

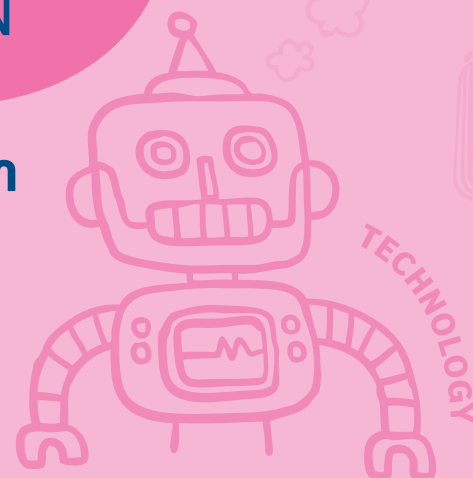
MODULE

2

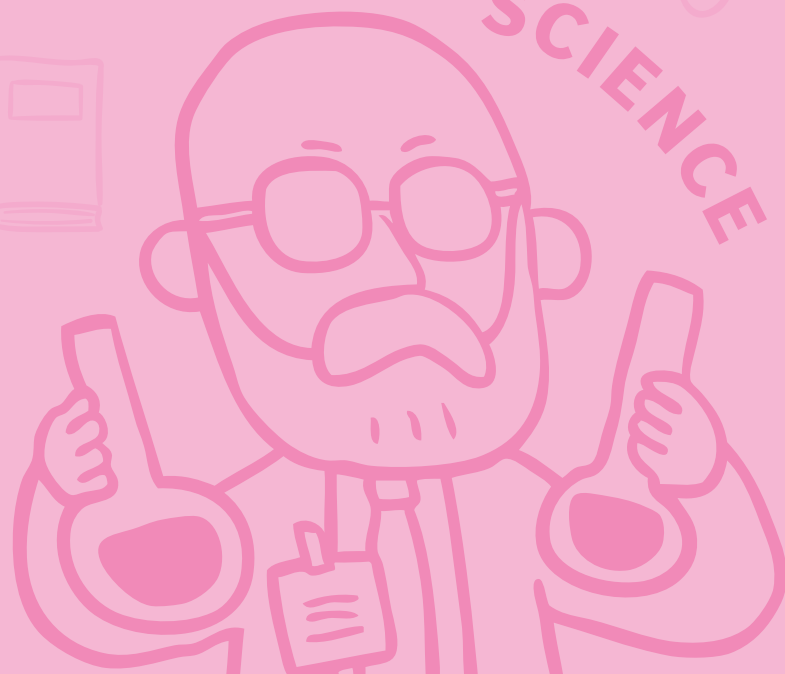
STEM EDUCATION

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2: สิ่งประดิษฐ์ทางชีววิทยา BIOLOGY-BASED INVENTIONS

ENGINEERING



SCIENCE



คู่มือการสอนสำหรับครู
TEACHER'S GUIDEBOOK

คู่มือการสอนสำหรับครู

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2: สิ่งประดิษฐ์ทางชีววิทยา

โครงการพัฒนาการอาชีวศึกษาด้าน STEM Education

โดยความร่วมมือระหว่างสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กับ บริติช เคานซิล ประเทศไทย

โดยการสนับสนุนของกองทุนนิวตัน (Newton Fund)

พิมพ์ครั้งที่ 1

มกราคม พ.ศ. 2560 จำนวน 100 เล่ม

แก้ไขครั้งที่ 1

กรกฎาคม พ.ศ. 2561

ผู้จัดทำและเผยแพร่โดย

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

บริติช เคานซิล ประเทศไทย และกองทุนนิวตัน

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

พิมพ์ที่

บริษัท ภัณฑรินทร์ จำกัด

48 ซอย 48 ถนนเฉลิมพระเกียรติ ร.9 แขวงดอกไม้ เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250

โทรศัพท์ 0-2726-5707-8 โทรสาร 0-2328-0406

ออกแบบรูปเล่มโดย

บริษัท ดิบดี จำกัด (Dib Dee Co.,Ltd.)

99/129 หมู่ที่ 2 ตำบลคลองเกลือ อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

โทรศัพท์ 092-7478293, 083-4411686

สารบัญ

วัตถุประสงค์หลัก

โครงสร้างของหน่วยการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

รายละเอียดกิจกรรม

ใบงานและใบคำตอบ

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1: บทบรรยายวิดิทัศน์

หน้า

5

6

8

12

36

66

วัตถุประสงค์หลัก

MODULE 2

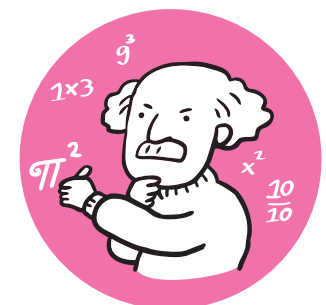
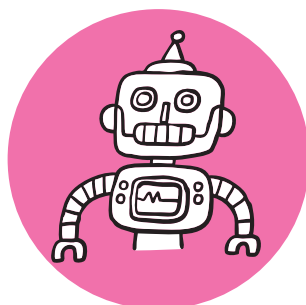
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

BIOLOGY-BASED INVENTIONS

สิ่งประดิษฐ์ทางชีววิทยา

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มีวัตถุประสงค์หลักดังนี้

1. เพื่อพัฒนาความรู้และความเข้าใจของนักเรียน เกี่ยวกับ
 - โรคเบาหวานและอินซูลิน
 - ชีวเคมีของน้ำตาล การหายใจ และการสังเคราะห์ด้วยแสง
 - ภาวะอ้วนดูล (การรักษาคุณภาพของร่างกายสิ่งมีชีวิต) ของการควบคุมน้ำตาลในเลือด
2. เพื่อพัฒนาทักษะการสืบค้นข้อมูลและการหาข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้มา
3. เพื่อพัฒนาและปรับปรุงทักษะการปฏิบัติและการสืบเสาะในห้องปฏิบัติการ
4. เพื่อนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้นำการเรียนรู้และเน้นการพัฒนาทักษะเพิ่มเติม
5. เพื่อแนะนำให้นักเรียนรู้จักกลยุทธ์และเครื่องมือต่างๆ ที่จะสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ ได้
6. เพื่อเน้นทักษะทางสะเต็ม ซึ่งจะนำไปใช้ในการเรียนรู้ทั้งในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิชาชีพสาขาวิชา/สาขางาน
7. เพื่อพัฒนาทักษะด้านการสื่อสาร (รวมถึงภาษาอังกฤษ) และตัวเลข ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน
8. เพื่อสร้างพื้นฐานที่มั่นคงในการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้อื่นๆ รวมถึงการทำงานและโครงการที่เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร
9. เพื่อพัฒนาความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการประเมินตนเองและการประเมินเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อการศึกษาในวิทยาลัย มหาวิทยาลัย และตลอดชีวิตการทำงาน
10. เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความสะอาด (กาย วาจา ใจ) และภาวะความเป็นผู้นำของนักเรียน



โครงสร้างของหน่วยการเรียนรู้

โครงสร้างของหน่วยการเรียนรู้มีหัวข้อต่างๆ ดังนี้

หัวข้อ	คำอธิบาย
กิจกรรม	ชื่อของกิจกรรมจะมีลักษณะเป็นคำถามที่เปิดกว้าง เพื่อที่จะ “กระตุ้นนักเรียน” ให้มีความอยากรู้ เพราะความอยากรู้อยากเห็นเป็นขั้นตอนแรกในการสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน
ภาพรวม	คำอธิบายเกี่ยวกับกิจกรรมโดยเรียงเป็นลำดับตามมุมมองของนักเรียน
สื่อการเรียนรู้	รายการสิ่งของที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม ซึ่งรวมถึงใบความรู้และใบงาน คลิปวีดีโอและสื่อการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (สร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในกลุ่ม) โดยคลิปวีดีโอเป็นสื่อภาษาอังกฤษและมีบทบรรยายภาษาไทย ซึ่งผู้สอนจะเลือกใช้ภาษาอังกฤษพร้อมบทบรรยายภาษาไทยหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของนักเรียน อย่างไรก็ตามหนึ่งในวัตถุประสงค์ของหลักสูตรนี้ คือการพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษของนักเรียนเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนรู้ในสถานที่ทำงานจริง ดังนั้นจึงเป็นการดีหากใช้คลิปวีดีโอที่เป็นภาษาอังกฤษในการสอนนักเรียนทุกครั้ง เนื่องจากคำบรรยายภาษาไทยด้านล่างนั้นยากที่จะอ่านได้ทันภายในเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นจึงขอเสนอให้ผู้สอนเปิดคลิปวีดีโอครั้งละสั้นๆ และอภิปรายกับนักเรียนก่อนที่จะพิจารณาในส่วนถัดไป ข้อเสนอแนะสำหรับเวลาที่จะใช้ในการอภิปรายได้ระบุไว้ให้กับผู้สอนในส่วนของการละเอียดของภาษาและสถานะของคลิปวีดีโอในภาคผนวก 1
ทักษะหลักของ STEM	<p>แต่ละกิจกรรมจะเชื่อมโยงไปสู่ทักษะ STEM ที่เป็นสากล ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> • ทักษะในการแก้ปัญหา (PS หรือ Problem Solving) • ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (CiT หรือ Critical Thinking) • ทักษะด้านความร่วมมือ (C หรือ Collaboration) • ทักษะด้านการสื่อสาร (Co หรือ Communication) • ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (CeT หรือ Creative Thinking) • ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (R หรือ Research) <p>ทักษะหลักทาง STEM ได้นำมาบูรณาการให้เข้ากับหลักสูตรเพื่อเน้นการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน ซึ่งรวมถึงการรู้คิด (Metacognition)</p>

หัวข้อ	คำอธิบาย
การประเมินที่เป็นไปได้	<p>แนวคิดต่างๆ สำหรับใช้ในการประเมินที่ผู้สอนอาจนำไปใช้ประเมินขณะที่มีการทำกิจกรรมหรือในตอนท้ายของการทำกิจกรรมที่เป็นการประเมินผลสรุป การประเมินทั้งหมดนี้มีเจตนา จะให้การประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยให้ผู้สอนพูดคุยกับนักเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในลำดับต่อไป แนวทางการประเมินที่เสนอมานี้ไม่ได้ระบุโดยละเอียด ผู้สอนสามารถกำหนดงานสำหรับที่จะใช้ประเมินนักเรียนในกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองตามที่เหมาะสม แนวทางที่เสนอมานี้ใช้เป็นแนวทางในการกำหนดสิ่งที่คาดหวังในการเรียนรู้ ซึ่งต่างมีธรรมชาติที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้สอนจะต้องพัฒนาแบบประเมินที่มีเกณฑ์ที่ง่ายสำหรับการประเมินสิ่งที่คาดหวังในการเรียนรู้แต่ละเรื่อง</p>
เวลา	<p>ระยะเวลาที่แนะนำสำหรับแต่ละกิจกรรม เนื่องจากแต่ละหน่วยการเรียนรู้เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนนำตนเองให้มากที่สุด (learner-led) แต่ละกิจกรรมจึงอาจใช้เวลานานกว่าที่กำหนดไว้ในตาราง อย่างไรก็ตามอาจเป็นไปได้ยากที่แต่ละกิจกรรมจะใช้เวลาน้อยกว่าที่เสนอไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเราเน้นการทำงานแบบร่วมแรงร่วมใจของนักเรียนและเน้นการคิดขั้นสูง</p>



ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสำหรับผู้จบการศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

หลักสูตร

การอาชีวศึกษา

หมวดวิชา

พื้นฐานประยุกต์

กลุ่มวิชา

วิทยาศาสตร์

- เข้าใจเรื่องการรักษาสมดุลของเซลล์และกลไกต่างๆ ในการรักษาสมดุลของสิ่งมีชีวิต
- เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญ และผลกระทบของเทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่งผลให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีที่หลากหลาย ได้อย่างไร และการพัฒนาเทคโนโลยีสามารถส่งผลให้เกิดการค้นพบความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าได้อย่างไร รวมถึงผลกระทบของเทคโนโลยี ที่มีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
- ระบุปัญหา ตั้งคำถามเพื่อการสืบค้น และหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เสนอสมมุติฐานที่เป็นไปได้หลากหลาย และตัดสินใจเลือกพิสัยสมมุติฐานที่น่าจะมีความเป็นไปได้มากที่สุด
- วางแผนกระบวนการการสืบค้นและทดสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ วิเคราะห์ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ด้วยการใช้สมการทางคณิตศาสตร์ หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้มาจากการสืบค้นข้อมูลและทดลอง
- สื่อสารความคิดและความรู้ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลผ่านการนำเสนอโดยการพูด หรือเขียน การจัดแสดง หรือประยุกต์ใช้ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศ
- อธิบายความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ในการดำรงชีวิตและการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม จัดทำโครงการหรือผลงาน ตามความสนใจของตนเอง
- แสดงความสนใจ การอุทิศตน ความรับผิดชอบ ความใส่ใจ และความซื่อสัตย์ ในการสำรวจตรวจสอบและแสวงหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ผลลัพธ์ ที่ถูกต้องน่าเชื่อถือ
- แสดงความพึงพอใจและชื่นชมความสามารถในการค้นพบความรู้ ค้นพบคำตอบ หรือแก้ปัญหา
- ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี แสดงความคิดเห็นโดยยึดตามแหล่งอ้างอิง ที่น่าเชื่อถือหรือมีเหตุผลที่เกิดจากการพัฒนาและประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ตระหนักถึงหน้าที่ที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และพร้อมจะรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น



หลักสูตร**การอาชีวศึกษา****หมวดวิชา****พื้นฐานประยุกต์****กลุ่มวิชา****คณิตศาสตร์**

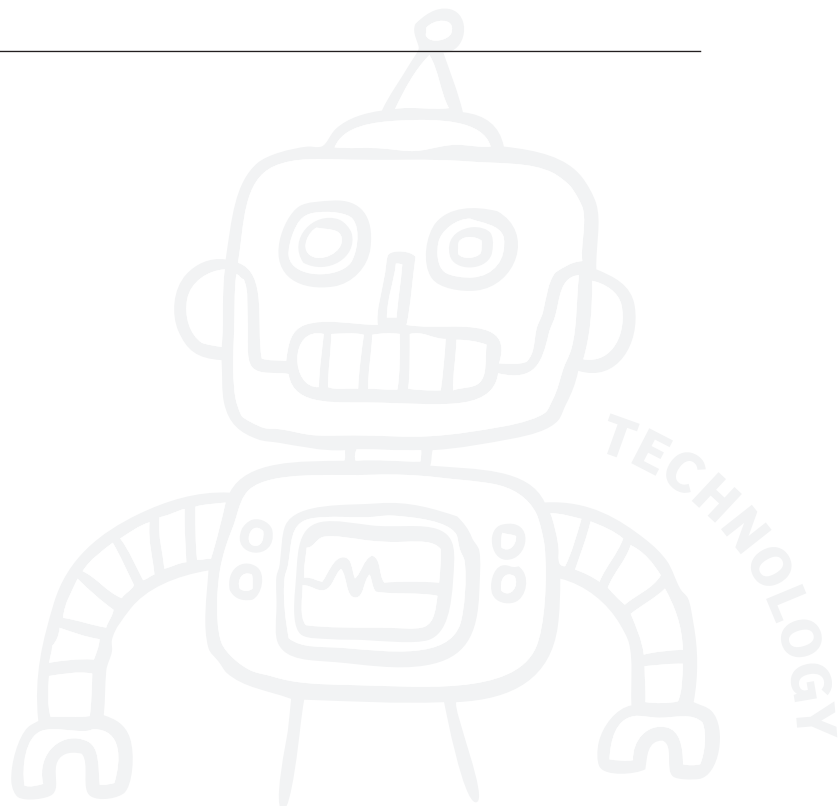
- มีความเข้าใจและสามารถใช้ตรรกะเหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย
- มีแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย
- เข้าใจระเบียบวิธีการที่เรียบง่ายในการทำการสำรวจความคิดเห็น สามารถเลือกใช้ค่ามัธยฐานที่เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล สามารถวิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำผลลัพธ์ไปใช้ช่วยในการตัดสินใจ
- เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการสุ่มอย่างง่ายและความน่าจะเป็น สามารถนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้กับการคาดคะเนและการตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ
- สามารถนำวิธีการอันหลากหลายไปใช้ในการแก้ปัญหา มีความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับการแก้ปัญหาที่ต้องเผชิญในสถานการณ์ที่หลากหลาย สามารถตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล และนำเสนอข้อสรุปที่ได้เหมาะสม สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารและนำเสนอแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องชัดเจน สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์ด้านอื่นๆ และมีความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์

หลักสูตร**การอาชีวศึกษา****หมวดวิชา****พื้นฐานประยุกต์****กลุ่มวิชาสังคมศึกษา****และมนุษยศาสตร์**

- การวางแผนอย่างเป็นระบบ สามารถดูแลสุขภาพ เสริมสร้างสุขภาพ ปกป้องตนเองจากโรคภัยไข้เจ็บ และหลีกเลี่ยงปัจจัยและพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อการทำลายสุขภาพ การเกิดอุบัติเหตุ การใช้ยาผิด การติดยา และความรุนแรง
- วิเคราะห์และประเมินสุขภาพส่วนบุคคลเพื่อกำหนดกลยุทธ์ในการลดความเสี่ยง เสริมสร้างและรักษาสุขภาพ ป้องกันโรค และความสามารถในการจัดการกับความเครียดและอารมณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

หลักสูตรการ อาชีวศึกษา หมวดวิชาชีพ กลุ่มวิชาชีพพื้นฐาน

- เข้าใจวิธีการทำงานต่างๆ เพื่อประกอบอาชีพ สร้างความสำเร็จด้วยการคิดอย่างสร้างสรรค์ มีทักษะในการทำงานเป็นทีม ทักษะการบริหาร และทักษะการแก้ปัญหา และแสวงหาความรู้ ทำงานอย่างมีศีลธรรม จรรยา และตระหนักรู้ถึงการใช้พลังงานและทรัพยากรต่างๆ อย่างยั่งยืนและคุ้มค่า
- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีและศาสตร์ด้านอื่นๆ วิเคราะห์ระบบเทคโนโลยีแบบต่างๆ มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือตอบสนองต่อความต้องการต่างๆ สร้างและพัฒนาวัสดุ อุปกรณ์ หรือวิธีการโดยใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีที่ปลอดภัยโดยการใช้ซอฟต์แวร์ในการออกแบบหรือนำเสนอความสำเร็จต่างๆ วิเคราะห์และเลือกที่จะนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตประจำวันไปใช้อย่างสร้างสรรค์เพื่อประโยชน์ต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม บริหารจัดการเทคโนโลยีโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด
- เข้าใจองค์ประกอบของระบบข้อมูล องค์ประกอบและหลักการของระบบคอมพิวเตอร์ ระบบการสื่อสารข้อมูลในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ลักษณะต่างๆ ของคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์เชื่อมโยง มีทักษะเชี่ยวชาญในการใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหา เขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ ใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ สื่อสารและสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลเพื่อใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการนำเสนอความสำเร็จ และใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างชิ้นงานหรือโครงการ
- เข้าใจแนวทางในการเข้าสู่การว่าจ้าง และเลือกและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีต่างๆ ที่เหมาะสมต่ออาชีพ มีประสบการณ์ในอาชีพการงานที่ตนเองถนัดและสนใจ มีคุณลักษณะเหมาะสมกับอาชีพการงาน



คู่มือการสอนสำหรับครู

รายละเอียดกิจกรรมที่ 1-22

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

- กิจกรรมที่ 1: นักเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับโรคเบาหวาน
- กิจกรรมที่ 2: เราจะนำเสนอใหม่ไฉนของความเข้าใจเกี่ยวกับโรคเบาหวานอย่างไร
- กิจกรรมที่ 3: มี “สิ่งประดิษฐ์เกี่ยวกับโรคเบาหวาน” อะไรอีกบ้าง
ที่เราสามารถนำมาใส่ลงในใหม่ไฉนที่สร้างขึ้นนี้
- กิจกรรมที่ 4: เราจะทดสอบโรคเบาหวานอย่างไร
- กิจกรรมที่ 5: โรคเบาหวานประเภทใดจำเป็นต้องใช้อินซูลินมากที่สุด
- กิจกรรมที่ 6: การทดสอบโรคเบาหวานในปัจจุบันทำอย่างไร
- กิจกรรมที่ 7: กลูโคสคืออะไร
- กิจกรรมที่ 8: กลูโคสถูกเก็บไว้ในร่างกายอย่างไร
- กิจกรรมที่ 9: ไกลโคเจนถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสอย่างไร และกลูโคสถูกเปลี่ยนเป็น
ไกลโคเจนอย่างไร
- กิจกรรมที่ 10: การทดสอบการตอบสนองของฮอร์โมนอินซูลินต่อระดับน้ำตาลในเลือด
คืออะไร
- กิจกรรมที่ 11: กลูโคสมีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไร
- กิจกรรมที่ 12: กลูโคสเข้าสู่ร่างกายได้อย่างไร
- กิจกรรมที่ 13: พืชผลิตกลูโคสได้อย่างไร
- กิจกรรมที่ 14: ความเข้มแสงที่แตกต่างกันส่งผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างไร
- กิจกรรมที่ 15: เราจะแน่ใจได้อย่างไรว่าจะผลิตพืชได้ปริมาณสูงสุด
- กิจกรรมที่ 16: การพัฒนาพืชผลทางการเกษตรจะเป็นอย่างไรในอนาคต
- กิจกรรมที่ 17: จำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นอย่างไร
- กิจกรรมที่ 18: อะไรคือสาเหตุโรคเบาหวาน
- กิจกรรมที่ 19: เหตุใดจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานจึงเพิ่มขึ้น
- กิจกรรมที่ 20: เราจะแน่ใจได้อย่างไรว่าโรคอ้วนคือสาเหตุของโรคเบาหวานประเภทที่ 2
- กิจกรรมที่ 21: โรคเบาหวานสามารถรักษาได้อย่างไร
- กิจกรรมที่ 22: การรักษาโรคเบาหวานจะพัฒนาก้าวหน้าไปอย่างไร

รายละเอียดกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1

ชื่อกิจกรรม	นักเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับโรคเบาหวาน What do you already know about diabetes?
ภาพรวมกิจกรรม	นักเรียนแบ่งกลุ่มช่วยกันทำแผนผังมโนทัศน์ (mind map) เพื่อแสดงแนวคิดของกลุ่ม
สื่อการเรียนรู้ ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> กระดาษ A3 ปากกาสี
สื่อการเรียนรู้ ของคุณครู	ครูไม่อนุญาตให้นักเรียนใช้อินเทอร์เน็ตในการทำกิจกรรมนี้
การประเมิน ที่อาจทำได้ (สามารถ อ้างอิงถึง คู่มือครู)	นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันได้ดีเพียงใด
เวลา (นาที)	15 นาที
ทักษะหลัก ทาง STEM	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p>

กิจกรรมที่ 2

ชื่อกิจกรรม	เราจะนำเสนอไทม์ไลน์ของความเข้าใจเกี่ยวกับโรคเบาหวานอย่างไร How can we present a timeline of the understanding of diabetes?
ภาพรวมกิจกรรม	นักเรียนร่วมกันตัดสินใจว่าจะนำเสนอไทม์ไลน์เกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจเรื่องโรคเบาหวานอย่างไรถึงจะดีที่สุด
สื่อการเรียนรู้ ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> ใบความรู้เรื่อง อินซูลิน: ประวัติศาสตร์และอนาคต 'Insulin: its history and future' หน้า 13-16 ในสมุดนักเรียน กระดาษตารางเส้น
สื่อการเรียนรู้ ของคุณครู	ใบความรู้เรื่อง อินซูลิน: ประวัติศาสตร์และอนาคต 'Insulin: its history and future' หน้า 37-40
การประเมิน ที่อาจทำได้ (สามารถ อ้างอิงถึง คู่มือครู)	นักเรียนสามารถนำเสนอไทม์ไลน์ในลักษณะช่วงเวลาได้ดีเพียงใด
เวลา (นาที)	15 นาที
ทักษะหลัก ทาง STEM	<p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p>

กิจกรรมที่ 3

ชื่อกิจกรรม	มี “สิ่งประดิษฐ์เกี่ยวกับโรคเบาหวาน” อะไรอีกบ้างที่เราสามารถนำมาใส่ลงในไทม์ไลน์ที่สร้างขึ้นนี้ What other ‘diabetes inventions’ can we find to fit in our timeline?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนร่วมกันค้นคว้าเพื่อหาว่ายังมี “สิ่งประดิษฐ์เกี่ยวกับโรคเบาหวาน” อื่นๆ อีกหรือไม่ เช่น การพัฒนาวิธีใช้อินซูลิน • ขณะทำการค้นคว้า ให้นักเรียนพิจารณาด้วยว่าแหล่งข้อมูลนั้นน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> • อินเทอร์เน็ต • คอมพิวเตอร์ • กระดาษ • ปากกา • ใบงาน ‘QuADS grid’ ในหน้าที่ 17 ในสมุดนักเรียนหรือเครื่องมืออื่นๆ ที่เทียบเท่า สำหรับทำบันทึกสิ่งที่ค้นพบและแหล่งที่มา
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	<ul style="list-style-type: none"> • ใบงาน ‘QuADS grid’ หน้าที่ 41
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	<p>นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการใช้สื่อสารสนเทศมากน้อยเพียงใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ใช้เครื่องมือสืบค้นข้อมูลใด 2. ใช้เว็บไซต์ใด 3. ประเมินความน่าเชื่อถือและถูกต้องของแหล่งที่มาอย่างไร
เวลา (นาที)	30 นาที
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p> <p>ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p>

กิจกรรมที่ 4

ชื่อกิจกรรม	เราจะทดสอบโรคเบาหวานอย่างไร How can we test for diabetes?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนทำงานเป็นคู่ ทำการทดลองโดยการทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์ กับตัวอย่าง 'ปัสสาวะ' 3 ตัวอย่าง คือ A, B และ C นักเรียนตัดสินใจว่าปัสสาวะตัวอย่างใดน่าจะเป็นของผู้ป่วยโรคเบาหวาน และให้เหตุผลประกอบ
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> ใบงานเรื่อง เราจะทดสอบโรคเบาหวานอย่างไร 'How can we test for diabetes?' ในหน้าที่ 18 ในสมุดนักเรียน สารละลายเบเนดิกต์ อุปกรณ์สำหรับต้มสารละลาย (หลอดทดลอง ปีกเกอร์ ตะเกียงบุนเสน และอื่น ๆ) ตัวอย่างปัสสาวะ 3 ตัวอย่าง กำหนดให้เป็นตัวอย่าง A, B และ C
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	<p>คุณครูเตรียมใบงาน การทดลอง และแบบฝึกหัด</p> <ul style="list-style-type: none"> ใบงานเรื่อง เราจะทดสอบโรคเบาหวานอย่างไร 'How can we test for diabetes?' หน้าที่ 42 ตัวอย่างปัสสาวะ อันหนึ่งเป็นสารละลายกลูโคสเจือจาง อีกสองอันเป็นน้ำเปล่า
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนดำเนินการทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์อย่างปลอดภัยได้ดีเพียงใด การตัดสินใจของนักเรียนถูกต้องเพียงใดและพวกเขาอธิบายเหตุผลได้ดีเพียงใด
เวลา (นาที)	30 นาที
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p>

กิจกรรมที่ 5

ชื่อกิจกรรม	โรคเบาหวานประเภทใดจำเป็นต้องใช้อินซูลินมากที่สุด Which diabetic is most in need of insulin?
ภาพรวมกิจกรรม	นักเรียนจับคู่ ออกแบบและทำการทดลองโดยการทดสอบสารละลายเบนเนดิกต์กับปัสสาวะตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง แต่ก่อนอื่นนักเรียนต้องวางแผนว่าจะทำอะไรถึงจะสามารถตัดสินใจได้ว่า จะจัดลำดับปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลในปัสสาวะตัวอย่างได้อย่างไร บางคนอาจเลือกที่จะเปรียบเทียบสีด้วยการมองด้วยตาเปล่า หรือบางคนอาจเลือกใช้เครื่องวัดความเข้มข้นสี (colorimeter) (หากมี) หรืออาจจะเปรียบเทียบน้ำหนักของตะกอน ทั้งนี้ไม่ว่าจะเลือกวิธีใด นักเรียนจะต้องวัดอย่างถูกต้อง แม่นยำและควบคุมตัวแปรต่างๆ อย่างรัดกุม
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> • ใบงานเรื่อง โรคเบาหวานประเภทใดจำเป็นต้องใช้อินซูลินมากที่สุด 'Which diabetic is most in need of insulin?' ในหน้าที่ 19-20 ในสมุดนักเรียน • สารละลายเบนเนดิกต์ • อุปกรณ์สำหรับต้มสารละลาย (หลอดทดลอง ปีกเกอร์ ตะเกียงบุนเสน และอื่นๆ) • ตัวอย่างปัสสาวะ 5 ตัวอย่าง ได้แก่ A, B, C, D และ E • กระดาษกรอง • กรวย • เครื่องชั่ง (อ่านค่าละเอียดระดับ 0.1 กรัม) • เครื่องวัดค่าสี (colorimeter) (หากมี)
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	<ul style="list-style-type: none"> • ใบงานเรื่อง โรคเบาหวานประเภทใดจำเป็นต้องใช้อินซูลินมากที่สุด 'Which diabetic is most in need of insulin?' หน้าที่ 43 • ตัวอย่างปัสสาวะที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลแตกต่างกัน 5 ตัวอย่าง
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถวางแผนการทดลองเพื่อหาค่าเชิงปริมาณจากการทดสอบด้วยสารละลายเบนเนดิกต์ได้ถูกต้องแม่นยำเพียงใด • นักเรียนสามารถทำการทดลองเพื่อหาค่าเชิงปริมาณจากการทดสอบด้วยสารละลายเบนเนดิกต์ได้ปลอดภัยเพียงใด
เวลา (นาที)	1 ชั่วโมง
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p>

กิจกรรมที่ 6

ชื่อกิจกรรม	การทดสอบโรคเบาหวานในปัจจุบันทำอย่างไร How do we currently test for diabetes?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนร่วมกันสืบค้นว่าปัจจุบันนี้บุคลากรทางการแพทย์ทดสอบโรคเบาหวานอย่างไร จากนั้นทำข้อมูลรายละเอียด (fact sheet) บนกระดาษปรีฟขนาดใหญ่ ที่แสดงให้เห็นถึงวิธีการแบบต่างๆ
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> อินเทอร์เน็ต กระดาษปรีฟ (ขนาดใหญ่)
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	-
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	<p>ข้อมูลรายละเอียด ของนักเรียนบรรยายถึงวิธีการที่ใช้ทดสอบโรคเบาหวานแบบต่างๆ ได้ดีเพียงใดในแง่ของ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความถูกต้องของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ 2. ความชัดเจนของการนำเสนอ 3. การดึงดูดให้ผู้อ่านมีส่วนร่วม
เวลา (นาที)	1 ชั่วโมง
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p> <p>ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p>

กิจกรรมที่ 7

ชื่อกิจกรรม	กลูโคสคืออะไร What is glucose?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของกลูโคส ชนิด α (alpha) และข้อเท็จจริงเกี่ยวกับน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว นักเรียนควรเข้าใจเรื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำให้เกิดพันธะโควาเลนต์ระหว่างอะตอมหรือโมเลกุลอื่นๆ นักเรียนจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำตาลประเภทอื่นๆ นักเรียนแบ่งกลุ่มแล้วช่วยกันสร้างแผนภาพของน้ำตาลแต่ละประเภท โดยพิจารณาพันธะโควาเลนต์และโครงสร้างวงแหวนคาร์บอน
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> ใบความรู้เรื่อง กลูโคสคืออะไร 'What is glucose?' ในหน้าที่ 21-22 ในสมุดนักเรียน กระดาษปรีฟ (ขนาดใหญ่) กรรไกร
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	ใบความรู้เรื่อง กลูโคสคืออะไร 'What is glucose?' หน้าที่ 44-45
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับพันธะโควาเลนต์ในการระบุโครงสร้างของโมเลกุลน้ำตาลได้ดีเพียงใด
เวลา (นาที)	1 ชั่วโมง
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p>

กิจกรรมที่ 8

ชื่อกิจกรรม	กลูโคสถูกเก็บไว้ในร่างกายอย่างไร How is glucose stored in the body?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับไกลโคเจนซึ่งเป็นการสะสมน้ำตาลในร่างกาย นักเรียนจับคู่หรือทำงานเป็นกลุ่ม ทบทวนโครงสร้างของกลูโคสและพิจารณาว่าไกลโคเจนน่าจะถูกเก็บไว้ที่ใดในร่างกาย นักเรียนอธิบายเหตุผลให้เพื่อนร่วมชั้นฟัง
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> ใบความรู้เรื่อง กลูโคสถูกเก็บไว้ในร่างกายอย่างไร 'How is glucose stored in the body?' ในหน้าที่ 23 ในสมุดนักเรียน
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	<ul style="list-style-type: none"> ใบความรู้เรื่อง กลูโคสถูกเก็บไว้ในร่างกายอย่างไร 'How is glucose stored in the body?' หน้าที่ 46 ครูไม่อนุญาตให้นักเรียนใช้อินเทอร์เน็ตในการทำกิจกรรมนี้
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	นักเรียนสามารถให้เหตุผลว่าไกลโคเจนควรถูกเก็บสะสมไว้ในส่วนของร่างกายที่ตนเลือกได้ดีเพียงใด
เวลา (นาที)	15 นาที
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p>

กิจกรรมที่ 9

ชื่อกิจกรรม	ไกลโคเจนถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสอย่างไร และกลูโคสถูกเปลี่ยนเป็นไกลโคเจนอย่างไร How is glycogen converted to glucose and vice versa?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนค้นคว้าเกี่ยวกับการเปลี่ยนจากไกลโคเจนเป็นกลูโคส • นักเรียนสร้างแผนภาพ (diagram) เพื่อแสดงสิ่งที่ค้นพบ
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> • อินเทอร์เน็ต • หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	<p>เว็บไซต์ที่แนะนำสำหรับคุณครู</p> <p>http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/science/edexcel/responses_to_environment/homeostasisrev6.shtml</p> <p>http://www.diabetes.co.uk/body/liver-and-blood-glucose-levels.html</p>
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	นักเรียนสามารถสร้างแผนภาพที่มีความถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ได้ดีเพียงใด
เวลา (นาที)	30 นาที
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p>

กิจกรรมที่ 10

ชื่อกิจกรรม	การทดสอบการตอบสนองของฮอร์โมนอินซูลินต่อระดับน้ำตาลในเลือดคืออะไร What is an oral glucose tolerance test?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนทำงานเป็นคู่หรือเดี่ยว • นักเรียนอ่านใบงานและตอบคำถามเพื่อประยุกต์ใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับการควบคุมภาวะธำรงดุลของน้ำตาลในเลือด (homeostatic glucose control)
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> • ใบงานเรื่อง การทดสอบการตอบสนองของฮอร์โมนอินซูลินต่อระดับน้ำตาลในเลือด 'What is an oral glucose tolerance test?' หน้าที่ 24-25 ในสมุดนักเรียน • อินเทอร์เน็ต
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	<ul style="list-style-type: none"> • ใบงานเรื่อง การทดสอบการตอบสนองของฮอร์โมนอินซูลินต่อระดับน้ำตาลในเลือด 'What is an oral glucose tolerance test?' หน้าที่ 47-48 • ใบคำตอบเรื่อง การทดสอบการตอบสนองของฮอร์โมนอินซูลินต่อระดับน้ำตาลในเลือด 'What is an oral glucose tolerance test?' หน้าที่ 49
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	นักเรียนสามารถนำความเข้าใจเกี่ยวกับการควบคุมภาวะธำรงดุลของน้ำตาลในเลือดไปใช้ระบุผลทดสอบได้ดีเพียงใด
เวลา (นาที)	30 นาที
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p>

กิจกรรมที่ 11

ชื่อกิจกรรม	กลูโคสมีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไร What is the importance of glucose in the body?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนทำแผนผังมโนทัศน์ (mind map) แสดงแนวคิดว่าเพราะเหตุใดกลูโคสจึงมีความสำคัญ จากนั้นให้นักเรียนค้นคว้าเกี่ยวกับ “การหายใจ” ในระดับเซลล์ อาจจะนำเสนอสิ่งที่ค้นพบเกี่ยวกับการหายใจให้กับนักเรียนระดับชั้นอื่นได้ฟัง
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	อินเทอร์เน็ต และ / หรือ หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	-
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	นักเรียนสามารถอธิบายการหายใจและความสำคัญของการหายใจที่มีต่อชีวิตได้อย่างเรียบง่ายและชัดเจนเพียงใด
เวลา (นาที)	30 นาที
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p> <p>ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p>

กิจกรรมที่ 12

ชื่อกิจกรรม	กลูโคสเข้าสู่ร่างกายได้อย่างไร How does glucose get into the body?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาฉลากอาหารประมาณ 20 ฉลาก บันทึกปริมาณของอาหารแต่ละหมู่/ประเภทบนฉลากและเปรียบเทียบปริมาณของน้ำตาลต่อน้ำหนักอาหาร 100 กรัม นักเรียนบันทึกปริมาณต่างๆ เหล่านี้ลงในตาราง กราฟ หรือแผนภูมิ
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	ฉลากอาหาร 20 ชนิดต่อนักเรียนหนึ่งกลุ่ม (นักเรียนหาฉลากจากสิ่งใกล้ตัว เช่น ฉลากอาหารในร้านสะดวกซื้อ)
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	-
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถเลือกวิธีการในการนำเสนอสิ่งที่ค้นพบได้ดีเพียงใด นักเรียนสามารถนำเสนอสิ่งที่ค้นพบได้อย่างชัดเจนเพียงใด
เวลา (นาที)	30 นาที
ทักษะหลักทาง STEM	ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)

กิจกรรมที่ 13

ชื่อกิจกรรม	พืชผลิตกลูโคสได้อย่างไร How is glucose made in plants?
ภาพรวมกิจกรรม	นักเรียนจับคู่หรือแบ่งเป็นกลุ่มเล็ก จากนั้นให้เลือกว่าจะพยายามสรุปความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการสังเคราะห์แสงโดยมีสมการด้วย หรือทำการทดลองเพื่อค้นหาว่าพืชจำเป็นต้องใช้สิ่งใดในการสังเคราะห์ด้วยแสง
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<p>อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบแสง</p> <ul style="list-style-type: none"> • พืชที่ผ่านการขจัดแป้ง • กระดาษฟอยล์หรือกระดาษหนาๆ <p>อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบคลอโรฟิลล์</p> <ul style="list-style-type: none"> • พืชที่มีสีต่างๆ เพื่อทดสอบหาแป้งบริเวณที่เป็นสีเหลืองและสีเขียว <p>อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบคาร์บอนไดออกไซด์</p> <ul style="list-style-type: none"> • พืช 2 ชนิดที่มีลักษณะคล้ายกันและมีสายพันธุ์เดียวกันผ่านการขจัดแป้ง • โซเดียมไฮดรอกไซด์ (เพื่อให้เป็นตัวดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์) • ถุงพลาสติกใสสองถุงและเชือกเพื่อรัดพืชแต่ละชนิด • สารทดสอบแป้ง • อุปกรณ์ทดสอบ
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	-
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถทำการทดลองเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถทำงานในห้องปฏิบัติการได้อย่างปลอดภัยเพียงใด • นักเรียนสามารถสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีเพียงใด
เวลา (นาที)	3 ชั่วโมง
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p>

กิจกรรมที่ 14

ชื่อกิจกรรม	ความเข้มแสงที่แตกต่างกันส่งผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างไร How do different light intensities affect the rate of photosynthesis?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนทดลองเพื่อศึกษาผลของระดับความเข้มแสงที่มีต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของดีป्लीน้า (หรือสาหร่ายหางกระรอก) นักเรียนออกแบบการทดลองเองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ (โดยให้นักเรียนขยับแสงให้มีระยะที่ใกล้และไกลจากดีป्लीน้า) นักเรียนใช้การลองผิดลองถูกเพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุดเพื่อแน่ใจได้ว่าผลลัพธ์นั้นถูกต้องแม่นยำ น่าเชื่อถือ และทดลองซ้ำได้ นักเรียนบันทึกผลการทดลอง สร้างกราฟ และลงข้อสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่เป็นข้อจำกัด นักเรียนควรสังเกตว่าเมื่อแสงมีความใกล้กับดีป्लीน้า ความร้อนจะถูกแผ่ออกมา ซึ่งทำให้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไวขึ้น การส่องแสงผ่านปีกเกอร์ที่มีน้ำ จะทำให้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงช้าลง
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> ดีป्लीน้า (เช่น สาหร่ายหางกระรอก <i>Hydrilla verticillata</i> or Cabomba) ตะเกียง ไม้บรรทัด ปีกเกอร์ กรวย กระบอกจืดยาสำหรับเก็บแก๊ส (ที่มีหน่วยเป็นลูกบาศก์มิลลิเมตร (mm.³) และลูกบาศก์เซนติเมตร (cm.³)) ท่อยางเพื่อเชื่อมกระบอกจืดยาให้เข้ากับกรวย แบบบันทึกผลการทดลองในห้องปฏิบัติการสำหรับนักเรียน
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	<ul style="list-style-type: none"> ใบความรู้เรื่อง ความเข้มแสงที่แตกต่างกันส่งผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างไร 'How do different light intensities affect the rate of photosynthesis?' หน้าที่ 50 <p>ครูแบ่งเวลาการสอนดังต่อไปนี้</p> <p>2 ชั่วโมง - วางแผน</p> <p>30 นาที - หาข้อสรุป</p> <p>30 นาที - นำเสนอผลงาน</p>

กิจกรรมที่ 14 (ต่อ)

<p>การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถออกแบบและทำการทดลองที่ให้ผลลัพธ์แม่นยำ น่าเชื่อถือและทดลองซ้ำได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถหาข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถใช้ความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายผลการทดลองของตนได้ดีเพียงใด
<p>เวลา (นาที)</p>	<p>3 ชั่วโมง</p>
<p>ทักษะหลักทาง STEM</p>	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p>



กิจกรรมที่ 15

ชื่อกิจกรรม	เราจะแน่ใจได้อย่างไรว่าจะผลิตพืชได้ปริมาณสูงสุด How can we ensure maximum crop productivity?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนศึกษาค้นคว้าเรื่องการปลูกพืชในท้องถิ่นที่ตนเองเลือก เช่น ข้าว ตะไคร้ ผักบุ้ง ถั่วงอก เป็นต้น นักเรียนแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบว่าสภาวะใด คือสภาวะที่จะเอื้ออำนวยต่อการผลิตพืชผลให้ได้ปริมาณสูงสุดและจะรักษาสภาวะเหล่านั้นอย่างไร แต่ละกลุ่มผลิตคลิปวิดีโอสั้นๆ (2 นาที) เพื่ออธิบายว่าจะรักษาระดับของปริมาณพืชผลให้คงอยู่ในระดับสูงสุดได้อย่างไร ทั้งนี้อาจมีการบูรณาการการเรียนรู้กับวิชาคอมพิวเตอร์ และเชิญผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์มาร่วมให้ความรู้
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> อินเทอร์เน็ต การไปทัศนศึกษาที่ไร่หรือฟาร์ม การพูดคุยกับเกษตรกรท้องถิ่น อุปกรณ์การถ่ายทำและตัดต่อ เช่น สมาร์ทโฟน ไอแพด เป็นต้น
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	นักเรียนสามารถอัดวิดีโอผ่านมือถือ เช่น สมาร์ทโฟน ไอแพด เป็นต้น และสามารถตัดต่อวิดีโอโดยใช้โปรแกรมตัดต่อวิดีโอ เช่น iMovie, Lightworks, Avidemux เป็นต้น
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบรรยายการเก็บรักษาผลผลิตของพืชได้ดีเพียงใด นักเรียนสามารถใช้ความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเกี่ยวกับการเก็บรักษาผลผลิตของพืชได้ดีเพียงใด
เวลา (นาที)	2 ชั่วโมง
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p> <p>ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p>

กิจกรรมที่ 16

ชื่อกิจกรรม	การพัฒนาพืชผลทางการเกษตรจะเป็นอย่างไรในอนาคต What is the future for crop development?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนดูคลิปวิดีโอเรื่อง 'This computer will grow your food in the future' (เป็นภาษาอังกฤษแบบไม่มีหรือมีคำบรรยายไทย) • ในกลุ่มย่อยอภิปรายว่าวิดีโอที่ดูนั้นพูดถึงอะไรและมีแนวคิดใดที่น่าสนใจ จากนั้นให้ทั้งกลุ่มร่วมกันคิดถึงผลกระทบที่สิ่งประดิษฐ์นั้นจะมีต่อท้องถิ่นของพวกเขา ต่อประเทศไทย และต่อโลก แต่ละกลุ่มทำการนำเสนอโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อแบ่งปันความคิดเห็นให้กับเพื่อนร่วมชั้น • วิดีโอคลิปเรื่อง 'This computer will grow your food in the future' จาก https://www.ted.com/talks/caleb_harper_this_computer_will_grow_your_food_in_the_future
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	-
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	ครูเปิดคลิปวิดีโอจากแผ่นซีดี และให้หยุดคลิปวิดีโอเพื่อถามนักเรียนว่า 'ได้เรียนรู้อะไรจากคลิปวิดีโอบ้าง' ครูสามารถหยุดคลิปวิดีโอในนาทีที่ 1:42, 2:25, 2:57, 3:13, 3:39, 4:27, 5:48, 6:30, 7:34, 8:23, 8:47, 10:46, 11:46, 13:24, 14:40 บทบรรยายวีดิทัศน์ หน้า 67-77 ครูสามารถแบ่งเวลาการสอนดังต่อไปนี้ 15 นาที - ดูวิดีโอ, 15 นาที - อภิปราย, 30 นาที - นำเสนอ
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถใช้ความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายความคิดของตนเองได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อนำเสนอความคิดได้ดีเพียงใด
เวลา (นาที)	1 ชั่วโมง
ทักษะหลักทาง STEM	ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

กิจกรรมที่ 17

ชื่อกิจกรรม	จำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นอย่างไร How has the number of diabetics increased?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนศึกษาอินโฟกราฟิกข้อมูลเกี่ยวกับโรคเบาหวานในโลก ประจำปี พ.ศ. 2557 (ค.ศ. 2014) เพื่อทบทวนข้อมูล จากนั้นนักเรียนศึกษาค้นคว้าเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานที่เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป นักเรียนบันทึกข้อมูลอย่างสร้างสรรค์ในรูปแบบอินโฟกราฟิก สามารถทำกิจกรรมนี้เป็นคู่ เป็นกลุ่มเล็ก หรือทำเดี่ยวก็ได้ อย่างไรก็ตามควรมีการอธิบายให้ชัดเจนว่าอินโฟกราฟิกคืออะไร
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> อินโฟกราฟิกเรื่อง 'World diabetes' ในหน้า 26-36 ในสมุดนักเรียน อินเทอร์เน็ต
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	<ul style="list-style-type: none"> คุณครูอธิบายให้ชัดเจนว่าอินโฟกราฟิกคืออะไร คุณครูให้การบ้านนักเรียนก่อนเริ่มบทเรียน อินโฟกราฟิกเรื่อง 'World diabetes' หน้า 51-61 ถ้าหากนักเรียนประสบปัญหาในการสร้างอินโฟกราฟิก ครูสามารถให้นักเรียนสร้างอินโฟกราฟิกจากอินเทอร์เน็ต โดยสามารถเลือกใช้จากเว็บไซต์ที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายต่างๆ อาทิ https://www.smartdraw.com/infographic/infographic-software.htm http://download.cnet.com/s/infographic-software/
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถคัดแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากเว็บไซต์ที่เป็นกลางและน่าเชื่อถือได้ดีเพียงใด นักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลในรูปแบบอินโฟกราฟิกได้อย่างชัดเจนและสร้างสรรค์เพียงใด
เวลา (นาที)	1 ชั่วโมง
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p>

กิจกรรมที่ 18

ชื่อกิจกรรม	อะไรคือสาเหตุของโรคเบาหวาน What are the causes of diabetes?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันแบ่งแยกบัตรคำที่อาจเป็นสาเหตุของโรคเบาหวาน ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ “เสมอ” “บางครั้ง” และ “ไม่เลย” จากนั้นนักเรียนอธิบายเหตุผลที่กลุ่มตนเองแบ่งหมวดหมู่เช่นนั้นให้กลุ่มอื่นทราบ (กิจกรรมนี้ควรให้มีการอภิปรายเกี่ยวกับโรคเบาหวานประเภทที่ 1 และ 2 รวมถึงความแตกต่างของโรคเบาหวานทั้งสองประเภท) ควรอนุญาตให้มีการอภิปรายโดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับการควบคุมน้ำตาลด้วยฮอร์โมน
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> บัตรคำ 'Causes of diabetes' หน้าที่ 37 ในสมุดนักเรียน กรรไกร
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	<ul style="list-style-type: none"> บัตรคำ 'Causes of diabetes' หน้าที่ 62
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลของการจัดกลุ่มบัตรคำของตนได้ดีเพียงใด นักเรียนสามารถแบ่งบัตรคำออกเป็นกลุ่มได้ถูกต้องเพียงใด
เวลา (นาที)	15 นาที
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p>

กิจกรรมที่ 19

ชื่อกิจกรรม	เหตุใดจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานจึงเพิ่มขึ้น Why has the number of people with diabetes increased?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนอาจจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าล่วงหน้าก่อนเริ่มกิจกรรมเกี่ยวกับการทำโปรสเตอร์ สุขศึกษาเรื่องโรคเบาหวาน โปรสเตอร์ที่นักเรียนทำควรมีเป้าหมายเพื่อการป้องกันโรคเบาหวานประเภทที่ 1 และ 2 นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศช่วยในการทำโปรสเตอร์หากต้องการ
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> อินเทอร์เน็ต อุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	คุณครูสามารถนำโปรสเตอร์สุขศึกษาประเภทต่างๆ มาแสดงให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนจะเห็นแนวทางในการออกแบบโปรสเตอร์ที่สื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการ
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนแสดงความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสาเหตุของโรคเบาหวานประเภทที่ 2 ได้ดีเพียงใด นักเรียนสามารถนำเสนอความเข้าใจของตนเองได้ชัดเจนเพียงใด โปรสเตอร์ที่ทำขึ้นมานั้นดึงดูดผู้คนทั่วไปได้ดีเพียงใด
เวลา (นาที)	1 ชั่วโมง
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p> <p>ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p>

กิจกรรมที่ 20

ชื่อกิจกรรม	เราจะแน่ใจได้อย่างไรว่าโรคอ้วนคือสาเหตุของโรคเบาหวานประเภทที่ 2 How sure are we that obesity causes Type 2 diabetes?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนดูคลิปวิดีโอเรื่อง 'Is the obesity crisis hiding a bigger problem?' (ภาษาอังกฤษแบบไม่มีหรือมีคำบรรยายไทย) นักเรียนจดบันทึกและเขียนสรุปแนวคิดของผู้พูดเกี่ยวกับโรคอ้วนและโรคเบาหวาน นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดเกี่ยวกับการตรวจวินิจฉัยและการรักษาโรคเบาหวานประเภทที่ 2 อาจเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรในอนาคต นักเรียนเขียนรายการของการเปลี่ยนแปลงที่อาจเป็นไปได้
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> วิดีโอคลิปเรื่อง 'Is the obesity crisis hiding a bigger problem?' จาก https://www.ted.com/talks/peter_attia_what_if_we_re_wrong_about_diabetes
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	<ul style="list-style-type: none"> เครื่องเล่นวีซีดี <p>ครูเปิดคลิปวิดีโอจากแผ่นซีดี และให้หยุดคลิปวิดีโอเพื่อถามนักเรียนว่า 'ได้เรียนรู้อะไรจากคลิปวิดีโอบ้าง' ครูสามารถหยุดคลิปวิดีโอในนาทีที่ 2:18, 3:08, 3:31, 4:20, 5:07, 5:54, 6:31, 6:56, 8:12, 8:38, 9:24, 10:38, 12:25, 13:30 บทบรรยายวีดีทัศน์ หน้า 78-88</p>
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญจากผู้พูดได้ดีเพียงใด นักเรียนสามารถนำแนวคิดของผู้พูดมาพัฒนาให้เกิดความเป็นไปได้เกี่ยวกับการตรวจและรักษาโรคเบาหวานประเภทที่ 2 ในอนาคตได้ดีเพียงใด
เวลา (นาที)	1 ชั่วโมง
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p>

กิจกรรมที่ 21

ชื่อกิจกรรม	เราจะรักษาโรคเบาหวานได้อย่างไร How can diabetes be treated?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับยาประเภทต่างๆ ในการรักษาโรคเบาหวานประเภทที่ 1 และ 2 รวมถึงอินซูลิน • จากนั้นนักเรียนจับคู่หรือแบ่งกลุ่มย่อยเพื่อจัดทำใบปลิวอธิบายวิธีการต่างๆ เกี่ยวกับการรักษาโรคเบาหวานสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน • นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อผลิตใบปลิวดังกล่าวหากต้องการ
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> • อินเทอร์เน็ต • ใบปลิวส่งเสริมสุขภาพเรื่องโรคเบาหวาน • หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ • อุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศและซอฟต์แวร์ เช่น โปรแกรม Power point
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	ใบปลิวส่งเสริมสุขภาพเรื่องโรคเบาหวาน
การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถอธิบายความแตกต่างระหว่างโรคเบาหวานประเภทที่ 1 และ 2 ได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถสื่อสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้อย่างชัดเจนเพียงใด
เวลา (นาที)	1 ชั่วโมง
ทักษะหลักทาง STEM	<p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p> <p>ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p>

กิจกรรมที่ 22

ชื่อกิจกรรม	การรักษาโรคเบาหวานจะพัฒนาก้าวหน้าไปอย่างไร Where next for diabetes treatment?
ภาพรวมกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนเรียนรู้ตัวอย่างวิธีการรักษาโรคเบาหวานในอนาคตโดยดูข้อมูลจากกูเกิ้ล (Google) • นักเรียนจับคู่หรือแบ่งกลุ่มเล็ก ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์อื่นๆที่กำลังมีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อรักษาโรคเบาหวาน • แต่ละกลุ่มคิดและสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์สำหรับการรักษาโรคเบาหวาน นักเรียนสร้างต้นแบบสำหรับสิ่งประดิษฐ์นั้นจากแผนภาพที่มีการกำหนดสเกล • นักเรียนทำวิจัยการตลาดโดยใช้แบบสอบถามที่ออกแบบไว้แล้วเพื่อศึกษาว่าพวกเขา (หากพวกเขาเป็นโรคเบาหวานอยู่แล้วในตอนนี้อยู่หรือกำลังจะเป็น) จะซื้อสิ่งประดิษฐ์นี้หรือไม่ ท้ายที่สุดให้นักเรียนสร้างโฆษณาสินค้าทางโทรทัศน์ในความยาวหนึ่งนาที
สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> • ใบความรู้เรื่อง 'Google invention' หน้าที่ 40 ในสมุดนักเรียน • เปิดเว็บไซต์ (ภาษาอังกฤษ) เรื่องข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ของกูเกิ้ลที่ได้รับการจดสิทธิบัตรจากลิงค์นี้ http://www.google.com/patents/US8385998 • อินเทอร์เน็ต • อุปกรณ์และซอฟต์แวร์สำหรับถ่ายทำ/ตัดต่อ • เอกสารเรื่อง Prototype จากหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 • ใบความรู้เรื่อง 'Developing a questionnaire' หน้าที่ 38-39 ในสมุดนักเรียน
สื่อการเรียนรู้ของคุณครู	<ul style="list-style-type: none"> • ใบความรู้เรื่อง 'Google invention' หน้าที่ 65 • เปิดเว็บไซต์ (ภาษาอังกฤษ) เรื่องข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ของ Google ที่ได้รับการจดสิทธิบัตรจากลิงค์นี้ http://www.google.com/patents/US8385998 • ใบความรู้เรื่อง 'Developing a questionnaire' หน้าที่ 63-64 • คุณครูควรแบ่งเวลาสำหรับวิดีโอ ทำสื่อโฆษณา การนำเสนอผลงานจำลองชิ้นงานใน PowerPoint • ข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ของกูเกิ้ลอาจมีความซับซ้อน และนักเรียนต้องใช้ทักษะทางภาษาอังกฤษในการทำความเข้าใจ เนื่องจากเอกสารนี้มีความน่าสนใจ จึงควรมีการแสดงให้เห็นนักเรียนดูเป็นตัวอย่าง

กิจกรรมที่ 22 (ต่อ)

	<p>ครูแบ่งเวลาการสอนดังต่อไปนี้</p> <p>15 นาที – อ่านใบงานเรื่อง 'Google invention' และเปิดเว็บไซต์</p> <p>60 นาที – ค้นคว้าข้อมูล</p> <p>30 นาที - คิดและสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์สำหรับการรักษาโรคเบาหวาน</p> <p>2-4 ชั่วโมง – พัฒนาต้นแบบหรือ Prototype</p> <p>90 นาที – ทำการวิจัยตลาด</p> <p>45 นาที – ทำโฆษณา 1 นาที</p>
<p>การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ของกูเกิ้ลเป็นภาษาอังกฤษได้ดีเพียงใด • นักเรียนศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการรักษาโรคเบาหวานแบบอื่นๆที่กำลังมีการพัฒนาขึ้นได้ดีเพียงใด • แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการรักษาโรคเบาหวานของนักเรียนมีความเป็นนวัตกรรมและสร้างสรรค์เพียงใด • นักเรียนสามารถใช้ความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายสิ่งประดิษฐ์สำหรับโรคเบาหวานได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถสร้างแบบสอบถามที่มีความหมายและเป็นประโยชน์ได้ดีเพียงใด • นักเรียนวิเคราะห์และรายงานข้อค้นพบจากแบบสอบถามได้ดีเพียงใด • นักเรียนคำนึงถึงผู้ชมในการผลิตวิดีโอโฆษณาที่ชัดเจนและดึงดูดความสนใจได้ดีเพียงใด
<p>เวลา (นาที)</p>	<p>5 – 10 ชั่วโมง</p>
<p>ทักษะหลักทาง STEM</p>	<p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p> <p>ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p>

คู่มือการสอนสำหรับครู

ใบงานและใบคำตอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

ใบความรู้เรื่อง อินซูลิน: ประวัติศาสตร์และอนาคต Insulin: its history and future

อินซูลิน: ประวัติศาสตร์และอนาคต

ความเป็นมาของโรคเบาหวานและอินซูลิน

ก่อนที่จะมีอินซูลินใช้ เราใช้น้ำมันสำหรับทำอาหาร ให้เด็กวันละหนึ่งถ้วยเพราะคิดว่าจะช่วยให้กระบวนการย่อยอาหารของเด็กให้ดีขึ้น!

ผู้ที่ตั้งชื่อให้แก่โรคเบาหวาน (diabetes) เป็นคนแรกคือ อราทาคัสแห่งคัปปาโดเซีย (Aratacus of Cappadocia) ในดินแดนเอเชียไมเนอร์ (Asia Minor) ในศตวรรษที่หนึ่ง ชื่อนี้ได้มาจากการเปรียบเทียบว่าปัสสาวะของผู้ป่วยเหมือนกับน้ำที่ไหลผ่านท่อกาลักน้ำ

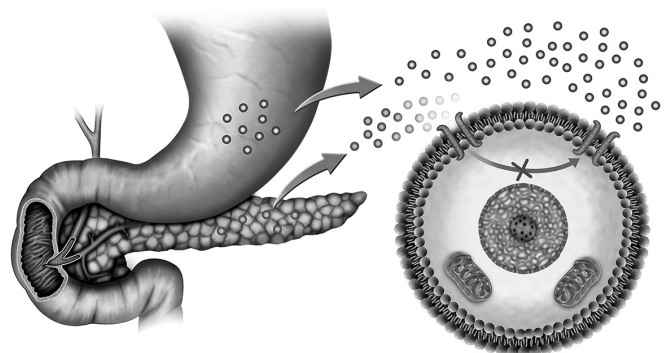
มีผู้สังเกตว่าปัสสาวะของผู้ป่วยมีน้ำตาลครั้งแรกในศตวรรษที่ 17 โดยนายแพทย์แห่งออกซ์ฟอร์ด (Oxford) ชื่อว่า โทมัส วิลลิส (Thomas Willis) จากคำกล่าวของชาวอินเดียโบราณในศตวรรษที่ 4 ได้สังเกตเห็นมดมารุมขึ้นปัสสาวะของผู้ป่วยโรคเบาหวาน

ความพยายามรักษาโรคนี้เริ่มต้นขึ้น ในช่วงเวลาที่ไม่มีการรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวานมากไปกว่าจอห์น รอลโล (John Rollo) ผู้เป็นศัลยแพทย์แห่งกรมทหารปืนใหญ่แห่งราชสำนัก จอห์น รอลโล ได้รักษาผู้ป่วยด้วยการจำกัดอาหารในปี 1706 จากการสังเกตจากการถ่ายปัสสาวะบ่อย

คล็อด เบอรัร์นาร์ต (Claude Bernard) บุคคลที่มีความสำคัญเกี่ยวกับโรคเบาหวาน เกิดขึ้นในศตวรรษที่ 19 เขาเรียนจบมาทางด้านเภสัชกร เขากลายเป็นบุคคลสำคัญในสาขากายภาพและการแพทย์ในฝรั่งเศสและยุโรป เมื่อเขาเสียชีวิต ในปี 1878 รัฐบาลจึงได้จัดพิธีศพอย่างเป็นทางการเพื่อเป็นเกียรติให้เขา

เบอรัร์นาร์ตพบว่าตับทำหน้าที่สะสมไกลโคเจนและหลั่งสารที่มีน้ำตาลเข้าสู่เลือด เขาจึงสันนิษฐานว่าสารนี้เองคือสิ่งที่ก่อให้เกิดโรคเบาหวาน ในสมัยนั้นคนเรายังเชื่อว่าระบบประสาททำหน้าที่ควบคุมอวัยวะหลังสารต่างๆ สิ่งนี้

ทำให้เขาค้นพบอีกอย่างหนึ่ง คือการกระตุ้นประสาทของสัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่สามารถก่อให้เกิดภาวะโรคเบาหวานชั่วคราวได้ในขณะหนึ่ง



ในปี 1879 วอน เมอริง (Von Mering) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันได้ค้นพบข้อพิสูจน์ใหม่มาหักล้างทฤษฎีตับของเบอรัร์นาร์ต วอน เมอริง พบว่าเมื่อนำตับอ่อนออกไปจากร่างกายจะก่อให้เกิดโรคเบาหวาน วอน เมอริง และหุ่นส่วนนามว่า มินนาวสกี (Minkowski) ได้พยายามสกัดสารต้านเบาหวานจากตับอ่อนแต่ไม่สามารถทำได้สำเร็จ

แนวคิดที่ว่าสารต้านเบาหวานน่าจะผลิตมาจากต่อมไร้ท่อไอส์เลตออฟแลงเกอร์ฮานส์ (islets of Langerhans) เป็นสิ่งที่เชื่อกันอย่างกว้างขวางในสมัยนั้น ซึ่งก็มีเหตุผลเพราะตับอ่อนที่เหลือนอ่วยมีลักษณะแตกต่างมาก และน่าจะทำหน้าที่ต่างออกไป

การค้นพบอินซูลิน

เรื่องราวความสำเร็จของการค้นพบอินซูลินเกิดขึ้นที่ประเทศแคนาดาในปี ค.ศ.1921 โดยเฟรดริก แบนต์ติง (Fredrick Banting) แพทย์ศัลยศาสตร์ออร์โธพีดิกส์ (Orthopaedic surgeon) หลังจากเขาอ่านข้อมูลเกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างตับอ่อนกับโรคเบาหวาน เขาก็เชื่อว่าตนเองสามารถค้นพบสารต้านเบาหวาน

เขาได้โน้มน้าวใจ เจ.เจ.อาร์ แม็คคลาวด์ (J.J.R. Macloud) ศาสตราจารย์ด้านสรีรศาสตร์ที่โตรอนโต ให้อนุญาตเขาได้ลองทำการทดลองดู ศาสตราจารย์ แม็คคลาวด์มอบหมายให้นักศึกษาแพทย์หนุ่มชื่อ ชาร์ลส์ เบสต์ (Charles Best) มาร่วมในงานทดลองนี้ จนกระทั่งงานทดลองพบอุปสรรค เขาได้ให้ศาสตราจารย์ สาขาชีวเคมี เจ.บี. คอลลิป (J.B. Collip) เข้ามาช่วย แก้ปัญหาจนได้ผลลัพธ์ในทางที่ดี

หลังจากผิดหวังหลายครั้ง พวกเขาได้จัดเตรียมการสกัดสารจากตับอ่อนที่ฝ่อของสุนัข จากนั้นแยกสุนัขอีก สองตัวที่เป็นโรคเบาหวาน ใส่น้ำสกัดที่ได้กับสุนัขตัวหนึ่ง ส่วนอีกตัวหนึ่งไม่ได้ใส่น้ำอะไรลงไป สี่วันต่อมาสุนัขตัวที่ไม่ได้รับสารสกัดตาย ในขณะที่สุนัขตัวที่ได้รับสารสกัด สามารถมีชีวิตต่อไปได้อีกสามสัปดาห์ และเสียชีวิต หลังจากยุติการฉีดสารดังกล่าว

วันที่ 11 มกราคม 1922 เด็กชายอายุ 14 ปีคนหนึ่ง ได้กลายเป็นผู้ป่วยโรคเบาหวานคนแรกที่ได้รับอินซูลิน ที่ผลิตขึ้นโดยแบนติงกับเบสต์ (Banting and Best) แต่ไม่ประสบความสำเร็จ แต่ได้มีการพัฒนาสารให้บริสุทธิ์ โดย คอลลิป ในวันที่ 23 มกราคม 1922

ครั้งนี้ระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดของผู้ป่วยลดลง ช่างนี้แพร่กระจายไปทั่วโลก และภายในไม่กี่สัปดาห์ บรรดาผู้นำทั้งหลายก็พากันมาที่โตรอนโตเพื่อที่จะได้เห็นกับตาตนเองว่าข่าวลือนั้นเป็นความจริงหรือไม่ ซึ่งความรู้ในการผลิตอินซูลิน ทำให้มีผู้เดินทางมาจาก ทั้งคองเนอรัทในโตรอนโตและบริษัทเอลลี ลิลลี่ (Eli Lilly) จากอินเดียนาโพลิส รัฐอินเดียน่า พวกเขาร่วมมือกับกลุ่ม นักวิจัยในการผลิตอินซูลินขึ้นที่สหรัฐอเมริกาและ ละตินอเมริกา

ทีมของลิลลี่ประสบความสำเร็จในการผลิตอินซูลิน ในอุตสาหกรรม แต่ทีมจากโตรอนโตกลับประสบ ความยากลำบากอย่างต่อเนื่อง เมื่อถึงกลางเดือน

กรกฎาคมของปี 1922 ได้เกิดการขาดแคลนอินซูลิน อย่างหนักในโตรอนโต ลิลลี่ส่งผลิตภัณฑ์ของตน ออกจำหน่ายข้ามประเทศ เมื่อถึงปลายปี 1923 ก็มีการผลิต อินซูลินเพื่อการค้าและนำไปใช้รักษาโรคเบาหวาน ในประเทศทางตะวันตกเป็นส่วนใหญ่

ออกัสต์ โครห์ (August Krogh) ชาวเดนมาร์กผู้ได้รับ รางวัลโนเบลจากงานวิจัยเกี่ยวกับเส้นเลือด เดินทางไปที่ สหรัฐอเมริกาเพื่อเจรจาเกี่ยวกับงานของเขา และได้พบว่า ทุกคนที่นั่นพูดถึงแต่อินซูลิน เมื่อเขากลับมาเดนมาร์ก เขาจึงวางรากฐานให้กับอุตสาหกรรมการผลิตอินซูลิน ในประเทศเดนมาร์กและบริษัทนอร์ดิสค์อินซูลิน (Nordisk Insulin Company) ซึ่งเป็นบริษัทไม่หวังผลกำไร ที่ร่วมมือ กับบริษัทโนโว (Novo Company) และทำให้เดนมาร์ก กลายเป็นผู้ผลิตอินซูลินรายใหญ่นอกสหรัฐอเมริกา

อินซูลินที่ผลิตออกมาช่วงแรกมีลักษณะออกฤทธิ์เร็ว และสั้นเป็นอินซูลินที่ “ละลายได้” และ “ธรรมดา” ต้องฉีด สองครั้งต่อวัน อินซูลินเหล่านี้เป็นแบบหยาบและไม่บริสุทธิ์ ผู้ป่วยในยุคแรกๆ ต้องทนกับการฉีดเข้ากล้ามเนื้อในปริมาณ 5-18 มิลลิลิตร ซึ่งความรู้ในการผลิตอินซูลินทำให้มีผู้ เดินทางมาจากทั้งคองเนอรัทในโตรอนโตและบริษัทเอลลี ลิลลี่ จึงมีความต้องการอินซูลินที่ออกฤทธิ์ได้นานขึ้น และ ในที่สุดปี 1936 ได้มีการแนะนำ Protamine Zinc Insulin ให้เป็นที่รู้จักและในปี 1954 ก็เริ่มมี Lente Insulin

ความไม่บริสุทธิ์ของอินซูลินยุคแรกโดยหลักๆ แล้ว มาจากเปปไทด์ของตับอ่อนที่มีอยู่ในระดับความเข้มข้นต่ำ ต่อมาชาวเดนมาร์กผลิตอินซูลินที่บริสุทธิ์มากขึ้น คือ Monocomponent Insulin และอินซูลินอื่นๆ ที่มี ความบริสุทธิ์ในระดับสูง

เมื่อเดนมาร์กเป็นผู้ครองตลาดจากผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการปรับปรุงเหล่านี้ อเมริกาจึงหันมาผลิต Human Insulin หรืออินซูลินที่ผ่านการตัดต่อทางพันธุกรรมซึ่งครองตลาด อยู่ในปัจจุบัน ก่อนหน้านี้อินซูลินที่ผลิตมาจากสัตว์

ส่วนใหญ่มาจากโคกระปือในสหรัฐอเมริกาและสุกรในแคนาดา อินซูลินเหล่านี้มีประสิทธิภาพเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่จำนวนกรดอะมิโนหนึ่งถึงสามหน่วย

อินซูลินมีการผลิตในรูปของผลึกในปี 1926 โดย เจ.เจ.อาเบล (J.J. Abel) องค์ประกอบก็คือมีสายโซ่สองสายที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 51 หน่วย ซึ่งเชื่อมโยกันโดยตัวเชื่อมไดซัลไฟด์ (disulphide bridges) อินซูลินนี้ได้รับการค้นพบโดย เฟรดริก แซงเจอร์ จากเคมบริดจ์ (Fredrick Sanger of Cambridge) เขาได้รับรางวัลโนเบลจากงานนี้ในปี 1955

โครงสร้างสามมิติของโมเลกุลอินซูลินถูกค้นพบเมื่อสิบสี่ปีหลังจากนั้นในออกซ์ฟอร์ด โดยโรโรธี ฮอดกิน (Dorothy Hodgkin) เธอได้รับรางวัลโนเบลสำหรับผลงานเกี่ยวกับอินซูลินและวิตามินบี 12

การค้นพบทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโรคเบาหวานได้รับการพัฒนาปรับปรุงด้วยเทคนิคการตรวจหาปริมาณสารต่างๆ (immunoassay) ซึ่งคิดค้นโดยไซโลมอน เบอร์สัน และโรซาลินด์ ยาโลว (Solomon Berson & Rosalind Yalow) ในปี 1957 อินซูลินที่มีความเข้มข้นต่ำสามารถวัดได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นการพัฒนาก้าวสำคัญจากวิธีการตรวจหาปริมาณสารทางชีวภาพ (bioassay) ยาโลวยังคงมีชีวิตอยู่หลังจากเบอร์สันเสียชีวิตแล้ว เขาได้รับรางวัลโนเบล เพราะผลงานของพวกเขาได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่การศึกษาด้านต่อมไร้ท่อวิทยา

ประเภทของอินซูลิน

ปัจจุบันนี้ในสหรัฐอเมริกา อินซูลินสามารถสังเคราะห์ได้จากมนุษย์โดยการนำเอาโครงสร้างดีเอ็นเอมารวมตัวกันใหม่ (recombinant DNA) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้สามารถผลิตอินซูลินมนุษย์ได้ในปริมาณมาก แบบไม่มีขีดจำกัด เนื่องจากอินซูลินของแต่ละคนแตกต่างกันไป จึงมีการผลิตอินซูลินมนุษย์ประเภทต่างๆ ขึ้นมาดังต่อไปนี้



1. ประเภทออกฤทธิ์เร็ว ได้แก่ Humalog, Novolog, หรือ Apidra เป็นอินซูลิน ที่ต้องรับประทานก่อนอาหาร เพื่อต้านการเพิ่มระดับของน้ำตาลในเลือด จากอาหารจะเริ่มทำงานภายใน 15-30 นาที และออกฤทธิ์สูงสุดภายในหนึ่งชั่วโมงถึงสองชั่วโมง ฤทธิ์ของอินซูลินประเภทนี้อยู่ยาวนานถึงสี่ชั่วโมง

2. ประเภทออกฤทธิ์สั้น อินซูลินธรรมดาหรือ R Insulin เริ่มเห็นผลภายในหนึ่งชั่วโมงแต่จะหยุดออกฤทธิ์เร็วกว่าอินซูลินระดับกลางหรืออินซูลินออกฤทธิ์ยาว อินซูลินประเภทนี้ได้ผลสูงสุดภายใน 2-4 ชั่วโมง และอยู่ยาวนาน 6-8 ชั่วโมง

3. ประเภทออกฤทธิ์ปานกลาง ได้แก่ NPH (N) และ Lente (L) Insulins ได้ผลสูงสุด ใน 6-12 ชั่วโมง และอยู่ยาวนาน 18-26 ชั่วโมง

4. ประเภทออกฤทธิ์ยาวนาน ได้แก่ Lantus Insulin และ Levemir Insulin เริ่มออกฤทธิ์ใน 6-8 ชั่วโมง ได้ผลสูงสุดใน 14-24 ชั่วโมง และอยู่ยาวนาน 28-36 ชั่วโมง

วิธีการนำอินซูลินเข้าร่างกายในปัจจุบัน

1. การฉีดด้วยเข็มฉีดยา เป็นวิธีที่พบบ่อยที่สุด
2. อินซูลินแบบปากกามีลักษณะเหมือนปากกาที่มีไส้สำหรับใส่อินซูลินปริมาณระดับต่างๆ
3. ป้อนอินซูลินแบบภายนอกเป็นกล่องสี่เหลี่ยม ขนาดประมาณวิทยุติดตามตัว ซึ่งติดกับร่างกายผ่านทางหลอดแคบๆ ที่ยึดหยุ่นได้และเข็มที่เสียบเข้าไปใต้ผิวหนัง มีแท่งใสอินซูลินแบบเติมได้ซึ่งบรรจุอินซูลินในปริมาณที่ใช้ได้สองวัน เข็มและหลอดจะต้องเปลี่ยนอยู่เสมอ ส่วนป้อนอินซูลินแบบที่สองไม่มีหลอด เรียกว่า 'patch pump' มีฝักใสสารอินซูลินแบบใช้แล้วทิ้งติดอยู่กับผิวหนังโดยตรง ทำงานได้แบบไร้สายโดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพาที่แยกออกมาต่างหาก
4. อินซูลินแบบสูดดม ออกฤทธิ์เร็ว เรียกว่า Afrezza เริ่มมีใช้มาตั้งแต่ปี 2014 เป็นอินซูลินแบบผงที่สูดเข้าไปในปอดโดยอยู่ในรูปของยาตม
5. เครื่องพ่นฉีดอินซูลินแบบเจ็ต จะพ่นอินซูลินออกมาเป็นละอองเล็กๆ ให้ซึมเข้าไปในผิวหนังด้วยความดันสูง ส่วนใหญ่มักมีราคาแพงและไม่ได้มีใช้กันโดยทั่วไป

อนาคตของอินซูลินในการรักษาโรคเบาหวาน

บรรดานักวิจัยกำลังทำงานอย่างหนักเพื่อพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพของระบบ “ตับอ่อนเทียม” หรือที่บางครั้งเรียกว่า “ตับอ่อนไบโอนิก” เป้าหมายของระบบนี้ก็คือเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดด้วยอินซูลินและฮอร์โมนอื่นๆ โดยมนุษย์ไม่ต้องเข้าไปแทรกแซง

นักวิจัยกลุ่มอื่นกำลังวิเคราะห์วิธีการต่างๆ ที่จะห่อหุ้มเซลล์เบต้าเทียมไว้ในเนื้อเยื่อพิเศษที่สารซึมผ่านได้ เพื่อป้องกันการต่อต้านของภูมิคุ้มกันในร่างกายหลังจากมีการผ่าตัดใส่ลงไปแล้ว

ส่วนนักวิศวกรรมชีวภาพก็กำลังพยายามสร้างเบต้าเซลล์เทียมที่ปล่อยสารอินซูลินตามระดับของกลูโคส

ทั้งหมดนี้เป็นเพียงแนวทางการรักษาวิจัยที่พยายามควบคุมและรักษาโรคเบาหวาน

ดัดแปลงจาก <http://www.diabeticlifestyle.com/live-well/diabetes-management/insulin-its-history-future>

ใบงาน: ตาราง QuADS Grid

คำถาม (Question)	คำตอบ (Answer)	รายละเอียด (Details)	แหล่งข้อมูล (Sources)
ให้นักเรียนสร้างรายการสิ่งประดิษฐ์อื่นๆ และสืบค้นทางอินเทอร์เน็ตเพื่อค้นหาว่ามี “สิ่งประดิษฐ์เกี่ยวกับโรคเบาหวาน” อะไรอีกบ้างที่เราสามารถนำมาใส่ลงในโมเดลที่สร้างขึ้นนี้			

ใบงานเรื่อง: เราจะทดสอบโรคเบาหวานอย่างไร?

How can we test for diabetes?

การอธิบายเกี่ยวกับการทดสอบเบเนดิกต์สำหรับน้ำตาลรีดิวซ์ (กลูโคส)

การทดสอบเบเนดิกต์สำหรับน้ำตาลรีดิวซ์ จะให้ผลทดสอบที่เป็นบวกทั้งกับน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวและน้ำตาลโมเลกุลคู่บางชนิดที่ให้อิเล็กตรอนกับสารละลายคอปเปอร์ไอออน ตัวอย่างเช่น ฟรักโทส กลูโคส มอลโทส และ แลกโทส

ขั้นตอนการทดลองเพื่อทดสอบน้ำตาลที่มีคาร์บอนที่เติมสารละลายเบเนดิกต์ปริมาณเท่ากันลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายที่ต้องการทดสอบอยู่ เมื่อหลอดทดลองได้รับความร้อนจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น ความร้อนจะได้รับความร้อนที่ตั้งอยู่บนตะเกียงเบนเสน (นักเรียนต้องใส่ที่ครอบตาเพื่อความปลอดภัย ไม่ควรจะให้ความร้อนกับหลอดทดลองโดยตรงเพราะว่าสารละลายจะเดือดรุนแรงมาก และจะกระเด็นออกจากหลอดทดลองและเผาไหม้มือและผิวหนังได้)

อิเล็กตรอนที่อยู่ในน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหรือน้ำตาลโมเลกุลคู่จะทำให้ถูกเคลื่อนที่โดยคอปเปอร์ไอออนที่อยู่ในสารละลายเบเนดิกต์ มีผลให้เกิดเป็นตะกอนของคอปเปอร์ในสารละลาย คอปเปอร์หรือทองแดงมีสีส้ม/แดง ดังนั้นน้ำตาลรีดิวซ์ที่อ่านค่าได้จะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินของสารละลายเบเนดิกต์เป็นสีเขียว ในขณะที่ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ที่มากกว่าจะเปลี่ยนสีสารละลายเป็นสีส้ม/น้ำตาล

ข้อแนะนำสำหรับสารละลายปัสสาวะ

สารละลาย A – น้ำเปล่า (ใช้น้ำกลั่นจะดีที่สุด)

สารละลาย B – สารละลายกลูโคส 1%

สารละลาย C – น้ำเปล่า (ใช้น้ำกลั่นจะดีที่สุด)

สำคัญมากที่นักเรียนจะต้องทราบว่าตะกอน (ผง) เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างเบเนดิกต์กับกลูโคส เพื่อให้แน่ใจได้นักเรียนเข้าใจ ผู้สอนอาจจะถามคำถามเกี่ยวกับการสังเกตของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนตระหนักในประเด็นนี้ นักเรียนจะต้องใช้ข้อมูลในกิจกรรมที่ 5 เมื่อออกแบบการทดลองการทดสอบเบเนดิกต์ในการหาข้อมูลเชิงปริมาณ

ใบงานเรื่อง: โรคเบาหวานประเภทใดจำเป็นต้องใช้อินซูลินมากที่สุด?

Which diabetic is most in need of insulin?

ผู้ป่วยเบาหวานคนใดที่ต้องการอินซูลินมากที่สุด

เตรียมตัวอย่าง ปัสสาวะ 5 ตัวอย่างตามความเข้มข้น ดังนี้

ตัวอย่าง A – สารละลายกลูโคสเข้มข้น 1%

ตัวอย่าง B – น้ำกลั่น

ตัวอย่าง C – สารละลายกลูโคสเข้มข้น 0.5%

ตัวอย่าง D – สารละลายกลูโคสเข้มข้น 2%

ตัวอย่าง E – สารละลายกลูโคสเข้มข้น 0.1%

การเตรียมสารละลาย โดยใช้ความเข้มข้น น้ำหนัก/ปริมาตร (w/v) ดังนี้

สารละลายกลูโคสเข้มข้น 2% = กลูโคส 20 g. ผสมกับน้ำกลั่น 1 ลิตร

สารละลายกลูโคสเข้มข้น 1% = กลูโคส 10 g. ผสมกับน้ำกลั่น 1 ลิตร

สารละลายกลูโคสเข้มข้น 0.5% = กลูโคส 5 g. ผสมกับน้ำกลั่น 1 ลิตร

สารละลายกลูโคสเข้มข้น 0.1% = กลูโคส 1 g. ผสมกับน้ำกลั่น 1 ลิตร

นักเรียนสามารถสังเกตการเปลี่ยนสีและเรียงลำดับสีที่ได้จากสารตัวอย่างได้ อย่างไรก็ตามสารละลายเบเนดิกต์สามารถบอกข้อมูลเชิงปริมาณได้ดีกว่าโดยการชั่งน้ำหนักตะกอนที่เกิดขึ้น นักเรียนควรจะระจอกว่าสารละลายเย็นตัวลงก่อนที่จะทำการกรองและชั่งน้ำหนักของกระดาศกรองที่มีตะกอนอยู่ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ตัวแปรต่างๆ จะต้องทำการควบคุมเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่เป็นจริงที่สุด ดังนั้นสารละลายแต่ละตัวจะต้องวางให้ถูกต้องและต้องใช้เวลาในการให้ความร้อนที่เท่ากันด้วย และถ้ามีเครื่องวัดค่าสี (colorimeter) อาจจะใช้เครื่องนี้วัดแสงที่ส่งผ่านสารละลายแทนที่จะสังเกตการเปลี่ยนของสีได้ด้วยตาเปล่า อย่างไรก็ตามในแต่ละกรณีสารละลายทั้งหมดจะต้องผสมเข้ากันเป็นอย่างดีไว้ล่วงหน้า

นักเรียนจะได้รับตัวอย่างน้ำปัสสาวะ 5 ตัวอย่าง ที่มาจากคนละคน การกิจของนักเรียนก็คือ พยายามหาว่าผู้ป่วยเบาหวานคนใดต้องการอินซูลินมากที่สุด โดยนักเรียนจะต้องเรียงลำดับตัวอย่างจากตัวอย่างที่ต้องการอินซูลินมากที่สุด เพื่อทดสอบนี้ นักเรียนจะต้องใช้การทดสอบเบเนดิกต์ (เหมือนในกิจกรรมที่ 4) ซึ่งในครั้งนี้จะใช้เป็นการรายงานข้อมูลเชิงปริมาณ

ภารกิจแรก

นักเรียนจะต้องออกแบบการทดลองที่จะใช้การทดสอบเบเนดิกต์ในการหาข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อบอกว่าตัวอย่างปัสสาวะใดมีความต้องการอินซูลินมากที่สุด

การทดลองของฉันทัน

ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ (ตัวแปรที่ต้องการหาคำตอบ)

ตัวแปรตาม (ผลของตัวแปรต้นที่ต้องการวัด)

ตัวแปรควบคุม (ตัวแปรที่ต้องกำหนดไว้ให้เหมือนกัน)

วิธีการ

ตารางบันทึกผล

--

ลำดับของตัวอย่างปัสสาวะของฉันทัน คือ

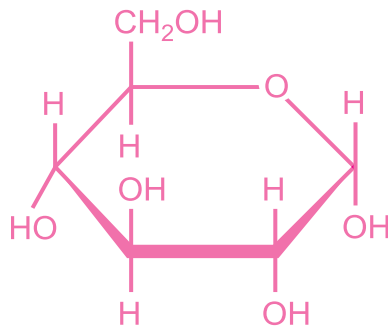
1. ต้องการอินซูลินมากที่สุด คือ ตัวอย่าง _____
2. _____ ตัวอย่าง _____
3. _____ ตัวอย่าง _____
4. _____ ตัวอย่าง _____
5. ต้องการอินซูลินน้อยที่สุด คือ ตัวอย่าง _____

การประเมิน

ถ้านักเรียนต้องการทำการทดลองนี้อีกครั้ง นักเรียนจะปรับปรุงอย่างไร

ใบความรู้เรื่อง: กลูโคสคืออะไร?

What is glucose?



แผนภาพแสดง α glucose (แอลฟา กลูโคส)

กลูโคสเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวซึ่งเป็นโครงสร้างวงแหวน 6 อะตอม ประกอบด้วยคาร์บอน 6 อะตอม ซึ่งในวงหกเหลี่ยมนั้นประกอบด้วยคาร์บอน 5 อะตอมและออกซิเจน 1 อะตอม ส่วนอะตอมคาร์บอนตัวสุดท้ายนั้นอยู่ในกลุ่ม CH_2OH พันธะโควาเลนต์เป็นการ “ใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน” โดยเป็นอิเล็กตรอนวงนอกสุด เพื่อเชื่อมกันเป็นโมเลกุล กลูโคสและสารประกอบแซคคาไรด์ตัวอื่นๆ ก็เป็นโครงสร้างที่เชื่อมด้วยพันธะโควาเลนต์

คาร์บอนอะตอม มีอิเล็กตรอน 4 ตัวที่สามารถสร้างพันธะ

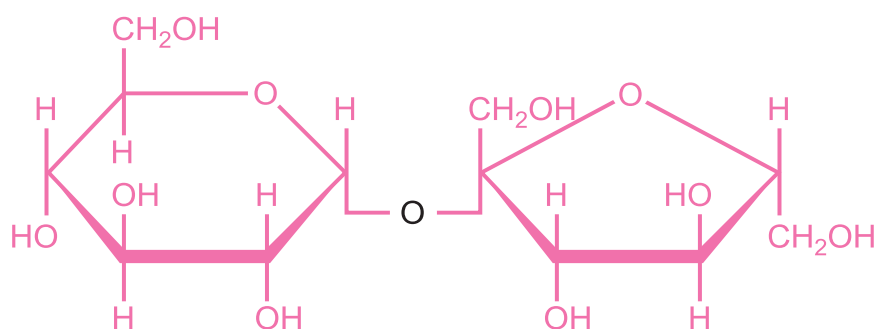
ออกซิเจนอะตอม มีอิเล็กตรอน 2 ตัวที่สามารถสร้างพันธะ

ไฮโดรเจนอะตอม มีอิเล็กตรอน 1 ตัวที่สามารถสร้างพันธะ

ดังนั้นถ้าเรามีคาร์บอน 1 อะตอม เราจะมี อิเล็กตรอน 4 ตัวที่จะสามารถสร้างพันธะกับ

- ไฮโดรเจน 4 อะตอม (ไฮโดรเจนแต่ละอะตอมมีอิเล็กตรอน 1 ตัวที่สร้างพันธะ)
- ออกซิเจน 2 อะตอม (ออกซิเจนแต่ละอะตอมมีอิเล็กตรอน 2 ตัว ที่สร้างพันธะ)
- ออกซิเจน 1 อะตอม และไฮโดรเจน 2 อะตอม (ออกซิเจนมีอิเล็กตรอน 2 ตัว และไฮโดรเจนแต่ละอะตอมมี 1 อิเล็กตรอนที่สร้างพันธะ)

น้ำตาลโมเลกุลคู่เกิดจากการรวมกันของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล โดยแต่ละโมเลกุลเดี่ยวที่สามารถจับตัวกันได้ หรือโมโนเมอร์จะรวมกันด้วยปฏิกิริยาการควบแน่น โดยมีโมเลกุลของน้ำถูกปล่อยออกมาจากปฏิกิริยา เมื่อกลุ่มของไฮดรอกซิล (-OH) เชื่อมต่อกัน และเกิดเป็นพันธะไกลโคซิดิก พันธะไกลโคซิดิกเป็นพันธะระหว่าง C-O-C, ในตำแหน่งของ C ที่อยู่ในโครงสร้างแบบวงของโมโนเมอร์ของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

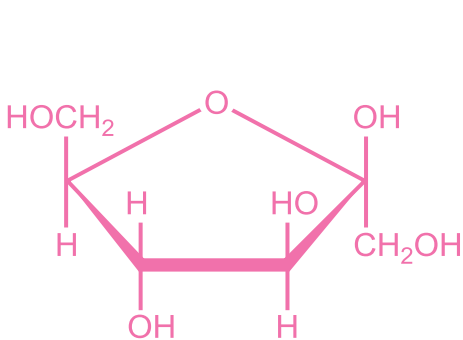


โพลีแซคคาไรด์ เกิดจากโมโนเมอร์หลายโมเลกุลเชื่อมต่อกัน ด้วยปฏิกิริยาการควบแน่นเช่นเดียวกัน

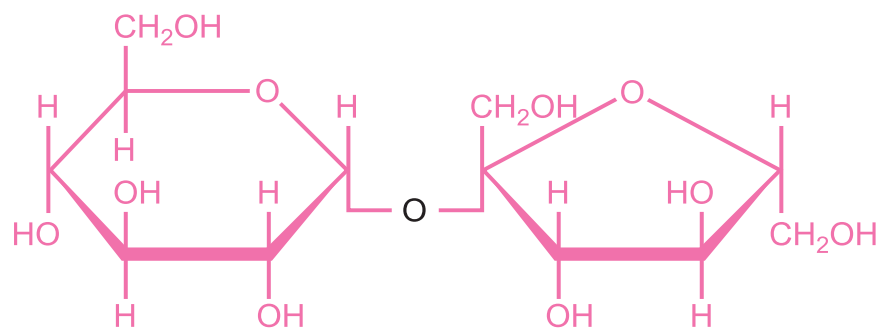
ชื่อ	ชนิดของแซคคาไรด์	จำนวนอะตอม			กฎ
		คาร์บอน = C	ไฮโดรเจน = H	ออกซิเจน = O	
ฟรักโทส	น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว	6	12	6	ประกอบด้วยโครงสร้างวงแหวน 5 ตำแหน่ง
ซูโครส	น้ำตาลโมเลกุลคู่	12	22	11	เกิดจากกลูโคสกับฟรักโทส
มอลโทส	น้ำตาลโมเลกุลคู่	12	22	11	เกิดจากโมโนเมอร์กลูโคส 2 โมเลกุล

ในขั้นตอนนี้สำคัญมากที่นักเรียนจะต้องเขียนแผนภาพของแซคคาไรด์ให้ถูกต้อง และมีความสำคัญมากขึ้น ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมนักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหาและแก้ปัญหา นั้น อย่างไรก็ตามคำตอบที่ถูกต้องได้แสดงไว้ด้านล่าง ผู้สอนสามารถที่จะให้นักเรียนใช้ใบคำตอบนี้ในการประเมินตนเอง

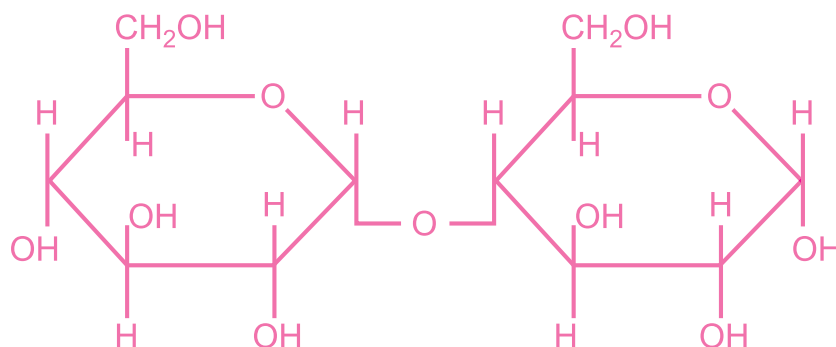
แผนภาพของฟรักโทส



แผนภาพของซูโครส



แผนภาพของมอลโทส



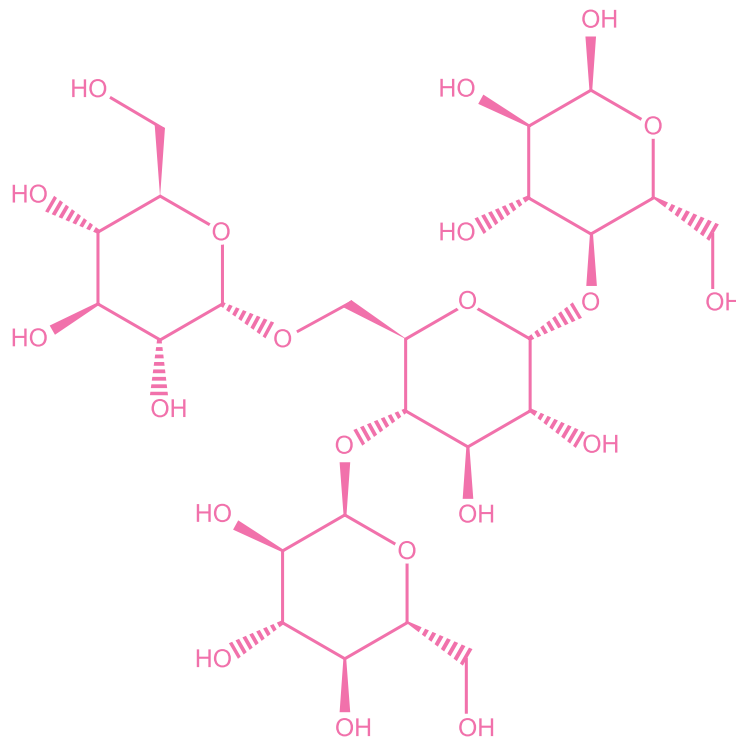
ใบความรู้เรื่อง: กลูโคสถูกเก็บไว้ในร่างกายอย่างไร?

How is glucose stored in the body?

Glycogen

ไกลโคเจน

ไกลโคเจนเป็นรูปแบบของการเก็บกลูโคสที่สำคัญในร่างกายมนุษย์ แผนภาพด้านล่างแสดงถึงโพลีแซคคาไรด์ของไกลโคเจนที่ประกอบด้วย 4 หน่วยกลูโคส



โมเลกุลนี้นำเสนอมุมมองของโครงสร้างไกลโคเจนได้อย่างดี กล่าวคือ มันเกิดจากการเชื่อมพันธะโควาเลนต์ระหว่างกลูโคสโมเลกุลเดี่ยว ซึ่งแสดงให้เห็นชัดเจนระหว่างพันธะไกลโคซิดิก 2 ชนิดที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของรูปแบบการแตกกิ่งของไกลโคเจน

ปรับปรุงจาก <https://www.khanacademy.org/test-prep/mcat/physical-sciences-practice/physical-sciences-practice-tut/e/the-structure-and-function-of-glycogen->

คำถามข้อที่ 1

คุณคิดว่าร่างกายมนุษย์เก็บไกลโคเจนไว้บริเวณใด และที่ใดเป็นที่ที่ดีที่สุดในการเก็บไกลโคเจน

คำถามข้อที่ 2

เพราะเหตุใดคุณจึงคิดว่าที่นั่นจึงเป็นที่ที่ดีที่สุด

ใบงาน: การทดสอบการตอบสนองของฮอร์โมนอินซูลินต่อระดับน้ำตาลในเลือด

การทดสอบความทนทานต่อน้ำตาล Oral Glucose Tolerance Test (OGTT)

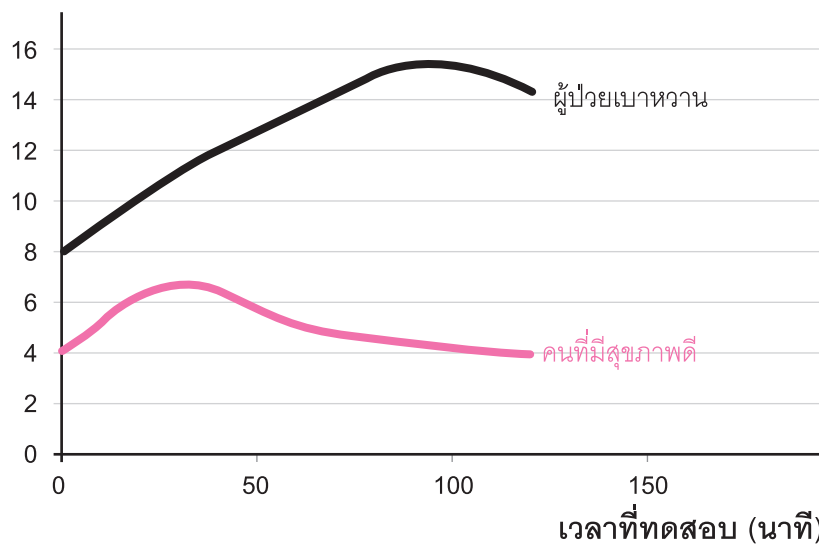
การทดสอบเลือดและปัสสาวะแบบง่ายอาจเพียงพอสำหรับการวินิจฉัยโรคเบาหวานในบางคน แต่บางคนอาจต้องทดสอบความทนทานต่อน้ำตาล (OGTT) หากการทดสอบเลือดและปัสสาวะไม่สามารถหาข้อสรุปได้

คนไข้ไม่ได้รับอนุญาตให้กินอาหารเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนการทดสอบตัวอย่างเลือดของคนไข้จะถูกนำไปวัดระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร หลังจากนั้นคนไข้จึงดื่มน้ำที่มีส่วนผสมของกลูโคส 75 กรัม ซึ่งจะดูดซึมอย่างรวดเร็ว จากนั้นจะมีการวัดระดับน้ำตาลในเลือดในอีกสองชั่วโมงถัดมา

ผู้ป่วยเบาหวาน จะมีภาวะน้ำตาลสูง (hyperglycaemic) อย่างรวดเร็วและระดับน้ำตาลในเลือดจะสูงกว่าปกติ

คนที่มีสุขภาพดี จะเก็บกักน้ำตาลส่วนเกินได้ ระดับน้ำตาลในเลือดจึงจะกลับสู่ระดับปกติ

ความเข้มข้นกลูโคส
(มิลลิโมลต่อลิตร)



ระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานจะขึ้นและคงอยู่สูงกว่าปกติ คนปกติจะควบคุมให้น้ำตาลกลับสู่ภาวะปกติ

ดัดแปลงจาก https://235.stem.org.uk/Diabetes/diabetes_16plus/diabetes_16plus4.html

คำถาม

1. อธิบายกราฟ “เบาหวาน” ที่เกี่ยวกับระดับความเข้มข้นของน้ำตาลตามช่วงเวลา

2. อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในร่างกายของ “คนที่มีสุขภาพดี” ในการลดระดับน้ำตาลในเลือด
ลงสู่ 4 มิลลิโมลต่อเลือด 1 ลิตร

3. อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในเซลล์และร่างกายของผู้ป่วยเบาหวานเมื่อทำการทดสอบนี้

ใบงาน: การทดสอบการตอบสนองของฮอร์โมนอินซูลินต่อระดับน้ำตาลในเลือด

คำถามและคำตอบ

1. อธิบายกราฟ “เบาหวาน” ที่เกี่ยวกับความเข้มข้นของกลูโคสในแต่ละเวลา

ระดับน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นสูง คือ 8 มิลลิโมล/ลิตรก่อนที่จะดื่มกลูโคส เมื่อผ่านไป 80-90 นาที ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดสูงขึ้นอย่างคงที่จนถึงประมาณ 16 มิลลิโมล/ลิตร ประมาณ 90 นาที ความเข้มข้นกลูโคสในเลือดเริ่มที่จะตกลงประมาณนาทีที่ 120 เหลือประมาณ 14 มิลลิโมล/ลิตร

2. อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในร่างกายของ “คนที่มีสุขภาพดี” ในการลดระดับน้ำตาลในเลือดลงสู่ 4 มิลลิโมลต่อเลือด 1 ลิตร

ตับอ่อนจะตรวจสอบความเข้มข้นของกลูโคสในเลือด เมื่อความเข้มข้นกลูโคสในเลือดสูง (หลังจากดื่มเครื่องดื่มกลูโคส) ตับอ่อนจะปล่อยฮอร์โมนอินซูลินออกมา อินซูลินจะทำให้ปริมาณกลูโคสที่เกินเข้าไปในเซลล์เพื่อใช้ในกระบวนการหายใจ อินซูลินยังคงทำให้กลูโคสที่เกินนี้เปลี่ยนไปเป็นไกลโคเจนเก็บสะสมไว้ในตับ

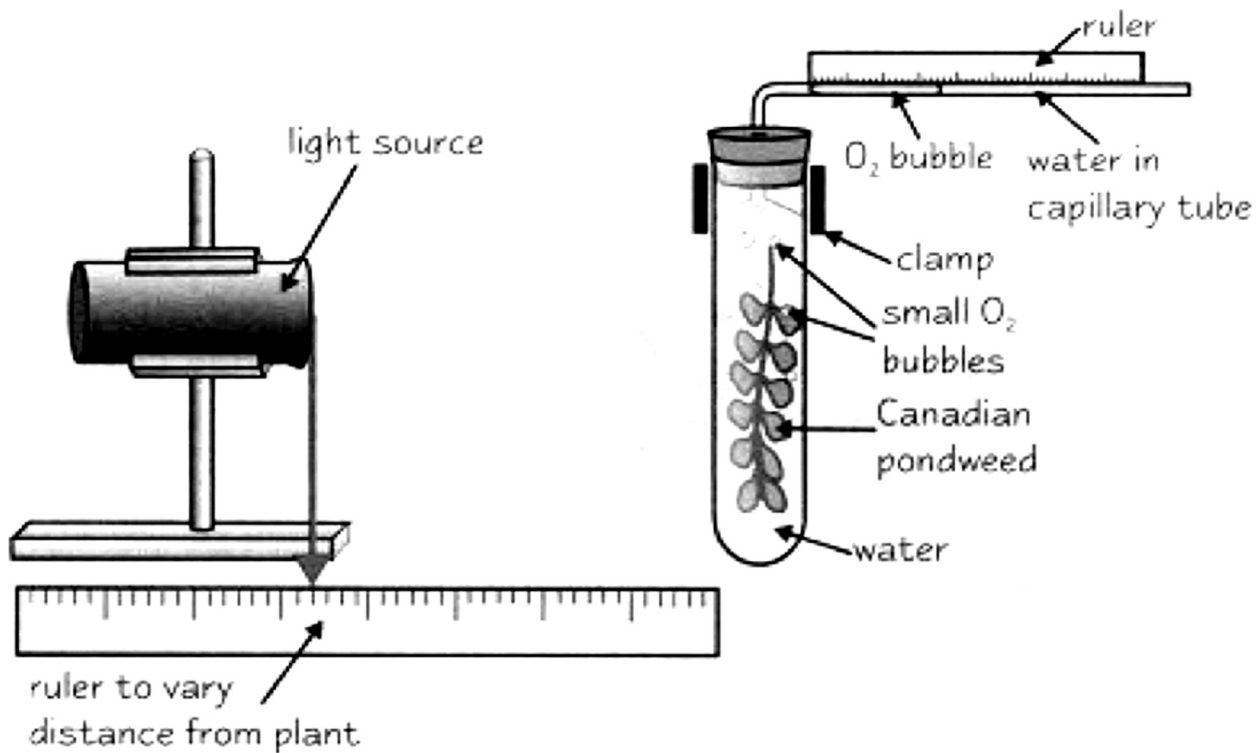
3. อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในเซลล์และร่างกายของผู้ป่วยเบาหวานเมื่อทำการทดสอบนี้

ผู้ป่วยเบาหวานไม่สามารถสร้างอินซูลินได้เพียงพอในการจับกับกลูโคสในเลือดที่เราดื่มเข้าไป เมื่อระดับกลูโคสเพิ่มสูงขึ้น ตับอ่อนไม่สามารถส่งอินซูลินออกมาได้มากพอที่จะทำให้เซลล์เปลี่ยนกลูโคสไปเป็นไกลโคเจนในร่างกายจึงต้องกำจัดกลูโคสที่เกินออกมาในระบบขับถ่ายซึ่งก็คือปัสสาวะ ผู้ป่วยเบาหวานบางท่านอาจจะขับกลูโคสออกมาทางเหงื่อด้วย



ใบความรู้เรื่อง: ความเข้มแสงที่แตกต่างกันส่งผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างไร

How do different light intensities affect the rate of photosynthesis?



หมายเหตุ: เมื่อใช้สาหร่ายจะต้องตัดลำต้นของมันในน้ำและไม่ควรจะตัดตรงปลายในอากาศ เนื่องจากฟองของแก๊สออกซิเจนจะถูกปล่อยออกมาเมื่อมีการตัดลำต้น

แผนภาพนี้แสดงอุปกรณ์ที่นักเรียนสามารถใช้ฟองแก๊สออกซิเจน และหลอดคะปิลลารีสามารถชี้แทนที่ได้ ด้วยกระบอกดูดสำหรับเก็บแก๊สขนาดเล็ก

ขณะที่นักเรียนทำการทดลอง ควรจะเริ่มจากตำแหน่งที่ให้หลอดไฟอยู่ใกล้กับสาหร่ายมากที่สุดก่อน จากนั้น จึงค่อยๆ ขยับออก

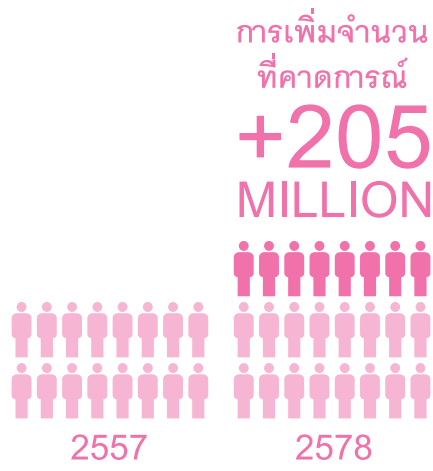
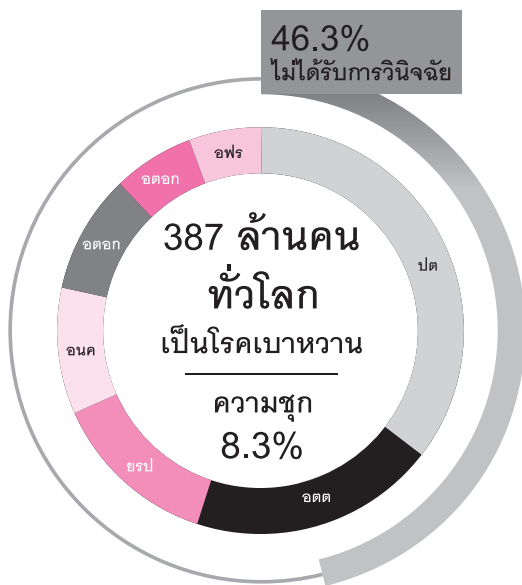
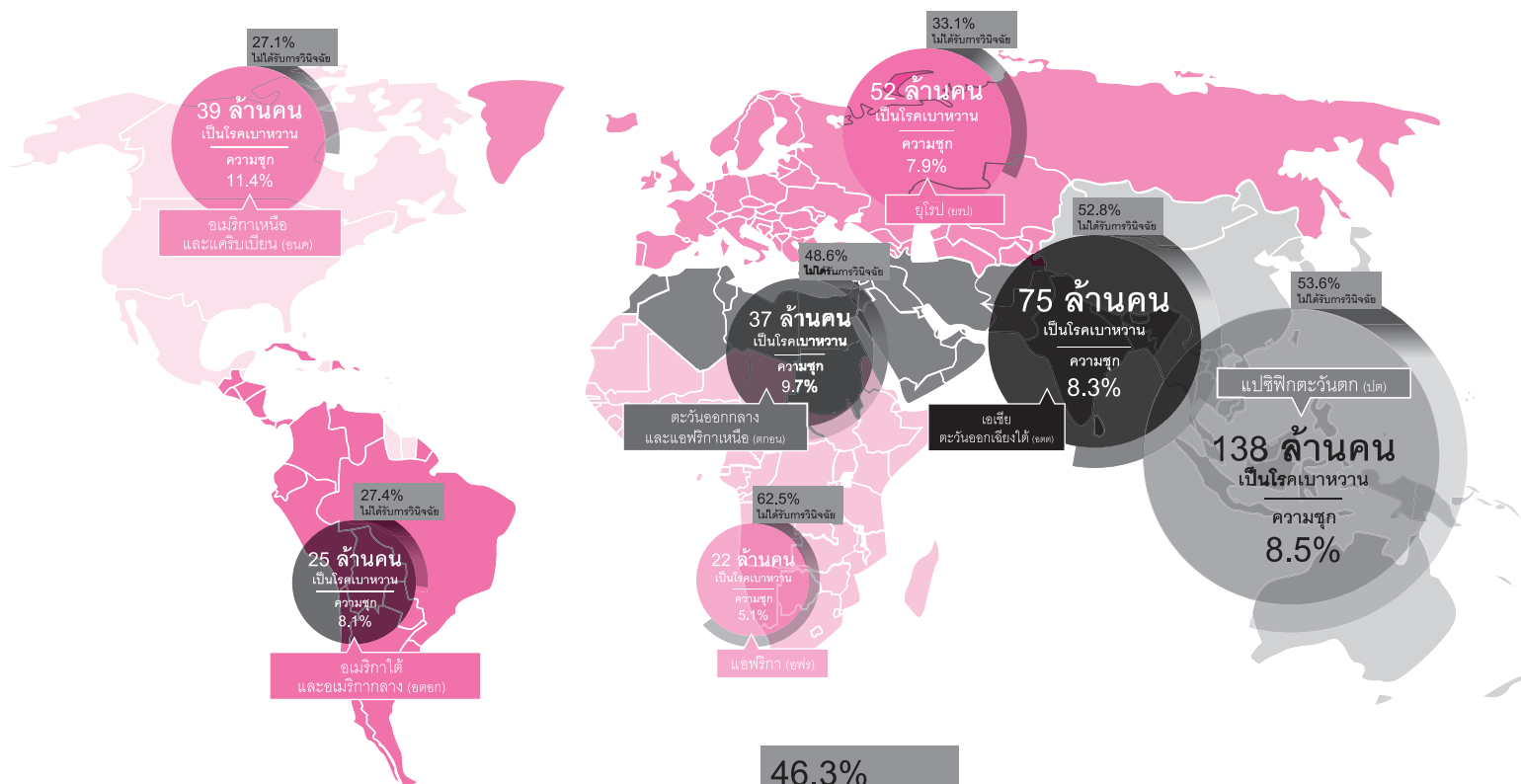
ถ้าสาหร่ายปล่อยฟองแก๊สออกซิเจนช้า ให้เติมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (โซเดียมคาร์บอเนต) ลงไปในน้ำประมาณ 1 ช้อน ซึ่งเป็นการช่วยเติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อช่วยให้สาหร่ายสังเคราะห์ด้วยแสงได้เพิ่มขึ้น

1/12
คนเป็นโรคเบาหวาน



1 การดูแลสุขภาพ
ใน **9**
ใช้ไปกับโรคเบาหวาน

ในปี 2557 ค่าใช้จ่ายจากโรคเบาหวาน
มีมูลค่าสูงถึง 612 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ



อินโฟกราฟิกเรื่อง: ผู้ป่วยโรคเบาหวานทั่วโลก World diabetes

ตารางสรุปรายประเทศ: ค่าประมาณการปี 2557

ประเทศ/พื้นที่	จำนวนผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน (ช่วงอายุ 20-79 ปี) นับเป็น 1000	จำนวนผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานที่ไม่ได้รับการวินิจฉัย (ช่วงอายุ 20-79 ปี) นับเป็น 1000	ความชุกของโรคเบาหวานในระดับประเทศ (%)	ความชุกเปรียบเทียบของโรคเบาหวาน (%)	ความตายที่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวาน (ช่วงอายุ 20-79 ปี)	ค่าใช้จ่าย/ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน* (ดอลลาร์สหรัฐ)
แอฟริกา	21,502.74	13,443.98	5.05	5.86	480,884.31	208.07
แองโกลา	184.48	84.86	1.99	2.61	4,456.86	390.74
เบนิน	66.29	49.78	1.34	1.54	1,221.41	64.50
บอตสวานา	30.59	14.07	2.72	3.9	1,118.15	657.69
บูร์กินาฟาโซ	243.18	182.59	3.2	3.72	6,264.55	73.87
บุรุนดี	195.92	147.11	4.17	4.83	4,829.10	38.21
กานูแวร์ดี	15.61	7.18	5.26	5.85	157.30	227.14
แคเมอรูน	515.28	237.03	4.9	5.92	13,821.95	108.87
สาธารณรัฐแอฟริกากลาง	150.18	112.76	6.49	7.34	3,933.98	31.15
ชาด	264.61	198.68	4.95	5.77	6,925.95	61.17
คอโมโรส	24.51	18.40	6.82	8.38	284.41	65.86
โกตดิวัวร์	490.17	225.48	4.94	5.56	11,883.88	162.43
สาธารณรัฐประชาธิปไตยคองโก	2,035.87	1,528.63	6.65	7.56	33,618.92	28.34
จิวูตี	28.15	12.95	5.67	6.36	532.56	214.95
อิเควทอเรียลกินี	20.49	10.25	5.16	6.13	436.77	2,036.62
เอริเทรีย	149.66	112.37	4.89	5.73	1,719.59	27.52
เอธิโอเปีย	2,134.99	1,603.06	4.84	5.47	34,262.16	32.73
กาบอง	78.31	36.02	9.05	10.71	1,298.68	637.62
แกมเบีย	12.88	9.67	1.56	1.96	198.03	51.08
กานา	450.02	337.89	3.34	3.8	8,528.49	148.42
กินี	218.55	164.10	3.86	4.37	3,964.69	59.19
กินี-บิสเซา	27.81	20.88	3.32	3.79	660.15	55.60

เคนยา	775.21	582.07	3.6	4.54	15,522.51	81.79
เลโซโท	39.80	18.31	3.69	4.5	1,866.80	246.59
ไลบีเรีย	68.47	51.41	3.34	3.79	1,375.42	123.21
มาดากัสการ์	361.01	271.06	3.3	3.73	5,298.43	34.45
มาลาวี	389.68	292.59	5.32	5.59	12,799.49	46.38
มาลี	85.25	64.01	1.29	1.6	1,971.74	86.52
มาริตเนีย	94.89	43.65	4.82	5.22	1,287.55	93.02
โมซัมบิก	286.10	214.82	2.47	2.82	10,103.84	73.44
นามิเบีย	65.96	30.34	5.33	6.86	1,386.41	803.53
ไนเจอร์	318.19	238.91	4.35	4.18	5,554.94	49.06
ไนจีเรีย	3,746.51	1,723.39	4.64	5.27	105,090.67	178.39
สาธารณรัฐ คองโก	112.50	51.75	5.26	5.91	2,549.26	183.78
เรอูนียง	96.21	44.26	16.63	15.39	-	-
รวันดา	299.13	224.60	5.45	6.25	5,464.11	123.80
เซาตูเม และปรินซิปี	4.79	2.20	5.03	5.88	61.72	196.22
เซเนกัล	291.98	134.31	4.4	5.14	3,474.27	95.69
เซเชลส์	7.84	3.61	12.26	11.98	90.70	661.19
เซียร์ราลีโอน	97.62	73.30	3.28	3.76	2,890.58	179.65
โซมาเลีย	290.68	218.26	6.45	7.29	5,152.57	22.53
แอฟริกาใต้	2,713.38	1,248.16	8.39	9.36	68,977.45	948.54
เซาท์ซูดาน	464.13	213.50	8.43	10.08	8,015.04	-
สวาซิแลนด์	22.64	10.41	3.55	4.33	1,378.35	473.18
โตโก	133.02	99.87	3.99	4.72	2,516.19	73.10
ยูกันดา	693.19	520.48	4.42	5.19	17,570.10	87.74
สหสาธารณรัฐ แทนซาเนีย	1,794.84	1,347.65	7.95	9.15	36,065.17	75.36
เวสเทิร์นสะฮารา	40.16	30.15	10.46	11.15	-	-
แซมเบีย	266.89	122.77	4.2	5.04	7,599.31	191.30
ซิมบับเว	605.12	454.35	8.48	9.34	16,704.11	58.61

ยุโรป	51,978.31	17,192.09	7.87	6.24	537,016.07	2,775.98
แอลเบเนีย	64.07	19.42	2.93	2.57	869.60	334.46
อันดอร์รา	4.44	1.51	7.44	5.35	31.02	3,524.26
อาร์มีเนีย	58.28	17.67	2.78	2.58	1,026.17	216.20
ออสเตรีย	573.89	195.15	8.97	6.29	4,335.31	6,137.21
อาเซอร์ไบจาน	156.49	47.45	2.39	2.56	2,395.19	630.62
เบลารุส	445.96	135.22	6.3	5.07	7,540.95	429.41
เบลเยียม	506.93	172.38	6.33	4.66	4,075.74	5,678.98
บอสเนียและ เฮอร์เซโกวีนา	343.24	104.07	12.01	9.6	3,335.80	523.72
บัลแกเรีย	402.79	122.13	7.27	5.04	6,299.21	611.64
หมู่เกาะแคนเนล	9.04	3.07	7.36	5.39	-	-
โครเอเชีย	219.65	74.69	6.86	5.52	2,106.76	1,060.64
ไซปรัส	87.06	29.61	10.24	9.26	488.10	2,295.60
สาธารณรัฐเช็ก	729.01	247.90	8.87	6.59	7,264.00	1,669.56
เดนมาร์ก	337.39	114.73	8.3	6.05	3,098.14	7,505.37
เอสโตเนีย	73.13	24.87	7.65	5.65	932.17	1,198.29
หมู่เกาะแฟโร	2.83	0.96	7.77	5.38	-	-
ฟินแลนด์	352.64	119.91	8.9	5.77	2,893.93	4,824.07
ฝรั่งเศส	3,241.34	1,102.22	7.17	5.16	26,182.96	5,600.24
จอร์เจีย	97.61	29.60	3.11	2.55	1,542.48	444.01
เยอรมนี	7,279.35	2,475.34	11.52	7.93	59,542.78	4,943.62
กรีซ	585.39	199.06	7.04	4.81	4,735.19	2,354.47
ฮังการี	565.40	171.43	7.51	5.94	7,383.39	1,158.60
ไอซ์แลนด์	9.21	3.13	4	3.2	59.93	5,207.42
ไอร์แลนด์	207.64	70.61	6.41	5.37	1,528.53	4,977.38
อิสราเอล	309.12	105.12	6.43	5.46	2,300.33	3,294.68
อิตาลี	3,515.80	1,195.55	7.71	4.93	23,061.94	3,371.23
คาซัคสถาน	536.40	162.64	4.92	5.01	9,927.87	817.41
คีร์กีซสถาน	169.59	84.79	5.08	6.3	2,786.09	135.08
ลัตเวีย	104.04	35.38	6.74	4.98	1,240.91	954.66
ลิทัวเนีย	2.13	0.73	7.8	5.4	13.41	-

ลิทัวเนีย	109.48	37.23	4.84	3.82	1,704.33	1,098.05
ลักเซมเบิร์ก	22.40	7.62	5.77	4.53	169.78	9,423.69
มอลตา	35.22	11.98	10.69	7.33	269.39	2,113.78
มอลโดวา (สาธารณรัฐ)	74.69	22.65	2.87	2.52	1,361.85	333.04
โมนาโก	2.15	0.73	7.69	5.35	14.33	7,711.76
มอนเตเนโกร	53.83	16.32	12	9.82	636.35	-
เนเธอร์แลนด์	886.70	301.52	7.24	5	7,203.56	6,943.11
นอร์เวย์	249.20	84.74	6.93	5.24	1,657.68	11,144.28
โปแลนด์	2,049.06	696.78	7.08	5.63	20,535.28	1,061.83
โปรตุเกส	1,042.39	354.47	13.09	9.59	7,994.34	2,011.88
โรมาเนีย	1,530.25	463.97	9.28	7.99	17,285.55	490.64
สหพันธรัฐรัสเซีย	6,762.51	2,299.59	6.23	5.03	123,483.18	1,120.69
ซานมารีโน	1.75	0.60	7.43	5.35	12.21	4,370.14
เซอร์เบีย	844.08	255.92	11.96	9.75	9,965.88	666.93
สโลวาเกีย	387.26	131.69	9.28	7.21	4,892.20	1,633.93
สโลวีเนีย	158.81	54.00	10.03	7.17	1,433.85	2,183.93
สเปน	3,704.07	1,259.57	10.58	7.85	24,427.96	3,090.59
สวีเดน	426.80	145.13	6.14	4.51	2,929.02	6,308.58
สวิตเซอร์แลนด์	438.05	148.96	7.18	5.63	2,486.90	10,592.28
ทาจิกิสถาน	202.82	101.41	4.54	6.44	2,617.81	96.09
อดีตสาธารณรัฐ ยูโกสลาฟ มาซิโดเนีย	180.18	54.63	11.44	9.76	1,914.24	403.05
ตุรกี	7,227.45	2,191.36	14.71	14.84	59,755.22	895.00
เติร์กเมนิสถาน	133.87	40.59	4.08	5.01	2,540.03	219.53
ยูเครน	1,099.86	333.48	3.17	2.58	20,486.38	377.12
สหราชอาณาจักร	2,452.83	834.09	5.38	3.9	21,406.14	4,466.07
อุซเบกิสถาน	912.73	276.74	5.1	6.43	12,834.68	166.09

ตะวันออกกลาง และแอฟริกาเหนือ	36,790.04	17,862.20	9.72	11.26	362,819.53	457.89
อัฟกานิสถาน	805.22	402.61	6.15	8.07	18,513.73	101.75
แอลจีเรีย	1,649.07	824.54	6.54	7.29	14,043.57	422.87
บาห์เรน	170.57	69.42	17.53	21.87	820.11	1,195.52
อียิปต์	7,593.27	3,796.64	15.42	16.56	72,371.82	213.20
อิหร่าน (สาธารณรัฐ อิสลาม)	4,581.61	2,290.80	8.64	10.01	38,078.83	721.97
อิรัก	1,291.21	645.61	7.55	9.6	17,773.35	399.90
จอร์แดน	378.26	189.13	8.89	11.45	3,111.45	638.74
คูเวต	424.04	172.59	17.87	23.13	1,232.25	1,949.05
เลบานอน	494.29	247.14	14.36	14.92	6,358.10	834.29
ลิเบีย	326.82	163.41	8.54	9.79	2,701.96	908.04
โมร็อกโก	1,552.17	776.08	7.45	7.88	9,517.58	289.25
โอมาน	220.64	89.80 8.16	14.49	1,220.17	1,068.50	
ปากีสถาน	6,943.79	3,471.89	6.8	7.93	87,547.56	55.75
กาตาร์	303.72	123.62	16.28	19.78	643.37	2,748.23
ซาอุดีอาระเบีย	3,806.37	1,549.19	20.52	23.9	25,526.76	1,067.32
รัฐปาเลสไตน์	140.87	70.43	6.58	9.16	-	-
ซูดาน	3,007.55	1,503.78	16.15	17.91	39,226.63	180.86
สาธารณรัฐ อาหรับซีเรีย	875.71	437.85	7.4	8.79	8,013.46	181.16
ตูนิเซีย	704.35	352.18	9.33	9.41	5,122.80	418.55
สหรัฐ อาหรับเอมิเรตส์	803.94	327.20	10.68	19.02	1,335.08	1,967.44
เยเมน	716.57	358.28	5.96	8.25	9,660.95	131.29
อเมริกาเหนือ และแคริบเบียน	38,832.42	10,511.56	11.45	9.9	297,223.33	7,983.95
แองกวิลลา	1.22	0.30	13.15	12.62	-	-
แอนติกา และบาร์บูดา	7.94	2.20	13.43	13.08	94.99	927.62

อารุบา	12.08	3.35	16.24	13.03	-	-
บาฮามาส	34.87	9.66	13.14	12.84	344.94	2,180.91
บาร์เบโดส	30.53	8.46	14.78	12.35	269.98	1,141.45
เบลีซ	25.47	6.37	13.52	15.88	261.53	404.45
เบอร์มิวดา	6.90	1.91	14.94	12.77	-	-
หมู่เกาะบริติช เวอร์จิน	2.37	0.59	12.96	12.62	-	-
แคนาดา	3,033.63	840.62	11.62	9.41	17,923.48	6,741.48
หมู่เกาะเคย์แมน	5.02	1.39	13.24	12.77	-	-
กือราเซา	18.23	5.05	15.9	12.82	-	-
ดอมินีกา	5.31	1.33	11.47	10.99	47.72	543.35
เกรเนดา	5.55	1.39	8.39	9.22	81.87	718.23
กัวเดอลุป	25.18	6.29	7.94	6.33	-	-
กายอานา	61.76	15.44	14.26	15.84	1,025.30	372.02
เฮติ	318.26	93.57	5.61	6.7	6,313.72	91.06
จาเมกา	183.82	45.96	10.76	10.53	1,828.49	460.98
มาร์ตีนิก	45.67	12.65	16.08	12.82	-	-
เม็กซิโก	9,018.62	2,254.65	11.92	12.63	68,659.76	892.53
มอนต์เซอร์รัต	0.45	0.12	13.74	13.06	-	-
เซนต์คิตส์ และเนวิส	4.64	1.28	13.21	12.55	58.67	1,120.01
เซนต์ลูเชีย	10.23	2.56	8.51	8.31	93.24	794.52
เซนต์วินเซนต์ และเกรนาดีนส์	6.99	1.75	9.91	9.95	87.10	493.92
ซินต์มาร์เติน (ส่วนของดัทช์)	3.90	1.08	13.23	12.77	-	-
ซูรินาม	36.74	9.19	10.74	10.83	463.08	762.50
ตรินิแดดและ โตเบโก	135.59	37.57	14.17	13.09	1,461.09	1,238.60
สหรัฐอเมริกา	25,779.34	7,143.46	11.39	9.39	198,208.37	10,902.17
หมู่เกาะเวอร์จิน ของสหรัฐอเมริกา	12.10	3.35	16.24	12.1	-	-

อเมริกาใต้ และอเมริกากลาง	24,793.30	6,782.99	8.11	8.18	219,050.30	1,155.66
อาร์เจนตินา	1,626.07	451.72	5.97	5.65	15,220.51	1,422.73
โบลิเวีย (รัฐพหุชนชาติ แห่งโบลิเวีย)	371.09	103.09	6.3	7.28	4,694.31	252.08
บราซิล	11,623.32	3,228.96	8.68	8.7	116,382.56	1,527.57
ชิลี	1,513.41	325.53	12.32	11.19	8,956.43	1,427.04
โคลอมเบีย	2,191.92	608.92	7.17	7.26	14,168.18	805.03
คอสตาริกา	305.73	84.93	9.27	9.5	1,590.15	1,364.45
คิวบา	702.39	195.12	8.37	6.7	5,920.69	704.68
สาธารณรัฐ โดมินิกัน	669.86	186.09	10.74	11.35	7,888.33	466.05
เอกวาดอร์	544.39	151.23	5.71	5.91	4,540.90	562.53
เอลซัลวาดอร์	386.79	107.45	10.55	11.75	3,675.70	377.29
เฟรนช์เกียนา	12.11	3.37	8.16	8.54	-	-
กัวเตมาลา	679.99	188.90	8.93	10.84	7,964.67	385.38
ฮอนดูรัส	420.78	116.89	9.53	11.69	2,774.20	319.71
นิการากัว	356.10	98.92	10.32	12.45	3,166.62	221.27
ปานามา	202.16	56.16	8.36	8.54	1,396.92	1,096.20
ปารากวัย	243.78	67.72	6.2	7	2,242.00	658.24
เปรู	1,143.59	317.69	6.1	6.54	7,650.27	523.53
เปอร์โตริโก	397.13	110.05	15.5	12.98	-	-
อุรุกวัย	150.26	32.32	6.58	5.76	1,040.09	1,742.08
เวเนซุเอลา (สาธารณรัฐ โบลีเวีย แห่งเวเนซุเอลา)	1,252.44	347.93	6.58	6.86	9,777.78	935.45

เอเชียใต้และเอเชียตะวันออก	74,957.00	39,581.63	8.33	8.83	1,185,208.36	92.17
บังกลาเทศ	5,982.18	2,979.12	6.34	6.89	111,371.48	42.59
ภูฏาน	23.39	12.42	4.94	5.83	124.36	149.99
อินเดีย	66,846.88	35,495.69	8.63	9.11	1,039,980.44	94.96
มัลดีฟส์	17.05	9.05	7.97	9.41	108.51	869.63
มอริเชียส	209.71	111.36	23.5	21.15	2,460.75	485.03
เนปาล	700.74	348.97	4.58	4.96	14,778.47	60.00
ศรีลังกา	1,177.05	625.01	8.32	7.8	16,384.35	122.57
แปซิฟิกตะวันตก	137,813.47	73,837.24	8.45	7.89	1,821,496.24	732.91
ออสเตรเลีย	859.19	463.53	5.14	4.08	4,962.91	7,931.05
บรูไน	21.57	11.64	7.69	8.03	224.87	1,384.01
ดารุสซาลาม						
กัมพูชา	229.42	144.63	2.56	2.96	5,534.27	88.13
จีน	96,288.03	51,273.38	9.32	8.64	1,205,922.56	421.32
หมู่เกาะคุก	3.12	1.68	25.44	25.54	11.34	637.94
สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนเกาหลี	1,163.48	733.46	6.68	6.15	27,890.18	-
ฟีจี	58.77	31.30	10.71	10.88	1,053.34	263.29
เฟรนช์โปลินีเซีย	47.16	25.44	24.83	24.42	-	-
กวม	22.61	12.20	21.13	20.05	-	-
เขตบริหารพิเศษฮ่องกง (จีน)	568.38	306.64	9.92	7.66	-	1,811.37
อินโดนีเซีย	9,116.03	4,854.29	5.81	6.03	175,936.01	174.71
ญี่ปุ่น	7,212.05	3,890.90	7.6	5.12	64,714.52	4,908.07
คิริบาส	14.22	7.57	23.89	26.43	145.15	246.04
สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	149.28	94.11	4.06	5.03	3,709.74	74.24
เขตบริหารพิเศษมาเก๊า (จีน)	43.08	23.24	9.33	8.63	-	1,026.77

มาเลเซีย	3,225.17	1,717.40	16.61	17.64	34,421.92	565.35
หมู่เกาะ มาร์แชลล์	11.85	6.31	37.37	37.06	229.16	654.27
ไมโครนีเชีย (สหพันธรัฐ)	16.64	8.86	30.75	36.3	170.35	516.00
มองโกเลีย	133.75	71.22	7.27	7.5	2,961.76	336.88
พม่า	2,050.98	1,292.94	5.79	6.14	60,517.69	30.87
นาอูรู	1.42	0.76	23.47	23.27	21.71	722.50
นิวแคลิโดเนีย	37.61	20.29	21.34	20.06	-	-
นิวซีแลนด์	384.32	207.34	12.14	9.9	2,326.36	3,883.23
นีอูเอ	0.10	0.05	13.11	13.4	0.75	1,819.96
ปาเลา	2.38	1.27	18.72	18.46	27.12	1,289.47
ปาปัวนิวกินี	200.94	107.00	5.22	6.33	4,932.38	209.04
ฟิลิปปินส์	3,273.59	1,743.18	5.89	6.71	53,548.95	205.50
สาธารณรัฐ เกาหลี	2,767.69	1,493.17	7.33	5.97	27,804.63	2,144.39
ซามัว	6.98	3.72	7.16	7.64	160.80	429.32
สิงคโปร์	533.63	287.89	12.83	10.79	4,246.69	2,858.02
หมู่เกาะ โซโลมอน	37.93	20.20	13.51	16.12	495.33	236.73
ไต้หวัน	1,757.05	947.93	9.92	8.3	-	1,219.33
ไทย	4,175.55	2,223.48	8.45	7.36	84,347.71	285.43
ติมอร์-เลสเต	26.20	13.95	5.6	6.76	589.60	105.23
โตเกเลา	0.22	0.12	29.81	29.64	-	-
ตองกา	7.41	3.95	13.79	14.76	110.49	360.78
ตูวาลู	0.90	0.48	15.35	15.33	15.73	801.34
วานูอาตู	28.63	15.24	21	23.71	356.47	165.06
เวียดนาม	3,336.12	1,776.49	5.33	5.71	54,105.77	149.89
โลก	386,667.28	179,211.69	8.33	8.19	4,903,698.14	1,583.31

คำนิยาม

ความชุก

คือสัดส่วนของคนจากจำนวนประชากรทั้งหมดที่เป็นโรคหรือเจ็บป่วย ณ เวลาหนึ่ง (อาจเป็นจุดหนึ่งของเวลาหรือระยะเวลาหนึ่ง)

ความชุกเปรียบเทียบ

คำนวณโดยใช้สมมติฐานว่าทุกประเทศและทุกพื้นที่มีประชากรอายุเดียวกันซึ่งตรงกันกับข้อมูลอายุของจำนวนประชากรโลก ความชุกเปรียบเทียบควรใช้ในการเปรียบเทียบประเทศและพื้นที่ และไม่ควรใช้ในการประเมินสัดส่วนที่แท้จริงของคนที่เป็นโรคเบาหวานในประเทศหรือพื้นที่

ความชุกระดับประเทศหรือพื้นที่

บ่งชี้ค่าร้อยละที่แท้จริงของจำนวนประชากรที่เป็นโรคเบาหวานในแต่ละประเทศหรือแต่ละพื้นที่ เหมาะสำหรับการประเมินภาวะโรคเบาหวานของแต่ละประเทศหรือพื้นที่ แต่ไม่เหมาะสำหรับการเปรียบเทียบประเทศหรือพื้นที่ที่มีโครงสร้างอายุต่างกัน

ตัวเลขที่รายงานทั้งหมดสื่อถึงประชากรผู้ใหญ่ที่อายุระหว่าง 20-79 ปี

หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติม

เชิญชมรายละเอียดที่ www.idf.org/diabetesatlas หรือสแกน QR code สำหรับ app ที่ใช้กับ iPad ได้

* ค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายเพื่อการดูแลสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวานต่อผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานรายคน คิดเป็นดอลลาร์สหรัฐ

บัตรคำเรื่อง: สาเหตุของเบาหวาน

Causes of diabetes

สาเหตุของโรคเบาหวาน – บัตรคำ

รับประทานน้ำตาล มากเกินไป	รับประทานไขมัน มากเกินไป
พันธุกรรม	ดื่มน้ำมากเกินไป
รับประทานผลไม้ มากเกินไป	มีงานอดิเรกเป็น การสร้างกล้ามเนื้อ (bodybuilding)
มีพ่อเป็น เบาหวานชนิดที่ 1	มีพ่อหรือแม่ ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2
ดื่มแอลกอฮอล์ มากเกินไป	ใช้ยาผิดกฎหมาย
รับประทานข้าว มากเกินไป	รับประทานผลไม้หรือผัก ไม่เพียงพอ
ดื่มน้ำ ทำงานหนักหรือ ทำงานได้ไม่ดี	ดื่มน้ำ ทำงานได้ไม่ดี
เป็นโรคอ้วน	เป็นโรคอะนารีออกเซีย (โรคผอม)
ผลิตอินซูลิน มากเกินไป	ผลิตฮอร์โมนกลูคาγον มากเกินไป
ผลิตอินซูลิน ไม่เพียงพอ	ผลิตอะดรีนาลิน มากเกินไป
ผลิตฮอร์โมนกลูคาγον ไม่เพียงพอ	ผลิตอะดรีนาลิน ไม่เพียงพอ

ใบความรู้เรื่อง: การสร้างแบบสอบถาม

Developing a questionnaire

การสร้างแบบสอบถาม

งานที่ 1 – คิดเกี่ยวกับแบบสอบถาม

ก่อนที่จะสร้างแบบสอบถามขึ้นมา นักเรียนต้องคิดก่อนว่าต้องการหาข้อมูลอะไรและจะถามใคร นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาด้วยว่าควรถามคำถามประเภทใดเพื่อจะได้ข้อมูลที่นักเรียนต้องการ

ในการสร้างแบบสอบถาม สิ่งสำคัญคือการตัดสินใจเลือกประเภทของคำถามเพื่อจะได้รับข้อมูลในแบบที่ต้องการ

- หากถามคำถามแบบปลายเปิด- ผู้ตอบคำถามจะต้องเขียนหรือบอกคำตอบนั้น แบบสอบถามที่ใช้คำถามแบบปลายเปิดจะทำให้ได้รับคำตอบที่มีรายละเอียดมาก แต่ก็ยากที่จะนำข้อมูลมาเรียบเรียงเปรียบเทียบ นำเสนอ วิเคราะห์ และหาข้อสรุป คำถามแบบปลายเปิดผู้ตอบคำถามสามารถให้คำตอบในแบบลายลักษณ์อักษรหรือปากเปล่าก็ได้
- หากถามคำถามแบบปลายปิด- ผู้ตอบจะต้องเลือกตอบว่า ใช่ /ไม่ใช่ หรือ จริง/ไม่จริง หรือเลือกจากตัวเลือกที่มีให้ (แบบทดสอบแบบเลือกตอบ) หรือเรียงลำดับข้อความ แบบสอบถามที่เป็นคำถามแบบปลายปิดจะให้ข้อมูลที่มีรายละเอียดน้อย แต่ง่ายในการนำข้อมูลมาเรียบเรียงเปรียบเทียบ นำเสนอ วิเคราะห์ และหาข้อสรุป คำถามแบบปิดจะให้ข้อมูลที่เป็นตัวเลข

งานที่ 2 – การร่างคำถาม

ตัวอย่าง: อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มว่าจะใช้แบบสอบถามอย่างไรเพื่อทราบความคิดเห็นของผู้อื่นเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ได้อย่างดีที่สุด

- นักเรียนต้องการรู้ข้อมูลอะไร
- นักเรียนจะถามอะไร
- นักเรียนจะถามคำถามประเภทใด เพราะอะไร
- หากนักเรียนถามคำถามแบบปลายปิด:

- นักเรียนจะใช้ระดับตัวเลขอย่างไร นักเรียนจะมีตัวเลขตรงกลางหรือไม่ เพราะเหตุใด
- นักเรียนจะใช้การเรียงลำดับข้อความอย่างไร? การทำเช่นนี้จะเป็นประโยชน์ในตอนที่

ในกลุ่มของนักเรียนช่วยกันร่างคำถาม 15 – 20 ข้อที่จะนำไปใช้ในแบบสอบถามเพื่อถามความคิดเห็นของผู้อื่นเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์

งานที่ 3 – การเขียนแบบสอบถาม

เมื่อร่างคำถาม 15 - 20 ข้อแล้วพิมพ์คำถามเหล่านั้นในรูปแบบที่อ่านง่ายเพื่อให้ผู้ตอบสามารถตอบได้อย่างสะดวก อาจดูตัวอย่างจากแบบสอบถามในอินเทอร์เน็ตหรือผู้สอนอาจจะมีตัวอย่างให้เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนรู้วิธีวางรูปแบบอย่างถูกต้อง ทำสำเนาไว้สำหรับผู้ตอบแบบสอบถามประมาณ 40-50 ฉบับ

งานที่ 4 – การใช้แบบสอบถาม

เลือกผู้ตอบแบบสอบถาม 40 – 50 คนจากกลุ่มผู้ฟังที่เลือก ในแต่ละกลุ่มช่วยกันนับและเรียบเรียงข้อมูลที่รวบรวมได้ นำข้อมูลที่ได้จากแต่ละข้อมารวมกันไว้ในแบบสอบถามเปล่าหนึ่งฉบับ

- นักเรียนเคยเห็นข้อมูล ข้อความ และตัวเลขเช่นนี้แสดงอยู่ในที่ใดมาก่อนหรือไม่ ข้อมูลเหล่านั้นมาจากหัวข้อเรื่องใดหรือบริบทใด?
- นักเรียนจะแสดงแนวโน้มต่างๆ ของข้อมูลได้อย่างไร นักเรียนจะรู้ได้อย่างไร
- นักเรียนจะใช้กราฟหรือแผนภูมิประเภทใดเพราะอะไร
- นักเรียนจะนำเสนอข้อมูลทางสถิติและข้อมูลที่เป็นเนื้อหาที่รวบรวมมาได้ได้อย่างไร
- วิธีการที่ดีที่สุดสำหรับคำถามแต่ละข้อคืออะไร เพราะเหตุใด

งานที่ 5 – การนำเสนอสิ่งที่ค้นพบ

นักเรียนตัดสินใจว่าจะนำเสนอข้อมูลที่เป็นเนื้อหา และข้อมูลตัวเลขที่รวบรวมจากคำถามแต่ละข้ออย่างไร และจัดบันทึกไว้ในแบบสอบถามเปล่า

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดบทบาทให้สมาชิกในกลุ่มแต่ละคน เพื่อจะได้หาข้อสรุปและบันทึกข้อสรุปนั้นๆ

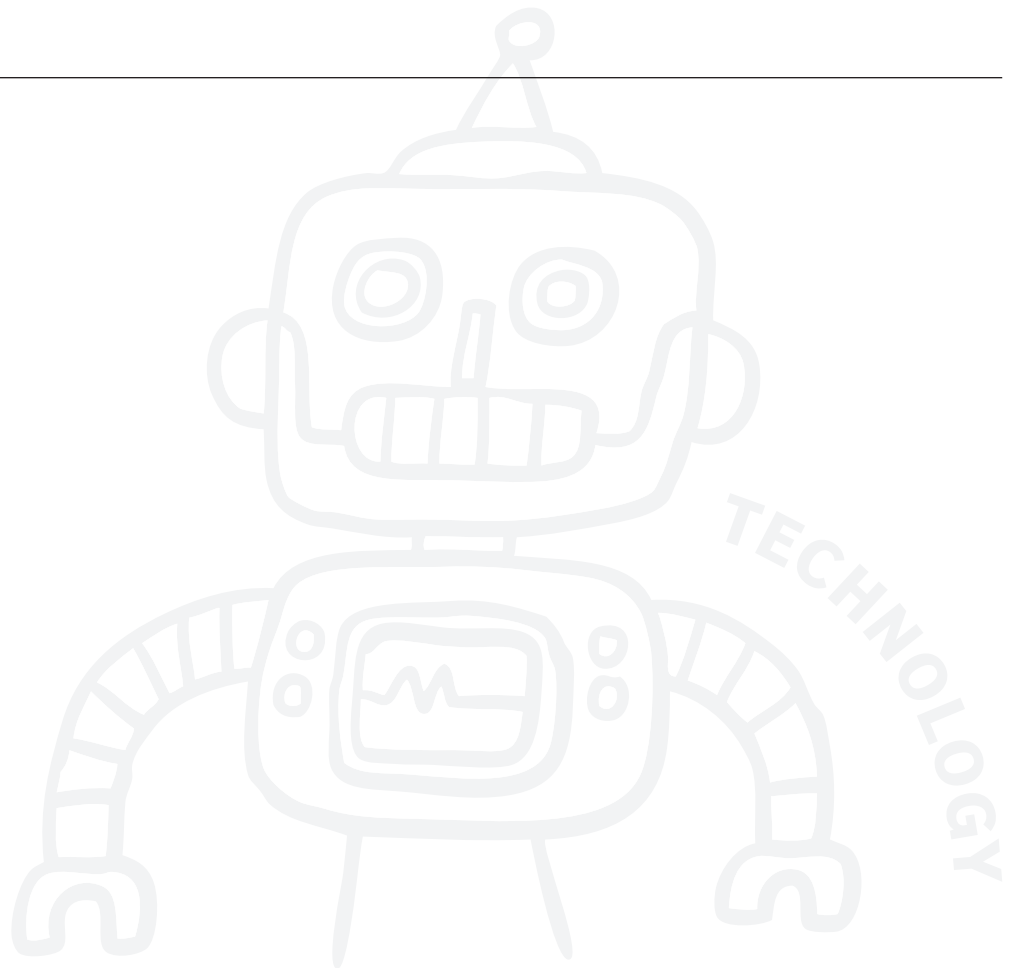
- สมาชิกหนึ่งคนหรือสองคนใดในกลุ่ม จะทำหน้าที่นำเสนอข้อมูลที่ค้นพบ
- นักเรียนจะเรียงลำดับการนำเสนอข้อมูลต่างๆ อย่างไร
- การนำเสนอแต่ละเรื่องควรอยู่ในลำดับใด และเพราะอะไร
- มีคำถามข้อใดทำให้นักเรียนได้ข้อมูลที่ไม่อาจนำมาใช้งานได้หรือไม่ เพราะเหตุใด นักเรียนจะปรับปรุงคำถามเหล่านี้ได้อย่างไร เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์

งานที่ 6 – การสรุปสิ่งที่ค้นพบ

ทำสรุปย่อเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนค้นพบ อภิปรายร่วมกับสมาชิกในกลุ่มว่าสิ่งที่ค้นพบนี้บอกอะไรกับตนเองบ้าง พิจารณาข้อค้นพบจากแต่ละคำถามตามลำดับ

- สิ่งนี้บอกอะไรกับเรา เรารู้ได้อย่างไร เราควรเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์นี้ อย่างไร เพราะเหตุใด

เตรียมการนำเสนอข้อมูลเพื่ออธิบายว่านักเรียน จะเปลี่ยนแปลงแนวคิดในการทำสิ่งประดิษฐ์จักรยาน อย่างไร เพราะอะไร การเตรียมตัวเพื่อนำเสนอให้กับ สมาชิกในชั้นเรียน นักเรียนแต่ละกลุ่มมีเวลาเพียงสองนาที เพราะฉะนั้นนักเรียนควรแน่ใจว่าจะนำเสนอเฉพาะ ประเด็นที่สำคัญที่สุดเท่านั้น



ใบความรู้เรื่อง: สิ่งประดิษฐ์จากกุ๊กกิล

Google invention

Google invention

สิ่งประดิษฐ์จากกุ๊กกิล

วิธีการรักษาโรคเบาหวานล่าสุด คือ การหมั่นตรวจสอบสุขภาพอย่างต่อเนื่อง เช่น การตรวจสอบกลูโคสต่อเนื่อง Continuous glucose monitoring (CGM) ตัวอย่างที่ชัดเจนคือข้อเสนอล่าสุดของกุ๊กกิลที่จะให้มีเซนเซอร์ที่วางปลุกถ่ายเข้าไปในคอนแทคเลนส์เพื่อค้นหาระดับกลูโคสในน้ำตาและส่งต่อข้อมูลนั้นไปยังป๊ิมในร่างกายของคนไข้ ป๊ิมจะคิดอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนที่หายไป

ในระดับที่จำเป็น เครื่องมือนี้ช่วยให้ไม่ต้องทดสอบเลือดทุกวันและไม่ต้องฉีดยาซึ่งจำเป็นต่อโรคเบาหวานบางชนิด ปัญหาโรคเบาหวานจะสามารถแก้ไขได้ด้วยคอนแทคเลนส์จริงหรือ



ดัดแปลงจาก <http://pulse.embs.org/may-2014/biosensors-diabetes/>

คู่มือการสอนสำหรับครู

ภาคผนวก 1: บทบรรยายวิดิทัศน์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

กิจกรรม	ลิงค์	ช่วงหยุดภาพ เพื่อพูดคุย
กิจกรรมที่ 16: การพัฒนาพืชผล การเกษตรจะเป็นอย่างไรในอนาคต	This computer will grow your food in the future คอมพิวเตอร์เครื่องนี้จะสร้างอาหารให้คุณในอนาคต https://www.ted.com/talks/caleb_harper_this_computer_will_grow_your_food_in_the_future	1:42, 2:25, 2:57, 3:13, 3:39, 4:27, 5:48, 6:30, 7:34, 8:23, 8:47, 10:46, 11:46, 13:24, 14:40

Food crisis. It's in the news every day. But what is it?
 วิกฤติอาหาร เป็นสิ่งที่พบในข่าวเป็นประจำทุกวัน
 แต่มันคืออะไรกันครับ

Some places in the world it's too little food, maybe
 too much. Other places, GMO is saving the world.
 Maybe GMO is the problem.
 บางแห่งในโลกนี้มีอาหารน้อยเกินไป บางที่ก็มากเกินไป
 บางแห่ง GMO (พืชตัดต่อพันธุกรรม) เข้ามาช่วยโลก
 บางที่ GMO นั้นแหละที่เป็นตัวปัญหา

Too much agricultural run-off creating bad oceans,
 toxic oceans, attenuation of nutrition, they go on
 and on.
 น้ำทิ้งจากกิจกรรมทางการเกษตรที่มากเกินไป ทำให้เกิด
 ความเสียหายกับมหาสมุทร เกิดสารพิษในมหาสมุทร และ
 การลดลงของธาตุอาหาร พวกมันเกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า

And I find the current climate of this discussion
 incredibly disempowering. So how do we bring
 that to something that we understand?
 และผมพบว่าบรรยากาศการอภิปรายเรื่องนี้ไม่ค่อยจะ
 ได้รับการสนับสนุน ดังนั้นเราจะทำให้มันเป็นเรื่องที่
 พวกเขาเข้าใจได้อย่างไรดี

How is this apple food crisis? You've all eaten
 an apple in the last week, I'm sure. How old do you
 think it was from when it was picked?

แอปเปิ้ลนี้เป็นวิกฤติการณ์อาหารอย่างไร อาทิตยที่ผ่าน
 มาผมเชื่อว่าทุกคนต้องได้กินแอปเปิ้ลกันมาแล้ว ผมมั่นใจ
 คุณคิดว่ามันมีอายุมากี่วันแล้วหลังจากที่เก็บมาจากต้น

Two weeks? Two months? Eleven months -- the
 average age of an apple in a grocery store in the
 United States. And I don't expect it to be much
 different in Europe or anywhere else in the world.
 สองสัปดาห์? สองเดือน? สิบเอ็ดเดือน -- อายุเฉลี่ยของ
 แอปเปิ้ลที่ร้านของชำในสหรัฐอเมริกา และผมคาดว่ามัน
 ก็คงจะไม่ต่างไปมากเท่าไรจากในยุโรปหรือที่อื่นๆ ในโลก

We pick them, we put them in cold storage, we gas
 the cold storage. There's actually documented to
 proof of workers trying to go into these environments
 to retrieve an apple, and dying, because the
 atmosphere that they slow down the process of the
 apple with is also toxic to humans.

เราเก็บมันจากต้น เก็บมันไว้ในห้องเย็น และรมแก๊สไปใน
 ห้องเย็น -- มีหลักฐานที่พิสูจน์ว่า มีคนงานพยายามเข้าไป
 ในนั้น เพื่อขโมยแอปเปิ้ลออกมา และเสียชีวิต เพราะว่า
 สภาพแวดล้อมในนั้น ที่พวกเขาทำให้กระบวนการสุก
 ของแอปเปิ้ลช้าลง ซึ่งมันเป็นพิษต่อมนุษย์

How is it that none of you know this? Why didn't I know this? Ninety percent of the quality of that apple --all of the antioxidants -- are gone by the time we get it. It's basically a little ball of sugar. How did we get so information poor and how can we do better?

ทำไมไม่มีพวกคุณรู้เรื่องนี้กันเลยสักคน ทำไมผมถึงไม่รู้เรื่องนี้ แก้วลิปเปอร์เซ็นต์ของคุณภาพของแอปเปิ้ลนั้น สารต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดหมดไปแล้วตอนที่ถึงมือคุณ มันกลายเป็นแค่น้ำตาลลูกกลมๆ แล้วเราได้รับทราบข้อมูลมาแค่น้อยนิดแบบนี้ได้อย่างไร แล้วเราจะทำยังไงให้เรื่องนี้มันดีขึ้นได้บ้าง

I think what's missing is a platform. I know platforms. I know computers, they put me on the Internet when I was young. I did very weird things. On this platform, but I met people, and I could express myself.

ผมคิดว่าที่มันขาดหายไปก็คือ พื้นที่สาธารณะ ผมรู้จักพื้นที่สาธารณะ ผมรู้จักคอมพิวเตอร์ พวกมันทำให้ผมรู้จักกับอินเทอร์เน็ตตั้งแต่เด็ก ผมทำเรื่องแปลกๆ หลายอย่าง ในนั้นผมได้พบกับคนมากมาย และผมได้แสดงความเป็นตัวตนของผม

How do you express yourself in food? If we had a platform, we might feel empowered to question: What if?

คุณจะแสดงความเห็นเรื่องอาหารของคุณอย่างไร ถ้าคุณมีพื้นที่สาธารณะ เราอาจรู้สึกว่ามีสิทธิ์ที่จะถามว่า มันจะเป็นอย่างไร? ...ถ้า...

For me, I questioned: What if climate was democratic? So, this is a map of climate in the world. The most productive areas in green, the least productive in red. They shift and they change, and...

สำหรับผม ผมเคยตั้งคำถามว่า มันจะเป็นอย่างไร ถ้าสภาพบรรยากาศเป็นสิ่งที่ทุกคนเลือกได้ นี่คือแผนที่สภาพอากาศของโลก พื้นที่ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตที่มากเป็นสีเขียว พื้นที่ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตที่น้อยเป็นสีแดง มันมีการเปลี่ยนแปลงและย้าย และ

Californian farmers now become Mexican farmers. China picks up land in Brazil to grow better food, and we're a slave to climate.

เกษตรกรชาวแคลิฟอร์เนีย ตอนนี้กลายเป็นเกษตรกรชาวเม็กซิกัน จีนใช้พื้นที่ในบราซิลเพื่อผลิตอาหารที่ดีกว่า และพวกเรากลายเป็นทาสของสภาพอากาศ

What if each country had its own productive climate?

What would that change about how we live? What would that change about quality of life and nutrition? จะเป็นอย่างไร ถ้าหากแต่ละประเทศมีสภาพอากาศที่มีประสิทธิภาพในการผลิตเป็นของตัวเอง นั่นจะเปลี่ยนวิถีชีวิตของเราไปอย่างไร มันจะเปลี่ยนคุณภาพชีวิตและโภชนาการของเราอย่างไรบ้าง

The last generation's problem was, we need more food and we need it cheap. Welcome to your global farm. We built a huge analog farm. All these traces -- these are cars, planes, trains and automobiles.

It's a miracle that we feed seven billion people with just a few of us involved in the production of food. ปัญหาสุดท้ายที่เกิดขึ้นก็คือ เราต้องการอาหารมากขึ้น และเราต้องการให้มันมีราคาถูก ยินดีต้อนรับสู่ฟาร์มโลกของคุณ เราสร้างฟาร์มปลูกพืชในวิธีการปกติที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ สิ่งต่างๆ พวกนี้ -- รถยนต์ เครื่องบิน รถไฟ จักรยานยนต์ มันเป็นความอัศจรรย์ที่เราให้กับคนเจ็ดพันล้านคน มีเราเพียงไม่กี่คนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอาหาร

What if...we built a digital farm? A digital world farm.

What if you could take this apple, digitize it somehow, send it through particles in the air and reconstitute it on the other side? What if?

มันจะเป็นอย่างไร ถ้าหาก...เราสร้างฟาร์มดิจิทัล โลกแห่งฟาร์มดิจิทัล มันจะเป็นอย่างไร ถ้าหากเราเอาแอปเปิ้ลนี้ทำให้มันเป็นดิจิทัล ส่งมันผ่านอนุภาคในอากาศ และสร้างมันกลับขึ้นมาใหม่ที่ปลายทาง มันจะเป็นอย่างไร

Going through some of these quotes, you know, they inspire me to do what I do.

การอ่านข้อความเหล่านี้ คุณรู้ไหมครับ มันสร้างแรงบันดาลใจ ให้ผมทำในสิ่งที่ผมทำอยู่

First one: Japanese farming has no youth, no water, no land and no future.

ประการแรก การทำการเกษตรที่ญี่ปุ่นไม่มีคนวัยหนุ่ม ไม่มีน้ำ ไม่มีพื้นที่ และไม่มือนาคต

That's what I landed to the day that I went to Minamisanriku, one stop south of Fukushima, after the disaster. The kids have headed to Sendai and Tokyo. The land is contaminated; they already import 70 percent of their own food. But it's not unique to Japan.

นั่นเป็นวันที่ผมไปที่มินามิซันริคุ หนึ่งป้ายถัดจากฟุกุชิมะไปทางใต้ หลังจากเกิดภัยพิบัติ เด็กๆ มุ่งหน้าไปยังเซ็นได และโตเกียว พื้นที่นี้มีการปนเปื้อน พวกเขานำเข้าอาหาร 70 เปอร์เซ็นต์ แต่มันไม่ได้เป็นอย่างนั้นเฉพาะแค่ที่ญี่ปุ่น

Two percent of the American population is involved in farming. What good answer comes from two percent of any population? As we go around the world, 50 percent of the African population is under 18. Eighty percent don't want to be farmers. Farming is hard. The life of a small-shareholder farmer is miserable. They go into the city.

2% ของประชากรสหรัฐอเมริกาเกี่ยวข้องกับการทำอาชีพเกษตรกรรม 2% นี้เป็นคำตอบที่ดีสำหรับทุกกลุ่มประชากรหรือไม่ ถ้าเรามองไปทั่วโลก 50% ของประชากรแอฟริกา มีอายุน้อยกว่า 18 ปี และ 80% ไม่ต้องการเป็นเกษตรกร งานเกษตรกรรมเป็นงานที่หนัก ชีวิตของเกษตรกรมีความยากลำบาก พวกเขาจึงเดินทางเข้าไปในเมือง

In India: farmers' families not being able to have basic access to utilities, more farmer suicides this year and the previous 10 before that. It's uncomfortable to talk about. Where are they going? Into the city. No young people, and everyone's headed in. So how do we build this platform that inspires the youth?

ในอินเดีย ครอบครัวเกษตรกรไม่สามารถที่จะเข้าถึงสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานต่างๆ ได้ ในปีนี้เกษตรกรฆ่าตัวตายมากขึ้น และมากกว่าเมื่อ 10 ปีก่อนมันเป็นเรื่องที่เราไม่อยากพูดถึง แล้วพวกเขาไปที่ไหนกัน เดินทางเข้าสู่ตัวเมือง ไม่มีคนหนุ่มสาว ทุกคนมุ่งหน้าสู่ตัวเมืองกันหมด เราจะสร้างพื้นที่สาธารณะเพื่อให้แรงบันดาลใจกับคนหนุ่มสาวได้อย่างไร

Welcome to the new tractor. Right. This is my combine. A number of years ago now, I went to Bed Bath and Beyond and Home Depot and I started hacking. And I built silly things and I made plants dance and I attached them to my computer and I killed them all -- a lot.

ยินดีต้อนรับสู่ระบบติดตามแบบใหม่ นี่คือเครื่องที่ผมประกอบขึ้นมา หลายปีมาแล้วผมไปยัง เบด บาท แอนด์ บี ยอนด์ และ โฮม ดีโป และผมเริ่มปะติดปะต่อ และทำสิ่งเพี้ยนๆ และผมทำให้ต้นไม้เต้นระบำ และติดพวกมันเข้ากับคอมพิวเตอร์ของผม และฆ่ามันเรียบ – เยอะด้วย

I eventually got them to survive. And I created one of the most intimate relationships I've ever had in my life, because I was learning the language of plants. I wanted to make it bigger. They said, "Knock yourself out, kid! Here's an old electronics room that nobody wants. What can you do?" ผมทำให้พวกมันอยู่รอดได้ในที่สุด และผมสร้างสายสัมพันธ์หนึ่งที่สนิทชิดเชื้อที่สุดเท่าที่ผมเคยมีมาในชีวิต เพราะว่าผมได้เรียนรู้ภาษาของพืช ผมต้องการที่จะทำให้มันใหญ่ขึ้น พวกเขาบอกว่า "เอาเลย ห้องอิเล็กทรอนิกส์เก่าๆ ที่ไม่มีใครอยากได้ คุณจะทำอะไรได้"

With my team, we built a farm inside of the media lab, a place historically known not for anything about biology but everything about digital life. ผมกับกลุ่มของผมสร้างฟาร์มในห้องทดลองอเนกประสงค์ที่ซึ่งเป็นที่ที่ไม่น่าจะข้องเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตได้เลย แต่เป็นที่ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตดิจิทัล

Inside of these 60 square feet, we produced enough food to feed about 300 people once a month -- not a lot of food. And there's a lot of interesting technology in there. But the most interesting thing, beautiful white roots, deep, green colors and a monthly harvest.

ภายในพื้นที่ 60 ตารางฟุตนี้ เราสร้างอาหารได้มากพอสำหรับคนประมาณ 300 คน เดือนละครั้ง -- ไม่ใช่อาหารปริมาณมากอะไร และมันมีเทคโนโลยีที่น่าสนใจมากมายในนั้น แต่ที่น่าสนใจที่สุดคือ รากสีขาวที่แสนสวย สีเขียวเข้มสวยงาม และเก็บเกี่ยวได้ทุกเดือน

Is this a new cafeteria? Is this a new retail experience? Is this a new grocery store? I can tell you one thing for sure: this is the first time anybody in the media lab ripped the roots off of anything. นี่เป็นโรงอาหารแห่งใหม่หรือเปล่า มันเป็นประสบการณ์ใหม่ของร้านขายปลีกหรือเปล่า มันเป็นร้านค้าแบบใหม่หรือเปล่า ผมบอกคุณได้อย่างหนึ่งแน่ๆ ว่า นี่เป็นครั้งแรกที่คนจากห้องทดลองอเนกประสงค์ได้ลองดึงรากออกจากรอบางอย่าง

We get our salad in bags; there's nothing wrong with that. But what happens when you have an image-based processing expert, a data scientist, a roboticist, ripping roots off and thinking, "Huh. I know something about it -- I could make this happen, I want to try."

พวกเราเอาสลัดใส่ถุง และนั่นก็ไม่เห็นจะผิดปกติอะไร แต่สิ่งที่เกิดขึ้น เมื่อคุณมีผู้เชี่ยวชาญด้านการประมวลผลภาพ นักวิทยาศาสตร์ข้อมูล นักประดิษฐ์หุ่นยนต์ ดึงรากออกมา และคิด "อ้อ ผมรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับมัน -- ผมทำให้มันเป็นไปได้ ผมอยากจะทำ"

In that process we would bring the plants out and we would take some back to the lab, because if you grew it, you don't throw it away; it's kind of precious to you.

ในกระบวนการนั้นที่เราจะนำพืชออกมา และเราจะนำพวกมันบางส่วนกลับไปยังห้องทดลอง เพราะว่าถ้าคุณปลูกมัน คุณจะไม่ทิ้งมันไปเปล่าๆ มันมีค่าสำหรับคุณทีเดียว

I have this weird tongue now, because I'm afraid to let anybody eat anything until I've eaten it first, because I want it to be good. So I eat lettuce every day and I can tell the pH of a lettuce within 0.1. ลิ้นผมซึกจะแปลกๆ แล้วตอนนี้ เพราะว่าผมกลัวว่าการที่让别人อื่นได้กินผักก่อนตัวเอง เพราะว่าผมอยากจะให้มันออกมาดี ฉะนั้นผมกินผักทุกวัน และผมสามารถบอกค่า pH ของผักได้ในระดับ 0.1

I'm like, "No, that's 6.1 -- no, no, you can't eat it today."
ผมสามารถบอกได้ว่า "ไม่ นั่นมัน 6.1 -- ไม่ ไม่ คุณห้ามกินมันนะวันนี้"

This lettuce that day was hyper sweet. It was hyper sweet because the plant had been stressed and it created a chemical reaction in the plant to protect itself: "I'm not going to die!" And the plants not-going-to-die, taste sweet to me. Technologists falling backwards into plant physiology.

ผักกาดในวันนั้นหวานมาก มันหวานมาก เพราะว่าพืชถูกกระตุ้นให้เกิดความเครียด และมันสร้างปฏิกิริยาเคมีในต้นของมันเพื่อป้องกันตัวเอง "ฉันไม่ได้กำลังจะตาย" และพืชที่ไม่ได้กำลังจะตายมีรสหวานสำหรับผม นี่เป็นเทคโนโลยีที่ย้อนกลับไปดูถึงกายวิภาคของพืช

So we thought other people needed to be able to try this. We want to see what people can create, so we conceived of a lab that could be shipped anywhere. And then we built it.

เราบอกคนอื่น ๆ ว่าต้องลองดู เราอยากเห็นว่าคนอื่น ๆ จะสร้างอะไรได้ เราก็เลยคิดถึงห้องทดลองที่ส่งไปไหนก็ได้ และเราก็สร้างมัน

So on the facade of the media lab is my lab that has about 30 points of sensing per plant. So, If you know about the genome or genetics, this is the phenome, right?

ซึ่งดูผิวเผินจากห้องทดลองเอนกประสงค์แล้ว มันในห้องทดลองที่มีเซ็นเซอร์กว่า 30 ตัวต่อพืชหนึ่งต้น ถ้าคุณรู้เรื่องเกี่ยวกับจีโนมหรือพันธุศาสตร์ นี่มันก็คือฟีโนเมนนเอง ใช่ไหมครับ

The phenomena, when you say, "I like the strawberries from Mexico," you really like the strawberries from the climate that produced the expression that you like. So if you're coding climate -- this much CO₂, this much O₂ creates a recipe. You're coding the expression of that plant, the nutrition of that plant, the size of that plant, the shape, the color, the texture. We need data, so we put a bunch of sensors in there to tell us what's going on.

ปรากฏการณ์ที่เมื่อคุณบอกว่า "ฉันชอบสตรอว์เบอร์รี่จากเม็กซิโก" คุณชอบสตรอว์เบอร์รี่จากสภาพภูมิอากาศนั้น ที่ผลิตลักษณะที่คุณชอบ ฉะนั้นถ้าคุณสามารถถอดรหัสสภาพภูมิอากาศ -- ที่มีคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้นเท่านั้น ออกซิเจนเท่านั้นเท่านั้น สร้างรายการออกมา คุณป้อนรหัสการแสดงออกของพืช สารอาหารของพืช ขนาดของพืช รูปร่าง สี เนื้อสัมผัส เราต้องการข้อมูล เพื่อที่เราจะได้นำตัวตรวจจับวางลงไปเพื่อบอกเราว่ามันกำลังเกิดอะไรขึ้น

If you think of your houseplants, and you look at your houseplant and you're super sad, because you're like, "Why are you dying? Won't you talk to me?"

ถ้าคุณคิดถึงต้นไม้ที่บ้านของคุณ และคุณย้อนกลับมาดูต้นไม้เหล่านั้นแล้วมันทำให้คุณเศร้าใจเพราะว่า "ทำไมพวกแกกำลังจะตายแล้ว ทำไมไม่บอกฉันล่ะว่าฉันต้องทำยังไง"

Farmers develop the most beautiful fortune-telling eyes by the time they're in their late 60s and 70s. They can tell you when you see that plant dying that it's a nitrogen deficiency, a calcium deficiency or it needs more humidity. Those beautiful eyes are not being passed down.

เกษตรกรได้พัฒนาสายตาอันแหลมคมที่สามารถมองพืชออกตั้งแต่สมัยปลายปี พ.ศ. 2503 (ค.ศ. 1960) จนถึง พ.ศ. 2513 (ค.ศ. 1970) พวกเขาสามารถบอกคุณได้เลยว่าพืชที่คุณเห็นที่กำลังจะตายนี้มันขาดไนโตรเจน ขาดแคลเซียม หรือมันต้องการน้ำ แต่การมองเห็นแบบนี้กลับไม่ได้ถูกถ่ายทอดต่อกันมา

These are eyes in the cloud of a farmer. We trend those data points over time. We correlate those data points to individual plants. These are all the broccoli in my lab that day, by IP address.

มันเป็นดวงตาของบรรดาเกษตรกรทั้งหลาย เราจับแนวโน้มของจุดข้อมูลเหล่านี้ เราหาความสัมพันธ์ระหว่างจุดข้อมูลเหล่านี้ กับพืชแต่ละต้น ในตอนนั้นในห้องทดลองของผมมีแต่บร็อคโคลี่จัดวางโดยรหัสไอพี

We have IP-addressable broccoli. เรามีบร็อคโคลี่ที่จัดให้มีรหัสไอพีได้

So if that's not weird enough, you can click one and you get a plant profile. And what this tells you is downloadable progress on that plant, but not like you'd think, it's not just when it's ready.

ถ้ามันยังแปลกไม่พอ คุณสามารถกดเลือกดูโปรไฟล์ของพืชสักต้น และมันจะบอกคุณถึงความคืบหน้าของพืช โดยสามารถดาวน์โหลดข้อมูลมาดูได้ด้วย แต่ไม่ใช่แค่ที่คุณคิดไว้นะ มันสามารถดาวน์โหลดมาดูได้ตลอดเลยด้วย

When does it achieve the nutrition that I need?

When does it achieve the taste that I desire? Is it getting too much water? Is it getting too much sun? Alerts. It can talk to me, it's conversant, we have a language.

มันจะบอกได้ว่าพืชได้สารอาหาร ที่พวกมันต้องการเมื่อไร มันจะมีรสชาติอย่างที่เราต้องการเมื่อไร มันได้น้ำมากไปหรือเปล่า มันได้รับแสงแดดมากไปหรือเปล่า มันสามารถบอกผมได้ มันเป็นความคุ้นชินกันครับ เรามีภาษาระหว่างกัน

I think of that as the first user on the plant Facebook, right? That's a plant profile and that plant will start making friends.

ผมคิดว่ามันเป็นผู้ใช้คนแรก เกี่ยวกับเฟสบุ๊คพืชใช่ไหม นี่คือโปรไฟล์ของพืช และพืชต้นนี้จะเริ่มสร้างเพื่อน

And I mean it -- it will make friends with other plants that use less nitrogen, more phosphorus, less potassium. We're going to learn about a complexity that we can only guess at now. And they may not friend us back -- I don't know, they might friend us back, it depends on how we act.

และผมหมายความว่าอย่างนั้นจริงๆ -- มันจะผูกมิตรกับพืชต้นอื่นๆ ที่ใช้ในโตรเจนน้อยกว่า ใช้ฟอสฟอรัสมากกว่า ใช้โพแทสเซียมน้อยกว่า เรากำลังเรียนรู้เกี่ยวกับความซับซ้อน ที่ตอนนี้เราทำได้เพียงแค่เดา และพวกมันอาจไม่รับเป็นเพื่อนกับเราก็ได้ -- ผมก็ไม่รู้ พวกมันอาจจะตอบรับก็เป็นก็ได้ มันขึ้นอยู่กับว่าเราทำตัวอย่างไร

So this is my lab now. It's a little bit more systematized, my background is designing data centres in hospitals of all things, so I know a little bit about creating a controlled environment.

ครับ นี่คือห้องทดลองของผมในตอนนี้นี้ มันเป็นระบบขึ้นกว่าเดิมอีกหน่อย ผมมีความรู้ทางด้านการออกแบบศูนย์ข้อมูลกลาง ดังนั้นผมก็พอจะมีความรู้ยูนิตหน่วยบ้างเรื่องการสร้างสภาวะแวดล้อมแบบควบคุม

And so -- inside of this environment, we're experimenting with all kinds of things. You know, this process, aeroponics, was developed by NASA for Mir Space Station for reducing the amount of water they send into space.

ดังนั้น -- ภายในสภาวะแวดล้อมนี้ เราทำการทดลองกับทุกสิ่งทุกอย่าง คุณน่าจะทราบว่าการบวกรวมการแอโรโพนิกส์นี้ถูกพัฒนาขึ้นโดยนาซาสำหรับสถานีอวกาศเมียร์ เพื่อลดปริมาณน้ำที่พวกเขาต้องส่งไปสู่อวกาศ

What it really does is give the plant exactly what it wants: water, minerals and oxygen. Roots are not that complicated, so when you give them that, you get this amazing expression. It's like the plant has two hearts. And because it has two hearts, it grows four or five times faster.

สิ่งที่มันทำจริงๆ ก็คือ มันให้สิ่งที่ต้นไม้ต้องการจริงๆ คือ น้ำ แร่ธาตุ และออกซิเจน รากไม่ได้ซับซ้อนอะไรมากนัก เมื่อคุณให้สิ่งเหล่านั้นกับมัน คุณจะได้ผลผลิตออกมาที่แบบนี้นี้ มันราวกับว่าพืชมีหัวใจสองดวง และเพราะว่ามันมีหัวใจสองดวงนี้แหละ มันจึงเติบโตเร็วขึ้น เป็นสี่หรือห้าเท่า

It's a perfect world. We've gone a long way into technology and seed for an adverse world and we're going to continue to do that, but we're going to have a new tool, too, which is perfect world.

มันเป็นโลกที่สมบูรณ์แบบ เราได้ทำอะไรไปมากมายในเรื่องเทคโนโลยี และเมล็ดสำหรับโลกที่ทันสมัย และเราจะทำอย่างนั้นต่อไป แต่เราจะมีเครื่องมือใหม่ๆ ด้วย ซึ่งมันจะเป็นโลกที่สมบูรณ์แบบ

So we've grown all kinds of things. These tomatoes hadn't been in commercial production for 150 years. Do you know that we have rare and ancient seed banks? Banks of seed.

ครับ เราปลูกอะไรหลายอย่าง มะเขือเทศเหล่านี้ไม่ได้ถูกผลิตเพื่อการค้ามา 150 ปีแล้ว รู้ไหมครับว่าเรามีคลังเมล็ดที่หายากและเก่าแก่ ธนาคารเมล็ดพืช

It's amazing. They have germplasm alive and things that you've never eaten. I am the only person in this room that's eaten that kind of tomato. Problem is it was a sauce tomato and we don't know how to cook, so we ate a sauce tomato, which is not that great. But we've done things with protein -- we've grown all kinds of things. We've grown humans --

มันน่าทึ่งครับ พวกเขาเชื่อพันธุที่มีชีวิต และสิ่งที่คุณไม่เคยกินมาก่อน และผมเป็นเพียงคนเดียวในห้องนี้ที่ได้กินมะเขือเทศชนิดนั้น ปัญหาก็คือ มันเป็นมะเขือเทศที่เอาไว้ทำซอส และผมก็ไม่ว่าซอสนั้นทำอย่างไร เราก็เลยกินมะเขือเทศที่เอาไว้ทำซอส ซึ่งมันเลยรสชาติไม่ดีเท่าไร แต่เราได้ทำการทดลองเกี่ยวกับโปรตีน -- เราปลูกอะไรสารพัด เราปลูกคนด้วย --

Well maybe you could, but we didn't.
ครับ บางทีคุณอาจทำอย่างนั้น แต่เราไม่

But what we realized is, the tool was too big, it was too expensive. I was starting to put them around the world and they were about 100,000 dollars. So finding somebody with 100 grand in their back pocket isn't easy, so we wanted to make a small one.

แต่ที่เราได้รู้ก็คือ เครื่องมือมีขนาดใหญ่เกินไป มันแพงเกินไป ผมเริ่มนำมันไปจัดตั้งไว้ที่ต่างๆ ทั่วโลก และพวกมันมีราคาประมาณ 100,000 ดอลลาร์ การที่จะหาใครสักคนจะมีเงินแสนดอลลาร์ ในกระเป๋านั้นไม่ถนัดเลย ผมก็เลยอยากจะทำอันเล็กๆ

This project was actually one of my student's -- mechanical engineering undergraduate, Camille. So Camille and I and my team, we iterated all summer, how to make it cheaper, how to make it work better, how to make it so other people can make it. Then we dropped them off in schools, seventh through eleventh grade. And if you want to be humbled, try to teach a kid something.

โครงการนี้อันที่จริง เป็นของนักเรียนปริญญาตรีวิศวกรรมเครื่องกลของผมนคนหนึ่งชื่อ คาร์มิล โดยที่คาร์มิล ผม และทีมของเราใช้เวลาตลอดฤดูร้อนว่าจะทำอย่างไรให้มันถูกลง ทำอย่างไรให้มันทำงานดีขึ้น ทำอย่างไรให้คนอื่นทำได้เหมือนกัน จากนั้นเรานำมันไปยังโรงเรียน ตั้งแต่ระดับเกรดเจ็ดจนถึงสิบเอ็ด และถ้าคุณต้องการจะเป็นคนที่ถ่อมตน พยายามสอนเด็กบางอย่าง

So I went into this school and I said, "Set it to 65 percent humidity." The seventh grader said, "What's humidity?"
ผมไปที่โรงเรียนนี้และบอกว่า "ตั้งมันไว้ที่ความชื้น 65 เปอร์เซ็นต์" นักเรียนเกรดเจ็ดบอกว่า "ความชื้นคืออะไรครับ"

And I said, "Oh, it's water in air." He said, "There's no water in air, you're an idiot."
ผมบอกว่า "อ้อ มันเป็นน้ำในอากาศนะ" เขาบอกว่า "ไม่มีน้ำในอากาศหรอก คุณนี่โง่งง"

And I was like, "Alright, don't trust me. Actually -- don't trust me, right? Set it to 100. He sets it to 100 and what happens? It starts to condense, make a fog and eventually drip.

และผมก็แบบว่า "เอาละ ไม่ต้องเชื่อผม อันที่จริง -- อย่าเชื่อผมนะ ตั้งมันที่ 100 เลย เขาตั้งมันที่ 100 และมันเกิดอะไรขึ้น มันเริ่มที่จะกลั่นตัว และเกิดหมอก และในที่สุดมันก็มีน้ำหยดลงมา

And he says, "Oh. Humidity is rain. Why didn't you just tell me that?"

และเขาก็บอกว่า "อ้อ ความชื้นคือฝนนี่เอง ทำไมคุณไม่บอกผมอย่างนั้นแต่แรกล่ะ"

We've created an interface for this that's much like a game. They have a 3D environment, they can log into it anywhere in the world on their smartphone, on their tablet. They have different parts of the bots -- the physical, the sensors. They select recipes that have been created by other kids anywhere in the world. They select and activate that recipe, they plant a seedling. While it's growing, they make changes. They're like, "Why does a plant need CO₂ anyway? Isn't CO₂ bad? It kills people." Crank up CO₂, plant dies. Or crank down CO₂, plant does very well. Harvest plant, and you've created a new digital recipe.

เราได้สร้างระบบการใช้งานให้มีหน้าตาเหมือนกับเกมส์ พวกเขามีสิ่งแวดล้อมแบบสามมิติ พวกเขาสามารถลือคอินเข้าไปจากที่ใดก็ได้ในโลก บนโทรศัพท์มือถือ บนแท็บเล็ตของพวกเขา พวกเขามีส่วนของหุ่นยนต์ -- ส่วนกายภาพ เครื่องตรวจจับ พวกเขาเลือกสูตรที่ถูกสร้างไว้โดยเด็กคนอื่น ๆ จากที่ต่างๆ ทั่วโลก พวกเขาเลือก และสั่งงานสูตรเหล่านั้น พวกเขาปลูกพืชจากเมล็ด ในขณะที่มันเติบโต พวกเขาทำการเปลี่ยนแปลง พวกเขาแบบว่า "ทำไมพืชต้องการคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย ไม่ใช่ว่ามันไม่ดีหรือ มันฆ่าคนได้นะ" ถ้าคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไป พืชก็ตาย หรือถ้าคาร์บอนไดออกไซด์น้อยเกินไป พืชก็เติบโตได้ไม่ดี พวกเขาเก็บเกี่ยวพืช และสร้างสูตรทางดิจิทัลใหม่

It's an iterative design and development and exploration process. They can download, then, all of the data about that new plant that they developed or the new digital recipe and what did it do -- was it better or was it worse? Imagine these as little cores of processing. We're going to learn so much.

มันเป็นการออกแบบและพัฒนาที่มีปฏิสัมพันธ์ และเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการสำรวจ พวกเขาสามารถดาวน์โหลด จากนั้น ข้อมูลทั้งหมด เกี่ยวกับพืชใหม่ที่พวกเขาพัฒนาขึ้น หรือสูตรทางดิจิทัลใหม่ และสิ่งที่พวกมันทำ -- ว่ามันดีกว่าเดิมหรือแย่กว่าเดิม มองมันว่ามันเหมือนกับแกนเล็กๆ ของกระบวนการ เรากำลังจะได้เรียนรู้อะไรมากมาย

Here's one of the food computers, as we call them, in a school in three weeks' time. This is three weeks of growth. But more importantly, it was the first time that this kid ever thought he could be a farmer -- or that he would want to be a farmer.

นี่คือหนึ่งในคอมพิวเตอร์อาหาร อย่างที่เราบอกพวกเขา ในโรงเรียนในสัปดาห์ที่สาม นี่คือการเติบโตในสามสัปดาห์ แต่ที่สำคัญไปกว่านั้น มันเป็นครั้งแรกที่เด็กคนนี้ได้คิดว่า เขาสามารถเป็นเกษตรกรได้ -- หรือเขาอยากที่จะเป็นเกษตรกร

So, we've open-sourced all of this. It's all online; go home, try to build your first food computer. It's going to be difficult -- I'm just telling you. We're in the beginning, but it's all there. It's very important to me that this is easily accessible. We're going to keep making it more so.

ฉะนั้นเราได้เปิดโอกาสให้พวกเขาเข้าถึงข้อมูลพวกนี้ มันเป็นแบบออนไลน์ทั้งหมด กลับบ้าน ลองสร้างคอมพิวเตอร์อาหารของคุณดู มันยากครับ -- ผมบอกคุณเลย เรากำลังอยู่ในช่วงเริ่มต้น แต่มันอยู่ตรงนั้นทั้งหมด มันสำคัญมากสำหรับผมที่มันเข้าถึงได้โดยง่าย เราจะพยายามทำมันให้มากกว่าเดิม

These are farmers, electrical engineer, mechanical engineer, environmental engineer, computer scientist, plant scientist, economist, urban planners. On one platform, doing what they're good at. But we got a little too big.

นี่คือเกษตรกร วิศวกรไฟฟ้า วิศวกรจักรกล วิศวกร สิ่งแวดล้อม นักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ นักวิทยาศาสตร์ ทางพืช นักเศรษฐศาสตร์ นักวางแผนเมือง อยู่ในที่เดียวกัน พวกเขาทำในสิ่งที่ถนัด แต่เราทำมันจนใหญ่เกินไปนิด

This is my new facility that I'm just starting. This warehouse could be anywhere. That's why I chose it. And inside of this warehouse we're going to build something kind of like this. These exist right now. นี่คือการอำนวยความสะดวกของผม ที่ผมเพิ่งเริ่มต้น กับมัน โกดังนั้นจะอยู่ที่ไหนก็ได้ นั่นเป็นเหตุผลว่าทำไม ผมถึงเลือกมัน และภายในนั้นโกดังนี้ เราจะสร้างอะไร บางอย่างแบบนี้ มันมีอยู่แล้วในตอนี้

Take a look at it. These exist, too. One grows greens, one grows Ebola vaccine. Pretty amazing that plants and this DARPA Grand Challenge winner is one of the reasons we're getting ahead of Ebola. The plants are producing the protein that's Ebola resistant. So pharmaceuticals, nutraceuticals, all the way down to lettuce.

ลองมองดูสิครับ มันก็มีอยู่เหมือนกัน คนหนึ่งปลูกพืช สีเขียว คนหนึ่งปลูกวัคซีนอีโบล่า ค่อนข้างน่าทึ่งทีเดียว ที่พืชเหล่านี้ และผู้ชนะ DARPA Grand Challenge เป็นเหตุผลหนึ่งที่เรามีความคืบหน้าในเรื่องอีโบล่า พืชกำลังผลิตโปรตีนที่ต่อต้านเชื้ออีโบล่าได้ ฉะนั้นมันคือ เกษตรศาสตร์ เภสัชวิทยา วิทยาศาสตร์ ที่ไปอยู่ในผักกาด

But these two things look nothing alike, and that's where I am with my field. Everything is different. We're in that weird "We're alright" stage and it's like, "Here's my black box --" "No, buy mine." "No, no, no -- I've got intellectual property that's totally valuable. Don't buy his, buy mine."

แต่สองสิ่งนี้ไม่มีอะไรเหมือนกัน และนี่ก็คือจุดยืนของผม ในสาขาวิทยาการที่ผมถนัด ทุกอย่างมันดูแตกต่าง เราอยู่ในช่วงที่มีนประหลาดที่เราเรียกว่า "เรากำลังไปได้สวย" แล้วมันก็เหมือนกับ "นี่เป็นกล่องดำของผม --" "ไม่ซื้อของผมเหอะ" "ไม่ ไม่ ไม่ -- ผมจดทรัพย์สินทางปัญญา มาแล้วมันต้องมีราคาแน่นอน อย่าซื้อของเขาเลย ซื้อของผมเหอะ"

And the reality is, we're just at the beginning, in a time when society is shifting, too. When we ask for more, cheaper food, we're now asking for better, environmentally friendly food. And when you have McDonald's advertising what's in the Chicken McNugget, the most mysterious food item of all time --they are now basing their marketing plan on that -- everything is changing.

และความจริงก็คือ เราเพิ่งจะเริ่มต้น ในเวลาเมื่อสังคม กำลังเปลี่ยนแปลงเช่นกัน เมื่อเรากำลังถามหาอาหาร ที่มากกว่าเดิม ราคาถูกกว่าเดิม เรากำลังถามหาอาหาร ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าเดิม และเมื่อคุณมี โฆษณาแมคโดนัลด์ ว่าอะไรอยู่ในแมคนั๊กเก็ตไก่ อาหาร ที่เป็นปริศนามากที่สุด --พวกเขา กำลังวางรากฐาน แผนการตลาดบนสิ่งนั้น --ทุกอย่างกำลังเปลี่ยนไป

So into the world now. Personal food computers, food servers and food data centers run on the open phenome. Think open genome, but we're going to put little climate recipes, like Wikipedia, that you can pull down, actuate and grow.

ในโลกในตอนนี้อย่างนี้ คอมพิวเตอร์อาหารส่วนตัว เซิร์ฟเวอร์อาหาร และศูนย์ข้อมูลอาหาร ถูกเปิดเผยในพีโนม คิดถึงข้อมูลที่ถูกเปิดเผยในจีโนม แต่เรากำลังจะนำสูตรสภาพอากาศลงไป คล้ายกับวิกิพีเดีย ที่คุณสามารถดึงมาใช้กระตุ้นและทำให้มันเติบโตได้

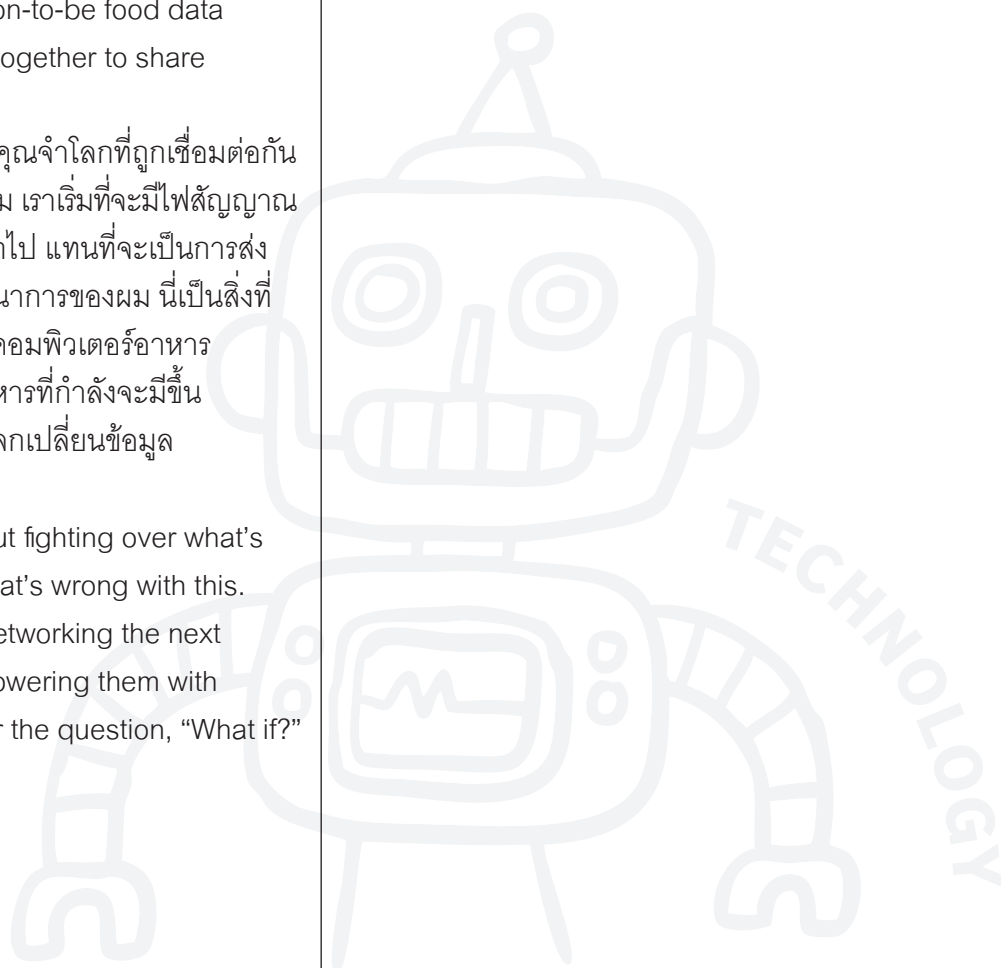
What does this look like in a world? You remember the world connected by strings? We start having beacons. We start sending information about food, rather than sending food. This is not just my fantasy, this is where we're already deploying. Food computers, food servers, soon-to-be food data centers, connecting people together to share information.

มันดูเป็นอย่างไรในโลกของเรา คุณจำโลกที่ถูกเชื่อมต่อกันโดยเส้นสาย เส้นทางการต่างๆ ได้ไหม เราเริ่มที่จะมีไฟสัญญาณที่จะส่งข้อมูลเกี่ยวกับอาหารออกไป แทนที่จะเป็นการส่งอาหาร นั่นไม่ใช่แค่เรื่องในจินตนาการของผม นี่เป็นสิ่งที่เราได้ทำการเปลี่ยนแปลงแล้ว คอมพิวเตอร์อาหาร เซิร์ฟเวอร์อาหาร ศูนย์ข้อมูลอาหารที่กำลังจะมีขึ้น จะเชื่อมต่อคนเข้าด้วยกันเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล

The future of food is not about fighting over what's wrong with this. We know what's wrong with this. The future of food is about networking the next one billion farmers and empowering them with a platform to ask and answer the question, "What if?"

อนาคตของอาหารไม่ใช่เรื่องของการทะเลาะว่าปัญหานี้มันคืออะไร เรารู้ว่าเรื่องนี้จะมีอะไรที่ผิดพลาดไปบ้าง อนาคตของอาหารคือการสร้างเครือข่าย เกษตรกรอีกหนึ่งพันล้านคน และให้อำนาจพวกเขาด้วยพื้นที่สาธารณะที่จะให้พวกเขาได้ถามและตอบปัญหาที่ว่า "ถ้าหาก"

Thank you.
ขอบคุณครับ



กิจกรรม	ลิงค์	ช่วงหยุดภาพ เพื่อพูดคุย
กิจกรรมที่ 20: เราจะแน่ใจได้อย่างไรว่าความอ้วนคือสาเหตุของโรคเบาหวานประเภทที่ 2	Is the obesity crisis hiding a bigger problem? วิกฤติโรคอ้วนซ่อนปัญหาที่ใหญ่กว่าหรือไม่ https://www.ted.com/talks/peter_attia_what_if_we_re_wrong_about_diabetes	2:18, 3:08, 3:31, 4:20, 5:07, 5:54, 6:31, 6:56, 8:12, 8:38, 9:24, 10:38, 12:25, 13:30

Is the obesity crisis hiding a bigger problem?
วิกฤติโรคอ้วนทำให้เกิดปัญหาที่ใหญ่กว่าจริงหรือไม่

I'll never forget that day, back in the spring of 2006.
ผมจะไม่ลืมวันนั้นเลย ย้อนไปในฤดูใบไม้ผลิปี 2006

I was a surgical resident at The Johns Hopkins Hospital, taking emergency call.
ตอนนั้นผมเป็นแพทย์ศัลยกรรมฉุกเฉินที่โรงพยาบาลจอห์นส์ ฮอปกินส์ (Johns Hopkins) เข้าเวรรับสายฉุกเฉิน

I got paged by the E.R. around 2 in the morning to come and see a woman with a diabetic ulcer on her foot.
ผมถูกเรียกมาที่ห้องฉุกเฉินตอนประมาณตีสอง ให้มาดูผู้หญิงคนหนึ่งที่มีแผลเน่าเปื่อยจากโรคเบาหวานที่เท้าของเธอ

I can still remember sort of that smell of rotting flesh as I pulled the curtain back to see her.
ผมยังคงจำกลิ่นของเนื้อที่เน่าเน่านั้น ตอนที่ผมแหวกม่านออกเพื่อดูเธอ

And everybody there agreed this woman was very sick and she needed to be in the hospital.
และทุกๆคนที่นี่ก็เห็นตรงกันว่าผู้หญิงคนนี้ป่วยหนักมาก และเธอจำเป็นต้องอยู่ในโรงพยาบาล

That wasn't being asked. The question that was being asked of me was a different one, which was, did she also need an amputation?
แต่นั้นไม่ใช่สิ่งที่จะต้องถาม คำถามที่ผมจะถามนั้นต่างออกไป ซึ่งก็คือ จำเป็นต้องตัดขาเธอด้วยหรือไม่

Now, looking back on that night, I'd love so desperately to believe that I treated that woman on that night with the same empathy and compassion.
เมื่อมองย้อนกลับไปในคืนนั้น ผมอยากจะทำใจว่าผมให้การรักษานี้กับผู้หญิงคนนั้น ในคืนนั้นด้วยความรู้สึกเข้าใจและเห็นใจ เหมือนเช่นเคย

I'd shown the 27-year-old newlywed who came to the E.R. three nights earlier with lower back pain that turned out to be advanced pancreatic cancer.
หญิงสาวอายุ 27 ปี ที่เพิ่งจะแต่งงาน และต้องมาที่ห้องฉุกเฉิน เมื่อสามคืนก่อนด้วยอาการปวดหลัง ซึ่งพบว่ามันเป็นโรคมะเร็งตับอ่อนที่ลุกลามไปมากแล้ว

In her case, I knew there was nothing I could do that was actually going to save her life. The cancer was too advanced.

ในกรณีของเธอ ผมรู้ว่าผมไม่สามารถทำอะไรที่จะช่วยชีวิตเธอไว้ได้เลย มะเร็งได้ลุกลามไปมากแล้ว

But I was committed to making sure that I could do anything possible to make her stay more comfortable. I brought her a warm blanket and a cup of a coffee. I brought some for her parents. แต่ผมก็มุ่งมั่นที่จะทำทุกอย่างที่ทำได้ ที่จะทำการมาที่นี้ของเธอสบายกว่าที่เป็น ผมนำผ้าห่มอุ่นมาและกาแฟหนึ่งถ้วยมาให้เธอ และเฟื่อพ่อแม่ของเธอด้วย

But more importantly, I passed no judgment on her, because obviously she had done nothing to bring this on herself.

แต่ที่สำคัญกว่านั้น ผมไม่ได้ตัดสินเธอ เพราะเห็นได้ชัดว่าเธอไม่ได้ทำอะไรให้เป็นผลให้เกิดโรคนี้กับตัวเธอเองเลย

So why was it that, just a few nights later, as I stood in that same E.R. and determined that my diabetic patient did indeed need an amputation, why did I hold her in such bitter contempt?

เพราะอะไรนั่นเธอ เพียงแค่สองสามคืนหลังจากนั้น ขณะที่ผมยืนอยู่ในห้องฉุกเฉินห้องเดิม และตัดสินใจว่าคนไข้เบาหวานของผม จำเป็นต้องถูกตัดอวัยวะ ทำไมผมต้องทำให้เธอต้องทนทุกข์แบบนั้น

You see, unlike the woman the night before, this woman had type 2 diabetes. She was fat.

ไม่เหมือนดั่งเช่นกับผู้หญิงเมื่อคืนก่อนนั้น ผู้หญิงคนนี้เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เพราะเธออ้วน

And we all know that's from eating too much and not exercising enough, right? I mean, how hard can it be?

และเราทุกคนรู้ว่า นั่นมาจากการกินมากเกินไป และไม่ได้ออกกำลังกายอย่างเพียงพอ ใช่ไหมครับ ผมหมายถึงว่า มันจะยากขนาดไหนกันเชียวนะ

As I looked down at her in the bed, I thought to myself, if you just tried caring even a little bit, you wouldn't be in this situation at this moment with some doctor you've never met about to amputate your foot.

เมื่อผมก้มลงมองเธอบนเตียง ผมก็คิดในใจว่า ถ้าคุณแค่พยายามดูแลตัวเองอีกนิด คุณก็จะไม่ตกอยู่ในสภาพนี้กับแพทย์ที่คุณไม่เคยเจอมาก่อน และกำลังจะตัดเท้าคุณทิ้ง

Why did I feel justified in judging her? I'd like to say I don't know.

ทำไมผมจึงรู้สึกว่าคุณต้องแล้ว ที่ตัดสินเธออย่างนั้น ผมอยากจะบอกว่า ผมก็ไม่ทราบ

But I actually do. You see, in the hubris of my youth, I thought I had her all figured out. She ate too much.

She got unlucky. She got diabetes. Case closed. แต่จริง ๆ แล้วผมรู้ ด้วยความอวดดีของคนหนุ่ม ผมจึงคิดว่า ผมรู้จักเธอทะลุปรุโปร่ง เธอกินมากเกินไป และเธอโชคไม่ดี เธอจึงเป็นโรคเบาหวาน จบ

Ironically, at that time in my life, I was also doing cancer research, immune-based therapies for melanoma, to be specific. And in that world I was actually taught to question everything, to challenge all assumptions and hold them to the highest possible scientific standards.

ช่วงนำขึ้น ช่วงเวลานั้น ผมกำลังทำวิจัยโรคมะเร็งอยู่ด้วย เรื่องการรักษา มะเร็งผิวหนังโดยใช้ภูมิคุ้มกัน และในโลกของการวิจัยนั้น ผมถูกสอนให้ตั้งคำถามกับทุกๆ สิ่ง ถูกท้าทายด้วยสมมติฐานทั้งหมด และศึกษาโดยใช้มาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้

Yet when it came to a disease like diabetes that kills Americans eight times more frequently than melanoma. I never once questioned the conventional wisdom.

แต่เมื่อมาถึงเรื่องโรค เช่น โรคเบาหวาน ที่ฆ่าคนอเมริกันไปมากกว่ามะเร็งผิวหนังถึงแปดเท่า ผมกลับไม่สงสัย โดยใช้ภูมิปัญญาที่มีเลย

I actually just assumed the pathologic sequence of events was settled science.

ผมแค่สรุปเอาเองว่า ลำดับพยาธิวิทยาของโรคนั้น เป็นศาสตร์ที่คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

Three years later, I found out how wrong I was.

But this time, I was the patient.

สามปีต่อจากนั้น ผมก็พบว่าผมคิดผิด

แต่ครั้งนี้ ผมเป็นผู้ป่วยซะเอง

Despite exercising three or four hours every single day, and following the food pyramid to the letter. I'd gained a lot of weight and developed something called metabolic syndrome.

แม้จะออกกำลังกายสามหรือสี่ชั่วโมงต่อวัน และรับประทานอาหาร ตามที่กำหนดไว้ในพีระมิดอาหารทุกประการ น้ำหนักตัวผมก็เพิ่มขึ้น และพัฒนาเป็น โรคอ้วนลงพุง

Some of you may have heard of this. I had become insulin-resistant.

บางท่านอาจจะเคยได้เรื่องนี้มาแล้ว ผมกลายเป็นโรคภาวะดื้อต่ออินซูลิน

You can think of insulin as this master hormone that controls what our body does with the foods we eat, whether we burn it or store it.

อินซูลิน เป็นฮอร์โมนตัวสำคัญ ซึ่งควบคุมว่าร่างกายเราจะจัดการกับอาหารที่เรากินเข้าไปอย่างไร ว่าเราจะเผาผลาญ หรือจะเก็บสะสมมันไว้

This is called fuel partitioning in the lingo.

ศัพท์เฉพาะเรียกกันว่า การแบ่งสัดส่วนพลังงาน

Now failure to produce enough insulin is incompatible with life. And insulin resistance, as its name suggests, is when your cells get increasingly resistant to the effect of insulin trying to do its job.

ความล้มเหลวที่จะผลิตอินซูลินให้ได้เพียงพอ นั้นขัดกับการดำรงชีวิต และอย่างที่คุณน่าจะพอรู้ ภาวะดื้อต่ออินซูลินก็คือ เซลล์ของคุณต้านทานอินซูลินที่พยายามจะทำหน้าที่ของมัน

Once you're insulin-resistant, you're on your way to getting diabetes, which is what happens when your pancreas can't keep up with the resistance and make enough insulin.

เมื่อคุณเกิดภาวะดื้อต่ออินซูลิน คุณก็กำลังดำเนินไปสู่การเป็นโรคเบาหวาน ซึ่งก็คือตับอ่อนของคุณทำงานไม่ทันกับความต้านทานนั้น และสร้างอินซูลินได้ไม่พอเพียง

Now your blood sugar levels start to rise, and an entire cascade of pathologic events sort of spirals out of control that can lead to heart disease, cancer, even Alzheimer's disease, and amputations, just like that woman a few years earlier.

ระดับน้ำตาลในเลือดของคุณก็จะเริ่มสูงขึ้น และโรคต่างๆ ก็เข้ามาโดยควบคุมไม่ได้ ซึ่งนำไปสู่การเกิดโรคหัวใจ มะเร็ง หรือแม้แต่โรคสมองเสื่อม และการต้องตัดอวัยวะ เหมือนกับผู้หญิงคนนั้น เมื่อสองสามปีก่อน

With that scare, I got busy changing my diet radically, adding and subtracting things most of you would find almost assuredly shocking. ด้วยความกลัว ผมจึงวุ่นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงการทานอาหาร โดยการเพิ่มและตัด สิ่งที่ว่าพวกคุณส่วนใหญ่ เห็นแล้วจะแทบช็อกแน่ๆ

I did this and lost 40 pounds, weirdly while exercising less. I, as you can see, I guess I'm not overweight anymore. More importantly, I don't have insulin resistance. ผมทำเช่นนั้นและลดน้ำหนักไป 40 ปอนด์ นำแปลกนะครับ ในขณะที่ออกกำลังกายน้อยลง อย่างที่คุณเห็น ผมคิดว่าผมไม่อ้วนแล้ว แต่ที่สำคัญมากกว่านี้ ผมไม่มีอาการภาวะดื้อต่ออินซูลิน

But most important, I was left with these three burning questions that wouldn't go away: แต่ที่สำคัญที่สุดนั้น ผมยังคงถูกทิ้งไว้กับ คำถาม 3 ข้อ ที่ยังสงสัยอยู่ตลอดเวลา

How did this happen to me if I was supposedly doing everything right? สิ่งนี้เกิดกับผมได้อย่างไร ในเมื่อดูเหมือนว่าผมได้ทำทุกสิ่งอย่างถูกต้องแล้ว

If the conventional wisdom about nutrition had failed me, was it possible it was failing someone else? ถ้าองค์ความรู้เดิมเกี่ยวกับโภชนาการ ทำให้ผมผิดพลาด จะเป็นไปได้หรือไม่ ที่มันก็ทำให้คนอื่นผิดพลาดเช่นกัน

And underlying these questions, I became almost maniacally obsessed in trying to understand the real relationship between obesity and insulin resistance. สิ่งที่ชอบอยู่ในคำถามเหล่านี้ ทำให้ผมหมกมุ่นกับมันอย่างมาก ที่จะพยายามเข้าใจ ความสัมพันธ์ที่แท้จริง ระหว่างโรคอ้วน กับภาวะดื้อต่ออินซูลิน

Now, most researchers believe obesity is the cause of insulin resistance.

ปัจจุบันนักวิจัยส่วนมากเชื่อว่าโรคอ้วน เป็นสาเหตุของภาวะดื้อต่ออินซูลิน

Logically, then, if you want to treat insulin resistance, you get people to lose weight, right? You treat the obesity.

โดยตรรกะแล้ว ถ้าคุณต้องการรักษาภาวะดื้อต่ออินซูลิน คุณก็ให้คนลดน้ำหนัก ไซ้หรือไม่ครับ ซึ่งคุณกำลังรักษาโรคอ้วน

But what if we have it backwards? What if obesity isn't the cause of insulin resistance at all? In fact, what if it's a symptom of a much deeper problem, the tip of a proverbial iceberg?

แต่ถ้าในทางกลับกัน ถ้าโรคอ้วน ไม่ได้เป็นสาเหตุของภาวะดื้อต่ออินซูลินเลย ในความเป็นจริง ถ้ามันเกิดจากปัญหาที่อยู่ลึกลงไปมากกว่านั้น เป็นตั้งแต่ปลายยอดของภูเขาน้ำแข็งล่ะ

I know it sounds crazy because we're obviously in the midst of an obesity epidemic, but hear me out. ผมก็รู้ว่า ฟังดูมันไม่เข้าท่า เพราะเป็นที่ชัดเจนว่าเราอยู่ท่ามกลาง การระบาดของโรคอ้วน แต่ฟังผมก่อนนะครับ

What if obesity is a coping mechanism for a far more sinister problem going on underneath the cell? แล้วถ้าโรคอ้วนเป็นกลไกเพื่อรับมือกับปัญหาที่ร้ายแรงมากกว่าสิ่งที่กำลังเป็นอยู่ภายในเซลล์ล่ะ

I'm not suggesting that obesity is benign, but what I am suggesting is it may be the lesser of two metabolic evils. ผมไม่ได้แนะนำว่าโรคอ้วนนั้นไม่เป็นอันตราย แต่สิ่งที่ผมกำลังเสนอแนะอยู่ขณะนี้ก็คือมันอาจจะร้ายแรงน้อยกว่าสองสิ่งที่ผิดปกติเกี่ยวกับการกระบวนการเมตาบอลิซึม

You can think of insulin resistance as the reduced capacity of our cells to partition fuel, as I alluded to a moment ago, taking those calories that we take in and burning some appropriately and storing some appropriately.

คุณอาจคิดถึงภาวะดื้อต่ออินซูลินได้ว่า เป็นความสามารถที่ลดลงของเซลล์ในการแบ่งพลังงาน ตามที่ได้กล่าวก่อนหน้านี้ มันเป็นการเอาพลังงานจากที่เรารับประทานเข้าไปเผาผลาญไปบ้างอย่างพอเหมาะ และเก็บเอาไว้บ้างอย่างพอเหมาะ

When we become insulin-resistant, the homeostasis in that balance deviates from this state. แต่เมื่อเราเป็นโรคภาวะดื้อต่ออินซูลิน ความสมดุลในร่างกายเบี่ยงเบนไปจากภาวะปกติ

So now, when insulin says to a cell, I want you to burn more energy than the cell considers safe, the cell, in effect, says, "No thanks, I'd actually rather store this energy."

ดังนั้นเมื่ออินซูลินบอกกับเซลล์ว่า ฉันต้องการให้คุณเผาผลาญพลังงานให้มากขึ้น มากกว่าที่เซลล์นั้นพิจารณาว่าปลอดภัย เซลล์ตัวนั้นก็จะต้องบอกว่า "ไม่ได้ครับจริงๆ ผมควรจะสะสมพลังงานนี้ไว้มากกว่า"

And because fat cells are actually missing most of the complex cellular machinery found in other cells, it's probably the safest place to store it.

และเพราะว่าจริงๆ แล้วเซลล์ไขมัน จะไม่มีกลไกที่ซับซ้อนดังเช่นเซลล์อื่นๆ มันจึงเป็นที่ที่ปลอดภัยที่สุด ที่จะเก็บสะสมพลังงานไว้

So for many of us, about 75 million Americans, the appropriate response to insulin resistance may actually be to store it as fat, not the reverse, getting insulin resistance in response to getting fat.

ดังนั้นสำหรับพวกเราจำนวนมาก คนอเมริกันประมาณ 75 ล้านคน การตอบสนองต่อภาวะดื้อต่ออินซูลินคือการเก็บสะสมพลังงานไว้ในรูปไขมัน แต่ไม่ใช่ในทางกลับกัน การเป็นโรคภาวะดื้อต่ออินซูลินทำให้อ้วนขึ้น

This is a really subtle distinction, but the implication could be profound.

ความจริงนี้อาจจะไม่ชัดเจนนัก แต่ผลจากมันอาจเป็นอะไรที่ลึกซึ้ง

Consider the following analogy: Think of the bruise you get on your shin when you inadvertently bang your leg into the coffee table.

ลองพิจารณาการเปรียบเทียบต่อไปนี้ดู คิดถึงรอยฟกช้ำที่หน้าแข้งของคุณ เมื่อคุณเดินเลื้อยเอาขาไปกระแทกกับโต๊ะกาแฟ

Sure, the bruise hurts like hell, and you almost certainly don't like the discolored look, but we all know the bruise per se is not the problem. แน่นนอนรอยฟกช้ำนั้นเจ็บปวดนัก และค่อนข้างจะแน่ใจได้ว่า คุณคงไม่ชอบสีที่เปลี่ยนไปนั้น แต่เราทุกคนรู้ว่า รอยฟกช้ำไม่ใช่ปัญหา

In fact, it's the opposite. It's a healthy response to the trauma, all of those immune cells rushing to the site of the injury to salvage cellular debris and prevent the spread of infection to elsewhere in the body.

ความจริง มันตรงกันข้าม มันเป็นการตอบสนองที่ดีต่ออาการบาดเจ็บ เซลล์ภูมิคุ้มกันทั้งหลายนั้น รีบเร่งไปยังที่ที่ได้รับบาดเจ็บ เพื่อกอบกู้เซลล์ที่ถูกทำลาย และป้องกันการแพร่กระจายการอักเสบไปยังส่วนอื่นของร่างกาย

Now, imagine we thought bruises were the problem, and we evolved a giant medical establishment and a culture around treating bruises: masking creams, painkillers, you name it, all the while ignoring the fact that people are still banging their shins into coffee tables.

ลองจินตนาการดูว่า ถ้าเราคิดว่ารอยฟกช้ำเป็นปัญหา และเราได้พัฒนาสถาบันทางการแพทย์ที่ยิ่งใหญ่ และแนวการรักษาโรคฟกช้ำ ซึ่งได้แก่ การพอกด้วยครีมทานยาแก้ปวด และอื่นๆ ในขณะที่ไม่สนใจกับข้อเท็จจริงที่ว่า คนก็ยังคงเอาหน้าแข้งไปกระแทกกับโต๊ะกาแฟอยู่เหมือนเดิม

How much better would we be if we treated the cause -- telling people to pay attention when they walk through the living room -- rather than the effect? มันดีกว่าเพียงใด ถ้าเรารักษาที่ต้นเหตุ -- ด้วยการบอกผู้คนให้เอาใจใส่ เมื่อพวกเขาเดินอยู่ในห้องนั่งเล่น -- มากกว่าจะสนใจผลที่เกิดจากการชน

Getting the cause and the effect right makes all the difference in the world.

การได้มาซึ่งสาเหตุและผลที่ถูกต้อง ทำให้เกิดความแตกต่างขึ้นในโลกนี้

Getting it wrong, and the pharmaceutical industry can still do very well for its shareholders but nothing improves for the people with bruised shins. Cause and effect.

ทุกคนเข้าใจผิดไปอีกอย่างหนึ่ง และอุตสาหกรรมยา ยังคงทำกำไรได้เป็นกอบเป็นกำให้กับผู้ถือหุ้นในบริษัท แต่สำหรับคนที่หน้าแข้งฟกช้ำแล้ว มันไม่มีอะไรดีขึ้นเลย มันคือเหตุและผล

So what I'm suggesting is maybe we have the cause and effect wrong on obesity and insulin resistance. ดังนั้นสิ่งที่ผมกำลังจะแนะนำก็คือ มันอาจเป็นไปได้ว่า เราได้มาซึ่งเหตุและผลที่ไม่ถูกต้อง ในเรื่องโรคอ้วนและโรคภาวะดื้อต่ออินซูลิน

Maybe we should be asking ourselves, is it possible that insulin resistance causes weight gain and the diseases associated with obesity, at least in most people?

บางทีเราควรจะถามตัวเองว่า เป็นไปได้หรือไม่ที่ภาวะดื้อต่ออินซูลินทำให้เกิดน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น และทำให้เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับโรคอ้วน อย่างน้อยที่สุดก็กับผู้คนส่วนมาก

What if being obese is just a metabolic response to something much more threatening, an underlying epidemic, the one we ought to be worried about?

ถ้าหากการเป็นโรคอ้วนนั้น เป็นเพียงการตอบสนองของเมตาบอลิซึมต่อบางสิ่งมากกว่าการคุกคาม ภายใต้อการระบาดอย่างรวดเร็ว คือสิ่งที่เราควรระวังกังวลกับมัน

Let's look at some suggestive facts. We know that 30 million obese Americans in the United States don't have insulin resistance.

เราลองมาดูข้อเท็จจริงเชิงเสนอแนะบางข้อ เราทราบว่า ในสหรัฐอเมริกา คนอเมริกัน 30 ล้านคนที่อ้วน ไม่ได้เป็นโรคภาวะดื้อต่ออินซูลิน

And by the way, they don't appear to be at any greater risk of disease than lean people.

และในทางเดียวกัน พวกเขานั้น ดูเหมือนจะไม่ได้มีความเสี่ยงต่อโรคอะไรไปมากกว่าคนที่ผอมเลย

Conversely, we know that six million lean people in the United States are insulin-resistant, and by the way, they appear to be at even greater risk for those metabolic diseases I mentioned a moment ago than their obese counterparts.

ในทางกลับกัน เราทราบว่าคนผอม 6 ล้านคน ในสหรัฐอเมริกา เป็นโรคภาวะดื้อต่ออินซูลิน และพวกเขา ดูเหมือนจะมีความเสี่ยงกับโรคเกี่ยวกับโรคเมตาบอลิซึม ที่ผมได้กล่าวถึงเมื่อสักครู่นี้ ยิ่งกว่าเพื่อนๆ ที่อ้วนของเขาเสียอีก

Now I don't know why, but it might be because, in their case, their cells haven't actually figured out the right thing to do with that excess energy. ขณะนี้ ผมไม่ทราบว่าเป็นเพราะอะไร แต่อาจเป็นเพราะว่า ในกรณีของเขาเหล่านั้น เซลล์ของเขาไม่ทราบว่าจะทำอย่างไรกับพลังงานที่มากเกินไป

So if you can be obese and not have insulin resistance, and you can be lean and have it, this suggests that obesity may just be a proxy for what's going on.

ดังนั้นถ้าคุณอ้วน โดยไม่เป็นโรคภาวะดื้อต่ออินซูลิน และคุณผอมแต่เป็นภาวะดื้อต่ออินซูลิน สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่า โรคอ้วนอาจจะเป็นแค่เพียงตัวแทน ที่ทำให้เห็นว่าอะไรกำลังเกิดขึ้น

So what if we're fighting the wrong war, fighting obesity rather than insulin resistance? ดังนั้น เป็นไปได้ไหมที่เรากำลังทำสงครามผิดเป้าหมาย ต่อสู้โรคร่วมกับโรคอ้วน แทนที่จะไปต่อสู้กับภาวะดื้อต่ออินซูลิน

Even worse, what if blaming the obese means we're blaming the victims? ที่แย่ไปกว่านั้น ถ้าการกล่าวโทษความอ้วน คือการที่เรากำลังกล่าวโทษเหยื่อ

What if some of our fundamental ideas about obesity are just wrong? ถ้าแนวคิดพื้นฐานของเราเรื่องโรคอ้วนนั้น มันเป็นเพียงความผิดพลาดล่ะ

Personally, I can't afford the luxury of arrogance anymore, let alone the luxury of certainty. โดยส่วนตัวแล้ว ผมไม่สามารถ ที่จะมีความหยิ่งยโส อย่างสุดโต่งได้อีกต่อไปแล้ว อย่าว่าแต่ความความแน่ใจอันสุดโต่งเลย

I have my own ideas about what could be at the heart of this, but I'm wide open to others. Now, my hypothesis, because everybody always asks me, is this.

ผมมีแนวคิดของตัวเอง เกี่ยวกับสิ่งที่อาจเป็น หัวใจสำคัญของเรื่องนี้ แต่ผมก็เปิดกว้างต่อความคิดอื่นๆ ด้วย เพราะว่าทุกๆ คนถามผมอยู่เสมอ

If you ask yourself, what's a cell trying to protect itself from when it becomes insulin resistant, the answer probably isn't too much food. It's more likely too much glucose: blood sugar.

ถ้าคุณถามตัวเองว่า เซลล์พยายามจะปกป้องตัวมันเองจากอะไร เมื่อมันเป็นโรคภาวะดื้อต่ออินซูลิน คำตอบไม่น่าจะเป็น อาหารที่มากเกินไป น่าจะเป็นกลูโคสที่มากเกินไป เช่น น้ำตาลในเลือด

Now, we know that refined grains and starches elevate your blood sugar in the short run, and there's even reason to believe that sugar may lead to insulin resistance directly.

ทีนี้ เราทราบว่าข้าวขัดขาว และแป้ง ทำให้น้ำตาลในเลือดสูงขึ้นในเวลาสั้นๆ และมีเหตุผลที่จะเชื่อได้เสียด้วยว่า น้ำตาลอาจจะนำไปสู่ภาวะดื้อต่ออินซูลินโดยตรง

So if you put these physiological processes to work, I'd hypothesize that it might be our increased intake of refined grains, sugars and starches that's driving this epidemic of obesity and diabetes, but through insulin resistance, you see, and not necessarily through just overeating and under-exercising. ดังนั้น ถ้าให้กระบวนการสรีรวิทยาพวกนี้ทำหน้าที่ ผมก็จะตั้งสมมติฐานว่า อาจเป็นการทานอาหารจำพวกข้าวขัดขาว น้ำตาลและแป้งที่เพิ่มขึ้น ที่ผลักดันให้เกิดการระบาดของโรคอ้วน และโรคเบาหวาน แต่โดยผ่านทางภาวะดื้อต่ออินซูลิน ซึ่งอาจไม่จำเป็นที่เกิดจากการกินมากเกินไป และออกกำลังกายน้อยเกินไป

When I lost my 40 pounds a few years ago, I did it simply by restricting those things, which admittedly suggests I have a bias based on my personal experience.

ตอนที่ผมน้ำหนักลดลงไป 40 ปอนด์ เมื่อสองสามปีก่อนนั้น ผมทำเพียงแค่เคร่งครัดกับสิ่งเหล่านั้น ซึ่งเป็นนัยให้ยอมรับว่า ผมมีอคติจากพื้นฐานประสบการณ์ส่วนตัวของผม

But that doesn't mean my bias is wrong, and most important, all of this can be tested scientifically. แต่นั่นไม่ได้หมายความว่า อคติของผมนั้นผิด และที่สำคัญที่สุด ทุกอย่างนี้สามารถทดสอบได้ทางวิทยาศาสตร์

But step one is accepting the possibility that our current beliefs about obesity, diabetes and insulin resistance could be wrong and therefore must be tested.

แต่ขั้นแรกคือ การยอมรับความเป็นไปได้ที่ว่าความเชื่อในปัจจุบันของเราเรื่องโรคอ้วน โรคเบาหวาน และภาวะดื้อต่ออินซูลิน อาจจะมีผิดก็ได้

I'm betting my career on this. Today, I devote all of my time to working on this problem, and I'll go wherever the science takes me. I've decided that what I can't and won't do anymore is pretend I have the answers when I don't. I've been humbled enough by all I don't know.

ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการทดสอบ ผมขอเอาอาชีพของผมเป็นเดิมพัน ทุกวันนี้ผมอุทิศเวลาทั้งหมดของผม ในการทำงานแก้ปัญหานี้ และผมจะทำทุกทางที่เป็นไปได้ ผมได้ตัดสินใจแล้วว่า สิ่งที่ผมทำไม่ได้ และจะไม่ทำอีกต่อไปนั่น คือสร้างทำเป็นว่าผมมีคำตอบ และจะอ่อนน้อมกับทุกๆ คนที่ผมไม่รู้จัก

For the past year, I've been fortunate enough to work on this problem with the most amazing team of diabetes and obesity researchers in the country, and the best part is, just like Abraham Lincoln surrounded himself with a team of rivals, we've done the same thing.

ในปีที่แล้ว ผมโชคดีที่ได้ทำงานแก้ปัญหาเกี่ยวกับกลุ่มวิจัยโรคเบาหวานและโรคอ้วนที่น่าทึ่งที่สุดในประเทศ และส่วนที่ดีที่สุดก็คือ เหมือนกับอับราฮัม ลินคอล์น ที่ล้อมรอบด้วยคนที่มีความสามารถและทำสิ่งเดียวกัน

We've recruited a team of scientific rivals, the best and brightest who all have different hypotheses for what's at the heart of this epidemic.

เรารวบรวมกลุ่มคนที่มีความสามารถ ดีที่สุดและฉลาดที่สุด คนที่มีสมมติฐานที่ต่างกัน เพื่อหาว่าอะไรเป็นสิ่งสำคัญของโรคระบาดนี้

Some think it's too many calories consumed.

Others think it's too much dietary fat. Others think it's too many refined grains and starches.

บางคนคิดว่ามันเป็นการบริโภคอาหารที่มีแคลอรีมากเกินไป คนอื่นๆ คิดว่ามันเป็นไขมันในอาหารที่มากเกินไป คนอื่นๆ คิดว่าเป็นข้าวขัดขาวและแป้งที่มากเกินไป

But this team of multi-disciplinary, highly skeptical and exceedingly talented researchers do agree on two things.

แต่กลุ่มที่มาจากหลากหลายสาขาวิชา นักวิจัยที่ช่างสงสัย และมีพรสวรรค์มากเหลือเกินนี้ เห็นตรงกันได้ทั้งสองเรื่อง

First, this problem is just simply too important to continue ignoring because we think we know the answer.

ประการแรก ปัญหานี้สำคัญเกินกว่าจะเพิกเฉย เพียงเพราะว่าเราคิดว่าเรารู้คำตอบแล้ว

And two, if we're willing to be wrong, if we're willing to challenge the conventional wisdom with the best experiments science can offer, we can solve this problem.

ประการที่สอง ถ้าเราเต็มใจยอมรับว่ามันผิด ถ้าเราเต็มใจที่จะท้าทายความรู้เดิม ด้วยการทดลองที่ดีที่สุดที่วิทยาศาสตร์นั้นจะมีให้ เราก็จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้

I know it's tempting to want an answer right now, some form of action or policy, some dietary prescription -- eat this, not that — but if we want to get it right, we're going to have to do much more rigorous science before we can write that prescription.

ผมทราบว่ามันน่าดึงดูดที่จะต้องได้คำตอบในขณะนี้ ทั้งในรูปแบบของการปฏิบัติหรือนโยบาย คำสั่งควบคุมอาหารจากแพทย์ เช่น กินนี้ นั่นกินไม่ได้ แต่ถ้าเราต้องการที่จะได้คำตอบที่ถูกต้อง เราจะต้องทำงานวิทยาศาสตร์ที่เคร่งครัดยิ่งกว่านี้มาก ก่อนที่เราจะบอกแนวทางได้

Briefly, to address this, our research program is focused around three meta-themes, or questions. โดยสรุปเพื่อจัดการปัญหานี้ โครงการวิจัยของเรา จึงเน้นไปยังแนวคิดหลัก หรือคำถาม 3 ข้อ

First, how do the various foods we consume impact our metabolism, hormones and enzymes, and through what nuanced molecular mechanisms? ข้อแรกอาหารต่างๆ ที่เราบริโภคเข้าไป ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเมตาบอลิซึม ฮอร์โมนและเอ็นไซม์อย่างไร และผ่านกลไกระดับโมเลกุลที่แตกต่างกันอย่างไรบ้าง

Second, based on these insights, can people make the necessary changes in their diets in a way that's safe and practical to implement?

ข้อสอง จากพื้นฐานความเข้าใจอย่างถ่องแท้เหล่านี้ ผู้คนจะสามารถเปลี่ยนแปลงสิ่งสำคัญ ในเรื่องการควบคุมอาหารในวิธีการที่ปลอดภัยและนำไปปฏิบัติได้จริงหรือไม่

And finally, once we identify what safe and practical changes people can make to their diet, how can we move their behavior in that direction so that it becomes more the default rather than the exception?

และข้อสุดท้าย ทันททีที่เราระบุได้ว่า อะไรที่ปลอดภัย และสามารถนำไปใช้ ในการควบคุมอาหารของตนได้แล้ว เราจะทำอย่างไรจึงจะเปลี่ยนพฤติกรรมของพวกเขา ให้ไปในทิศทางนั้นได้ เพื่อที่มันจะเป็นการเริ่มต้นมากกว่า ข้อยกเว้น

Just because you know what to do doesn't mean you're always going to do it.

เพียงแค่เพราะว่าคุณรู้ว่าจะทำอะไร ไม่ได้หมายความว่า คุณจะทำสิ่งนั้น

Sometimes we have to put cues around people to make it easier, and believe it or not, that can be studied scientifically.

บางครั้งเราชี้นำคนเพื่อให้ง่ายขึ้น และเชื่อหรือไม่ครับ ว่าสิ่งนั้นสามารถศึกษาได้ในเชิงวิทยาศาสตร์

I don't know how this journey is going to end, but this much seems clear to me, at least: ผมไม่รู้ว่า การเดินทางครั้งนี้จะสิ้นสุดลงอย่างไร แต่สิ่งนี้ อย่างน้อยที่สุดก็ ดูจะชัดเจนอย่างมากสำหรับผม

We can't keep blaming our overweight and diabetic patients like I did.

เราจะกล่าวโทษคนไข้ของเรา ที่อ้วนเกินไป และเป็นเบาหวานไม่ได้อีกต่อไป เหมือนที่ผมเคยทำมาแล้ว

Most of them actually want to do the right thing, but they have to know what that is, and it's got to work. จริงๆแล้ว พวกเขาส่วนมากต้องการทำในสิ่งที่ถูกต้อง แต่พวกเขาต้องรู้ว่า สิ่งนั้นคืออะไร และมันจะต้องใช้ได้ผล

I dream of a day when our patients can shed their excess pounds and cure themselves of insulin resistance.

ผมฝันว่า สักวันหนึ่งเมื่อคนไข้ของเราสามารถลดน้ำหนักที่มากเกินไปของเขาได้ และรักษาตัวเองจากภาวะดื้อต่ออินซูลินได้

Because as medical professionals, we've shed our excess mental baggage and cured ourselves of new idea resistance sufficiently to go back to our original ideals: open minds, the courage to throw out yesterday's ideas when they don't appear to be working, and the understanding that scientific truth isn't final, but constantly evolving.

เพราะในฐานะผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ เราได้สลัดความเชื่อและทัศนคติในอดีต ที่มากเกินไปของเรา และป้องกันตัวเราเองจากการต่อต้านความคิดใหม่ๆ เพื่อที่จะกลับไปยังอุดมการณ์ดั้งเดิมของเรา ซึ่งก็คือ ใจที่เปิดกว้าง มีความกล้าที่จะโยนทิ้งความคิดเก่าๆ ของวันวานไปเสีย เมื่อสิ่งเหล่านั้นดูจะใช้การไม่ได้แล้ว และความเข้าใจที่ว่าความถูกต้องทางวิทยาศาสตร์นั้น ไม่ได้เป็นจุดสิ้นสุด แต่มันค่อยๆ เปลี่ยนไปตลอดเวลา

Staying true to that path will be better for our patients and better for science.

การคงไว้ซึ่งความเชื่อมั่นในแนวทางนี้ จะเป็นประโยชน์กว่าต่อคนไข้ของเรา และต่อวิทยาศาสตร์

If obesity is nothing more than a proxy for metabolic illness, what good does it do us to punish those with the proxy?

ถ้าโรคอ้วนไม่ใช่อะไรที่มากไปกว่า เป็นตัวแทนของอาการเจ็บป่วยเกี่ยวกับระบบเมตาบอลิซึมของร่างกาย มันจะดีได้อย่างไรที่จะไปลงโทษคนที่มีอาการนั้น

Sometimes I think back to that night in the E.R. seven years ago.

บางครั้ง ผมก็คิดย้อนกลับไปคืนนั้น ในห้องฉุกเฉินเมื่อเจ็ดปีที่แล้ว

I wish I could speak with that woman again.

I'd like to tell her how sorry I am.

ผมหวังว่าจะได้พูดกับผู้หญิงคนนั้นอีก

ผมอยากจะทำบอกเธอให้รู้ว่า ผมเสียใจเพียงใด



คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

ดร.สุเทพ ชิตยวงษ์
นายวณิชย์ อ่วมศรี

เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
รองเลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

คณะผู้จัดทำและเรียบเรียง

1. Ms. Julie Addis
2. Mr. Dewi Roberts
3. Mr. Mark Howell Thomas

ผู้เชี่ยวชาญจากสหราชอาณาจักรจากบริษัท Think Learn Challenge
ผู้เชี่ยวชาญจากสหราชอาณาจักรจากบริษัท Think Learn Challenge
ผู้เชี่ยวชาญจากสหราชอาณาจักรจากบริษัท Think Learn Challenge

คณะผู้ตรวจสอบและกลั่นกรอง

1. นางเจิดฤดี ชินเวโรจน์
2. นายสุเทพ ยงยุทธ์
3. นางชนิษฐา โสภานนท์
4. นายจิระ เฉลิมศักดิ์
5. นายพงษ์ศักดิ์พิล ทาแก้ว
6. นางนงลักษณ์ คงศิริ
7. นายพงษ์ศาสตร์ อภิธรรมพงศ์
8. นางสาววรรณิการ์ ชุมภูแก้ว
9. นางสาวชัชฎาภรณ์ คงงาม
10. นางสาวชุติมา ไชคกนกวัฒนา
11. นางสาวประทีน เลียนจำรูญ
12. นางสาวสมปอง ตุ่มวารี่
13. นางสาววิภาดา ตระกูลโต
14. บริติช เคานซิล ประเทศไทย

ผู้อำนวยการสำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพังงา
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลำพูน
ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ (ชลบุรี)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาสิงห์บุรี
รองผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาสิงห์บุรี
รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสุรนารี
วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลำพูน
วิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ (ชลบุรี)
วิทยาลัยเทคนิคสุรนารี
วิทยาลัยเทคนิคพังงา
สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ
สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ



บริติช เคานซิล ประเทศไทย
254 ซ.จุฬาลงกรณ์ 64 สยามสแควร์
ถ.พญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: +66 (0)2 657 5678
โทรสาร: +66 (0)2 253 5311
อีเมล: newtonfund@britishcouncil.or.th

เว็บไซต์: www.britishcouncil.or.th
www.newtonfund.ac.uk



สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
319 ถนนราชดำเนินนอก
แขวงดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
โทรศัพท์: +66 (0)2 281 5555
โทรสาร: +66 (0)2 282 0855

เว็บไซต์: <http://www.vec.go.th>