดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีการรักษาสภาพของอาหารเพื่อให้เปลี่ยนแปลงช้าที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้หรือหาวิธีที่เหมาะสมและปลอดภัยในการแปรรูปอาหารให้อยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยพยายามรักษาค่าของอาหาร และให้เก็บไว้ได้นานที่สุด รวมทั้งวิธีการบรรจุหีบห่อเพื่อสะดวกในการขนส่งไปยังถิ่นไกล ๆ เรามีวิธีการถนอมอาหารหรือการแปรรูปอาหารอย่างไรบ้าง นักเรียนจะได้ศึกษาจากภาพตัวอย่างต่อไปนี้



รูป 15 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการถนอมอาหาร



รูป 16 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปอาหาร

- ☐ จากรูป 15 และ 16 ให้อธิบายเกี่ยวกับวิธีการถนอมอาหารและแปรรูปอาหารตลอดจนบทบาทของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

การถนอมอาหารและการแปรรูปอาหารให้คงสภาพอยู่ได้นาน ๆ เพื่อเก็บไว้กินในยามขาดแคลน หรือส่งไปในถิ่นที่ขาดแคลนอาหาร หรือที่ ๆ อยู่ไกลจากแหล่งผลิตนั้น มีอยู่หลายวิธีมีทั้งวิธีที่ใช้กันตามพื้นบ้าน โดยทั่วไปและในวงการอุตสาหกรรม อาหารบางชนิดใช้วิธีการง่าย ๆ ในการถนอมอาหาร แต่บางชนิดอาจต้องใช้หลายวิธีร่วมกัน ขึ้นอยู่กับธรรมชาติ รูปแบบของอาหารที่ต้องการผลิตและวัตถุดิบที่มีอยู่ กรรมวิธีในการถนอมอย่างง่าย และสาเหตุหรือตัวการที่ทำให้อาหารนั้นเปลี่ยนแปลงไป นักเรียนจะได้ศึกษาจากการทดลองต่อไปนี้

การทดลอง 4

การทำผักดอง

วิธีทำ

1. ลวกขวดปากกว้างด้วยน้ำเดือดแช่ทิ้งไว้สักครู่
2. ล้างผัก (ถั่วงอก กะหล่ำปลี ผักกาดเขียวปลี ผักเสี้ยน) หั่นตามขนาดที่ต้องการ ใส่ลงในขวดใบที่ 1 - 2 และ 3 จนเต็มขวด
3. เติมน้ำล้างจนท่วมผักในขวดใบที่ 1
4. เติมน้ำเกลือ 5 - 8% ลงจนท่วมผักในขวดใบที่ 2
5. ละลายเกลือในน้ำข้าวข้าวให้ได้ 5 - 8% แล้วเติมจนท่วมผักในขวดที่ 3
6. ใช้แท่งแก้วกดผัก เพื่อไล่ฟองอากาศออกจนหมดทั้ง 3 ใบ ไม่ต้องปิดฝา แต่ต้องให้น้ำท่วมผักทุกขวด
7. วันรุ่งขึ้นใช้หลอดหยดดูดน้ำผักดองจากแต่ละขวดมา 5 cm³ ใส่ในหลอดทดลองแต่ละหลอด หยดฟีนอล์ฟธาไลน์ลงไปหลอดละ 2 หยด หลังจากนั้นหยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ช้า ๆ และเขย่าทุกครั้ง นับจำนวนหยดของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมลงไปตั้งแต่ต้น จนกระทั่งสารละลายในแต่ละหลอดเปลี่ยนสีอย่างถาวร บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ขวดใบที่	จำนวนหยดของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
1. ผัก + น้ำ	
2. ผัก + น้ำเกลือ	
3. ผัก + น้ำข้าวข้าวละลายเกลือ	

- ☐ น้ำในขวดทั้งสาม มีความเป็นกรดเท่ากันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร
- ☐ น้ำเกลือและน้ำข้าวข้าวละลายเกลือมีผลอย่างไรในการดองผัก เพราะเหตุใด
- ☐ นักเรียนคิดว่าอาหารหมักดองมีคุณค่าทางอาหารหรือไม่อย่างไร
- ☐ ถ้าเพิ่มระยะเวลาในการดองผัก ผลการทดลองจะแตกต่างจากเดิมอย่างไร

การดองผักเป็นเทคโนโลยีพื้นบ้านที่ปฏิบัติกันอย่างแพร่หลาย ส่วนใหญ่ดองผักในหม้อดินหรือไห หรือภาชนะที่ทำด้วยดินเผา นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเป็นเพราะเหตุใด

การนอมอาหารโดยวิธีการหมักดอง ซึ่งนักเรียนได้ทำการทดลองไปแล้วนั้น ทำให้เกิดกรดแลกติก ซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่ทนทาน และสามารถเจริญได้ดีในน้ำเกลือที่เข้มข้นถึงร้อยละ 10-13 ในสภาวะที่ไร้อากาศหรือมีอากาศน้อย กรดแลกติกและเกลือจะยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่ทำให้อาหารเน่าเสีย เพราะเกลือในน้ำดองผักจะเป็นตัวดึงน้ำออกจากเซลล์จุลินทรีย์อื่นที่ทนความเค็มไม่ได้ จึงสามารถช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการได้ ในขณะเดียวกันเกลือก็ทำหน้าที่ดึงน้ำ น้ำตาลและสารอาหารออกจากผักและผลไม้เพื่อใช้เป็นอาหารของแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก ถ้าผักหรือผลไม้ไม่มีปริมาณน้ำตาลน้อยก็จะทำให้แบคทีเรียเจริญเติบโตได้น้อย ปริมาณกรดแลกติกจะต่ำ อาหารที่ดองจึงอาจเน่าเสียได้ การเติมน้ำตาล น้ำข้าวหรือน้ำแป้งสุกลงไป จึงเป็นการเติมอาหารให้แก่แบคทีเรีย ทำให้ได้กรดแลกติกมากขึ้น อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาผักที่ต้องแล้วนั้นควรจะมีกำหนดเวลา มิใช่เก็บได้ตลอดไป นักเรียนทราบหรือไม่ว่าผักดองจะเก็บได้นานเท่าใด และถ้าต้องการจะเก็บผักดองไว้นาน ๆ จะทำได้หรือไม่อย่างไร

นักเรียนทราบแล้วว่ากรรมวิธีในการนอมอาหารมีหลายวิธี ส่วนใหญ่เรามักจะใช้กรรมวิธีหลายอย่างรวมกันเพื่อเก็บรักษาอาหารไว้ให้นานขึ้น เช่น การทำเนื้อเค็ม ใช้วิธีใส่เกลือแล้วผึ่งแดด การทำผักดอง จะใช้วิธีดองผักแล้วนำไปบรรจุกระป๋องปิดฝาสนิท นักเรียนทราบหรือไม่ว่าทำไมการทำเช่นนี้จึงนอมอาหารไว้ได้นาน



ปัจจุบันเรามีกรรมวิธีในการนอมอาหารโดยใช้ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี เข้ามาช่วยหลายอย่าง ที่เห็นได้ง่ายก็คือ การใช้พลังงานจากสารกัมมันตรังสี เช่น ใช้รังสีแกมมา ไปยับยั้งการงอกของหอมหัวใหญ่ มันฝรั่งและยังสามารถฆ่า หรือทำลายไข่แมลงพยาธิและจุลินทรีย์อีกด้วย การใช้ความร้อนเป็นวิธีการนอมอาหารที่ใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวางเพราะง่าย สะดวก ปลอดภัยกว่า

วิธีการนอมอาหารแบบอื่น ๆ และใช้ได้กับอาหารเกือบทุกชนิด ดังจะเห็นได้จากการทดลองต่อไปนี้

การทดลอง 5 วิธีทำ

นมถั่วเหลือง

1. แช่วัวเหลืองในน้ำร้อนจนนิ่ม แล้วนำขึ้นมาแช่น้ำเย็นทันทีเพื่อให้เปลือกถั่วหลุดออกมา
2. นำถั่วเหลืองที่เอาเปลือกออกแล้วมาบดให้ละเอียดกับน้ำในอัตราส่วน 1 : 3
3. กรองเอาแต่ส่วนที่เป็นนมถั่วเหลืองไว้ สังเกตและบันทึกผล
4. แบ่งนมถั่วเหลืองใส่หลอดทดลอง 2 หลอดเท่า ๆ กัน หลอดที่ 1 ไม่ต้องต้ม หลอดที่ 2 นำไปต้มให้เดือดประมาณ 5 นาที
5. ปิดปากหลอดทั้งสอง และตั้งทิ้งไว้ 1 คืน สังเกตและบันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

นมถั่วเหลือง	ลักษณะที่สังเกตได้
1. ที่ได้หลังจากกรองแล้ว - หลอดที่ 1 (ไม่ต้ม) - หลอดที่ 2 (ต้ม) 2. ทั้งค้างคืน - หลอดที่ 1 (ไม่ต้ม) - หลอดที่ 2 (ต้ม)	

- ☐ นมถั่วเหลืองก่อนต้มและหลังต้มมีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
☐ เมื่อทิ้งนมถั่วเหลืองไว้ค้างคืน มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร
☐ การต้มน้ำนมถั่วเหลืองมีผลในการช่วยถนอมรักษาน้ำนมถั่วเหลืองหรือไม่ บอกได้อย่างไร
☐ ถ้าจะเก็บน้ำนมถั่วเหลืองไว้กินได้หลาย ๆ วัน นักเรียนจะทำอย่างไร

เราสามารถเก็บรักษานมถั่วเหลืองให้คงสภาพเดิมไม่บูดเร็วกว่าปกติได้โดยวิธีใช้ความร้อนไปทำลายจุลินทรีย์บางชนิด และวิธีการใช้ความร้อน ยังทำให้เอนไซม์บางชนิดในอาหารทำงานได้ช้าลงหรือหยุดชะงัก เช่นเดียวกับการแช่เย็นหรือแช่แข็ง

วิธีถนอมอาหารที่นิยมใช้กันแพร่หลายอีกอย่างหนึ่งก็คือ การใช้สารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้นมา เช่น สารกันบูดกันเหม็นหืนและกันเชื้อรา ซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกายถ้าหากร่างกายสะสมไว้มากๆ อาหารที่มีสารเคมีดังกล่าวในปริมาณมากเกินไปเกินกำหนด จะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขได้ออกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84 (พ.ศ. 2527) กำหนดชนิด, คุณภาพเฉพาะของสารเคมีที่อนุญาตให้ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร และปริมาณที่ให้อาศัยได้ในอาหาร เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค วัตถุกันเสียที่พบว่ามีการใช้มาก ดังตาราง 13

ตาราง 13 สารกันบูดบางชนิดและปริมาณที่ใช้

ชื่อสาร	ใส่ในอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ให้อาศัย (ในอาหาร) (มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)
1. กรดเบนโซอิก, โซเดียมเบนโซเอต, โพรแทสเซียมเบนโซเอต	อาหารทุกชนิด	1000
2. กรดซอร์บิก, โพรแทสเซียมซอร์เบต	อาหารทุกชนิด ยกเว้นเนื้อสัตว์	1000
3. กรดโพรพอนิก, แคลเซียม-โพรพionate	ผลิตภัณฑ์เนยแข็ง	3000
	ขนมปัง, คุกกี้	2000
4. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, โซเดียมเมตา-ไบซัลไฟต์ หรือกรดซัลฟิวรัส	น้ำตาลทราย	20-40
	กลูโคสไซรัป	40-400
	เส้นหมี่	500
	ผลไม้แปรรูป	2000
5. โซเดียมไนไตรต์, โพรแทสเซียมไนไตรต์	เนื้อสัตว์	125
6. โซเดียมไนเตรด, โพรแทสเซียมไนเตรด	เนื้อสัตว์	500

การถนอมอาหารนั้นอาศัยหลักการต่าง ๆ กัน ทั้งทางกายภาพชีวภาพและเคมีเพื่อที่จะป้องกัน หรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่จะทำให้อาหารเปลี่ยนแปลงจนใช้ประโยชน์ไม่ได้



แผนภาพ 5 หลักการถนอมอาหาร

☐ นักเรียนคิดว่าการทำงานผลไม้ชิ้นนั้นใช้หลักการถนอมอาหารแบบใด

การที่จะวินิจฉัยว่ากรรมวิธีใดเหมาะสมที่จะใช้เพื่อถนอมอาหารชนิดหนึ่งชนิดใดนั้น จะต้องพิจารณาจากข้อมูลหลาย ๆ ด้าน เช่น ชนิดและปริมาณของอาหารที่ต้องการจะเก็บ ระยะเวลาเก็บ การเสื่อมคุณค่าของสารอาหารบางอย่าง ตลอดจนความปลอดภัยของผู้บริโภคด้วย

คำถาม 7

1. นักเรียนคิดว่า การถนอมอาหารและการแปรรูปอาหารมีประโยชน์อย่างไรบ้าง ในแง่ของโภชนาการ เศรษฐกิจ และสังคม ให้อภิปราย
2. ให้อธิบายเกี่ยวกับการถนอมอาหารโดยการแช่เย็น แช่แข็ง
3. นักเรียนทราบหรือไม่ว่าผลิตภัณฑ์นมต่าง ๆ เช่น นมสด นมระเหย นมข้นหวาน นมยูเอชที นมเปรี้ยว คืออะไรและผ่านกรรมวิธีในการถนอมอาหารอย่างไรบ้าง
4. ถ้านักเรียนมีเนื้อสดจำนวนมากและต้องการเก็บไว้รับประทานให้นานที่สุด นักเรียนควรจะทำอย่างไร
5. นักเรียนคิดว่า การสูญเสียวิตามินซีในน้ำมันซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการใช้ความร้อน เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคนั้น ควรให้ความสำคัญอย่างไรหรือไม่ เพราะเหตุใด

5. สารปรุงแต่งอาหาร

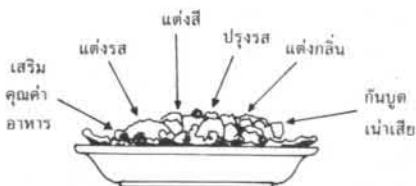
อาหารที่เรากินในแต่ละมื้อแต่ละวัน ส่วนใหญ่มักเป็นอาหารที่ได้รับการปรุงแต่งเพื่อให้อาหารนั้นน่ากิน เช่น มีกลิ่นหอม มีรสหวานหรือมีสีสันทที่ชวนกินและอื่น ๆ สารที่ใส่ลงไปในอาหาร โดยมีจุดประสงค์ที่จะปรุงแต่งรูปรส กลิ่น สี และสมบัติอื่นบางประการของอาหารนั้นเรียกว่า สารปรุงแต่งอาหารซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารเคมีที่ได้จากธรรมชาติและที่สังเคราะห์ขึ้น



- ☐ ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารปรุงแต่งอาหารที่ได้จากธรรมชาติ จากการสังเคราะห์ มาสัก 2 - 3 ตัวอย่าง พร้อมทั้งวัตถุประสงค์ที่ใช้

การใช้สารเคมีในอาหารเพื่อให้คุณภาพของอาหารดีขึ้นทั้งด้านสี กลิ่น รสและคงคุณค่าทางโภชนาการ ตลอดจนยืดอายุในการเก็บให้นานขึ้นนั้นมีมานานแล้ว และยังมีความเจริญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความก้าวหน้าในการใช้สารเคมีก็ก้าวหน้าไปด้วยอย่างไม่หยุดยั้งเช่นกัน สารเคมีที่ใช้ปรุงแต่งอาหารนั้นมีมากมายหลายชนิด สีเป็นสารปรุงแต่งชนิดหนึ่งที่ผู้ค้าขายนิยมใส่ลงไปเพื่อให้อาหารน่ากิน โดยปกติแล้วถ้าสีที่ใช้เป็นสีที่ได้จากธรรมชาติ หรือสีสังเคราะห์สำหรับผสมอาหารก็จะไม่ทำให้เป็นอันตราย แต่ถ้าเอาย้อมผ้ามาใช้ย้อมอาหารแล้ว อันตรายย่อมเกิดขึ้นกับผู้บริโภค เพราะเมื่อร่างกายสะสมไว้มากจะทำให้ไตพิการหรือเป็นมะเร็งได้ ในการผลิตอาหารจึงมีกฎหมายบังคับว่าผู้ผลิตจะต้องระบุสีที่ใช้ผสมลงในอาหารนั้น การใช้สีย้อมผ้าผสมลงในอาหารถือว่าผิดกฎหมาย

- ☐ นักเรียนคิดว่าฉลากบอกรายละเอียดของส่วนประกอบบนผลิตภัณฑ์อาหารมีความสำคัญหรือไม่ เพราะเหตุใดและข้อความบนฉลากอาหารควรจะบอกอะไรบ้าง



ในปัจจุบันความนิยมในการใช้สารปรุงแต่งอาหารมีมากขึ้น จึงทำให้เกิดมีการปลอมปนสารปรุงแต่งบางชนิด เช่น น้ำส้มสายชูซึ่งโดยปกติทำจากการนำเอทิลแอลกอฮอล์เจือจางมาหมักกับแบคทีเรียที่สร้างกรดแอซิดิก หรือใช้ผลไม้หมักกับยีสต์เพื่อให้ได้กรดแอซิดิก แต่ในบางครั้งตรวจพบว่าได้มีการนำเอากรดแอมโมเนียม กรดซัลฟิวริก ซึ่งมีรสเปรี้ยวและเป็นอันตรายต่อร่างกาย นำมาทำให้เจือจางแล้วใช้แทนกรดแอซิดิก

- ☐ นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า สารปรุงแต่งอะไรบ้างที่ไม่เป็นอันตรายต่อการบริโภค
- ☐ จะมีวิธีการทดสอบได้อย่างไรว่า น้ำส้มสายชู เป็นกรดแอซิดิกที่ไม่มีการปนปลอมปน

กรดแอมโมเนียมหรือที่มีฤทธิ์กัดกร่อนรุนแรง ทำลายเยื่อเมือกที่บุกระเพาะอาหารและลำไส้ เมื่อกินเข้าไปจะทำให้เกิดอาการปวดท้อง ท้องเสีย ระบบการย่อยและดูดซึมสารอาหารผิดปกติ อาจเกิดแผลในกระเพาะอาหารได้จริง ดังนั้นจึงควรเอาใจใส่สังเกตน้ำส้มที่ซื้อเติมอาหารด้วย นอกจากนี้ในการปรุงแต่งอาหารยังมีการใช้สารเคมีอื่น ๆ ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคได้ ดังตัวอย่างจากตารางต่อไปนี้

ตาราง 14 แสดงตัวอย่างอันตรายจากการใช้สารเคมีบางชนิดในการปรุงแต่งอาหาร

ชื่อสารเคมี	วัตถุประสงค์การใช้	อันตรายจากสารต่อร่างกาย
กรดซาลิซิลิก*	สารกันบูด	เกิดแผลในกระเพาะอาหาร เป็นพิษต่อระบบประสาทหรือมีอาการแพ้เป็นผลตามตัว
น้ำประสานทอง* (บอแรกซ์)	ทำให้อาหารกรอบ เช่น ลูกชิ้น หมูยอ ทอดมัน ผลไม้ดอง ฯลฯ	เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินอาหารกับระบบสมอง เป็นอันตรายต่อไตอย่างมาก อาจทำให้ไตพิการและตายได้
โซเดียมคาร์บอเนต (โซดาซักผ้า)	ทำให้เนื้อนุ่ม	กัดเยื่ออ่อนของระบบทางเดินอาหาร เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง อาจรุนแรงถึงตายได้
ดินประสิว (โพแทสเซียมไนเตรต)	ช่วยให้เนื้อสัตว์มีสีสด และกระดุกสัตว์เปื่อยยุ่ยได้ง่าย	ทำให้เม็ดเลือดแดงเสื่อมคุณภาพ เกิดอาการหน้ามืด หายใจขัด ปวดท้องรุนแรง อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง
สีซีย้อมผ้า*	ผสมอาหารให้มีสีสันสวยงาม (กุ้งแห้งฝอย, ลูกกวาด, ลูกชุบ)	โรคมะเร็งกระเพาะอาหารและลำไส้ และอาจเป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็ง เช่น มะเร็งตับ มะเร็งกระเพาะปัสสาวะ

* เป็นสารที่กฎหมายห้ามใช้

เพื่อความปลอดภัยในการบริโภค จึงควรที่จะใช้สารธรรมชาติในการปรุงแต่งรสชาติและหลีกเลี่ยงสารเคมีทั้งหลายที่ไม่จำเป็น นอกจากนี้ควรเพิ่มความระมัดระวังในการเลือกกินอาหารเป็นพิเศษ อาหารใดที่มีสีส้ม รสขม กลิ่น เนื้อสัมผัสที่ผิดธรรมชาติชัดเจนก็ไม่ควรกิน ส่วนผู้ผลิตก็ไม่ควรเห็นแก่ประโยชน์ทางการค้ามากเกินไปจนไม่คำนึงถึงอันตรายที่ผู้บริโภคจะได้รับ ควรจะมีความซื่อสัตย์และรับผิดชอบต่อสังคมด้วย

คำถาม 8

- นักเรียนคิดว่าการใช้สารปรุงแต่งอาหารมีประโยชน์หรือไม่อย่างไร จงอภิปราย
- ให้สำรวจฉลากผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ ในครัวที่บ้าน หรือให้นักเรียนชอบซื้ออาหารกินบ่อย ๆ ว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้างและใช้สารปรุงแต่งอาหารอะไร เพื่อวัตถุประสงค์อะไร โดยอาศัยตารางต่อไปนี้เป็นตัวอย่าง

ชื่อของผลิตภัณฑ์อาหาร	สารแต่งสี	สารปรุงรส	สารกันบูด	สารฟอกสีกับการเปลี่ยนสี	สารแต่งเนื้อสัมผัส	อื่น ๆ
นมข้นหวาน แปลงไขมัน	-	น้ำตาลทราย ขาวบริสุทธิ์ 45% (ปรุงรสหวาน)	-	-	น้ำมันมะพร้าว	วิตามิน A B และ D (เสริมคุณค่าอาหาร)

- ถ้าต้องการทำให้เนื้อนุ่มมากขึ้น นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรจึงจะปลอดภัยที่สุด
- การที่ผู้ผลิตอาหารไม่คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค โดยใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายปรุงแต่งอาหารนั้น นักเรียนมีความเห็นอย่างไร และควรจะมีมาตรการแก้ไขป้องกันในเรื่องเหล่านี้อย่างไรบ้าง

6. สารพิษในอาหาร



นักเรียนคงเคยได้อ่านข่าวตามหน้าหนังสือพิมพ์ลงเรื่องเกี่ยวกับคนเจ็บป่วย ทั้งประเภทเรื้อรังและเฉียบพลัน หรือเสียชีวิตเนื่องจากบริโภคอาหารที่มีสารพิษปนอยู่บ่อย ๆ อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเป็นพิษ และถึงเวลาแล้วหรือยังที่เราควรให้การเอาใจใส่และระมัดระวังในเรื่องนี้ให้มากขึ้น

พบสารพิษ“เจงโคลีน”ใน“ลูกเหยิง”
ประชาชนบริโภคอาจตายได้

เดือนประชาชนบริโภค “ถูกเนียง” ผลไม้พื้นบ้านภาคใต้ มีสารพิษ “เจงโคลิน” เป็นอันตรายต่อร่างกาย อาจถึงตายในทวีปตรา

นายแพทย์สุวิทย์ ประสาทกุล รมว.สาธารณสุข
กล่าวว่า รัฐบาลได้เตรียมแผนการรับมือ
การระบาดของโรคโควิด-19 ไว้แล้ว โดย
จะเน้นการป้องกันและควบคุมโรคเป็นหลัก
และจะดำเนินการตามมาตรการที่เข้มงวด
เพื่อลดการแพร่ระบาดของโรคให้ได้
โดยเร็วที่สุด

กะทันหัน 4-5 นาทีจาก
 ก้อนกรวยขาว ไร้พยางค์
 โค้งรูปไข่กลืนยั้งคัม ๑๑
 ลก. จมมะพร้าวขาวไป น
 วนเป็นรอยแตรของลูก ท
 นรีโลกกลืนยั้ง แล้วยืน
 ๔-๕

[illegible]

กิจกรรม 5 วิธีทำ

วิเคราะห์ปัญหาสารพิษในอาหาร

ให้นักเรียนเก็บข้อมูลซึ่งเป็นข่าวในหน้าหนังสือพิมพ์วิทยุและโทรทัศน์เกี่ยวกับความเจ็บป่วย หรือเสียชีวิตอันเนื่องมาจากการบริโภคอาหาร แล้วอภิปรายพร้อมทั้งสรุปเกี่ยวกับสาเหตุแหล่งที่มาตลอดจนวิธีการป้องกันแก้ไข

สารมีพิษที่ตกค้างอยู่ในอาหารต่าง ๆ เมื่อเรากินอาหารเข้าไป สารพิษส่วนใหญ่จะถูกเก็บสะสมไว้ในไขมัน ซึ่งถ้ากินเป็นเวลานานติดต่อกัน ร่างกายจะสะสมสารพิษจนถึงขีดเป็นอันตรายได้

ปัจจุบันประชากรในประเทศยังประสบกับปัญหาการใช้วัตถุดิบพืชที่ใช้สำหรับฆ่าแมลงต่าง ๆ เช่น ตีตี่ พาราไดออน ทำให้อาหารหลายชนิดมีสารพิษตกค้างอยู่ นักวิทยาศาสตร์ควรจะปฏิบัติอย่างไรในการบริโภคพวกพืช ผักสดหรือผลไม้ให้ปลอดภัยจากวัตถุดิบพืชเหล่านี้มากที่สุด

อาหารที่มาจากเมล็ดพืชต่าง ๆ เช่นข้าวโพด ข้าวเจ้า ถั่วต่าง ๆ เมล็ดพืชที่มีน้ำมันเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วจะต้องนำไปตากให้แห้งและเก็บไว้ ถ้าหากไม่ถูกวิธีอาจจะมีการเกิดเชื้อราได้ง่าย เช่น ในถั่วลิสงอาจจะมีการเกิดราชนิด เช่น แอสเพอร์จิลลัส ฟลาวัส เชื้อราชนิดนี้จะผลิตสารพิษร้ายแรงคือ อะฟลาทอกซิน ซึ่งเป็นสารที่ทนต่อความร้อนสูงเป็นเวลานานแม้จะนำไปต้มก็ไม่สามารถทำลายพิษได้ เมื่อสะสมในร่างกายเข้าไ่มาก ๆ เข้า อาจทำให้ปวดท้อง อาเจียน บวมตามเท้า ตับโตและเกิดมะเร็งตับได้ภายหลังและอาจถึงตายได้ในเด็ก



ท้องเสีย



ปวดศีรษะ



อาเจียน

อาการจาก สารพิษตกค้าง

การบริโภคอาหารให้เป็นโดยคำนึงถึงประโยชน์ของอาหาร รู้จักสังเกตและหลีกเลี่ยงอาหารที่ไม่แน่ใจในความปลอดภัย เช่น หลีกเลี่ยงอาหารที่มีการเปลี่ยนแปลงของสี สีน กลิ่น รสหรืออาหารที่บรรจุอยู่ในภาชนะที่มีสนิม บวมพองผิดปกติ รู้จักเลือกซื้ออาหารจากแหล่งที่เชื่อถือได้ ตลอดจนระมัดระวังตนในเรื่องความสะอาดเกี่ยวกับการบริโภคจะมีผลดีต่อสุขภาพร่างกาย เรียกได้ว่าเป็นการกินที่ถูกต้องอย่างแท้จริง

คำถาม 9

1. จงบอกสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ
2. นักเรียนรู้จักผัก ผลไม้หรือสัตว์ชนิดใดบ้างที่มีสารพิษอยู่ในตัว
3. อาหารที่มีพิษจัดเป็นอาหารที่มีพิษหรือไม่ และจะมีวิธีป้องกันอย่างไร
4. ควรจะเลือกบริโภคถั่วลิสงที่มีลักษณะอย่างไรจึงจะปลอดภัย
5. นักเรียนจะมีวิธีการป้องกันอย่างไรที่จะทำให้ร่างกายได้รับสารพิษน้อยที่สุด

7. ประชากรและการขาดแคลนอาหาร

การขาดสารอาหารและการขาดแคลนอาหารนั้นมีความหมายแตกต่างกัน แต่ก็มีความสัมพันธ์กันอยู่อย่างมาก เพราะการขาดแคลนอาหารจะส่งผลให้เกิดการขาดสารอาหารขึ้นในหมู่ประชากรอย่างกว้างขวาง ซึ่งเป็นปัญหาที่จะต้องช่วยกันป้องกันมิให้เกิดขึ้นในอนาคต ปัจจุบันจำนวนประชากรได้เพิ่มขึ้นมากและนับวันมีแต่จะมากขึ้น แต่ผลผลิตทางอาหารไม่พอเพียงกับการบริโภคแม้ว่าการผลิตจะมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปีก็ตาม นักวิทยาศาสตร์และนักบริหารผู้มองเห็นการณ์ไกล จึงได้พยายามส่งเสริมให้มีการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตของอาหารทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพทั่วโลก โดยอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลาย ๆ ด้าน



การเพิ่มผลผลิตอาจทำได้หลายด้าน เช่น คัดเลือกพันธุ์พืชหรือสัตว์ที่จะให้ผลผลิตที่มีคุณค่าในปริมาณมาก ๆ ศึกษากรรมวิธีต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิต ค้นคว้าปุ๋ย หรือฮอร์โมนเพื่อเร่งการเจริญเติบโต ใช้วัตถุมีพิษเพื่อฆ่าแมลงและวัชพืช ลดปริมาณการสูญเสียอาหารที่ผลิตขึ้นโดยการสร้างถังฉางเพื่อป้องกันหนู แมลง เชื้อรา ที่ทำลายอาหารเป็นต้น

- ☐ นอกจากจะใช้วิธีเพิ่มผลผลิตของอาหารโดยวิธีการต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วนักเรียนคิดว่ายังมีวิธีอื่น ๆ อีกหรือไม่ที่จะช่วยป้องกันปัญหาการขาดแคลนอาหารในอนาคต
- ☐ นักเรียนเข้าใจความหมายของการขาดสารอาหารและการขาดแคลนอาหารว่าอย่างไร และทั้งสองอย่างนี้มีผลส่งต่อกันในลักษณะใด
- ☐ นักเรียนทราบหรือไม่ว่าคนในประเทศไทยเราเป็นโรคอะไรบ้างที่มีสาเหตุมาจากการขาดสารอาหาร และจะมีวิธีแก้ไขหรือป้องกันอย่างไร

สำหรับประเทศไทยเราแม้ว่าไม่ค่อยประสบปัญหาการขาดแคลนอาหารเหมือนกับประเทศที่กำลังพัฒนาอื่น ๆ เพราะยังคงมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ค่อนข้างมากและมีผลผลิตทางการเกษตรสูง แต่ก็พบว่าประชากรไทยเป็นโรคอื่นเนื่องจากการขาดสารอาหารที่สำคัญหลายโรคด้วยกัน เช่น โรคขาดโปรตีน โรคโลหิตจาง โรคเหน็บชา โรคคอพอก และคาดว่าสาเหตุของการขาดสารอาหารเหล่านี้ก็คือ ฐานะทางเศรษฐกิจและการขาดความรู้ทางด้านโภชนาการ

การที่คนในประเทศจำนวนมากเป็นโรคขาดสารอาหาร จะทำให้ประเทศมีประชากรที่ไร้สมรรถภาพ และคุณภาพซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาประเทศ ความรู้ที่ได้จากบทเรียนบทนี้ นักเรียนควรนำไปปฏิบัติ และเผยแพร่ให้กว้างขวางต่อไป ซึ่งเท่ากับเป็นการช่วยพัฒนาประเทศไปได้อีกทางหนึ่ง

อาหารของเรา	ต้องเอาใจใส่
กินผักผลไม้	กินไข่กินนม
กินข้าวกินปลา	ทานยาหมขม
กินข้าวขมนม	อบรมเรื่องกิน

ภาคผนวก

ไข่.....อาหารดี มีคุณค่า



ไข่เป็นแหล่งสารอาหารที่มีคุณภาพสูง
ไข่ 1 ฟอง ให้สารอาหารที่เป็นต่อร่างกายหลาย
อย่าง ช่วยในการเจริญเติบโตของเด็ก ๆ และบำรุง
รักษาร่างกายของผู้ใหญ่

ความสำคัญของไข่ในเชิงชีววิทยาคือเป็น
จุดเริ่มต้นของชีวิต สะสมอาหารไว้ครบทุกอย่าง สามารถฟักออกเป็นลูกไก่และเจริญเติบโตเป็นฟองไก่ แม่ไก่ต่อไปได้ ไข่ไก่จึงเป็น
อาหารที่มีคุณภาพต่อร่างกายของคนหลายวัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มคนที่มักขาดสารอาหาร เช่น หญิงมีครรภ์ แม่ลูกอ่อน

ไข่ไก่ 1 ฟอง น้ำหนัก 50 กรัม ประกอบด้วย (โดยเฉลี่ย)		
โปรตีน	6.4	กรัม
ไขมัน	5.7	กรัม
แคลเซียม	30	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	111	มิลลิกรัม
วิตามิน เอ	975	ยูนิิต
วิตามิน บี 1	0.05	มิลลิกรัม
วิตามิน บี 2	0.2	มิลลิกรัม

และทารกซึ่งส่วนใหญ่มีก้อยู่ตามชนบท กลุ่มคน
เหล่านี้ต้องการอาหารพวกเนื้อสัตว์ นมและไข่
ซึ่งมีสารอาหารประเภทโปรตีนจำนวนมากเพื่อเสริม
สร้างร่างกาย ให้พลังงาน สร้างความต้านทานโรค
และซ่อมแซมส่วนต่างๆ ของร่างกาย เด็กวัยก่อน
เรียนและเด็กวัยเรียนก็ต้องการสารอาหารโปรตีน
ไปสร้างกล้ามเนื้อ ขน ผม เล็บ ตลอดจนการเจริญ
และพัฒนาการทางสมอง เพาะสติปัญญา พ่อบ้าน
แม่บ้าน คนหนุ่มสาว คนทำงาน ตลอดจนคนชรา
และผู้เจ็บป่วยทุกคนต้องการสารอาหารโปรตีนเพื่อ
การดำรงชีวิตประจำวันและเสริมสร้างส่วนต่าง ๆ
ของร่างกาย แม่สมบูรณ์ ทารกก็แข็งแรง แม่รับ-
ประทานไข่วันละฟองลูกก็ได้กินนมอิ่มทุก ๆ วัน

ไก่พื้นเมืองและไข่ของมัน นับเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญที่สุดแหล่งหนึ่งของหมู่บ้านชนบทไทย หากทุกคนครบถ้วน
ไก่และเข้าใจความสำคัญของสารอาหารโปรตีน ใส่ใจเลี้ยงไก่พื้นเมืองให้ดีเพื่อกินไข่แล้ว โอกาสขาดสารอาหารโปรตีนของ
ลูกหลานก็จะไม่มี ครอบครัวที่มีอาหารการกินที่สมบูรณ์ ทำให้มีความกินดีอยู่ดีเพิ่มขึ้น

เรียบเรียงจาก ไก่.....ให้อาหารดี มีคุณค่า

จุลสาร ประชากรศึกษา หน้า 5 - 7 ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 มกราคม - มิถุนายน 2525



สิ่งที่ควรรู้เมื่อบริโภคอาหารกระป๋อง

อาหารกระป๋องผลิตขึ้นมาเพื่อลดภาวะ
การขาดแคลนอาหารในบางฤดูและช่วยให้ผลผลิต

ทางการเกษตร ไม่ล้นตลาด หรือเหลือทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ อีกทั้งเป็นการกระจายอาหารไปในที่ต่าง ๆ ปัจจุบันคนนิยม
บริโภคอาหารกระป๋องกันมากขึ้น เพราะสามารถเปิดกระป๋องกินได้ทันที การบริโภคอาหารกระป๋อง มีข้อควรระวังที่สำคัญยิ่ง
อย่างหนึ่งคือ ถ้าบริโภคแล้วเกิดอาการปวดท้อง คอแห้ง คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะมองเห็นภาพซ้อน ย่อนเพลีย หมดแรง
กลืนลำบาก หายใจลำบากหรือเป็นอัมพาตให้รีบไปโรงพยาบาลทันที หากชักช้าอาจถึงตายได้ เนื่องจากเป็นอาการของ
อาหารเป็นพิษ ที่เกิดจากพิษของเชื้อจุลินทรีย์พวกคลอสทริเดียม โบทูลินัม (*Clostridium botulinum*) ซึ่งมีพิษทำลายประสาท

การเลือกซื้ออาหารกระป๋อง ควรซื้อที่มีตรารับรองคุณภาพจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและ
มีหมายเลขของ อ.ย. ที่ได้ขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์นั้นไว้กับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา



คัดและเรียบเรียงจาก “อาหารกระป๋อง” โดย อินทราวุฑ์ ฉัตรเกษ หน้า 69

หนังสือ วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน 2

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการพลังงาน

**ตารางแสดงพลังงานและคุณค่าทางโภชนาการ
ของ
อาหารจานเดียว**

ชนิดอาหาร	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)
ข้าวมันไก่ (300 กรัม)	596	19.4	24.7
ข้าวหมูแดง (320 กรัม)	541	19.8	17.9
ข้าวราดแกงเขียวหวานไก่ (318 กรัม)	483	15.0	16.3
ข้าวยาบักขี้ได (189 กรัม)	248	7.2	6.5
ข้าวขาหมู (289 กรัม)	436	19.3	16.4
ข้าวผัดใบกระเพราไก่ (293 กรัม)	554	16.3	21.2
ข้าวผัดหมูใส่ไข่ (315 กรัม)	557	15.2	26.6
ข้าวหมกไก่ (316 กรัม)	534	21.3	13.4
ก๋วยเตี๋ยวผัดไทยใส่ไข่ (244 กรัม)	577	18.7	30.0
ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ราดหน้าหมู (354 กรัม)	397	10.4	19.1
เส้นหมี่ลูกชิ้นเนื้อรวนน้ำ (447 กรัม)	226	12.2	4.0
เส้นใหญ่ผัดซีอิ๊ว หมู ใส่ไข่ (350 กรัม)	679	22.2	34.0
ขนมจีนน้ำยา (435 กรัม)	332	12.9	9.6
ขนมจีนน้ำพริก (367 กรัม)	228	11.4	16.9
ขนมจีนน้ำยาบักขี้ได (305 กรัม)	146	11.9	9.2
ขนมจีนน้ำเงี้ยว (323 กรัม)	243	15.6	8.4

การณรงค์เพื่อป้องกันภาวะโภชนาการเกินมาตรฐาน
กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข
13 กรกฎาคม 2531

ตารางแสดงคุณค่าอาหารในอาหารหนัก 100 กรัม

อาหาร	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	ความชื้น (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	โปรตีน (กรัม)	แคลเซียม (มิลลิกรัม)	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	เหล็ก (มิลลิกรัม)	วิตามิน				
									เอ หน่วยสากล	บีหนึ่ง (มิลลิกรัม)	บีสอง (มิลลิกรัม)	ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	ซี (มิลลิกรัม)
ข้าวเจ้า	367	11.0	0.6	80.4	7.3	8	104	1.0	-	0.12	0.06	2.5	-
ข้าวเหนียว	366	11.9	1.0	78.7	6.9	16	95	1.1	-	0.13	0.04	2.6	-
ข้าวโพด	82	79.4	0.5	15.1	4.3	10	100	0.7	42	-	0.05	0.6	4
ขนมปัง	324	25.5	4.9	59.8	9.1	24	82	3.5	-	0.16	0.09	3.2	-
รำข้าว	397	9.6	16.4	55.3	10.3	69	1223	12.6	-	1.85	0.26	32.6	-
ธัญข้าว	594	7.0	50.9	14.2	19.7	630	650	16.0	-	0.50	0.10	-	-
เด็ทข้าว	68	84.8	4.6	1.6	7.6	124	63	0.8	-	0.60	0.04	0.2	-
ข้าวเหนียว	356	6.6	1.0	67.5	21.1	128	343	5.9	130	0.67	0.22	2.4	10
ข้าวเหนียว	68	81.9	0.5	10.6	6.0	20	124	1.8	30	0.16	0.35	0.9	35
ข้าวเหนียว	427	29.1	37.5	9.9	21.1	58	233	6.8	-	0.78	0.15	11.6	8
ข้าวเหนียว	320	11.6	17.6	31.5	34.6	246	309	10.0	-	0.50	0.24	1.5	-
มะพร้าว (น้ำกะทิ)	252	65.7	24.9	5.2	3.2	16	100	1.6	-	0.03	-	0.8	2
กระหล่ำปลี	24	92.4	0.2	5.4	1.3	49	29	0.4	130	0.05	0.05	0.3	47
ต้นหอม	36	89.4	0.2	8.2	1.5	51	39	1.0	2000	0.05	0.05	0.4	32
ถั่วฝักยาว	35	90.7	0.1	6.6	2.0	54	38	1.1	55	0.06	0.10	0.07	18
ผักคะน้า	40	86.9	0.7	7.2	3.6	203	69	1.0	6500	0.20	0.31	1.7	92
ผักขมสวน	47	85.8	0.3	5.7	4.9	500	100	21.4	6750	0.03	0.10	0.9	173
ผักสลัด	35	90.7	0.4	4.5	3.3	127	30	4.7	18608	-	0.17	3.8	34
ผักทอง	43	87.4	0.3	9.4	2.1	21	44	1.2	2220	0.05	0.07	0.7	15
เนื้อไก่	200	66.0	12.6	-	20.2	14	200	1.5	410	0.08	0.16	8.0	-
เนื้อเป็ด	326	54.3	28.5	-	16.0	15	188	1.8	-	0.10	0.24	5.6	-
เนื้อวัว	207	66.0	14.0	-	18.8	11	170	2.8	30	0.08	0.17	4.5	-
เนื้อหมู	457	42.0	45.0	-	11.9	7	117	1.8	-	0.58	0.14	3.1	-
ตับหมู	112	74.7	2.3	4.2	17.5	10	230	10.2	14200	0.28	1.41	13.7	-
ปู	59	83.5	1.1	3.4	8.9	1370	150	21.2	1300	-	-	-	-
กุ้ง	96	75.6	1.7	-	18.9	166	195	1.8	-	0.01	0.06	2.4	-
ปลาทุ	96	76.0	0.7	-	20.8	74	204	0.9	-	0.06	0.12	6.6	-
ปลาช่อน	74	69.4	0.1	-	17.2	62	176	0.9	-	0.04	0.02	5.8	-
ไข่ไก่	169	72.7	11.9	1.7	12.7	76	186	3.5	1140	0.08	0.48	0.1	-
น้ำมันคน	67	88.0	3.9	7.0	1.0	20	10	0.2	2.8	-	0.03	-	-
น้ำมันวัว	61	88.3	3.5	4.3	3.2	143	60	1.7	-	0.03	0.12	0.1	-
น้ำตาลทราย	385	0.5	-	99.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
น้ำตาลมะพร้าว	383	3.9	0.1	95.0	0.4	80	40	11.4	280	-	-	1.0	-
กล้วยหอม	119	66.5	0.4	31.2	1.0	11	24	0.7	540	0.02	0.23	0.1	12
กล้วยน้ำว้า	119	66.5	0.4	31.2	1.0	11	24	0.7	540	0.02	0.23	0.1	12
มะละกอ (สุก)	39	88.7	0.1	10.0	0.6	20	16	0.3	1750	0.04	0.04	0.3	56
ส้มเขียวหวาน	44	87.3	0.3	10.9	0.8	33	23	0.4	420	0.07	0.03	0.2	31
มะนาว	40	90.3	2.4	6.3	0.8	17	11	0.1	30	0.02	0.02	0.2	52
สับปะรด	54	84.9	0.3	14.0	0.4	22	8	0.4	15	0.09	0.04	0.2	17

หมายเหตุ 1 หน่วยสากล เท่ากับ 0.3 ไมโครกรัมของวิตามินเอ หรือเท่ากับ 0.6 ไมโครกรัมของเคโรทีน ซึ่งเป็นค่าที่น้อยมาก ดังนั้น ปริมาณของวิตามินเอ จึงนิยมใช้หน่วยสากลแทน

คำศัพท์ในบทเรียนเรื่อง กินดีอยู่ดี

กรดไขมัน	fatty acid	แป้ง	starch
กรดไขมันอิ่มตัว	saturated fatty acid	โปรตีน	protein
กรดไขมันไม่อิ่มตัว	unsaturated fatty acid	ผงชูรส	monosodium glutamate (MSG)
กรดซาลิซิลิก	salicylic acid	เพนทิลแอลกอฮอล์	pentyl alcohol
กรดแวนิล	mineral acid	เพปซิน	pepsin
กรดอะมิโน	amino acid	ไพริดอกซิน	pyridoxin
กรดอะมิโนที่จำเป็น	essential amino acid	ฟรุกโทส	fructose
กรดอินทรีย์	organic acid	ฟีนอลฟทาไลน์	phenolphthalein
กรดแอสติก	acetic acid	ภูมิคุ้มกัน	immunity
กลิ่นสังเคราะห์	synthetic flavor	โภชนาการ	nutrition
กลีเซอรอล	glycerol	มอลเตส	maltase
กลูโคส	glucose	มอลโทส	maltose
กัมมันตภาพรังสี	radioactivity	เมตาโบลิซึม	metabolism
การกินอาหารให้ถูกส่วน	balanced diet	เมทิลแอลกอฮอล์	methyl alcohol
การควบแน่น	condensation	เมทิลไวโอเล็ต	methyl violet
การฆ่าเชื้อแบบพาสเตอร์	pasteurization	โมเลกุลใหญ่	macromolecule
การเติบโต	growth	ยีสต์	yeast
การถนอมอาหาร	food preservation	โรคขาดสารอาหาร	malnutrition
การทำไ้เชื้อ	sterilization	โรคหอบหืด	goiter
การแปรรูปอาหาร	food processing	โรคเบาหวาน	diabetes mellitus
การสังเคราะห์ด้วยแสง	photosynthesis	โรคสีกัดลึกเปิด	scurvy
การหมัก	fermentation	โรคโลหิตจาง	anemia
การอาบรังสี	irradiation	โรคเหน็บชา	beri-beri
กาแล็กโทส	galactose	ไรโบฟลาวิน	riboflavin
กิโลแคลอรี	kilocalorie	แลคโทส	lactose
เกลือแร่	mineral salt	ไลโนเลนิก	linolenic
ไกลโคเจน	glycogen	ไลโนเลอิก	linoleic
ซัคเคอไร	saccharin	ไลเปส	lipase
ไขมัน	lipid, fat	วานิลลา	vanilla
คอเลสเตอรอล	cholesterol	วิตามิน	vitamin
คาร์โบไฮเดรต	carbohydrate	สารปรุงแต่งอาหาร	food additives
แคลอรี	calorie	สารละลายเบนดิคต์	Benedict's solution
แคโรทีน	carotene	สารอาหาร	nutrient
จุลินทรีย์	microorganism	สีย้อม	dye
ซูโครส	sucrose	เส้นใยอาหาร	food fibre
เซลลูโลส	cellulose	แสงอัลตราไวโอเล็ต	ultraviolet light
ไตรกลีเซอไรด์	triglycerides	หน่วยสากล	international unit
ทริปซิน	trypsin	ออสโมซิส	osmosis
ไทอามีน	thiamine	อะฟลาทอกซิน	aflatoxin
น้ำดี	bile	อะไมเลส	amylase
น้ำตาลโมเลกุลคู่	disaccharides	อินซูลิน	insulin
น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว	monosaccharides	ไอออน	ion
น้ำมัน	oil	เอทิลแอลกอฮอล์	ethyl alcohol
เนยเทียม	margarine	เอนไซม์	enzyme
ไนอาซิน	niacin	แอสเปอร์จิลลัส ฟลาวิส	<u>Aspergillus flavus</u>
แบคทีเรีย	bacteria	ฮอร์โมน	hormones

เอกสารอ้างอิง

- พลศึกษา กรม. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทย. กรุงเทพมหานคร : ครูสภา 2517
- พงษ์ วานานุวัช, อุตสาหกรรมนมชั้นหวาน วารสารวิทยาศาสตร์. สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย 34 : 7 2523
- มาลินี ลิ้มโกศา และธงชัย อัศวศักดิ์สกุล, การศึกษาหาปฏิสัมพันธ์ที่ตกค้างอยู่ในเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่ใช้เป็นอาหาร. วารสารสัตวแพทย์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 1 : 2 2523
- ลัดดาวัลย์ การะโชติ, วิตามิน. วารสารวิทยาศาสตร์ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย 34 : 5 2523
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง กินดีอยู่ดี ประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร : สสวท., 2525
- สุนทรชีน ศรีงาม, น้ามนมรา. อาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร 10 : 3 2521 หน่วยศึกษานันทกิจ กรมการฝึกหัดครู, กระทรวงศึกษาธิการ. เอกสารนันทกิจการศึกษาอาหารและโภชนาการ ฉบับที่ 108 2513
- อนามัย กรม, ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันและแนวทางการบริโภคอาหารสำหรับคนไทย กระทรวงสาธารณสุข 2532
- อนุกรรมการสาขาโภชนาการ, ในคณะกรรมการอาหารและโภชนาการแห่งชาติ, ตำราโภชนาการ 2513
- อมรา จันทราภานนท์, โภชนศาสตร์และโภชนบำบัด. มหาวิทยาลัยมหิดล 2515
- อารี วัลยะเสวี และคณะ, โรคโภชนาการ. มหาวิทยาลัยมหิดล 2520
- Australian Science Education Projects. Food State of Victoria : ASEP, 1974
- Bbriiggs, M.Gorge, and Doris Homwer Calloway; Nutrition and Physical Fitness. New York : W.B.Saunders Company, 1979
- Cohen, David, et al. Food Science. Thomas Nelson Ltd. 1967
- Davis, Barbaa Learning Science and Metric through cooking. New York : Sterling Publishing Co; Inc., 1963
- Nuffield Advanced Science "Food Science" A special Study Nuffield Foundation 1971
- Potter, N. Norman Food Science. The Avi Publishing Company Inc. 1968
- Science and Technology in Society The Association for Science Education 1987
- Sonith, W.Laura Lee and Lewis J. Minor. Food Service Science : The Avi Publishing Company Inc. 1974
- Tangchuratt Nittaya. Essential Fatty Acid Status Deficiency in Adult obesity and Protein-Calorie Malnutrition : Mahidol University, 1978
- The American Home Economics Association, Hand Book of Food Preparation: Washington D.C. 1975.

คณะกรรมการดำเนินงานปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

นางเย็นใจ สมวิเชียร
นางอุษณีย์ ยศยังยวด
นายสันติ เรืองมณีไพฑูรย์
นายสิริชัย ประเสริฐวงษ์
นางพัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา
นายมนัส บุญประกอบ
นางพรณี บุญประกอบ
นางสาวประพิร์ วิจารณ์
นางกฤษณา พันธรักษ์
นางสาวโทนี อนุธรรมสันต์
นางสาวภา ณ นคร
นายพิพัฒน์ คงทอง
นายศิลป์ชัย บุณณพานิช
นางมีนา ไกรวรินทร์
นางสุจิตรา ศิริสวัสดิ์พัฒน์
นางดวงสมร คล่องสาร
นายโชคชัย อัศวินชัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โรงเรียนนนทรีวิทยา
หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา
หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมอาชีวศึกษา
โรงเรียนสมุทรปราการ
โรงเรียนเบญจมราชาลัย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะที่ปรึกษา

ดร.เจสสิยา มณีเลิศ
นางสาวมานี จันทวิล

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ น.พ.วิชัย ตันไพจิตร
รองศาสตราจารย์ พ.ญ.ชนิษฐา บุรณะศิริ
รองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ วิชัยดิษฐ
รองศาสตราจารย์ดากรณ์ วีรสาร
รองศาสตราจารย์เย็นใจ สมวิเชียร

คณะกรรมการฝ่ายเสริมวิชาการ

สาขาวิจัยและประเมินผล
สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา
สาขาออกแบบและสร้างอุปกรณ์
สำนักงานบริการการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ มีทั้งหมด 14 เล่ม ดังนี้

วิทยาศาสตร์กายภาพ 9 เล่ม

1. แสงอาทิตย์และพลังงาน
2. โลกแห่งแสงสี
3. สารสังเคราะห์
4. ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก
5. เสียงในชีวิตประจำวัน
6. รังสีที่เรามองไม่เห็น
7. โลกและดวงดาว
8. ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม
9. สีสรรพ์

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 5 เล่ม

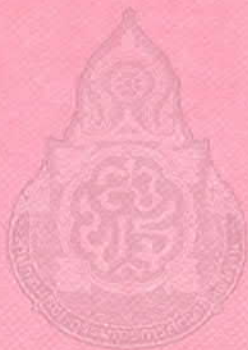
1. กินดีอยู่ดี
2. ยากับชีวิต
3. มรดกทางพันธุกรรม
4. ร่างกายของเรา
5. ชีวิตและวิวัฒนาการ



ตัวอย่างบัตร ไม่พึงพาบุหรี่



สำนักงานควบคุมการบริโภคยาสูบ กระทรวงสาธารณสุข



ISBN 974-01-2654-8 ***



9 789740 126540

ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
พิมพ์ที่โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
นายวิชัย พันธ์นโธ ผู้พิมพ์และจัดจำหน่าย
๖๓๐๐๐๓๑

