นิตยสาร
สสวท
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี www.ipst.ac.th
IPST MAGAZINE
ปีที่ 47 ฉบับที่ 218 พฤษภาคม - มิถุนายน 2562

กิจกรรมชีววิทยา: บทเรียนจากสวน

- **สัมภาษณ์พิเศษ**
  ดร. วรวรงค์ รักเรืองเดช
  ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท.
- กิจกรรมสะเต็มศึกษา: ตุ๊กตาล้มลุก สนุกสุดเหวี่ยง
- การรักษามะเร็งด้วยอนุภาคโปรตอนพลังงานสูง

ISSN 0857-2801
0 09 77085 72803 0

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน และรายวิชาเพิ่มเติม

ระดับประถมศึกษา

หนังสือเรียนแนวคิดใหม่ สสวท.

จากการปรับปรุงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

คู่มือครู

- แนะนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับตัวชี้วัด
- มีขั้นตอนการเตรียมตัวของผู้สอน
- มีข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของหนังสือเรียน
- มีเครื่องมือประเมินการเรียนรู้ระหว่างเรียน
- มีเฉลยแบบฝึกหัดและแนวคิดสำหรับข้อที่มีความยาก
- มีสื่อเพิ่มเติมที่ครูสามารถนำไปใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ได้

QR CODE

เชื่อมกับสื่อวิดิทัศน์ และสื่อดิจิทัลต่าง ๆ เพื่อช่วยให้เข้าใจง่าย และเชื่อมโยงไปยังข้อมูลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือบนระบบ Learning Space ของ สสวท.

จุดเด่น

- นำเสนอเนื้อหาผ่านสถานการณ์ในชีวิตจริงเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่จะเรียนรู้
- มีการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนเรียนเนื้อหาใหม่
- ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง
- ประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาโดยผ่านกิจกรรมร่วมคิดร่วมทำ
- เน้นการออกแบบให้สะดวกต่อการนำไปใช้ของครูผู้สอน

ติดต่อสั่งซื้อได้ที่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110

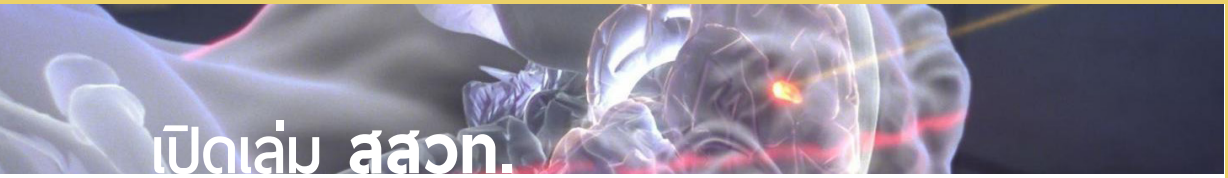
ฝ่ายบริการและบริหารทรัพย์สิน (สสวท.)
โทรศัพท์ 02 392 4021 ต่อ 3102 3106

Facebook สำนักบริการวิชาการและบริหารทรัพย์สิน
bookstore.ipst.ac.th

ร้านศึกษาภัณฑ์พาณิชย์ทุกสาขาและร้านค้าเครือข่ายศึกษาภัณฑ์พาณิชย์จังหวัด

องค์การค้าของ สกสค.
2249 ถนนลาดพร้าว แขวงสะพานสอง เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310
โทรศัพท์ 0 2538 3033 ต่อ 512, 513, 516, 518, 520 และ 521
โทรสาร 0 2530 2026-29
suksapanpanit.com

นิตยสาร สสวท
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี www.ipst.ac.th
ปีที่ 47 ฉบับที่ 218 พฤษภาคม - มิถุนายน 2562 IPST MAGAZINE



เปิดเล่ม สสวท.

มองไปรอบตัวแม้ในเขตเมืองที่มีบริเวณพื้นที่สีเขียวเพียงเล็กน้อย อาจสงสัยว่าสิ่งมีชีวิตที่ปรับตัวอยู่ในเขตเมืองเหล่านี้มีชีวิตความเป็นอยู่อย่างไร และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัวอย่างไรบ้าง เราสามารถหาคำตอบได้จากการสังเกต กิจกรรมการเรียนรู้ “บทเรียนจากสวน” จะเป็นแนวทางในการศึกษาที่ดี

การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องการหาผลคูณระหว่างเมทริกซ์ หากต้องการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ขอแนะนำกิจกรรม “ยอดขายเค้กในแต่ละวัน” จะได้เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการคูณระหว่างเมทริกซ์กับสถานการณ์จริง และนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ รายละเอียดเพิ่มเติม www.scimath.org/ebooks

แอปพลิเคชันชื่อ Seesaw เป็นแอปพลิเคชันเสมือนเป็นแฟ้มรายงานการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูสามารถติดตามงานของนักเรียนโดยใช้เทคโนโลยีได้ นอกจากจะเป็นช่องทางติดต่อสื่อสารระหว่างครูและนักเรียนแล้ว ยังส่งเสริมการสื่อสารระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง เพื่อให้ทุกคนสามารถทำงานร่วมกันได้สะดวกมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลถึงคุณภาพของนักเรียนโดยตรง

กิจกรรมการเรียนรู้ “ตุ๊กตาล้มลุกสนุกสุดเหวี่ยง” เป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษา ให้เรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับจุดศูนย์ถ่วงทางเรขาคณิต ทั้งภาพสองมิติและทรงสามมิติ ได้ใช้ทั้งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในการออกแบบและประดิษฐ์ตุ๊กตาล้มลุก ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย มีความสุข และกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ขอฝากนิตยสาร ฉบับออนไลน์ที่ emagazine.ipst.ac.th ซึ่งรวบรวมฉบับปัจจุบันและย้อนหลังให้ติดตามกัน

ธรชญา พันธุนาวนิช
บรรณาธิการบริหาร

คณะที่ปรึกษา
ประธานกรรมการ สสวท.
ผู้อำนวยการ สสวท.
รองผู้อำนวยการ สสวท.

บรรณาธิการบริหาร
ธรชญา พันธุนาวนิช

หัวหน้ากองบรรณาธิการ
ณรงค์ศิลป์ ธูปพนม

กองบรรณาธิการ
ผู้ช่วยผู้อำนวยการ
ผู้อำนวยการสาขา/ฝ่าย
ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ/ผู้เชี่ยวชาญ
ขจิต เมตตาเมธา
จินดาพร หมวกหมื่นไวย
ดร.ดวงกมล เบ้าวัน
ทิพย์วรรณ สุดปฐม
เทพนคร แสงหัวช้าง
นันทฉัตร วงษ์ปัญญา
ดร.บัญชา ธนบุญสมบัติ
ดร.ประวีณา ติระ
ดร.ภัทรวดี หาดแก้ว
ดร.รณชัย ปานะโปย
ดร.สนธิ พลชัยยา
ดร.สุนัดดา โยมญาติ

ผู้ช่วยกองบรรณาธิการ
ดวงมาลย์ บัวสังข์
เทอด พิธิยานุวัฒน์
นิลุบล กองทอง
รัชนีกร มณีโชติรัตน์
ศิลปเวท คนธิคามี
ดร.สมชาติ ไพศาลรัตน์
สินีนาฏ จันทะภา
สิริมดี นาคสังข์
สุประดิษฐ์ รุ่งศรี

วัตถุประสงค์

1. เผยแพร่และส่งเสริมความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยีให้แก่ครูและผู้สนใจทั่วไป
2. เผยแพร่กิจกรรมและผลงานของ สสวท.
3. เสนอความก้าวหน้าของวิทยาการในด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะสนับสนุนการศึกษาของชาติให้ทันกับเหตุการณ์ปัจจุบัน
4. แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีจากครูและผู้สนใจทั่วไป

เจ้าของ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย
กรุงเทพมหานคร 10110
โทร. 0-2392-4021 ต่อ 3307

(ข้อเขียนทั้งหมดเป็นความเห็นอิสระของผู้เขียน มิใช่ของ สสวท. หากข้อเขียนใดผู้อ่านเห็นว่าได้มีการลอกเลียนแบบหรือแอบอ้างโดยปราศจากการอ้างอิง กรุณาแจ้งให้กองบรรณาธิการทราบด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง)

สารบัญ

3 สัมภาษณ์พิเศษ
ดร. วรวรงค์ รักเรืองเดช
ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท.
สินีนาฏ จันทะภา

รอบรู้วิทย์

9 กิจกรรมชีววิทยา: บทเรียนจากสวน
ดร. ธเณศ เกิดแก้ว

16 ไขปัญหาเรื่องอาหารการกินด้วยบทเรียนวิชาชีววิทยา
"Part I : น้ำนมและผลิตภัณฑ์จากนม"
ดร.สุนัดดา โยมญาติ

รอบรู้คณิต

22 สอนคณิตศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมกับกิจกรรม "ยอดขายเค้กในแต่ละวัน"
ดร.ศศิวรรณ เมลืองนนท์ • ดร.สุธารส นิลรอด

25 ไขข้อสงสัยหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ป.4
อุษณีย์ วงศ์อามาตย์

รอบรู้เทคโนโลยี

28 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้แอปพลิเคชัน Seesaw
เบ็ญจวรรณ หาญพิพัฒน์

การเรียนกระตุ้นความคิด

33 การบริหารการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สู่คุณภาพผู้เรียนของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ด้วยรูปแบบ PA-D-HaND
กุลรัศมิ์ อัครวราศัลย์ และคณะ

38 กิจกรรมสะเต็มศึกษา: ตุ๊กตาล้มลุก สนุกสุดเหวี่ยง
ทรงยศ สกุลยา

44 ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความน่าจะเป็น (Probability Misconception)
ดร.พุดเตย ตาพวัฒน์

48 Citizen Science.. GLOBE Observer Application สำรวจต้นไม้รอบตัว
สมรศรี กันภัย

นานาสาระและข่าวสาร

51 การรักษามะเร็งด้วยอนุภาคโปรตอนพลังงานสูง
ศ.ดร.สุทัศน์ ยกส้าน

55 เว็บช่วยสอน
นวพล กาบแก้ว

56 ข่าว-สสวท

59 QUIZ

ข้อมูลเพิ่มเติม

bit.ly/218-v1

สัมภาษณ์พิเศษ

ดร. วรวรงค์ รักเรืองเดช

ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท.

"ไทยโคเซ็น" ...ผลต่อเส้นทางอาชีพของนักเรียนไทย

"ไทยโคเซ็นมุ่งสร้างวิศวกรคุณภาพสูง ที่มีหัวใจเป็นนวัตกร เพื่อส่งต่อให้ภาคอุตสาหกรรมได้ตรงจุด จึงสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ภายใต้การนำของ ศ. ดร. ชูกิจ ลิมปิจำนงค์ ผู้อำนวยการ สสวท. ที่มุ่งเน้นให้ สสวท. ทำหน้าที่เป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง ทำหน้าที่ชี้ทิศทาง ประสาน และส่งเสริมเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ทั้งในและนอกสถานศึกษา ให้นักเรียนพัฒนาตามศักยภาพเป็นประชากรที่มีความรู้ นักวิชาชีพฐานดี และนักวิทยาศาสตรชั้นนำทั่วไป"

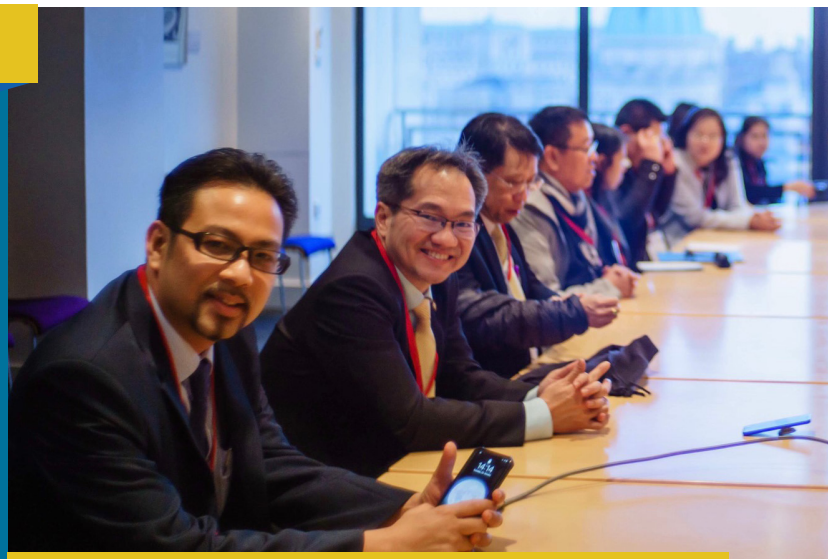
คณะรัฐมนตรี (ครม.) มีมติเห็นชอบให้ดำเนินการ "โครงการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม สนับสนุนการลงทุนและเพิ่มขีดความสามารถภาคอุตสาหกรรมในประเทศและภูมิภาค" หรือ "โครงการจัดตั้งไทยโคเซ็น" โดยให้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นผู้รับผิดชอบโครงการ ระยะเวลาดำเนินการ 13 ปี (พ.ศ. 2562 – 2574) ให้มีการจัดตั้งสถาบันไทยโคเซ็น (Thai KOSEN) วิทยาเขตพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังหรือโคเซ็น สจล. (KOSEN-KMITL) เพื่อจัดการเรียนการสอนให้นักศึกษารุ่นที่ 1 จำนวน 24 คน ในปีการศึกษา 2562 และจัดตั้งสถาบันไทยโคเซ็นแห่งที่สองที่วิทยาเขตพระจอมเกล้าธนบุรีหรือโคเซ็น มจธ. (KOSEN KMUTT) ซึ่งจะเปิดรับนักศึกษาในปีการศึกษา 2563 หลักสูตรโคเซ็นมีความแตกต่างจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ในมหาวิทยาลัย คือมุ่งเน้นการเรียนรู้พร้อมปฏิบัติจริง (Problem-Based Learning) และส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกับภาคอุตสาหกรรม (Work-Integrated Learning) หลักสูตรโคเซ็นเป็นทางเลือกใหม่ของนักเรียนที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่สนใจอยากศึกษาต่อด้านวิศวกรรมศาสตร์ ตอบโจทย์ภาคการผลิตไทยและขับเคลื่อนการสร้างสรรค์นวัตกรรม ผลักดันการพัฒนาอุตสาหกรรมสู่อนาคต ตอบสนองแผนการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมของประเทศที่มุ่งเน้นการสร้างนวัตกรรมขึ้นในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน

วันนี้เรามาพูดคุยกับ ดร.วรวรงค์ รักเรืองเดช ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท. และรักษาการผู้อำนวยการสำนักงานโครงการจัดตั้งสถาบันไทยโคเซ็น เพื่อเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับภารกิจสำคัญนี้

ไทยโคเซ็นกับการเติมเต็มภารกิจงาน สสวท.

สสวท. มีหน้าที่หลักในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่ผ่านมาโฟกัสในเรื่องของคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นหลัก แต่เรื่องเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ ยังดำเนินงานได้ไม่มากนัก สสวท. เห็นว่าโคเซ็นซึ่งเป็นระบบการศึกษาของประเทศญี่ปุ่น ที่ผลิตกำลังคนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์เพื่อป้อนสู่อุตสาหกรรม สอดรับกับยุคไทยแลนด์ 4.0 ที่ต้องการวิศวกรที่มีความสามารถสูงในการคิดวิเคราะห์ การสร้างสรรค์ผลงาน และเป็นนวัตกรระดับสากลได้

ความสอดคล้องของโคเซ็นกับภารกิจของ สสวท. มี 3 เรื่อง เรื่องที่หนึ่งคือการพัฒนาหลักสูตรที่เชื่อมโยงกับการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล เรื่องที่สองการพัฒนาครู และเรื่องที่สามการพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษ โดยเฉพาะด้านการบริหารจัดการทุน ซึ่งทั้งหมดนี้ สสวท. ทำมาตลอดและมีประสบการณ์สูงมาก การศึกษาแบบโคเซ็นเป็นการสร้างระบบการศึกษาใหม่ประกอบด้วย หลักสูตรที่เชื่อมโยงกับการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ซึ่งเป็นที่ยอมรับในระดับโลก และได้รับการยกย่องจากองค์กรความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) หน่วยงานผู้ริเริ่มโปรแกรม PISA การประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ การพัฒนาวิศวกรแบบโคเซ็น ต้องการวิศวกรที่เก่งทั้งด้านวิชาการและเป็นนักปฏิบัติ เราจะได้เห็นบัณฑิตจากระบบโคเซ็นได้รับใบเบิกทางให้เข้าทำงานในอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor หรือ EEC) ซึ่งเป็นโครงการยุทธศาสตร์ภายใต้นโยบายไทยแลนด์ 4.0 ในอนาคตระบบนี้จะเชื่อมโยงกับการพัฒนาระบบอาชีวศึกษาของไทยด้วย เพื่อเตรียมกำลังคนที่มีสมรรถนะตรงกับความต้องการของอุตสาหกรรมได้



บทบาทของ สสวท. สู่ตัวกลางเชื่อมไทย-ญี่ปุ่น

โครงการนี้เป็นความร่วมมือของรัฐบาลไทยและรัฐบาลญี่ปุ่น จะร่วมกันพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อป้อนอุตสาหกรรมใน EEC โดย สสวท. ทำหน้าที่เป็นฝ่ายเลขานุการให้รัฐบาลไทย เป็นผู้แทนของกระทรวงศึกษาธิการในการประสานงาน หารือความร่วมมือดำเนินการกับรัฐบาลญี่ปุ่น โดยมีผู้แทนคือ National Institute of Technology (NIT) หรือสถาบันโคเซ็นในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีสถาบันโคเซ็นจำนวน 51 แห่ง และสถาบันไทยโคเซ็นที่ประเทศไทย จะเป็นแห่งที่ 52 และ 53

ประเทศญี่ปุ่นมีการลงทุนในประเทศไทยสูงมาก ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของการลงทุนจากต่างประเทศ หรือเป็นเงินมากกว่าแสนล้านบาท รวมทั้งอีกหลายประเทศที่ต้องการมาลงทุนในประเทศไทย เพราะเป็นศูนย์กลางของอาเซียน เป็นประเทศที่น่าอยู่ น่าลงทุน โดยเฉพาะชาวญี่ปุ่นที่ต้องการลงทุนด้านอุตสาหกรรมขั้นสูงในประเทศไทย แต่สิ่งที่ขาดคือ **กำลังคนที่มีสมรรถนะสูง** เขาไม่สามารถส่งคนจากญี่ปุ่นมาดูแลกิจการได้ จึงต้องการคนในพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงมาช่วยกันพัฒนาอุตสาหกรรม และประเทศไทยยังมีโครงการเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษใน EEC มีนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่เน้นอุตสาหกรรมเป้าหมาย จึงถือว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่เขาอยากมาร่วมกันพัฒนา

ภาพ 1 คณะฝ่ายญี่ปุ่นเข้าพบ รมว. กระทรวงศึกษาธิการของไทย และ สสวท.นำคณะฝ่ายไทยไปเยือน KOSEN ประเทศญี่ปุ่น

กระบวนการทำงานในโครงการนี้ สสวท. โดยฝ่ายบริหารโครงการริเริ่ม สำนักบริหารโครงการพิเศษและกิจการนานาชาติ ในฐานะฝ่ายเลขานุการของประเทศไทย มีโอกาสทำงานร่วมกับหลายหน่วยงานทั้งฝ่ายไทยและญี่ปุ่น เช่น องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น (JICA) กระทรวงศึกษาธิการ วัฒนธรรม กีฬา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีญี่ปุ่น (MEXT) สถาบันโคเซ็นในประเทศญี่ปุ่น ซึ่ง สสวท. เป็นหน่วยงานกลางในการประสานและเจรจาความร่วมมือกับหน่วยงานฝ่ายไทย คือ สพฐ. สจล. และ มจธ. นอกจากนั้น ยังมีหน่วยงานอื่นที่ร่วมดำเนินโครงการ เช่น สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงบประมาณ สำนักงานบริหารหนี้สาธารณะ กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงาน EEC การที่เรามีความร่วมมือกับหลายหน่วยงาน ทำให้เข้าใจกระบวนการทำงานกับภาคีเครือข่าย ส่งผลให้การทำงานหลายเรื่องสัมฤทธิ์ผลและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และที่สำคัญที่สุด คือ พวกเราภูมิใจที่ สสวท. มีบทบาทหลักในโครงการสำคัญนี้

ความท้าทายของประเทศไทย ในการริเริ่มไทยโคเซ็น

นับว่าเป็นความท้าทายใหม่ของประเทศไทยที่ได้ทำงานกับชาวญี่ปุ่น ซึ่งมีวิธีการทำงานเป็นขั้นเป็นตอน มีระเบียบแบบแผน และวัฒนธรรมของการทำงานระหว่างคนไทยกับญี่ปุ่นที่ไม่เหมือนกัน ต้องร่วมกันทำงานนี้ให้สำเร็จให้ได้ พบว่าความท้าทายมีเยอะเพราะเราทำงานในภาพใหญ่ของประเทศ เป็นโครงการขนาดใหญ่และเป็นการลงทุนเพื่ออนาคต ซึ่งตรงนี้วิธีการจัดทำแผนงานและแผนงบประมาณจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศเป็นสิ่งที่เราต้องทำการบ้านกันอย่างหนัก ต้องเรียนรู้ให้รอบด้านและละเอียดรอบคอบ เพราะระบบโคเซ็นเป็นระบบการศึกษาที่ประเทศไทยไม่เคยมีมาก่อน

ระบบการศึกษาในประเทศไทย เมื่อนักเรียนจบ ม. 3 จะเลือกศึกษาต่อได้ 2 ทาง คือ ม.ปลาย หรืออาชีวศึกษา ถ้าเลือกเรียนอาชีวศึกษา 3 ปี จะได้วุฒิ ปวช. และเรียนต่ออีก 2 ปี จะได้วุฒิ ปวส. แต่ถ้าเลือกเรียน ม. ปลาย 3 ปี และเรียนต่ออีก 4 ปี จะได้วุฒิปริญญาตรี แต่ในระบบโคเซ็นเมื่อเรียนจบ ม. 3 แล้วเรียนต่ออีก 5 ปี จะได้วุฒิอนุปริญญา และมีความพร้อมที่จะทำงาน ซึ่งความรู้ความสามารถของนักศึกษาหลังจากจบ 5 ปีตามหลักสูตรโคเซ็น ถือได้ว่าสูงพอสมควร และเป็นที่ยอมรับของภาคอุตสาหกรรมญี่ปุ่นได้

ในส่วนนี้คงต้องทำความเข้าใจกับสังคมไทยด้วย เพราะถ้ากล่าวถึงการศึกษา 5 ปี ทุกคนจะหมายถึงอาชีวศึกษา ซึ่งเรียนเน้นที่ฝีมือดีแต่ไม่ถนัดทฤษฎีและวิชาการ ส่วนการเรียนในมหาวิทยาลัยจะเน้นทางวิชาการ สำหรับหลักสูตรโคเซ็นนั้นนักศึกษาจะเก่งทั้งวิชาการและปฏิบัติการ ซึ่งถือว่าเป็นระบบการศึกษาใหม่ที่อาจจะเปลี่ยนวิธีคิดของคนในสังคม คือ เรียนจบ 5 ปี ได้วุฒิอนุปริญญาและได้งานดี ๆ ทำ ที่ผ่านมาระบบการศึกษาแบบนี้มีแล้วในหลายประเทศ แต่ยังไม่มีในประเทศไทย

ภาพ 2 คณะทำงานฝ่ายไทยและผู้เชี่ยวชาญจาก KOSEN ร่วมกันวางแผนการพัฒนาหลักสูตรและเตรียมความพร้อมในการดำเนินงาน

ตลาดงานที่รองรับผู้จบหลักสูตรโคเซ็น

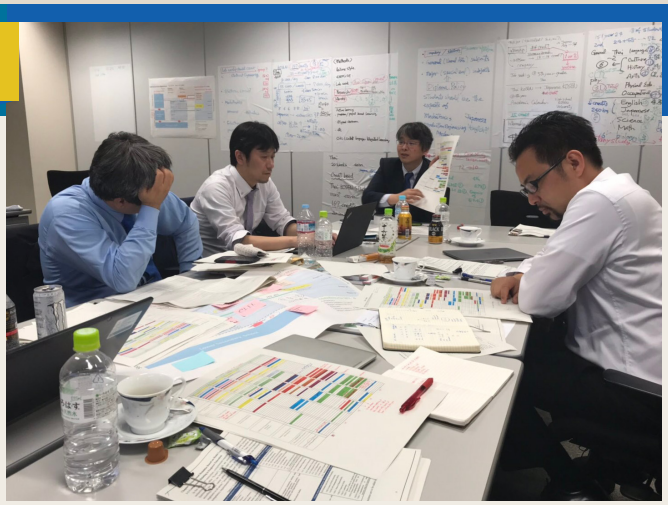
โคเซ็นทำงานเชื่อมโยงกับภาคอุตสาหกรรมของญี่ปุ่นอยู่แล้ว โดยปัจจุบันมีบริษัทญี่ปุ่นในประเทศไทยอยู่ประมาณ 7,000 บริษัท และในอนาคตอาจขยายตัวเพิ่มขึ้นเป็น 10,000 บริษัท งบประมาณลงทุนสู่ประเทศไทยอาจสูงขึ้นเป็น 2-3 แสนล้านบาทต่อปี ซึ่งคิดว่าโครงการนี้น่าจะเป็นแหล่งผลิตกำลังคนที่สำคัญของประเทศ และมีความเป็นไปได้ในอนาคตที่จะเป็นแหล่งป้อนกำลังคนสู่ตลาดแรงงานในอาเซียน เพราะประเทศไทยเป็นศูนย์กลางเศรษฐกิจของอาเซียนอยู่แล้ว

เรียนรู้ เชื่อมโยง ประสบการณ์ทำงานกับคนญี่ปุ่น

คนญี่ปุ่นจะบันทึกทุกอย่าง จดบันทึกเพื่อให้งานส่งต่อกันได้ ทั้งเรื่องของการประชุม วิธีการทำงาน การส่งต่อข้อมูลที่มีระเบียบแบบแผนมาก คนญี่ปุ่นมีวิธีการสื่อสารกันผ่านกระดาษให้ทุกคนเข้าใจได้ และงานเดินอย่างต่อเนื่อง เขาทำงานรวดเร็วและมีระบบ วางแผนชัดเจนทุกอย่าง จะวางระยะเวลางาน (Timeline) ค่อนข้างชัดก่อนว่าจะทำงานกันอย่างไร และมีวินัยการทำงานมาก เช่น ถ้าคิดว่าขั้นตอนเป็นแบบนี้ จะต้องเป็น 1-2-3-4-5 มีลำดับขั้นตอนสูง ถ้าผู้ใหญ่คิดมาแล้วว่าวิธีการทำงานต้องเป็นอย่างนี้ เขาก็จะเดินตามแผนตลอด ถ้ามีปัญหาอาจต้องมีการปรับกระบวนการ และถ้าให้สัญญาแล้วต้องทำให้สำเร็จ ไม่ว่าจะเกิดอะไรขึ้น ถือว่าทำงานแบบนี้สนุก เรามีเป้าหมายใหญ่ เป็นอะไรที่ท้าทาย เราได้เรียนรู้กันค่อนข้างเยอะ

สสวท. มีประสบการณ์กับการทำงานโครงการ พสวท. ซึ่งมีนักวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยสร้างแรงบันดาลใจ ฝึกทักษะการคิด และทักษะทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาที่จบไปมีอาชีพทางวิทยาศาสตร์ตรงตามเป้าหมายโครงการ สำหรับ

ภาพ 3 เตรียมนำเสนอโครงการต่อสภาพัฒน์



ภาพ 4 คณะฝ่ายไทยและญี่ปุ่นหารือเรื่องหลักสูตรที่จะสอนใน Thai KOSEN ณ KOSEN ประเทศญี่ปุ่น

โคเซ็นก็จะเป็นประสบการณ์ที่คล้ายกัน มีอาจารย์ที่มีทักษะทางอุตสาหกรรมและเชื่อมโยงกับภาคอุตสาหกรรม เข้ามาบ่มเพาะนักศึกษา ซึ่งจะทำให้นักศึกษาเรียนรู้จากคนที่มีอาชีพจริง ๆ สร้างแรงบันดาลใจและทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ได้

นอกจากนี้ อาจารย์ของโคเซ็นจะหยิบเฉพาะเรื่องที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพเท่านั้นเข้ามาสอนในชั้นเรียน ประสบการณ์ของเขาเป็นสิ่งที่เราเรียนรู้กระบวนการคัดสรรหรือคัดเลือกเฉพาะบทเรียนได้ว่า จะเลือกทักษะไหนที่จำเป็นสำหรับการประกอบอาชีพใดอาชีพหนึ่งบ้าง เมื่อมีบทเรียนจำนวนไม่มาก ทำให้มีเวลาเพียงพอหรือค่อนข้างมากในการได้ฝึกทำโจทย์ ฝึกทักษะปฏิบัติการในหลาย ๆ ด้าน ที่เชื่อมโยงกับอาชีพโดยตรงได้ ซึ่ง สสวท. สามารถเชื่อมโยงและเรียนรู้จากโคเซ็นได้อีกหลายมุมมอง เพราะ สสวท. มีหน้าที่ในการพัฒนาการเรียนสอนและพัฒนาครูให้จัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถคิดแบบวิทยาศาสตร์ให้ได้ ซึ่งตรงนี้โคเซ็นมีมาแล้วสำหรับการพัฒนาการคิดแบบวิศวกร ก็คิดว่าจะทำงานเชื่อมโยงกัน หยิบส่วนที่ดีของเขามาประยุกต์ใช้กับของเราและเดินต่อไปได้

การเข้าเรียนในหลักสูตรโคเซ็น

นักเรียนที่เข้าร่วมโครงการจะต้องจบชั้น ม. 3 มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.5 มีความสนใจด้านวิศวกรรมศาสตร์ อยากเป็นวิศวกร มีพื้นฐานที่ดีทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สามารถสมัครเข้ารับการสอบคัดเลือกวัดความสามารถ หลังจากนั้นจะเข้าสู่รอบถัดมา ซึ่งมีคนญี่ปุ่นเข้ามาร่วมคัดเลือกด้วย ถ้าใครค้นพบตัวเองแล้วว่าอยากเป็นวิศวกรและเลือกมาทางนี้ก็จะไปได้รุ่ง โดยรุ่นแรกได้คัดเลือกนักศึกษาเข้ามาแล้ว 24 คนจากทั่วประเทศ เพื่อเข้าเรียนที่โคเซ็น สจล. ในสาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ (Mechatronics Engineering) และเปิดภาคเรียนแรกเมื่อวันที่ 13 พ.ค. 2562

ภาพ 5 การจัดการเรียนการสอนด้านวิศวโยธา ประเทศญี่ปุ่น

ผลต่อเส้นทางอาชีพนักเรียนไทยในอนาคต

การจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตวิศวกรในหลักสูตร 5 ปี (นักศึกษาอายุ 15-20 ปี) ที่สะท้อนให้เห็นว่าทำไมการเรียนการสอนที่โคเซ็นจึงผลิตวิศวกรฝีมือดีได้ จุดสำคัญมี 3 ส่วน ได้แก่

1. หลักสูตรเน้นการลงมือทำจริง มีการจำลองบรรยากาศในโรงงานจริง ๆ สถานการณ์จริง ประดิษฐ์ชิ้นงานกันจริง ๆ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบนี้จะทำให้เด็กเข้าใจได้มาก นักศึกษาจะเข้าโรงฝึกงานตั้งแต่อายุ 15 ปี เพิ่มความยากของงานขึ้นไปเรื่อย ๆ และตอนปีท้าย ๆ จะได้ทำงานนวัตกรรมจากโจทย์ปัญหาจริงในโรงงาน

2. หลักสูตรเน้นทฤษฎีเท่าที่จำเป็นต่อการใช้งาน ทีมเราได้ลองวิเคราะห์หลักสูตรแล้วพบว่า หลักสูตรไม่ลงลึกและครอบคลุมแบบประเทศไทย เช่น วิชาคณิตศาสตร์ จะไม่เรียนเนื้อหาบางเรื่องเพราะไม่ได้ใช้ในงานวิศวกรรมศาสตร์ แต่ก็พบว่าเนื้อหาที่เลือกมาเรียนนั้น จะต้องใช้เวลาทำความเข้าใจ มีการทำแบบฝึกหัดควบคู่กันตลอด แถมเน้นการคิดเป็นภาพ (visualization) เป็นต้น

3. ครูโคเซ็นเป็นครูตลอดเวลา ใส่ใจเด็กทั้งในและนอกห้องเรียน มีจิตวิญญาณความเป็นครูสูง และมีประสบการณ์ในภาคอุตสาหกรรม ผมจำภาพประทับใจหลาย ๆ ครั้งที่เห็นครูตั้งใจรับฟังความคิดของเด็ก และพยายามเติมเต็มในสิ่งที่ขาด พยายามปลูกฝังวินัยการทำงานให้ลูกศิษย์ ต้องชื่นชมเลยว่าโคเซ็นคือแหล่งรวมของยอดครู

เนื่องจากเป้าหมายโครงการคือวิศวกรคุณภาพสูง ซึ่งเราอยากใช้คำว่าเป็นนวัตกร มีทักษะการคิดขั้นสูง มีความคิดสร้างสรรค์สูง เรียกได้ว่าเป็นแหล่งสร้างวิศวกรนักปฏิบัติที่เข้ามาทำงานในภาคอุตสาหกรรม สิ่งหนึ่งที่จะเป็นบทบาทสำคัญคือ ญี่ปุ่นไม่ได้เป็นระบบที่ยึดติดกับใบปริญญา แต่เป็นระบบที่ยึดกับความสามารถของบัณฑิต ดังนั้น นักศึกษากลุ่มนี้ก็จะมีโอกาสที่จะแสดงศักยภาพให้กับภาคอุตสาหกรรมญี่ปุ่น และไม่ได้บังคับให้ทำงานเฉพาะในบริษัทญี่ปุ่นเท่านั้น เป็นสิทธิ์ของผู้สำเร็จการศึกษาที่จะเลือกไปทำงานที่ไหนก็ได้ภายในประเทศ หรือถ้าเขามีความสามารถ มีความพร้อมที่จะสร้างนวัตกรรมเอง เขาก็สามารถไปเป็นผู้ประกอบการ

เองได้ เป้าหมายของเราคือผลิตคนเพื่อป้อน EEC จึงอยากให้เขาได้ทำงานอยู่ในพื้นที่ EEC ที่ จังหวัดระยอง ชลบุรี และฉะเชิงเทรา

ตอนนี้ในประเทศไทย เมื่อเรียนปริญญาตรี จะมีการฝึกงานตอนปีสี่ จึงจะสามารถไปทำงานได้ แต่ในระบบโคเซ็น ปี 4 นักศึกษาจะเริ่มสมัครงานแล้ว และ ปี 5 (เทียบเท่ากับ ป. ตรี ปี 2) บริษัทก็จะมาจองตัวเรียบร้อย นักศึกษาโคเซ็น 1 คน จะได้รับการเสนองานประมาณ 20 งาน ซึ่งเป็นระบบที่มีความต้องการให้ป้อนสู่อุตสาหกรรมสูงมาก เพราะบริษัทมั่นใจว่าผู้ที่จบจากโคเซ็นสามารถทำงานได้ทันที นอกจากนั้นการดำเนินงานของโคเซ็น สจล. และ มจธ. จะเชิญอาจารย์จากญี่ปุ่นมาจัดการเรียนการสอน ซึ่งอาจารย์ไม่ได้มาแค่สอนอย่างเดียว แต่ไปสร้างความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมด้วย ตอนนี้อาจารย์ญี่ปุ่นได้ไปเจรจากับหอการค้าและอุตสาหกรรมญี่ปุ่น รวมถึงทีมงานของเราได้ประสานความร่วมมือกับสำนักงาน EEC เพื่อสร้างการรับรู้กับบริษัทญี่ปุ่นใน EEC ถ้าระบบตรงนี้เป็นที่ยอมรับก็จะเปลี่ยนระบบการศึกษาไทยให้เป็นระบบที่เน้นสมรรถนะ เน้นศักยภาพ ไม่ได้เน้นใบปริญญา

การศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ในภาพรวมของประเทศ พบว่าผู้เรียนบางส่วนอาจยังไม่ได้มีความรักศรัทธาในอาชีพวิศวกรมากนัก หรืออาจไม่ได้มีความตั้งใจอยากเป็นวิศวกรมาตั้งแต่ต้น เด็กที่จบทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ไม่ได้ทำงานตรงสาขามีมากพอสมควร ซึ่งเหตุการณ์เช่นนี้จะไม่เกิดขึ้นในระบบโคเซ็น คนที่จบโคเซ็นจะมีอาชีพเป็นวิศวกร

ภาพ 6 การจัดการเรียนการสอนด้านวิศวเครื่องกล ประเทศญี่ปุ่น

ผู้เรียนโคเซ็น ส่วนใหญ่จะทำโปรเจกต์เกี่ยวกับภาคอุตสาหกรรม ซึ่งในขณะนี้หลาย ๆ มหาวิทยาลัยในประเทศไทยยังมีอยู่บ้าง แต่ไม่มากเท่ากับโคเซ็น รวมถึงความสามารถในการสร้างนวัตกรรม เพราะการคิดผลิตภัณฑ์สินค้าใหม่ ๆ ที่ตรงกับความต้องการของผู้คน เป็นเรื่องที่ต้องมีการคิดอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเด็กกลุ่มนี้จะมีความคุ้นเคยกับระบบวิธีคิดเหล่านี้ ก็มีโอกาสที่จะเติบโตได้ค่อนข้างสูง

การเรียนเพื่อประกอบอาชีพ เป็นจุดสำคัญที่จะเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษาได้เหมือนกัน ถามว่าทำไมถึงจะทำแบบนี้ได้ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนเน้นสมรรถนะที่เหมาะกับภาคอุตสาหกรรม ดังนั้น ผู้จบจากโคเซ็นเขาถนัดเรื่องแบบนี้แล้ว จึงไปประกอบอาชีพต่าง ๆ ทางอุตสาหกรรมได้ดี ซึ่งจะแตกต่างจากการเรียนเพื่อให้ได้ใบปริญญา และเป็นสิ่งที่เราอยากจะเห็น ดังนั้น สถาบันการศึกษาจึงต้องทำงานให้เชื่อมโยงกับภาคอุตสาหกรรมอย่างเข้มข้น จะเป็นความท้าทายของสถาบันการศึกษาไทยที่เด็กจบไปแล้วประกอบอาชีพได้ตรงกับสาขาวิชาที่ศึกษา

เป้าหมายระยะยาวของไทยโคเซ็น

เราอยากเห็นความสำเร็จของโครงการนี้ โดยเฉพาะการจัดรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อผลิตนักเทคโนโลยีหรือวิศวกร ซึ่งเราก็ได้เรียนรู้วิธีการทำงานในการผลิตนักเทคโนโลยี กระบวนการผลิตและพัฒนากำลังคน และมีเครือข่ายที่สามารถช่วยส่งเสริมการทำงานของเราได้ ในระยะยาวก็จะไปเชื่อมโยงกับภารกิจของ สสวท. ในสาขาวิชาเทคโนโลยีได้แทบทุกอย่าง

กิจกรรมชีววิทยา : บทเรียนจากสวน

ถ้ามองไปรอบตัว นอกจากมนุษย์แล้วยังมีพืชและสัตว์มากมายที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน โดยที่อยู่อาศัยนั้นอาจเป็นในเมืองที่บริเวณส่วนใหญ่แวดล้อมไปด้วยสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ และมีพื้นที่สีเขียวอยู่เล็กน้อย หรือในเขตชานเมืองซึ่งมีโอกาสพบพื้นที่สีเขียวมากขึ้นและในพื้นที่สีเขียว เช่น สวนสาธารณะ สวนหย่อมในบ้านหรือโรงเรียน มีโอกาสพบพืชหรือสัตว์ต่าง ๆ อาศัยอยู่หลายชนิด บางคนอาจสงสัยว่าสิ่งมีชีวิตที่ปรับตัวอยู่ในเขตเมืองเหล่านี้มีชีวิตความเป็นอยู่อย่างไร มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัวอย่างไรบ้าง ซึ่งเป็นคำถามที่สามารถหาคำตอบได้จากการสังเกต ในบทความนี้ผู้เขียนขอนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้อย่างง่าย สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีชื่อว่า “บทเรียนจากสวน”

วัตถุประสงค์

1. ฝึกทักษะการสังเกตเพื่อระบุชนิดของสิ่งมีชีวิต รวมถึงพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์
2. เรียนรู้วิธีการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับชนิด ขนาด จำนวนผลของต้นไม้
3. เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. นำความรู้ไปใช้ในการศึกษาชีววิทยาในขั้นที่สูงต่อไป

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

3 – 4 ชั่วโมง

วัสดุอุปกรณ์

1. สมุดบันทึก
2. ดินสอหรือปากกา
3. นาฬิกาจับเวลา
4. สายวัดขนาดความยาว 2 เมตรขึ้นไป
5. กล้องส่องทางไกล (ถ้ามี)
6. โทรศัพท์มือถือหรืออุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ (ถ้ามี)
7. กล้องถ่ายรูปหรือโทรศัพท์มือถือที่ถ่ายรูปได้ (ถ้ามี)
8. คู่มือดูนกหรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม (ถ้ามี)

การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น

ก่อนให้นักเรียนทำกิจกรรม ครูควรสำรวจชนิด ตำแหน่งที่อยู่ของพืชและสัตว์ในบริเวณใกล้โรงเรียนหรือพื้นที่ที่จะทำกิจกรรม ควรทำความรู้จักนกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในภาพและบัญชีรายชื่อ รวมถึงพืชและสัตว์ โดยสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต เพื่อให้มีข้อมูลเบื้องต้น

วิธีการทำกิจกรรม

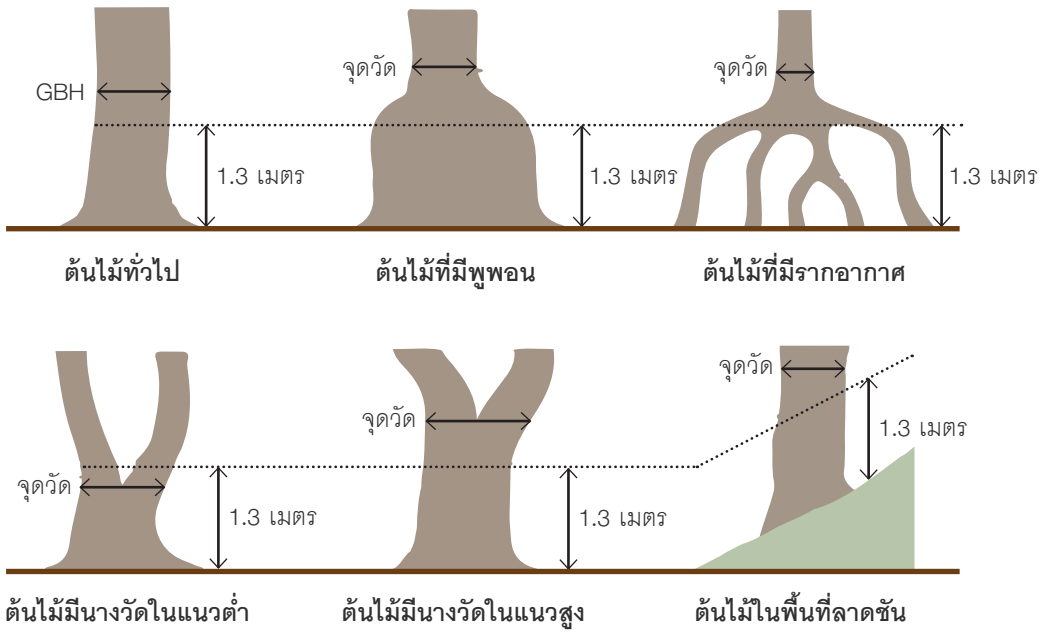
1. ให้นักเรียนสำรวจพื้นที่สีเขียวในโรงเรียนหรือในพื้นที่ที่จะทำกิจกรรม เพื่อระบุชนิดของต้นไม้ที่มีในพื้นที่ โดยเน้นไม้ต้นขนาดใหญ่ที่กำลังออกผลสด (Fleshy fruit) ในปริมาณมากและเป็นที่รู้จัก เช่น ต้นโพ (Ficus religiosa) ต้นไทรย้อยใบทู่ (Ficus microcarpa) ต้นไทรย้อยใบแหลม (Ficus benjamina) หรือไม้ต้นชนิดอื่น ๆ ที่มีขนาดเล็ก หรือไม้พุ่มที่มีผลในปริมาณน้อย เช่น ต้นโคลงเคลง (Melastoma malabathricum) บันทึกไว้เพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบในการทำกิจกรรม แล้ววาดแผนที่บันทึกตำแหน่งของต้นไม้แต่ละชนิดไว้
2. แบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกให้ไปสังเกตต้นไม้ขนาดใหญ่ที่มีจำนวนผลมาก กลุ่มที่สองให้ไปสังเกตต้นไม้ขนาดเล็กหรือไม้พุ่มเตี้ย ๆ ที่มีจำนวนผลน้อย และทำการนับจำนวนผลหรือประมาณการจำนวนผลของต้นไม้แต่ละต้นที่คัดเลือกดังนี้

2.1 นับจำนวนกิ่งหลักที่แตกแขนงออกมาจากลำต้น

ภาพ 1 แสดงตัวอย่างกิ่งหลักที่แตกแขนงออกจากลำต้น (ในวงสีแดง)
ที่มา https://en.wikipedia.org/wiki/Ficus_religiosa#/media/File:Maha_Bodhi_tree_2.jpg.

2.2 สุ่มเลือกกิ่งหลักมา 1 กิ่งและช่วยกันนับจำนวนผลทั้งหมด จากนั้นนำจำนวนผลที่นับได้มาคูณกับจำนวนกิ่งที่นับไว้ในข้อ 2.1 จะได้ค่าประมาณของจำนวนผลของต้นนั้น

2.3 ในกรณีที่ต้นไม้มีขนาดใหญ่และมีจำนวนผลมากจนไม่สามารถนับตามข้อ 2.2 ได้ ให้ใช้วิธีการอนุมานจำนวนผลไม้จากค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่ความสูงระดับอก (DBH – Diameter at Breast Height) ซึ่งโดยทั่วไปในฤดูที่ต้นไม้ให้ผลิตผลสูงสุด ต้นไม้ที่มีค่า DBH สูง มักมีผลิตผลมากตามไปด้วย การหาค่า DBH ทำได้โดยใช้สายวัดวัดเส้นรอบวงของต้นไม้ที่ความสูงระดับอก (GBH – Girth at Breast Height) ประมาณ 1.3 เมตรจากพื้น ในกรณีที่ต้นไม้ที่จะวัดมีลักษณะเป็นพูพอน (รากไม้ที่ขึ้นเป็นปีก เป็นพู หรือเป็นปมที่โคนต้นและแผ่ขยายออกไปรอบ ๆ เพื่อพยุงลำต้น) มีแยกเป็นนาง (ต้นตอมีการแยกเป็น 2 แขนงขึ้นไป) หรือไม่มีสมมาตรชัดเจน สามารถเลือกบริเวณสูงหรือต่ำกว่าระดับอกได้ตามความเหมาะสม ตัวอย่างการวัด GBH แสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 ตัวอย่างการกำหนดจุดวัด GBH บนต้นไม้

เมื่อวัดค่าเส้นรอบวงที่ระดับอก (GBH) แล้ว สามารถแปลงเป็นค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่ระดับอก (DBH) ได้ดังสมการ

$$\textbf{DBH} = \frac{\text{GBH}}{\pi} \text{ : โดยที่ } \pi = 3.14$$

2.4 สำหรับไม้พุ่มหรือไม้ต้นขนาดเล็ก ถ้าสามารถนับจำนวนผลทั้งหมดได้โดยไม่เสียเวลามาก ให้นับและบันทึกจำนวนผลที่พบ ถ้าไม่สามารถนับได้ให้ใช้การประมาณค่าตามข้อ 2.3 โดยค่า GBH ได้จากการวัดค่าเส้นรอบวงของต้นไม้ ที่บริเวณประมาณครึ่งหนึ่งของความสูงของไม้พุ่มหรือไม้ต้นขนาดเล็ก แล้วแปลงเป็นค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่ความสูงระดับอก

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มย่อยสังเกตและนับจำนวนสัตว์ที่เข้ามากินผลไม้หรือใช้ประโยชน์อื่น ๆ เช่น เกาะพัก แล้วแบ่งประเภทสัตว์ที่พบเป็นนกหรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม จับเวลาคร่าว ๆ ที่สัตว์แต่ละตัวใช้บนต้นไม้ นับจำนวนผลไม้ที่สัตว์แต่ละตัวกินโดยใช้กล้องส่องทางไกล หรือสังเกตด้วยตาเปล่า และบันทึกพฤติกรรมของสัตว์นั้น เช่น กลืนกินผลไม้ทั้งผล ฉีกผลไม้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนกิน เปรียบเทียบและจำแนกชนิดของสัตว์ตามคู่มือดูนกหรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

นกปรอดหน้านวล (*Pycnonotus goiavier*)

นกปรอดสวน (*Pycnonotus conradi*)

นกเอี้ยงหงอน (*Acridotheres grandis*)

นกตีทอง (*Psilopogon haemacephala*)

กระรอกสวน (*Callosciurus erythraeus*)

กระรอกหลากสี
(*Callosciurus finlaysonii*)

ภาพ 3 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่พบได้บ่อยในสวนสาธารณะในเขตเมือง

หมายเหตุ: ผู้เขียนได้จัดทำบัญชีรายชื่อนกที่พบได้บ่อยในสวนสาธารณะเพิ่มเติม รายละเอียดในหน้าสุดท้าย

ที่มารูปภาพ

นกปรอดหน้านวล: https://en.wikipedia.org/wiki/Yellow-vented_bulbul#/media/File:Pycnonotus_goiavier_-_Kent_Ridge_Park.jpg.

นกปรอดสวน: https://en.wikipedia.org/wiki/Streak-eared_bulbul#/media/File:Streak-eared_Bulbul_-_Thailand_S4E7106_(16844588747).jpg.

นกเอี้ยงหงอน: https://en.wikipedia.org/wiki/Great_myna#/media/File:Acridotheres_grandis,_Phetchaburi,_Thailand.jpg

นกตีทอง: https://th.wikipedia.org/wiki/นกตีทอง#/media/File:Coppersmith_Barbet_(Megalaima_haemacephala)_in_Kolkata_I_IMG_7583.jpg.

กระรอกสวน: https://th.wikipedia.org/wiki/กระรอกสวน#/media/File:Callosciurus_erythraeus_thaiwanensis_in_Mount_Kinka_(Gifu)_2.jpg

กระรอกหลากสี: https://th.wikipedia.org/wiki/กระรอกหลากสี#/media/File:Finlayson%27s_squirrel_in_Bangkok,_May,_2018.jpg.

สำหรับนกหรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมชนิดอื่นที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ ให้บันทึกลักษณะอย่างคร่าว ๆ ไม่ต้องระบุชนิด เช่น สีขนตามอวัยวะต่าง ๆ ลักษณะของปาก ขนาดลำตัวโดยประมาณ หรือถ่ายรูปไว้เพื่อนำมาจำแนกชนิดในภายหลัง โดยเทียบกับรูปจากอินเทอร์เน็ต หรือสอบถามผู้รู้ เช่น นักดูนก ผ่านแฟนเพจของสมาคมอนุรักษ์นกและธรรมชาติแห่งประเทศไทย (https://www.facebook.com/bcst.or.th/)

4. การบันทึกผลการศึกษา สามารถบันทึกลงในตารางตัวอย่างดังนี้ (สามารถปรับรูปแบบของตารางบันทึกผลการศึกษาได้ตามความเหมาะสม)

ตัวอย่างตารางบันทึกผลกิจกรรมบทเรียนจากสวน

ชนิดต้นไม้	GBH (cm.)	DBH (cm.) หรือจำนวนผล	สัตว์ที่พบ	เวลา	จำนวนผลที่กิน	พฤติกรรม
ต้นโพ	180	57.3 / 7,500	1. นกปรอดหน้านวล 2. นกโพระดกธรรมดา 3. กระรอก	08.05 - 08.09 08.06 - 08.12 08.15 - 08.30	3 11 13	กลืนกินทั้งผล กลืนกินทั้งผล ฉีก/แทะผล .....
ต้นโคลงเคลง	15	4.8 / 250	1. นกปรอดหน้านวล 2. นกสีชมพูสวน	08.30 - 08.35 08.46 - 08.48	1 < 1	ฉีกก่อนกลืนกิน ฉีกก่อนกลืนกิน .....

5. วิเคราะห์และร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้จากข้อ 2 และ 3 และตอบคำถามดังตัวอย่าง

5.1 ถ้าต้นไม้มีจำนวนผลมาก จะมีโอกาสพบสัตว์กินผลไม้มากชนิดด้วยหรือไม่?

แนวการตอบคำถามอภิปราย

โดยทั่วไปพืชที่มีขนาดใหญ่และมีจำนวนผลมาก จะมีสัตว์หลายชนิดและมีจำนวนสัตว์โดยรวมที่มากินผลไม้มากกว่าต้นไม้ขนาดเล็กที่มีผลในปริมาณน้อย ต้นไม้ที่สูงใหญ่และมีปริมาณผลมากสัตว์จะเข้าถึงได้ง่ายและมองเห็นได้จากระยะไกล จึงมีโอกาสพบนกหลายชนิดเข้ามากินผลไม้ นอกจากนี้ไม้ต้นขนาดใหญ่ยังมีบริเวณให้เกาะพักมากกว่า จึงมีแนวโน้มที่นกหลายชนิดจะเข้ามาใช้หรือทำกิจกรรมมากกว่าไม้ต้นขนาดเล็ก

5.2 สัตว์แต่ละชนิดหรือกลุ่ม มีพฤติกรรมการกินผลไม้บนต้นไม้อย่างไร?

แนวการตอบคำถามอภิปราย

สัตว์ขนาดใหญ่มีความต้องการปริมาณอาหารมากกว่าสัตว์ขนาดเล็ก ผลการสังเกตจึงพบว่านกที่มีขนาดใหญ่จะกินผลไม้ในปริมาณที่มากกว่านกขนาดเล็กต่อการมาเยือนในแต่ละครั้ง และจะใช้เวลากินผลไม้บนต้นไม้นานกว่า เพราะต้องใช้เวลาในการค้นหาผลไม้จนมีปริมาณที่มากพอต่อการกินในแต่ละครั้ง สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น กระรอก พบว่าใช้เวลาบนต้นไม้นานเช่นกัน เพราะต้องใช้จมูกดมกลิ่นผลไม้แต่ละลูก ใช้ปากดึงผลไม้ออกจากขั้ว และใช้ขาหน้าทั้งสองขาประคองผลไว้แล้วแทะกิน เมื่อกินผลแรกเสร็จจะค้นหาผลไม้สุกผลอื่นต่อไปจนเพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นพฤติกรรมการกินผลไม้และขนาดตัวของสัตว์ที่แตกต่างกัน ย่อมส่งผลต่อเวลาที่สัตว์แต่ละชนิดและแต่ละตัวกินผลไม้บนต้นไม้

พฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์มีผลต่อการกระจายเมล็ดพืชเช่นกัน สัตว์ที่กลืนกินผลไม้ทั้งลูก ที่มีโอกาสแพร่กระจายเมล็ดไปยังพื้นที่อื่นได้มากกว่า เพราะว่าเมล็ดทั้งหมดในผลนั้นถูกกลืนกินไปด้วย และจะขับถ่ายออกหลังจากออกไปจากต้นไม้นั้นแล้ว ส่วนพฤติกรรมการฉีกผลไม้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วกิน จะมีเมล็ดบางส่วนตกลงใต้ต้น

5.3 การที่สัตว์เข้ามากินผลไม้บนต้นไม้ มีประโยชน์อะไรกับพืชและสัตว์?

แนวการตอบคำถามอภิปราย

เกิดการแพร่กระจายเมล็ดพันธุ์ของพืชไปยังพื้นที่ใหม่ ๆ ได้มากขึ้น ส่งผลดีต่อประชากรของพืชชนิดนั้น ซึ่งอาจจะสามารถขยายเขตการกระจายพันธุ์ได้มากขึ้น นกบางชนิดนอกจากจะกินผลไม้แล้ว ยังกินแมลงเป็นอาหารควบคู่กันไป แมลงบางชนิดที่เป็นศัตรูพืชจะถูกนกเหล่านี้กินเป็นอาหาร จึงเป็นการกำจัดศัตรูพืชด้วย สัตว์กินผลไม้ได้อาหารจากพืช ได้พื้นที่ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น เกาะพัก จับคู่ผสมพันธุ์สร้างรัง หรือหลบภัยจากผู้ล่าในธรรมชาติ

6. เมื่อนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม และตอบคำถามเสร็จสิ้นแล้ว ให้นักเรียนฝึกทักษะการนำเสนอ โดยแสดงข้อมูลลงบนกระดาษโปสเตอร์ขนาดใหญ่ หรือใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ หรืออาจให้นักเรียนฝึกการทำรายงานกลุ่มโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม

ผลการเรียนรู้บทเรียนจากสวน

กิจกรรมการศึกษาชีววิทยานอกห้องเรียนนั้น สามารถเพิ่มความเข้าใจหลักการทางชีววิทยาที่เรียนมาในชั้นเรียน ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนจะได้ฝึกทักษะการสังเกต การบันทึกและการจัดทำข้อมูล การวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างทำกิจกรรม รวมทั้งการทำงานร่วมกับเพื่อน

การที่นักเรียนจะได้ประโยชน์อย่างสูงสุดจากการเรียนรู้ ครูต้องมีความรู้ความเข้าใจกิจกรรมที่ทำ และสามารถให้คำแนะนำกับนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรมได้ รวมถึงมีการตรวจสอบความเข้าใจและประเมินผลนักเรียนหลังทำกิจกรรม เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงการทำกิจกรรมในครั้งต่อไป

บรรณานุกรม

Batcheler, C. L. (1985). *Note on measurement of woody plant diameter distributions.* New Zealand Forest Service.

Berg, C. C. & Pattharahirantricin, N. & Chantarasuwan, B. (2011). Moraceae. In Santisuk, T., & Larsen, K., (eds.). *Flora of Thailand, Volume 10, Part 4: Cecropiaceae and Moraceae* (pp. 475-675), Bangkok, Thailand: Forest Herbarium: Royal Forest Department.

Chapman, C. A. & Chapman, L. J. & Wangham, R. & Hunt, K. & Gebo, D., & Gardner, L. (1992). Estimators of fruit abundance of tropical trees. *Biotropica*, 527-531.

Francis, C. (2017). *Mammals of South-East Asia*. Bloomsbury Publishing.

Snow, B., & Snow, D. (2010). *Birds and berries.* A&C Black.

Lekhakun, B., & Round, P. D. (1991). *Guide to the Birds of Thailand*. Saha Karn Bhaet Co., Ltd..

Shanahan, M. (2000). *Ficus seed dispersal guilds: ecology, evolution and conservation implications.* Leeds, UK: Ph.D. thesis. University of Leeds.

ภาณุวัฒน์ ประเสริฐพงศ์. วิธีการศึกษามวลชีวภาพในป่าไม้. สืบค้นเมื่อ 19 เมษายน 2562, จาก http://www.op.mahidol.ac.th/oppe/downloads/sus-meeting-วิธีการศึกษามวลชีวภาพในป่าไม้.pdf.

รุ่งโรจน์ จุกมงคล. (2547). *สวนเรียกนก*. กรุงเทพมหานคร: บ้านและสวน.

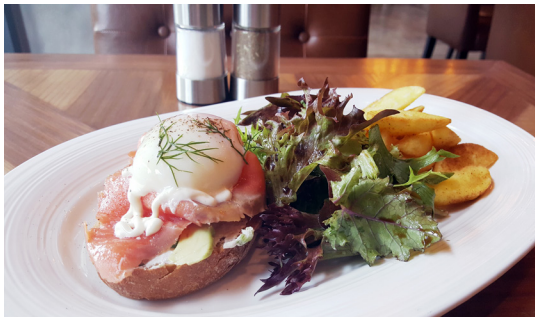
ข้อมูลเพิ่มเติมบัญชีรายชื่อนกที่พบบ่อยในพื้นที่สีเขียว

ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	การกินอาหาร	ประเภท	การกระจาย	สถานภาพ IUCN
นกเขาไฟ	*Streptopelia tranquebarica*	I, F, S	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกเขาชวา	*Geopelia striata*	I, F, S	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกเปล้าคอสีม่วง	*Treron vernans*	I, F, S	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/ชายป่า	LC
นกพิราบ	*Columba livia*	I, F, S	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกกระจอกบ้าน	*Passer montanus*	I, F, S	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกกางเขนบ้าน	*Copsychus saularis*	I	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกอีแพรดแถบอกดำ	*Rhipidura javanica*	I	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกแอ่นบ้าน	*Apus nipalensis*	I	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกขมิ้นน้อยธรรมดา	*Aegithina tiphia*	I	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/ชายป่า	LC
นกกิ้งโครงคอดำ	*Gracupica nigricollis*	I, F, R	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/ชายป่า	LC
นกแอ่นตาล	*Cypsiurus balasiensis*	I	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกกระติ๊ดขี้หมู	*Lonchura punctulata*	S	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกจาบทอง	*Ploceus hypoxanthus*	S	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกจาบอกลาย	*Ploceus manyar*	S	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกจาบธรรมดา	*Ploceus philippinus*	S	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกกระจอกชวา	*Lonchura oryzivora*	S	ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกตะขาบทุ่ง	*Coracias benghalensis*	I, A, R	นกประจำถิ่น	ชายป่า/เกษตรกรรม	LC
นกอีวาบตั๊กแตน	*Cacomantis merulinus*	I	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกกระจิบหญ้าสีเรียบ	*Prinia inornata*	I	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกจับแมลงสีน้ำตาล	*Muscicapa dauurica*	I	นกประจำถิ่น/อพยพ	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกจาบคาหัวเขียว	*Merops philippinus*	I	นกอพยพ	ชายป่า/เกษตรกรรม	LC
นกพญาไฟสีเทา	*Pericrocotus divaricatus*	I	นกอพยพ	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกเด้าดินทุ่งใหญ่	*Anthus richardi*	I, In, A, R	นกอพยพ	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกแซงแซวสีเทา	*Dicrurus leucophaeus*	I	นกประจำถิ่น/อพยพ	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกปรอดหัวสีเขม่า	*Pycnonotus aurigaster*	I, F	นกประจำถิ่น	เกษตรกรรม/ชายป่า	LC
นกปรอดหัวโขน	*Pycnonotus jocosus*	I, F	นกประจำถิ่น	เกษตรกรรม/ชายป่า	LC
นกปรอดทอง	*Pycnonotus atriceps*	I, F	นกประจำถิ่น	เกษตรกรรม/ชายป่า	LC
นกปรอดเหลืองหัวจุก	*Pycnonotus flaviventris*	I, F	นกประจำถิ่น	เกษตรกรรม/ชายป่า	LC
นกปรอดคอลาย	*Pycnonotus finlaysoni*	I, F	นกประจำถิ่น	เกษตรกรรม/ชายป่า	LC
นกกาฝากท้องสีส้ม	*Dicaeum trigonostigma*	I, F	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกบั้งรอกใหญ่	*Phaenicophaeus tristis*	I, F, R, A	นกประจำถิ่น	เกษตรกรรม/ชายป่า	LC
นกกระปูดใหญ่	*Centropus sinensis*	I, In, R, A	นกประจำถิ่น	เขตเมือง/เกษตรกรรม	LC
นกกระเต็นอกขาว	*Halcyon smyrnensis*	In, Fi, A, R	นกประจำถิ่น	ใกล้แหล่งน้ำ	LC
นกยางกรอกพันธุ์จีน	*Ardeola bacchus*	In, Fi, A, R	นกอพยพ	ใกล้แหล่งน้ำ	LC
นกยางควาย	*Bubulcus ibis*	In, Fi, A, R	นกประจำถิ่น/อพยพ	ใกล้แหล่งน้ำ	LC
นกยางโทนใหญ่	*Ardea alba*	In, Fi, A, R	นกประจำถิ่น/อพยพ	ใกล้แหล่งน้ำ	LC
นกยางโทนน้อย	*Ardea intermedia*	In, Fi, A, R	นกประจำถิ่น/อพยพ	ใกล้แหล่งน้ำ	LC
นกยางเปีย	*Egretta garzetta*	In, Fi, A, R	นกประจำถิ่น/อพยพ	ใกล้แหล่งน้ำ	LC
นกปากห่าง	*Anastomus oscitans*	In, Fi, A, R	นกประจำถิ่น/อพยพ	ใกล้แหล่งน้ำ	LC
นกกวัก	*Amaurornis phoenicurus*	In, Fi, A, R	นกประจำถิ่น	ใกล้แหล่งน้ำ	LC

หมายเหตุ: I = แมลง, In = สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ, Fi = ปลา, A = สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ, R = สัตว์เลื้อยคลาน, F = ผลไม้, S = เมล็ดพืช
LC = เป็นกังวลน้อย (least concern)

 ดร.สุนัดดา โยมญาติ • ผู้ชำนาญ สาขาเคมีและชีววิทยา สสวท. • e-mail: syomy@ipst.ac.th

ไขปัญหาเรื่องอาหารการกิน ด้วยบทเรียนวิชาชีววิทยา "Part I : น้ำนมและผลิตภัณฑ์จากนม"



"เรื่องกินเรื่องใหญ่" คำกล่าวนี้ไม่เกินจริงเลย ทุกคนคงทราบเกี่ยวกับประโยชน์ของการรับประทานอาหารดีแล้ว เนื่องจากเคยเรียนมาตั้งแต่เด็ก ๆ การรับประทานอาหารก็เพื่อนำไปใช้เป็นพลังงาน ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนต่าง ๆ และประโยชน์ด้านอื่น ๆ เนื้อหาในบทเรียนเกี่ยวกับเรื่องอาหารการกินตั้งแต่ระดับประถมศึกษา เช่น สารอาหารที่มีอยู่ในอาหารมี 6 ประเภท ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ วิตามิน และน้ำ ซึ่งสารอาหารแต่ละประเภทมีประโยชน์ต่อร่างกายแตกต่างกัน รวมไปถึงระบบย่อยอาหารที่ประกอบด้วยอวัยวะต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ร่วมกันในการย่อยและดูดซึมสารอาหาร ส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจะมีเนื้อหาลึกมากขึ้นเกี่ยวกับโครงสร้างของสารอาหารประเภทต่าง ๆ ความสำคัญของสารอาหารที่มีต่อสิ่งมีชีวิต การย่อยอาหารทั้งเชิงกล เช่น การเคี้ยว และการย่อยทางเคมีโดยเอนไซม์

ความรู้ที่เรียนในห้องเรียน นอกจากจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญและเพียงพอสำหรับการเรียนต่อทางด้านวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษาแล้ว ยังถูกคาดหวังว่าผู้เรียนจะสามารถเชื่อมโยงสู่การนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อีกด้วย ซึ่งเป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เมื่อพิจารณาถึงสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน หลายคนอาจสงสัยหรือมีหลายคำถามที่เกี่ยวข้องกับอาหารการกิน หรืออ่านข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ แล้วเกิดข้อสงสัย ถ้าพิจารณาจากเนื้อหาที่เคยเรียนแล้วก็อาจจะนำความรู้นั้นมาตอบคำถามได้ หรือแม้บางคำถามจะไม่สามารถใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาตอบได้ทั้งหมด แต่ก็เป็นพื้นฐานที่จะให้ค้นหาคำตอบต่อไปได้

ตัวอย่างชุดคำถาม ว่าด้วยเรื่องของน้ำนมและผลิตภัณฑ์จากน้ำนม

- ***น้ำนมที่ไม่มีแล็กโทสคืออะไร***
- ***ชีส เนย และมาร์การีนเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร***

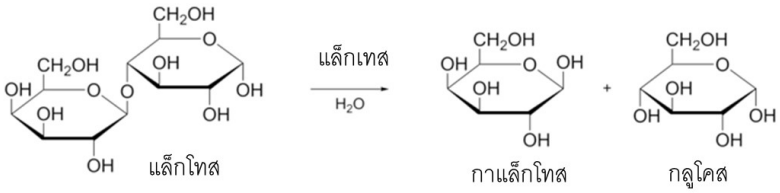
น้ำนมที่ไม่มีแล็กโทสคืออะไร

ในอดีต ถ้าไปหาซื้อน้ำนมวัวแบบขวดหรือแบบกล่อง นอกจากจะพบน้ำนมวัว 100% ซึ่งเป็นน้ำนมชนิดเต็มมันเนยแล้ว ยังมีน้ำนมประเภทที่ไขมันน้อยกว่าน้ำนมทั่วไปด้วย เช่น น้ำนมพร่องมันเนย (Low Fat Milk) ซึ่งเป็นน้ำนมที่แยกมันเนยหรือไขมันออกบางส่วน ทำให้เหลือไขมันในน้ำนมน้อยกว่าปกติ น้ำนมขาดมันเนย (No Fat Milk หรือ Fat-Free Milk) ซึ่งแยกมันเนยหรือไขมันออกไปเกือบทั้งหมด ผู้ที่ดื่มน้ำนมพร่องมันเนยหรือน้ำนมขาดมันเนย มักเป็นผู้ที่ต้องการควบคุมปริมาณไขมัน อย่างไรก็ตามน้ำนมประเภทนี้จะมีปริมาณวิตามินที่ละลายในไขมัน คือ A D E และ K ลดลงไปด้วย

บางคนเมื่อดื่มน้ำนมแล้วอาจมีอาการท้องอืดหรือท้องเสียได้ ซึ่งอาจเกิดจากการแพ้น้ำตาลแล็กโทส (Lactose Intolerance) หรือการขาด/พร่องเอนไซม์แล็กเทส (Lactase Deficiency) อาการนี้พบในผู้ใหญ่ประมาณ 65-70% ถ้าคนกลุ่มนี้ต้องการดื่มน้ำนม จะต้องดื่มน้ำนมที่ไม่มีแล็กโทสเพื่อไม่ให้เกิดอาการดังกล่าว แล็กโทสเป็นน้ำตาลที่พบในน้ำนมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ในน้ำนมวัวที่ขายทั่วไปจึงมีแล็กโทสอยู่ในน้ำนมด้วย

■ เอนไซม์แล็กเทสผลิตจากที่ไหน และถ้าร่างกายผลิตแล็กเทสไม่ได้จะเกิดอะไรขึ้น

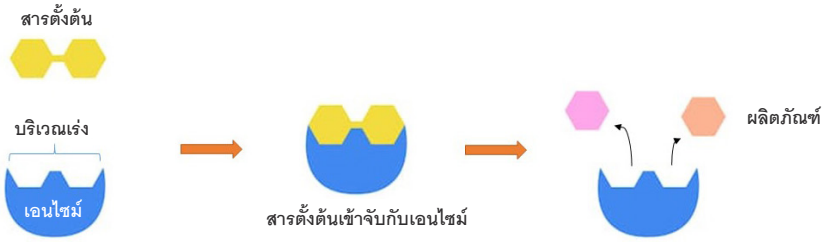
แล็กเทสผลิตจากผนังลำไส้เล็ก เอนไซม์นี้จะย่อยแล็กโทสซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่หรือไดแซ็กคาไรด์ ได้เป็นกลูโคสและกาแล็กโทสซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหรือมอโนแซ็กคาไรด์



จากนั้นมอโนแซ็กคาไรด์จะถูกดูดซึมเข้าสู่เซลล์บุผิวของลำไส้เล็ก แล้วลำเลียงเข้าสู่หลอดเลือดฝอยเพื่อไปผ่านหลอดเลือดต่อไป ในกรณีที่บางคนไม่สามารถผลิตแล็กเทสได้ แล็กโทสจึงไม่ถูกย่อยและไม่ถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็ก เมื่อไปถึงลำไส้ใหญ่จะเกิดการหมักด้วยแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ เกิดแก๊สทำให้มีอาการท้องอืดและปวดท้อง นอกจากนี้แล็กโทสที่ไม่ถูกย่อยจะทำให้เกิดการดูดกลับน้ำให้เข้ามาสู่ลำไส้ใหญ่ ทำให้เกิดอาการท้องเสีย

■ ทำไมเอนไซม์อื่น ๆ จึงย่อยแล็กโทสไม่ได้

แม้ว่าในระบบย่อยอาหารจะมีเอนไซม์หลายชนิด เช่น ซูเครส อะไมเลส เพปซิน แต่ไม่สามารถย่อยแล็กโทสได้ จะมีเฉพาะแล็กเทสเท่านั้นที่มีความจำเพาะในการย่อยแล็กโทส เนื่องจากเอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นโปรตีน สายของโปรตีนจะมีการพับม้วนไปมาจนเกิดรูปร่างเฉพาะตัว ทำให้บริเวณเร่งของเอนไซม์แต่ละชนิดมีความจำเพาะกับสารตั้งต้น ดังนั้นสารตั้งต้นที่มีรูปร่างจำเพาะกับเอนไซม์เท่านั้น จึงสามารถจับกับบริเวณเร่งของเอนไซม์และเปลี่ยนแปลงไปเป็นผลิตภัณฑ์



เมื่อก่อนนั้น ถ้าผู้ที่แพ้แล็กโทสต้องการจะดื่มน้ำนม ก็อาจเลือกที่จะดื่มนมเปรี้ยวหรือรับประทานโยเกิร์ต ซึ่งมีแล็กโทสในปริมาณน้อยเนื่องจากแล็กโทสถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดแล็กติก แต่ในปัจจุบันถ้าเดินสำรวจตามชั้นขายน้ำนมสดยี่ห้อและรสชาติต่าง ๆ จะเห็นว่ามีผลิตภัณฑ์น้ำนมที่เขียนว่า Lactose Free หลายยี่ห้อ ซึ่งน้ำนมเหล่านี้จะไม่มีแล็กโทส เนื่องจากมีการเติมเอนไซม์แล็กเทสลงไปในกระบวนการผลิต ทำให้แล็กโทสถูกย่อยไปแล้ว ผู้ที่แพ้แล็กโทสจึงสามารถดื่มได้โดยไม่ทำให้เกิดอาการท้องอืดหรือท้องเสีย

ความรู้พื้นฐานที่นำมาใช้อธิบายเกี่ยวกับนมที่ไม่มีแล็กโทสและการแพ้แล็กโทสมีเรื่องอะไรบ้าง

- เคมีอินทรีย์พื้นฐานของสารประกอบ : ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ อิทธิพลของความร้อนในการ
- ปฏิกิริยาเมลลาร์ดของสารประกอบ : การทำงานของเอนไซม์ คุณสมบัติและความสำคัญ
- รสชาติของอาหาร : การจัดอาหารให้เกิดรส การดูดซึมสารอาหาร

ชีส เนย และมาร์การีน เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ชีสหรือเนยแข็ง (Cheese) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากโปรตีนในน้ำนม ส่วนใหญ่ใช้น้ำนมสัตว์เป็นวัตถุดิบ เช่น น้ำนมวัว น้ำนมแกะ และน้ำนมควาย ในขณะที่เนย (Butter) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากไขมันในน้ำนม ซึ่งส่วนใหญ่ใช้น้ำนมวัวเป็นวัตถุดิบ ส่วนมาร์การีน (Margarine) ผลิตจากไขมันพืช แม้ว่าชีส เนย และมาร์การีน จะมีลักษณะเป็นก้อนสีเหลืองคล้ายกัน แต่ที่มีความแตกต่างกันคือ ชีสมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนเนยและมาร์การีนมีไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก

ชีส

เนย

มาร์การีน

ชีสผลิตได้อย่างไร?

กระบวนการผลิตชีส เริ่มจากการตกตะกอนโปรตีนเคซีน (Casein) ซึ่งเป็นโปรตีนหลักในน้ำนม ด้วยกรดแลกติกที่สร้างจากแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติก (Lactic Acid Bacteria) หรือตกตะกอนโปรตีนด้วยเอนไซม์เรนนิน (Renin) หรือใช้ทั้งกรดแลกติกและเรนนินร่วมกัน ความเป็นกรดรวมทั้งการถูกย่อยด้วยเอนไซม์ทำให้โปรตีนเคซีนเสียสภาพ (Denature) ได้เป็นตะกอนสีขาวมีลักษณะคล้ายโยเกิร์ต ซึ่งเรียกว่า เคิร์ด (Curd) จากนั้นกรองส่วนที่เป็นเคิร์ดไปทำชีส ส่วนของเหลวที่เหลืออยู่เรียกว่า เวย์ (Whey) ซึ่งยังมีโปรตีนบางส่วนหลงเหลืออยู่ สามารถนำไปทำเป็นผงที่เรียกว่าเวย์โปรตีน (Whey Protein) นิยมใช้เป็นโปรตีนเสริมสำหรับนักเพาะกาย

ชีสที่ผลิตได้มีหลากหลายชนิด ขึ้นอยู่กับประเภทและชนิดของน้ำนมที่นำมาใช้ในการผลิต ชนิดของจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ในการหมัก ระยะเวลาที่ใช้ในการบ่ม และอาจมีขั้นตอนการผลิตที่เฉพาะซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการผลิตแล้ว จะเก็บชีสไว้ในที่เย็นหรือตู้เย็นตลอดเวลาเพื่อรักษาคุณภาพของชีส

■ ทำไมชีสบางชนิดถึงมีรู?

ในหนังสือการ์ตูนที่อ่านตอนเด็ก ๆ มักจะวาดชีสให้มีรู ทำให้ภาพที่นึกถึงชีสว่าเป็นก้อนสามเหลี่ยมสีเหลืองและมีรูอยู่ทั่วก้อน แต่จริง ๆ แล้วชีสส่วนใหญ่ไม่ได้มีรูและไม่จำเป็นต้องเป็นก้อนสีเหลืองเท่านั้น มีชีสบางชนิดเท่านั้นที่มีรู เช่น สวิสชีส (Swiss cheese)

รูของสวิสชีสเกิดจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากขั้นตอนการผลิต ซึ่งใช้หัวเชื้อเป็นแบคทีเรียหลายชนิด ในขั้นตอนท้าย ๆ ของการผลิตชีส แบคทีเรีย *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii* จะย่อยกรดแลกติกที่ได้จากการหมักของแบคทีเรียชนิดอื่นได้เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สที่เกิดขึ้นนี้จะค่อย ๆ สะสมและแทรกอยู่ในเนื้อของชีส ทำให้เกิดเป็นรู

■ ทำไมจึงมีราอยู่ที่ชีส

ชีสส่วนใหญ่ผลิตโดยใช้แบคทีเรียเป็นหัวเชื้อ เพื่อสร้างกรดแลกติกสำหรับตกตะกอนโปรตีน แต่ชีสบางชนิดมีการใส่ราลงไปในกระบวนการผลิตด้วย เช่น บลูชีส (Blue Cheese) มีการใส่สปอร์ของรา *Penicillium roque-forti* และ *Penicillium glaucum* ลงไประหว่างเกิดเป็นก้อนเคิร์ดหรือใส่หลังจากที่น้ำนมจับตัวเป็นก้อนเคิร์ดแล้ว ราต้องการออกซิเจนเพื่อใช้ในการหายใจ ดังนั้นบลูชีสจึงถูกเจาะหรือแทงเข้าไปในเนื้อชีสให้เป็นรูเพื่อให้อากาศเข้าไปภายใน ทำให้เส้นใยราสามารถเจริญแทรกไปได้ทั่วทั้งก้อน และเมื่อราสร้างสปอร์จะเห็นเป็นจุดสีเขียวปนน้ำเงิน ซึ่งเป็นที่มาของชื่อบลูชีสนั่นเอง

นอกจากบลูชีสจะมีจุดสีเขียวปนน้ำเงินของสปอร์ราที่เป็นเอกลักษณ์แล้ว ยังมีกลิ่นเฉพาะตัวรุนแรงซึ่งเกิดจากการหมักของรา บางคนอาจจะชอบกลิ่นนี้ซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของบลูชีสที่ชีสชนิดอื่นไม่มี แต่บางคนก็อาจไม่ชอบ อย่างไรก็ตามยังมีชีสชนิดอื่น ๆ ที่ใส่ราลงไปในการผลิตชีสแต่มีกลิ่นอ่อนกว่า เช่น กามองแบร์ (Camembert) ซึ่งตั้งชื่อตามชื่อเมืองในฝรั่งเศสที่มีการผลิตชีสนี้ หลังจากผลิตชีสได้เป็นก้อนแล้ว จะมีการใส่หัวเชื้อเป็นสปอร์รา *Penicillium camemberti* และ *Geotrichum candidum* บนก้อนชีส จากนั้นจึงบ่มไว้ให้เส้นใยราสีขาวเจริญอยู่โดยรอบก้อนชีส

ราชนิดต่าง ๆ ที่ใส่ลงไปในการผลิตชีส ก็เพื่อให้เกิดการหมักที่ทำให้ชีสมีลักษณะ กลิ่น และรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวตามต้องการ สามารถรับประทานโดยไม่เกิดอันตราย เนื่องจากไม่ใช่ราที่ทำให้อาหารเน่าเสีย แต่ถ้าซื้อชีสชนิดที่ไม่มีรามาเก็บไว้นาน ๆ แล้วมีราขึ้น จะต้องทิ้งชีสก้อนนั้นไปเพราะเป็นราที่ทำให้อาหารเน่าเสีย

■ เนยผลิตได้อย่างไร

เนยเป็นไขมันที่แยกมาจากน้ำนมสัตว์ ซึ่งส่วนใหญ่ใช้น้ำนมวัวเป็นวัตถุดิบ แต่อาจจะใช้น้ำนมจากสัตว์อื่น เช่น แกะ แพะ หรือควายก็ได้ ไขมันนี้มีกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid) ในกระบวนการผลิตจะแยกส่วนที่เป็นไขมันออกมาจากน้ำนมดิบโดยการปั่น ไขมันที่อยู่ในน้ำนมจะจับตัวเป็นก้อนเล็ก ๆ ลอยอยู่ด้านบน ส่วนน้ำนมที่แยกไขมันออกไปแล้วนั้นจะเป็นน้ำนมพร่องมันเนย ถ้าปั่นแยกไขมันออกไปจนหมดจะเป็นน้ำนมขาดมันเนย ซึ่งน้ำนมนี้จะนำไปผลิตเป็นน้ำนมสำหรับบริโภคต่อไป

เมื่อแยกส่วนไขมันออกมาแล้วก็นำไปฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมา ทำให้เย็นและนำมาปั่นเพื่อให้ไขมันจับตัวเป็นก้อน ซึ่งส่วนที่เป็นของเหลวที่ได้มาจากขั้นตอนแรกจะถูกแยกออกไป เรียกว่า ครีมบัตเตอร์มิลค์ (Butter Milk) แล้วจึงนำไขมันส่วนที่เหลือไปตีหรือนวดเพื่อให้เนื้อเนียนเข้ากันได้เป็นเนย จากนั้นทำให้เป็นก้อนขนาดตามต้องการเพื่อจำหน่าย ซึ่งมีทั้งเนยรสจืดและเนยรสเค็มที่มีการผสมเกลือลงไป

เนยที่ผลิตได้จะมีไขมันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 และเนื่องจากประกอบด้วยกรดไขมันสายสั้น ทำให้มีจุดหลอมเหลวต่ำ ซึ่งต้องเก็บไว้ในตู้เย็นเสมอเพื่อให้คงรูป ถ้าอยู่นอกตู้เย็นจะเหลวหรือละลายได้

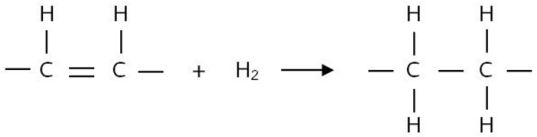
เนยที่ผลิตจากไขมันสัตว์จะมีความหอมเฉพาะตัว นิยมนำไปทาขนมปังหรือทำเบเกอรี่ แต่เนื่องจากมีราคาแพง และเมื่อได้รับความร้อนจะไม่คงตัว จึงมีการผลิตมาร์การีนหรือเนยเทียมเพื่อนำมาใช้ทดแทนเนย ซึ่งมาร์การีนมีราคาถูกกว่าและคงตัวได้ดีแม้จะอยู่ในที่มีอุณหภูมิสูง

เนยที่อยู่ในที่เย็น
ยังคงรูปอยู่ได้

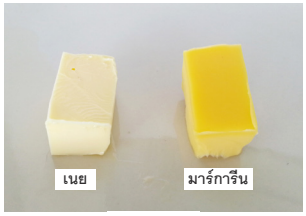
เนยที่อยู่ในที่อุณหภูมิสูง
เริ่มเหลวไม่คงรูป

■ มาร์การีนผลิตได้อย่างไร

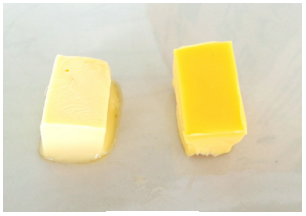
มาร์การีนทำจากน้ำมันพืช เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันข้าวโพด หรือน้ำมันถั่วเหลือง โดยการผลิตในอดีตนั้นจะนำน้ำมันพืชมาผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วน (Partial Hydrogenation) ซึ่งเป็นการเติมไฮโดรเจนที่ตำแหน่งพันธะคู่ในกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว



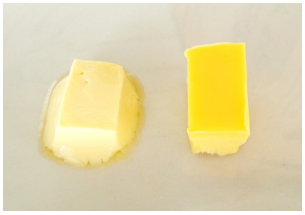
การเติมไฮโดรเจนในน้ำมันจะได้ไขมันที่มีจุดหลอมเหลวสูงขึ้น เปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของกึ่งแข็งหรือของแข็งที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ยังมีการเติมเกลือ สีผสมอาหาร วิตามิน เพื่อให้มาการีนมีสีเหลืองซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับเนย มาร์การีนมีจุดหลอมเหลวสูงจึงสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้โดยที่ยังคงสภาพความเป็นก้อน ในขณะที่เนยจะเหลวเมื่อวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง



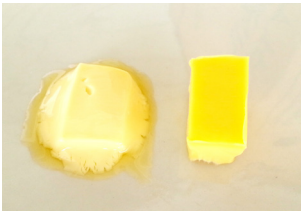
เริ่มต้น



นาทีที่ 10



นาทีที่ 20



นาทีที่ 30

มาร์การีนมีราคาถูก จึงนิยมนำไปทำเบเกอรี่ ใช้ทาขนมปังแทนเนย รวมทั้งใช้ทอดโรตี แต่การผลิตมาร์การีนโดยใช้ปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชัน ทำให้เกิดไขมันทรานส์ (Trans Fat) ซึ่งผู้บริโภคมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจขาดเลือดเพิ่มขึ้น เนื่องจากทำให้คอเลสเตอรอลชนิด LDL (Low Density Lipoprotein) ซึ่งเป็นคอเรสเตอรอลชนิดไม่ดีเพิ่มขึ้น และลดระดับ HDL (High Density Lipoprotein) ซึ่งเป็นคอเรสเตอรอลชนิดดี นอกจากนี้ยังเพิ่มไตรกลีเซอไรด์ในกระแสเลือดอีกด้วย ดังนั้นจึงไม่ควรบริโภคมาร์การีนมากเกินไป รวมทั้งไม่ควรรับประทานไขมันทรานส์ที่อยู่ในอาหารชนิดอื่น ๆ ด้วย

เนื่องจากไขมันทรานส์ส่งผลเสียต่อสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุขได้ออกประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 388 พ.ศ. 2561 เรื่อง กำหนดอาหารที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่าย ซึ่งกำหนดให้น้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วนและอาหารที่มีน้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วน เป็นส่วนประกอบเป็นอาหารที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือ จำหน่าย มีผลใช้บังคับในวันที่ 9 ม.ค. 2562 และเพื่อให้ผู้บริโภคได้รับทราบข้อมูลจึงให้ติดฉลากบนผลิตภัณฑ์ด้วยข้อความว่า **"ปราศจาก / ไม่ใช้น้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วน ซึ่งเป็นแหล่งหลักของไขมันทรานส์"** ในปัจจุบันผู้ผลิตได้ปรับใช้กระบวนการอื่นแทนกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วนและมีการปรับสูตรผลิตภัณฑ์อาหารโดยไม่ใช้น้ำมันที่ผ่านการเติมไฮโดรเจนบางส่วนแล้ว อย่างไรก็ตามสามารถตรวจพบปริมาณไขมันทรานส์ในผลิตภัณฑ์ เช่น มาร์การีน เนยขาว และเบเกอรี่อื่น ๆ ได้ เนื่องจากอาจมีการใช้วัตถุดิบที่มีองค์ประกอบของไขมันทรานส์ตามธรรมชาติ เช่น นม เนย และชีส แต่พบในปริมาณน้อยมาก แม้ว่าจะมีการควบคุมการใช้ไขมันทรานส์แต่ในอาหารบางประเภทก็มีกรดไขมันอิ่มตัวสูง ซึ่งมีผลทำให้ไขมันอุดตันในหลอดเลือดและเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจได้เช่นกัน

ความรู้พื้นฐานที่นำมาใช้อธิบายเกี่ยวกับชีส เนย และมาร์การีนมีเรื่องอะไรบ้าง

- นิยาม : ปราะเทศทุดงานิยาม กรายเลขสภาพดงานิยาม
- ไขมัน : กรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัว ๑ชนิดจนหง HDL LDL
- กรายกรดไขงะชีมเทงชีมัลตอกิ้นงานไม่ตัวงพ : กระบนกรายหมัก

ความรู้พื้นฐานเหล่านี้สามารถเรียนรู้ได้จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เล่ม 1 ตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) และเข้าถึงสื่อออนไลน์ได้ที่ http://www.scimath.org/e-books/8435/8435.pdf

จุดมุ่งหมายของการเรียน ไม่เพียงแต่เพื่อใช้เป็นความรู้พื้นฐานในการเรียนต่อระดับอุดมศึกษาหรือประกอบอาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน แต่ต้องสามารถเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ รวมทั้งตระหนักถึงการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อการดำรงชีวิตอย่างมีความสุข และการดูแลรักษาสุขภาพให้แข็งแรงปราศจากโรคด้วย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าผู้อ่านจะได้รับความรู้และความเพลิดเพลินจากการอ่านบทความนี้ และนำความรู้ไปใช้ในการเลือกดื่มนมประเภทต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับตนเองได้ รวมทั้งเมื่อจะรับประทานขนมครั้งต่อไปก็ให้พิจารณาถึงองค์ประกอบด้วยว่ามีปริมาณไขมันที่สูงมากเกินไปหรือไม่ รวมทั้งหลีกเลี่ยงอาหารที่มีไขมันทรานส์ด้วยเช่นกัน

แล้วพบกับ "ไขปัญหาที่ว่าด้วยเรื่องอาหารการกินด้วยบทเรียนวิชาชีววิทยา Part II" จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับอาหารอะไรนั้น โปรดติดตามต่อไป

บรรณานุกรม

Process for making a lactose-free milk and milk so processed. สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2562, จาก https://patents.google.com/patent/US6881428B2/en.

การพัฒนากรรมวิธีการผลิตเนยแข็ง มอสซาเรลลาจากนน้ำนมดิบที่เก็บรักษาด้วยระบบแล็กโทเพอร์ ออกซิเดส (LP-system). สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2562, จาก http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/1657/2/.

ความจริงไขมันทรานส์. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2562, จาก https://www.thaihealth.or.th/Content/43648-ความจริงไขมันทรานส์.html.

ชีส เนย และมาร์การีน. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2562, จาก http://biology.ipst.ac.th/?p=2596.

เนยแข็ง/ Cheese. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2562, จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0232/cheese-เนยแข็ง.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ตามพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 พร้อมกฎกระทรวงและประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2562) สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2562, จาก http://www.fda.moph.go.th/sites/food/law1/food_law.pdf.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค.

ดร.ศศิวรรณ เมลืองนนท์ • นักวิชาการ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท. • e-mail: smalu@ipst.ac.th
ดร.สุธารส นิลรอด • นักวิชาการ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท. • e-mail: sluea@ipst.ac.th

สอนคณิตศาสตร์ให้เป็นรูปธรรม กับกิจกรรม "ยอดขายเค้กในแต่ละวัน"

นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหลายคน อาจเกิดความไม่แน่ใจเกี่ยวกับการหาผลคูณระหว่างเมทริกซ์ โดยอาจจำบทนิยามเกี่ยวกับการคูณระหว่างเมทริกซ์ไม่ได้ หรืออาจจำบทนิยามสับสน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับการคูณระหว่างเมทริกซ์ ตามหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยส่วนใหญ่ครูจะให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับการคูณระหว่างเมทริกซ์ A และเมทริกซ์ B โดยตรงจากบทนิยามดังนี้

ให้ $A = [a_{ij}]_{m\times n}$ และ $B = [b_{ij}]_{p\times q}$

การหาผลคูณของเมทริกซ์ A และ B จะเขียนแทนด้วย AB ได้ ก็ต่อเมื่อจำนวนหลักของ A เท่ากับจำนวนแถวของ B ($n = p$) และเมทริกซ์ผลคูณ AB จะมีขนาด $m\times q$ ซึ่งมีสมาชิกในแถวที่ i และหลักที่ j เป็น

$a_{i1}b_{1j} + a_{i2}b_{2j} + \ldots + a_{in}b_{nj}$ สำหรับทุก $i \in \{1,2,3,\ldots, m\}$ และ $j \in \{1,2,3,\ldots, q\}$

อย่างไรก็ตาม การสอนเกี่ยวกับการคูณระหว่างเมทริกซ์ตามบทนิยามดังกล่าวเพียงอย่างเดียว อาจทำให้นักเรียนคิดว่าการคูณระหว่างเมทริกซ์เป็นเนื้อหาใหม่ซึ่งมีความเป็นนามธรรม แต่แท้จริงแล้วเนื้อหาดังกล่าวมีความเชื่อมโยงกับความรู้เกี่ยวกับการบวกและการคูณจำนวนเต็ม ซึ่งนักเรียนได้เรียนมาแล้วในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทั้งยังมีความเชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิตจริงด้วย ครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรม "ยอดขายเค้กในแต่ละวัน" เพื่อให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงดังกล่าว ดังนี้

กิจกรรมยอดขายเค้กในแต่ละวัน

สถานการณ์

ร้านเบเกอรี่แห่งหนึ่งจำหน่ายเค้ก 3 ชนิด คือ เค้กกล้วยหอม เค้กกาแฟ และเค้กช็อกโกแลต โดยกำหนดราคาเค้กกล้วยหอม เค้กกาแฟ และเค้กช็อกโกแลตไว้ชิ้นละ 8 บาท 12 บาท และ 10 บาท ตามลำดับ ถ้าร้านเบเกอรี่แห่งนี้จำหน่ายเค้กทั้งสามชนิดดังกล่าวช่วงเวลา 12.00 น. – 13.00 น. ใน 4 วัน เป็นดังนี้

วัน	จำนวนเค้กที่ขายได้ (ชิ้น)		
	เค้กกล้วยหอม	เค้กกาแฟ	เค้กช็อกโกแลต
จันทร์	13	8	6
อังคาร	9	7	4
พุธ	7	4	0
พฤหัสบดี	15	6	3

ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม

1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวกและการคูณจำนวนเต็มเพื่อหายอดขายเค้กทั้งสามชนิดในแต่ละวัน
2. ใช้ความรู้เกี่ยวกับเมทริกซ์เพื่อหายอดขายเค้กทั้งสามชนิดในแต่ละวัน โดยทำตามขั้นตอนต่อไปนี้
   2.1 ให้ A เป็นเมทริกซ์ขนาด 4×3 ซึ่งแสดงจำนวนเค้กที่ขายได้ในแต่ละวันตามข้อมูลในสถานการณ์ที่กำหนดให้ จะได้ A เป็นอย่างไร
   2.2 ให้ B เป็นเมทริกซ์ขนาด 3×1 ซึ่งแสดงราคาเค้กชนิดต่าง ๆ ตามที่กำหนดในสถานการณ์ที่กำหนดให้ จะได้ B เป็นอย่างไร
3. จาก A และ B ที่ได้ในข้อ 2 จงหา AB
4. อธิบายข้อสังเกตที่ได้จากการพิจารณายอดขายเค้กทั้งสามชนิดในแต่ละวันที่ได้ในข้อ 1 และ AB ที่ได้ในข้อ 3

จากขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมข้อ 1 ของกิจกรรม “ยอดขายเค้กในแต่ละวัน” จะเห็นว่า การหายอดขายเค้กทั้งสามชนิดสามารถหาได้โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวกและการคูณของจำนวนเต็ม นั่นคือ ใช้วิธีหาผลคูณระหว่างราคาเค้กแต่ละชนิดหนึ่งชิ้นกับจำนวนเค้กชนิดนั้นที่ขายได้ในแต่ละวัน จากนั้นจึงหาผลบวกของผลคูณที่ได้ทั้งหมด ก็จะได้เป็นยอดขายรวมในแต่ละวัน ดังนี้

ยอดขายรวมในวันจันทร์ คือ $13(8)+8(12)+6(10)=260$ บาท

ยอดขายรวมในวันอังคาร คือ $9(8)+7(12)+4(10)=196$ บาท

ยอดขายรวมในวันพุธ คือ $7(8)+4(12)+0(10)=104$ บาท

ยอดขายรวมในวันพฤหัสบดี คือ $15(8)+6(12)+3(10)=222$ บาท

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะเห็นว่าสามารถหายอดขายรวมในแต่ละวันได้โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการการบวกและการคูณจำนวนเต็ม ซึ่งนักเรียนได้เรียนมาแล้ว

จากนั้น กิจกรรมจะนำให้นักเรียนเชื่อมโยงการแก้ปัญหาที่กำหนด ซึ่งนักเรียนได้หาคำตอบมาแล้วโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวกและการคูณจำนวนเต็ม มาสู่การแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการคูณระหว่างเมทริกซ์ โดยในขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมข้อ 2 นั้น นักเรียนจะต้องเขียนแสดงจำนวนเค้กที่ขายได้ในแต่ละวันด้วยเมทริกซ์ A ที่มีขนาด 4×3 (ในขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมข้อ 2.1) และเขียนแสดงราคาเค้กชนิดต่าง ๆ ด้วยเมทริกซ์ B ที่มีขนาด 3×1 (ในขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมข้อ 2.2) ซึ่งจะได้ว่า

$$A=\begin{bmatrix}13&8&6\\9&7&4\\7&4&0\\15&6&3\end{bmatrix} \text{ และ } B=\begin{bmatrix}8\\12\\10\end{bmatrix}$$

ทำให้ได้ผลคูณระหว่างเมทริกซ์ A และ B ตามขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมข้อ 3 คือ

$$AB=\begin{bmatrix}13&8&6\\9&7&4\\7&4&0\\15&6&3\end{bmatrix}\begin{bmatrix}8\\12\\10\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}13(8)+8(12)+6(10)\\9(8)+7(12)+4(10)\\7(8)+4(12)+0(10)\\15(8)+6(12)+3(10)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}260\\196\\104\\222\end{bmatrix}$$

เมื่อเปรียบเทียบยอดขายเค้กทั้งสามชนิดในแต่ละวันที่ได้ในขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมข้อ 1 และ AB ที่ได้ในขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมข้อ 3 จะเห็นว่าสมาชิกในแถวที่ 1, 2, 3 และ 4 ของเมทริกซ์ AB คือ ยอดขายรวมในวันจันทร์ อังคาร พุธ และพฤหัสบดี ตามลำดับ

จากกิจกรรมดังกล่าว จะเห็นว่าการคูณระหว่างเมทริกซ์ มีความเชื่อมโยงกับความรู้เกี่ยวกับการบวกและการคูณจำนวนเต็มซึ่งนักเรียนได้เรียนมาแล้ว เมื่อนักเรียนได้สังเกตเห็นความเชื่อมโยงนี้ จะช่วยให้นักเรียนรู้สึกว่าการคูณระหว่างเมทริกซ์ไม่ใช่เรื่องใหม่ นอกจากนี้ การให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการคูณระหว่างเมทริกซ์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง จะช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของเมทริกซ์ในการเป็นเครื่องมือที่ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง

สำหรับผู้ที่สนใจรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางการจัดกิจกรรม “ยอดขายเค้กในแต่ละวัน” รวมทั้งกิจกรรมคณิตศาสตร์อื่น ๆ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ในคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดย Download ได้จาก www.scimath.org/ebooks

บรรณานุกรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 1 ตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สืบค้นเมื่อ 31 พฤษภาคม 2562, จาก https://scimath.org/ebook-mathematics/item/10327-5-1-10327.

ข้อมูลเพิ่มเติม

bit.ly/218-v2

ไขข้อสงสัย
หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ป.4

จากคำสั่งกระทรวงศึกษาธิการ ที่ สพฐ. 1239 / 2560 เรื่อง ให้ใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ลงวันที่ 7 สิงหาคม พ.ศ. 2560 สสวท. จึงจัดทำหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ขึ้นใหม่ โดยมีเนื้อหาเป็นไปตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ซึ่งได้มีการปรับเปลี่ยนเนื้อหาและวิธีการนำเสนอให้มีความสอดคล้องกับพัฒนาการ และจิตวิทยาการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้มีความทันสมัยและสอดคล้องกับการนำไปใช้ในชีวิตจริง ดังนั้น จึงมีบางเนื้อหาที่ครูอาจไม่คุ้นชิน ทำให้เกิดข้อสงสัยขึ้น จึงขอตอบข้อสงสัยบางประการดังนี้

1 การอ่านจำนวนหลายหลักให้ถูกต้องควรปฏิบัติอย่างไร

หนังสือเรียนเดิมมีการนำเสนอตัวอย่างการอ่าน และการเขียนจำนวนนับถึงหลักพันล้าน แต่ในปัจจุบันเรามักจะพบข้อมูลที่แสดงด้วยจำนวนมาก ๆ เช่น รายได้จากการท่องเที่ยวของไทยในแต่ละปี ปริมาณการส่งออกสินค้าต่าง ๆ ที่มีมูลค่าเป็นล้านล้านบาท ซึ่งนักเรียนสมควรที่จะอ่านและเขียนจำนวนเหล่านั้นได้ อีกทั้งยังมีครูและผู้ปกครองได้สอบถามมาทาง สสวท. เกี่ยวกับการอ่านและการเขียนจำนวนนับ เนื่องจากผลการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตพบว่า มีการเขียนตัวหนังสือแสดงจำนวนนับหลายหลักที่แตกต่างกัน เช่น 13,200,000,500,000 เขียนแสดงด้วย สิบสามล้านสองแสนล้านห้าแสน หรือสิบสามล้านล้านสองแสนล้านห้าแสน ซึ่งทำให้ผู้อ่านเกิดความสับสนว่าการเขียนแบบใดถูกต้อง บทความนี้จึงได้นำเสนอการอ่านและการเขียนจำนวนหลายหลักโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงมาประกอบการอธิบาย โดยในการอ่านจำนวนจะพิจารณาว่าเลขโดดนั้นอยู่ในหลักใด ซึ่งในการสอนของครูควรใช้หลักลูกคิดหรือใช้ตารางแสดงหลักประกอบการอธิบายทีละหลักจากซ้ายไปขวา เริ่มจากหลักหน่วย หลักสิบ หลักร้อย หลักพัน หลักหมื่น หลักแสน หลักล้าน หลักสิบล้าน หลักร้อยล้าน ฯลฯ และควรเชื่อมโยงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างหลัก 2 หลักที่อยู่ติดกันว่า ค่าประจำหลักของหลักทางซ้ายเป็น 10 เท่าของค่าประจำหลักของหลักที่อยู่ติดกันทางขวา (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมจากหนังสือรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 หน้า 8 – 11)

ดังนั้น จากตัวอย่างข้างต้น 13,200,000,500,000 ซึ่งเป็นจำนวน 14 หลัก เมื่อเขียนตัวเลขแสดงจำนวนลงในตารางแสดงหลัก จะได้ดังนี้

ล้านล้าน					ล้าน											
-	พัน	ร้อย	สิบ	หน่วย	แสน	หมื่น	พัน	ร้อย	สิบ	หน่วย	แสน	หมื่น	พัน	ร้อย	สิบ	หน่วย
			1	3	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0

จากตารางพบว่า 13,200,000,500,000 คือ 1 สิบล้านล้าน กับ 3 ล้านล้าน กับ 2 แสนล้าน กับ 5 แสน ดังนั้น **การเขียนแสดงจำนวนด้วยตัวหนังสือที่ถูกต้องของ 13,200,000,500,000 คือ สิบสามล้านล้านสองแสนล้านห้าแสน**

ตัวอย่างเพิ่มเติม

8,701,000,160,045,902 เป็นจำนวน 16 หลัก เมื่อเขียนตัวเลขแสดงจำนวนลงในตารางแสดงหลัก จะได้ดังนี้

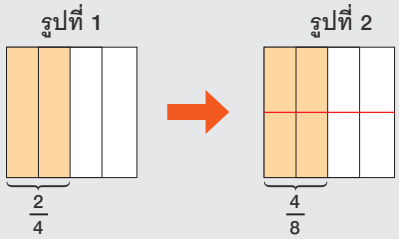
ล้านล้าน					ล้าน											
-	พัน	ร้อย	สิบ	หน่วย	แสน	หมื่น	พัน	ร้อย	สิบ	หน่วย	แสน	หมื่น	พัน	ร้อย	สิบ	หน่วย
	8	7	0	1	0	0	0	1	6	0	0	4	5	9	0	2

จากตารางพบว่า 8,701,000,160,045,902 คือ 8 พันล้านล้าน กับ 7 ร้อยล้านล้าน กับ 1 ล้านล้าน กับ 1 ร้อยล้าน กับ 6 สิบล้าน กับ 4 หมื่น กับ 5 พัน กับ 9 ร้อย กับ 2 หน่วย **จึงเขียนแสดงจำนวน 8,701,000,160,045,902 ด้วยตัวหนังสือได้เป็น แปดพันเจ็ดร้อยเอ็ดล้านล้านหนึ่งร้อยหกสิบล้านสี่หมื่นห้าพันเก้าร้อยสอง**

2 ทำไมจึงไม่ใช้การคูณหรือการหารเศษส่วน ในการหาเศษส่วนที่เท่ากัน

หลายคนอาจสงสัยว่า เหตุใดการหาเศษส่วนที่เท่ากันในชั้น ป.4 จึงไม่แนะนำให้นักเรียนหาคำตอบโดยใช้การคูณหรือการหารเศษส่วน แต่แนะนำให้ใช้การคูณหรือการหารด้วยจำนวนนับ ทั้งนี้เพราะว่าลำดับเนื้อหาในหลักสูตรเรื่องเศษส่วน ได้กำหนดให้เรียนเศษส่วนที่เท่ากันก่อนการคูณเศษส่วนและการหารเศษส่วน ดังนั้น ความรู้ที่นักเรียนจะใช้ในการหาเศษส่วนที่เท่ากัน จึงต้องใช้การคูณหรือการหารด้วยจำนวนนับเท่านั้น เช่น

หาเศษส่วนที่เท่ากับ $\frac{2}{4}$ โดยใช้การคูณ

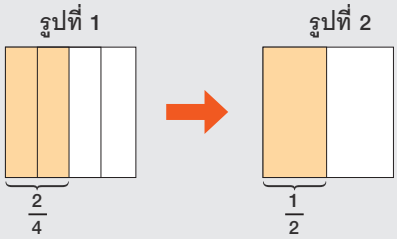


เมื่อแบ่งแต่ละส่วนของรูปที่ 1 ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน จะได้รูปที่ 2 แสดงให้เห็นว่า $\frac{2}{4} = \frac{4}{8}$

ซึ่ง $\frac{4}{8}$ ได้จาก นำ 2 มาคูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{2}{4}$ นั่นคือ $\frac{2}{4} = \frac{2 \times 2}{4 \times 2} = \frac{4}{8}$

แต่จะไม่นำเสนอดังนี้ $\frac{2}{4} = \frac{2}{4} \times \frac{2}{2} = \frac{4}{8}$ เพราะเป็นการคูณเศษส่วนกับเศษส่วน ซึ่งหลักสูตรกำหนดให้เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

หาเศษส่วนที่เท่ากับ $\frac{2}{4}$ โดยใช้การหาร



รูปที่ 1 และรูปที่ 2 มีขนาดเท่ากัน โดย 2 ส่วนของรูปที่ 1 เท่ากับ 1 ส่วนของรูปที่ 2 จึงได้ว่า $\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$

ซึ่ง $\frac{1}{2}$ ได้จาก นำ 2 มาหารทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{2}{4}$ นั่นคือ $\frac{2}{4} = \frac{2 \div 2}{4 \div 2} = \frac{1}{2}$

แต่จะไม่นำเสนอดังนี้ $\frac{2}{4} = \frac{2}{4} \div \frac{2}{2} = \frac{1}{2}$ เพราะเป็นการหารเศษส่วนกับเศษส่วนซึ่งเป็นหลักสูตรกำหนดให้เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมจากหนังสือรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 หน้า 22 – 27)

ดังนั้น ถ้าครูพบว่ามีนักเรียนเขียนแสดงวิธีหาเศษส่วนที่เท่ากันของ $\frac{2}{4}$ ดังนี้

$$\frac{2}{4} = \frac{2}{4} \times \frac{2}{2} = \frac{4}{8} \quad \text{หรือ} \quad \frac{2}{4} = \frac{2}{4} \div \frac{2}{2} = \frac{1}{2}$$

จะเป็นการหาเศษส่วนที่เท่ากันโดยใช้การคูณหรือการหารเศษส่วน ซึ่งนักเรียนยังไม่ได้เรียน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้การคูณและการหารเศษส่วนแล้ว นักเรียนอาจเขียนแสดงการหาเศษส่วนที่เท่ากันโดยใช้การคูณและการหารเศษส่วนได้เช่นกัน

จากคำอธิบายข้างต้น ผู้เขียนหวังว่าจะทำให้ผู้อ่านมีความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนนับและเศษส่วนมากขึ้น หากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ สามารถฝากคำถามไว้ได้ที่กล่องข้อความในเพจ **“สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สสวท.”**

บรรณานุกรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1*. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้าของ สกสค.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2*. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้าของ สกสค.

เบ็ญจวรรณ หาญพิพัฒน์ • นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์ภาคบังคับ สสวท. • e-mail: bhanp@ipst.ac.th

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้แอปพลิเคชัน Seesaw

ในยุคที่สามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ประโยชน์ในการจัดการศึกษา เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา ไม่ว่าจะเป็นในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ หรือในห้องเรียนวิชาต่าง ๆ เป็นที่นิยมในต่างประเทศเป็นอย่างมาก (Hesser and Schwartz, 2013; Castek and Beach, 2013) สังเกตได้จากจำนวนบทความทางการศึกษาต่าง ๆ รวมถึงเวทีการประชุมวิชาการที่มุ่งเน้นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การใช้เทคโนโลยีในห้องเรียน ตัวอย่างเช่น การประชุมวิชาการ The Society for Information Technology and Teacher Education (SITE 2018) ณ กรุงวอชิงตัน ดี ซี เพื่อให้ครู นักการศึกษา นักวิจัยจากหลายประเทศ ได้มาแลกเปลี่ยนประสบการณ์การใช้เทคโนโลยีซึ่งพบว่าหลายหัวข้อที่มีการนำเสนอในการสัมมนาครั้งนี้เป็นการแนะนำแอปพลิเคชันที่สามารถใช้ในชั้นเรียน เพื่อช่วยจัดการเรียนการสอนของครู กระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนให้เป็นการเรียนเชิงรุก (Active learning) มากขึ้น

บทความนี้จึงขอยกตัวอย่างแอปพลิเคชันชื่อ Seesaw ซึ่งใช้เสมือนเป็นแฟ้มรายงานการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Hybrid science notebook) เพื่อเก็บภาพ วีดิทัศน์ ภาพวาด เอกสาร รายงานการบันทึกผลการทดลอง รายงานผลการสำรวจหรือสังเกตนักเรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่ม โดยครูสามารถติดตามงานของนักเรียนแต่ละคนโดยใช้เทคโนโลยีได้ อีกทั้งยังเป็นช่องทางที่ครูสามารถให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) กับนักเรียนได้ นอกจากเป็นช่องทางติดต่อสื่อสารระหว่างครูและนักเรียนแล้ว ยังส่งเสริมการสื่อสารระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง เพื่อให้ทุกคนสามารถทำงานร่วมกันได้ทุกที่ ทุกเวลา

Seesaw เป็นแอปพลิเคชันที่สามารถใช้ได้ทั้งในระบบ IOS และ Android เมื่อดาวน์โหลดแอปพลิเคชันมาแล้ว จะปรากฏรูปไอคอนดังภาพ

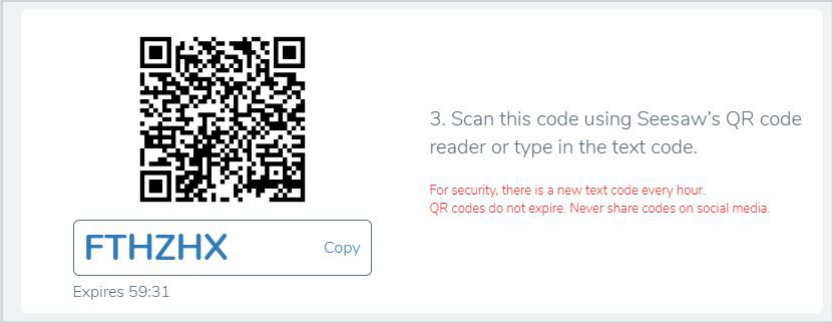
Download on the App Store

GET IT ON Google Play

แอปพลิเคชันนี้สามารถใช้กับคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตได้ โดยเมื่อเริ่มใช้งานแอปพลิเคชัน จะพบหน้าต่างที่ให้เลือกว่าเป็นครูหรือนักเรียน ดังภาพ 1 สำหรับนักเรียนที่จะเข้าใช้ให้กดเลือกที่ I'm a student ในกรณีของครูที่ต้องการจะสร้างห้องเรียนกดที่ I'm a teacher ในบทความนี้ขอนำเสนอเฉพาะวิธีการใช้งานสำหรับนักเรียน ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

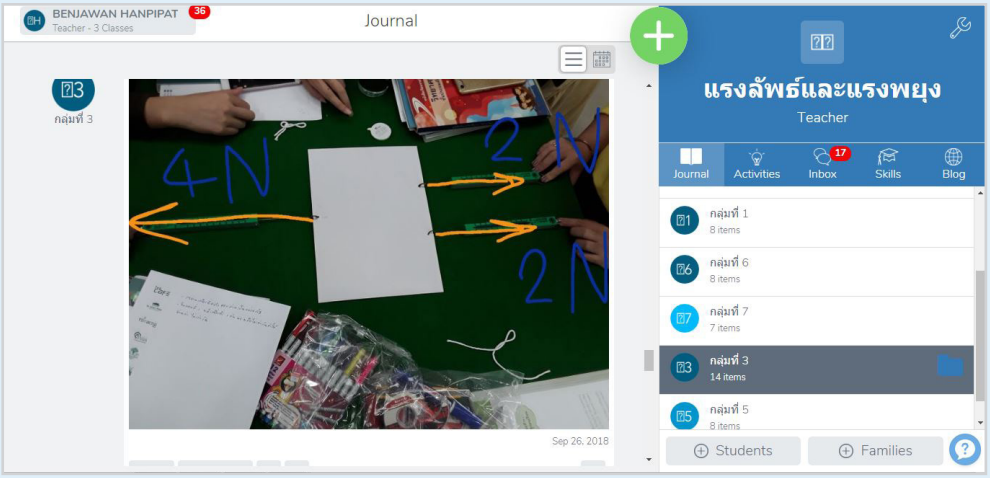
ภาพ 1 แสดงหน้าต่างที่ให้ผู้ใช้เลือกบทบาทเป็นนักเรียนหรือครู

เมื่อกดเลือกที่ I'm student แล้ว ให้นักเรียนใช้โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต สแกน QR code ที่ผู้สอนแสดงไว้ ดังตัวอย่างในภาพ 2 เพื่อลงทะเบียนเข้าชั้นเรียน



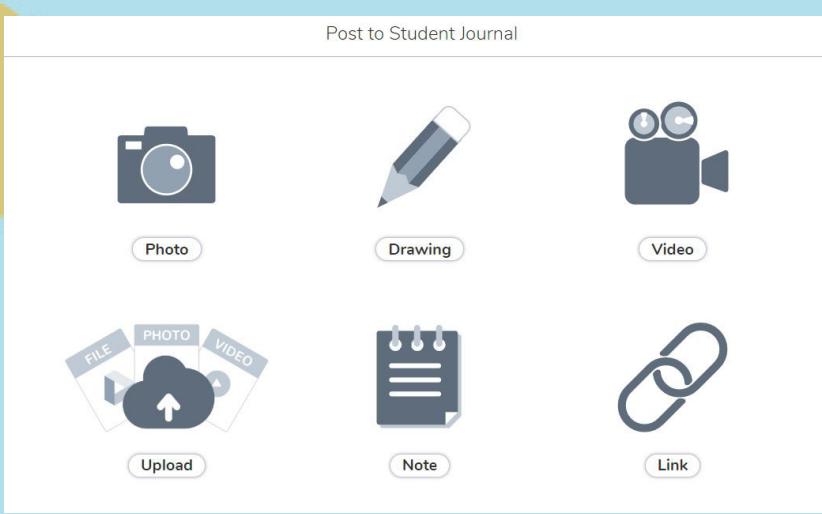
ภาพ 2 QR code ที่ผู้สอนแสดงไว้ เพื่อให้ผู้ใช้ลงทะเบียนเข้าชั้นเรียน

เมื่อลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว จะพบหน้าต่างดังภาพ 3 โดยแถบด้านขวามือจะแสดงจำนวนสมาชิกในห้องเรียน ซึ่งครูอาจแบ่งการทำงานเป็นกลุ่มหรือเดี่ยว ขึ้นอยู่กับการจัดการชั้นเรียนของครู



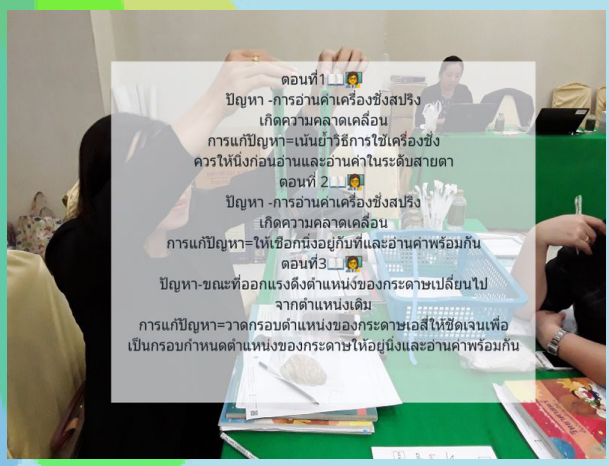
ภาพ 3 ลักษณะของ Seesaw ที่มีการจัดผลงานของนักเรียนเป็นรายคน หรือรายกลุ่ม

ในกรณีที่ครูต้องการให้นักเรียนทำกิจกรรม และนำเสนอผลงาน นักเรียนสามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอซึ่งมีหลายรูปแบบ ตามความถนัดของนักเรียน ในแต่ละรูปแบบมีความหมาย ดังนี้

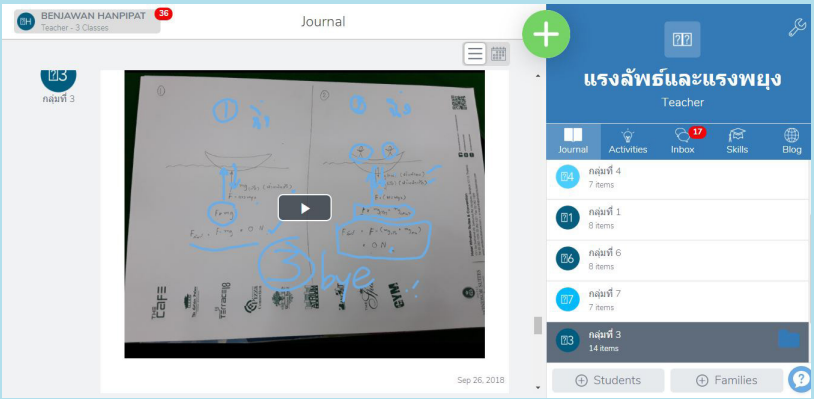


ภาพ 4 รูปแบบการนำเสนอที่หลากหลาย

- **Photo** การถ่ายภาพนิ่ง พร้อมเขียนอธิบายบนภาพเพิ่มเติมได้
- **Drawing** การวาดภาพ โดยสามารถบันทึกเสียงบรรยายประกอบขณะที่วาดได้
- **Video** การบันทึกเป็นภาพเคลื่อนไหว
- **Upload** การแนบไฟล์เอกสาร
- **Note** การพิมพ์ข้อความ
- **Link** การแนบลิงก์



ภาพนิ่งพร้อมพิมพ์ข้อความอธิบาย



เขียนอธิบายบนภาพ และบันทึกเสียงขณะที่อธิบาย

ภาพ 5 ตัวอย่างรูปแบบการนำเสนอ

การนำแอปพลิเคชัน Seesaw ไปใช้ในการอบรมครู

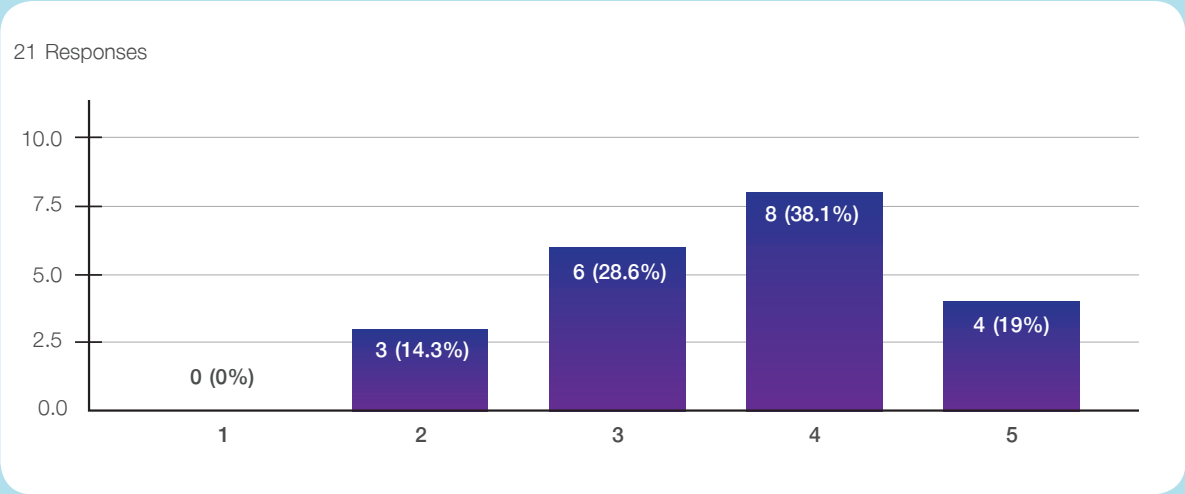
ผู้เขียนได้มีโอกาสนำแอปพลิเคชันนี้มาใช้ในการอบรมครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน ในหัวข้อ How does Seesaw work? โดยให้ครูที่เข้ารับการอบรมได้ทดลองใช้แอปพลิเคชันนี้เสมือนเป็นนักเรียน เพื่อใช้สำหรับตอบคำถาม การทำกิจกรรม การระดมความคิดเป็นกลุ่มตลอดการอบรม และภายหลังการอบรมได้ให้ครูตอบแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานแอปพลิเคชัน Seesaw

ภาพ 6 บรรยากาศการใช้งานแอปพลิเคชัน Seesaw ในการอบรมครูวิทยาศาสตร์

ผลการตอบแบบสอบถามของครูที่เข้ารับการอบรม พบว่าครูส่วนใหญ่เห็นประโยชน์ของแอปพลิเคชันดังกล่าว ในบทบาทของผู้สอนสามารถใช้เพื่อการมอบหมายงานหรือให้การบ้านนักเรียน ประเมินผลการเรียนของผู้เรียนว่าเข้าใจมากน้อยเพียงใด และเห็นผลสัมฤทธิ์ของการสอนชัดเจนขึ้น ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นอภิปรายผลงานของแต่ละกลุ่ม อีกทั้งยังช่วยให้ครูสามารถเตรียมการสอน ทำให้การเรียนน่าสนใจขึ้น กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้และตรวจงานได้ทุกที่ สะดวกและรวดเร็ว

นอกจากนี้ครูยังตระหนักถึงประโยชน์ในการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านแอปพลิเคชันดังกล่าวว่า แปลกใหม่ทำให้นักเรียนสนใจเรียนมากขึ้น สะดวกและตื่นเต้นในเวลาเรียน นักเรียนได้ใช้การนำเสนอหลากหลายรูปแบบตามความสนใจและความถนัดของตนเอง สามารถเห็นผลงานของเพื่อนและนำมาเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร มีส่วนร่วมในการเรียน สะดวกต่อการทำแบบฝึกหัด สามารถส่งงานได้รวดเร็วและส่งงานนอกเวลาเรียนได้ และเป็นที่เก็บผลงานของนักเรียนและเข้าถึงได้ตลอดเวลา

จากการตอบแบบสอบถามความเป็นไปได้ในการนำแอปพลิเคชันไปใช้ในห้องเรียน พบว่าได้ผลดังภาพ 7 โดยร้อยละ 38 คิดว่าเป็นไปได้มากในการนำไปใช้ในห้องเรียน



ภาพ 7 กราฟแสดงความเป็นไปได้ในการนำแอปพลิเคชันไปใช้ในห้องเรียน

อุปสรรคส่วนใหญ่ที่ครูอาจไม่สามารถนำแอปพลิเคชันนี้มาใช้ในการเรียนรู้ในห้องเรียนคือ ข้อจำกัดทางด้านอุปกรณ์ สัญญาณอินเทอร์เน็ต และมาตรการของโรงเรียนที่ไม่อนุญาตให้นักเรียนนำโทรศัพท์มือถือมาใช้ในชั้นเรียน รวมทั้งแอปพลิเคชันนี้ยังไม่มีภาษาไทย จึงอาจทำให้ไม่สามารถนำไปใช้งานได้อย่างแพร่หลายได้

ในประเทศไทยได้เริ่มมีการพัฒนาระบบการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันมาบ้างแล้ว (ภาณุวัฒน์ วรพิทย์เบญจา และคณะ, 2558) และความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนมีมากขึ้น เนื่องจากปัจจุบันผู้บริหาร ครู หรือผู้ปกครองมีความตื่นตัวในการใช้เทคโนโลยีช่วยในการจัดการเรียนรู้ เพราะเห็นถึงความสำคัญในการสร้างความสนใจของผู้เรียน อีกทั้งสะดวกกับการใช้งาน หลายสถานศึกษาจึงได้พัฒนาระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รวมถึงอุปกรณ์เพื่อช่วยส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

อย่างไรก็ตาม ยังมีความท้าทายในการใช้งาน การปรับเปลี่ยนทัศนคติของครู ผู้ปกครอง รวมถึงตัวนักเรียนในการใช้อุปกรณ์ทางเทคโนโลยี เช่น โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ว่าเป็นสิ่งที่ช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ การทำงานร่วมกัน การคิดวิเคราะห์ อีกทั้งการทำให้ครูตระหนักถึงประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น สะดวกมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลถึงคุณภาพของนักเรียนโดยตรง

บรรณานุกรม

Castek J. & Beach R., (2013). Using Apps to Support Disciplinary Literacy and Science Learning, *Journal of Adolescent & Adult Literacy, 56*(7), 544-554.

Hesser, T. L. & Schwartz, P. M. (2013). iPads in the Science Laboratory: Experience in Designing and Implementing a Paperless Chemistry Laboratory Course. *Journal of STEM Education, 14*(2), 5-9.

ภาณุวัฒน์ วรพิทย์เบญจา จำรัส กลิ่นหนู ณรงค์ศักดิ์ ศรีสม. (2558). การพัฒนาแอพพลิเคชั่นการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนเสมือนจริงบนอุปกรณ์เคลื่อนที่. *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย ราชภัฏลำปาง*, 58-67.

กุลรัศมิ์ อัครวราศัลย์ และคณะ • ปฏิบัติหน้าที่นักวิชาการศึกษาเชี่ยวชาญ สำนักงานศึกษาธิการภาค13
• e-mail: kullarat61@gmail.com

การบริหารการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สู่คุณภาพผู้เรียนของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ด้วยรูปแบบ PA-D-HaND

สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมถึงการประกอบอาชีพในอนาคต เป็นการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตและการพัฒนานวัตกรรมเพื่อสร้างอาชีพให้แก่เยาวชน ส่งผลให้เกิดการเตรียมความพร้อมกำลังคนที่มีคุณภาพ เข้าสู่ระบบเศรษฐกิจในศตวรรษที่ 21 กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดโครงการพัฒนาคุณภาพสถานศึกษาด้านสะเต็มศึกษา

จากรายงานการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอนโยบายการส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย ของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2559: 143-147) พบว่า การจัดการการศึกษาประเทศไทยยังขาดความชัดเจนทั้งระดับนโยบาย และหน่วยงานกลางในการดำเนินการไปสู่กลไกการปฏิบัติ มีเพียงการขับเคลื่อนกลไกระดับองค์กร เช่น การดูแลและพัฒนาสะเต็มศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รวมทั้งด้านการบริหารจัดการและกลไกในการนำแผนสู่การปฏิบัติยังไม่มีกฎหมายบังคับใช้ และยังไม่มีหลักสูตรสะเต็มศึกษาแห่งชาติ มีเพียงการส่งเสริมให้นำกิจกรรมสะเต็มศึกษามาเป็นกิจกรรมเสริมภายในและภายนอกบทเรียน สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559: 45) รายงานว่า ปัญหาในการดำเนินการที่สำคัญคือ ไม่มีหน่วยงานหลักในการดำเนินงาน ทำให้การสรุปบทเรียนของโครงการนำร่องต่าง ๆ ไม่เป็นระบบ องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไม่ได้รับการวิเคราะห์ สรุปผล เพื่อนำไปต่อยอด และขยายผลสู่สถานศึกษาอื่น ๆ ได้

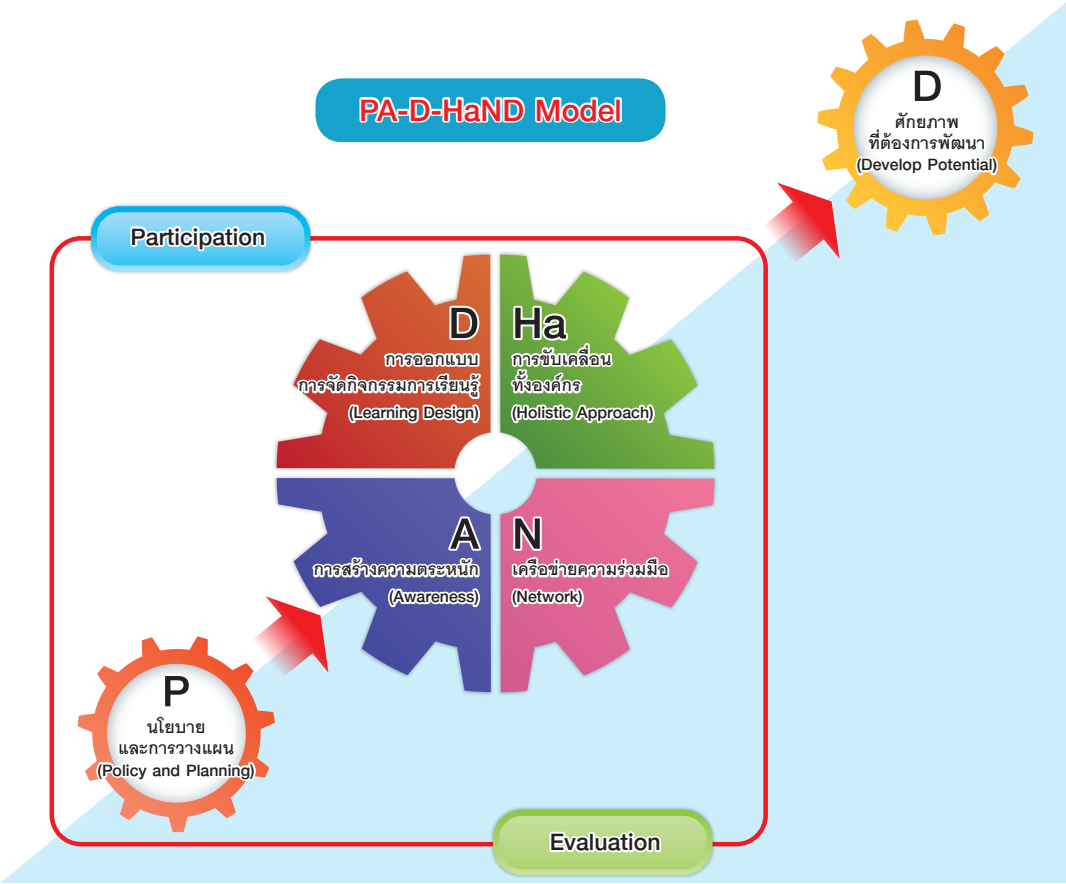
ดังนั้น สำนักงานศึกษาธิการภาค 13 ในฐานะหน่วยงานที่มีบทบาทหน้าที่ขับเคลื่อนการศึกษาในระดับภาคและจังหวัด โดยการอำนวยการส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนาการศึกษาแบบร่วมมือและบูรณาการกับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ และหน่วยงานอื่นหรือภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ และมีอำนาจหน้าที่สนับสนุนการพัฒนาจังหวัดในพื้นที่รับผิดชอบเกี่ยวกับงานด้านวิชาการ การวิจัยและพัฒนา เพื่อให้เกิดการนำนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการไปสู่การปฏิบัติอย่างแท้จริง สำนักงานศึกษาธิการภาค 13 จึงได้พัฒนารูปแบบ PA-D-HaND จากงานวิจัยเรื่อง รูปแบบการบริหารการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสู่คุณภาพผู้เรียนของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ในพื้นที่รับผิดชอบสำนักงานศึกษาธิการภาค 13

องค์ประกอบของรูปแบบ PA-D-HaND

รูปแบบ PA-D-HaND พัฒนาขึ้นตามแนวคิดการบริหารแบบมีส่วนร่วม (Participation Management) ของ Cohen, J.M. & Uphoff, N.T. (1986) เพื่อให้ผู้บริหารสถานศึกษาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้แนวคิดทางการบริหารที่เน้นการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งผู้บริหารสถานศึกษา คณะที่เลี้ยงครูสะเต็มศึกษา ศึกษานิเทศก์ ผู้ปกครอง คณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน และหน่วยงานหรือบุคลากรภายนอกที่จะมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน และมีการประเมินผลการดำเนินงานอย่างเหมาะสมและต่อเนื่อง วิธีการที่สำคัญอีกประการคือ การใช้แนวคิดชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community : PLC) โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบการวิจัยและพัฒนา การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ตามแนวคิดของศูนย์สะเต็มศึกษาสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558: 16-17)

รูปแบบ PA-D-HaND ที่เป็นกลไกในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาให้ประสบความสำเร็จ และมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่

1. นโยบายและการวางแผน (**P**: Policy and Planning)
2. การสร้างความตระหนัก (**A**: Awareness)
3. การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (**D**: Learning Design)
4. การขับเคลื่อนทั้งองค์กร (**Ha**: Holistic Approach)
5. เครือข่ายความร่วมมือ (**N**: Network)
6. ศักยภาพที่ต้องการพัฒนา (**D**: Develop Potential)



ภาพ 1 รูปแบบ PA-D-HaND

แนวทางปฏิบัติตามรูปแบบ PA-D-HaND

วิธีการบริหารการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบ PA-D-HaND มีแนวทางในการปฏิบัติสำหรับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องตามองค์ประกอบทั้ง 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. นโยบายและการวางแผน

โรงเรียนดำเนินการกำหนดนโยบายและการวางแผนบรรจุกิจกรรมสะเต็มศึกษาไว้ในปฏิทินงานของโรงเรียน จัดทำแผนการดำเนินงานสะเต็มศึกษาอย่างเป็นขั้นตอน แต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินงานการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ส่งเสริมความร่วมมือในการขับเคลื่อนสะเต็มศึกษากับหน่วยงานต่าง ๆ โดยให้ครูและบุคลากรทางการศึกษามีส่วนร่วมในการวางแผน ส่งเสริม สนับสนุนสื่อและแหล่งเรียนรู้ จัดกิจกรรม PLC กับผู้เชี่ยวชาญภายนอก ประชาสัมพันธ์สะเต็มศึกษา ส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูสะเต็มศึกษาเผยแพร่ผลงาน ติดตามและรายงานผลการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาอย่างต่อเนื่อง

ภาพ 2 ผู้บริหารและครูร่วมวางแผนการดำเนินงานสะเต็มศึกษา

2. การสร้างความตระหนัก

โรงเรียนดำเนินการด้านการสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของสะเต็มศึกษา ด้วยการจัดประชุมชี้แจงกับคณะครู ผู้ปกครองและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง กระตุ้นให้ครูปฏิบัติตัวเป็นแบบอย่าง จัดกิจกรรมศึกษาดูงานการจัดสะเต็มศึกษาทั้งในและต่างประเทศ

3. การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

โรงเรียนดำเนินการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยบรรจุสะเต็มศึกษาอยู่ในหลักสูตรสถานศึกษา ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยการสอนเป็นทีม จัดทำแผนการดำเนินงานสะเต็มศึกษาให้กับผู้เรียนอย่างทั่วถึงและเสมอภาค

ครูดำเนินการการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการร่วมกันวิเคราะห์ตัวชี้วัดของหลักสูตรเพื่อบูรณาการการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่กำหนด ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางฯ จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา วิเคราะห์และนำจุดเด่นในท้องถิ่นมาบูรณาการเชื่อมโยงกับการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นการเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอาชีพ ส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียน

ภาพ 3 ครูร่วมกันดำเนินการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. การขับเคลื่อนทั้งองค์กร

โรงเรียนดำเนินการการขับเคลื่อนทั้งองค์กร โดยกำหนดการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษานอกเหนือจากการเรียนในรายวิชา จัดตั้งศูนย์สะเต็มศึกษาภายในโรงเรียน จัดตั้งคณะพี่เลี้ยง จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา จัดกิจกรรมแนะนำเกี่ยวกับอาชีพสะเต็มศึกษาและการศึกษาต่อ จัดนิทรรศการแสดงผลงานของผู้เรียนกิจกรรมสะเต็มศึกษา จัดทำห้องรวบรวมแสดงผลงานของผู้เรียนและครู ส่งเสริมให้ครูจัดทำสื่อเผยแพร่ โดยมอบรางวัลหรือเกียรติบัตร ประกาศนียบัตรให้กับผู้เรียนที่มีผลงานดีเด่น ส่งเสริมให้ครูจัดการสอนสะเต็มศึกษาด้วยตนเอง เข้ารับการอบรมทางไกลและสร้างเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

ภาพ 4 ผู้บริหารและครูดำเนินการขับเคลื่อนการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาทั้งองค์กร

ครูดำเนินการขับเคลื่อนการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาทั้งองค์กร โดยการจัดหาตัวแบบให้ผู้เรียนศึกษาเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำงานเป็นทีมในการออกแบบ วางแผน และนำผลงานมาแข่งขัน ทำหน้าที่เป็นโค้ชคอยช่วยเหลือสนับสนุนผู้เรียนในการสืบค้นข้อมูล มีความตระหนักและมั่นใจในทักษะและความสามารถส่วนบุคคล สื่อสารถึงผู้ปกครองให้รับรู้ทักษะและความสามารถของนักเรียนเป็นรายบุคคล

5. เครือข่ายความร่วมมือ

โรงเรียนดำเนินการด้านเครือข่ายความร่วมมือ โดยการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาร่วมกับเครือข่ายซึ่งเป็นหน่วยงานภายนอกทั้งภาครัฐและเอกชน จัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาร่วมกับเครือข่ายกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เชิญวิทยากรหรือผู้เชี่ยวชาญมาให้ความรู้กับครู ทำข้อตกลงกับเครือข่ายภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

6. ศักยภาพที่ต้องการพัฒนา

โรงเรียนดำเนินการพัฒนาเพื่อให้ผู้เรียนมีศักยภาพ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการอ่าน การเขียน และทักษะทางคณิตศาสตร์ สามารถคิดวิเคราะห์เชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์และคิดค้นนวัตกรรม สามารถสื่อสารและทำงานเป็นทีม มีภาวะผู้นำ สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการสืบค้นข้อมูลสารสนเทศ มีการส่งผลงานเข้าร่วมประกวดแข่งขันในโอกาสต่าง ๆ เรียนรู้อย่างมีความสุข มีทักษะอาชีพและการเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้วิชาอื่น ๆ และในชีวิตประจำวัน

ภาพ 5 ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาศักยภาพตามทักษะในศตวรรษที่ 21

ผลการวิจัย

พบว่า

1. รูปแบบการบริหารการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสู่คุณภาพผู้เรียนของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในพื้นที่รับผิดชอบสำนักงานศึกษาธิการภาค 13 ที่มีชื่อว่า PA-D-HaND ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) นโยบายและการวางแผน 2) การสร้างความตระหนัก 3) การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4) การขับเคลื่อนทั้งองค์กร 5) เครือข่ายความร่วมมือ และ 6) ศักยภาพที่ต้องการพัฒนา

2. ผลการทดลองใช้และประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ พบว่ามีการนำรูปแบบไปปฏิบัติตามที่กำหนดจำนวน 65 ประเด็นจาก 66 ประเด็น และรูปแบบมีความเหมาะสมทั้งในภาพรวมและรายองค์ประกอบอยู่ในระดับมากที่สุด

ปัจจัยความสำเร็จของรูปแบบ PA-D-HaND

เพื่อให้รูปแบบ PA-D-HaND สามารถดำเนินการจนบรรลุเป้าหมาย ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในระดับต่าง ๆ ควรดำเนินการตามบทบาทหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ควรให้ความสำคัญกับสะเต็มศึกษา โดยกำหนดเป็นนโยบายสำคัญของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เพื่อให้โรงเรียนในสังกัดนำไปปฏิบัติอย่างจริงจัง

2. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ควรจัดตั้งศูนย์สะเต็มศึกษาพร้อมทั้งสนับสนุนงบประมาณต่าง ๆ เพื่อจัดอบรมให้ความรู้กับบุคลากรในโรงเรียน รวมทั้งเป็นศูนย์กลางในการเผยแพร่ผลงานสะเต็มศึกษา เช่น ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ สื่อการสอน คลิปวีดิทัศน์ รวมทั้งส่งเสริม สนับสนุนให้ศึกษานิเทศก์และครูพี่เลี้ยงจากโรงเรียนแกนนำสะเต็มศึกษาออกนิเทศติดตาม และช่วยเหลือโรงเรียนในสังกัดอย่างต่อเนื่อง ส่งเสริมและสนับสนุนสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งงบประมาณต่าง ๆ ให้กับโรงเรียนสะเต็มศึกษา ส่งเสริมและสนับสนุนให้โรงเรียนได้นำผลงานของนักเรียนมาจัดแสดง เช่น จัดนิทรรศการ เผยแพร่ทางเว็บไซต์ เฟซบุ๊ก และคัดเลือกโรงเรียนต้นแบบสะเต็มศึกษาเพื่อให้โรงเรียนที่สนใจได้เข้าไปศึกษา

3. โรงเรียนควรจัดกิจกรรม PLC ด้านสะเต็มศึกษาของครูอย่างต่อเนื่อง ส่วนผู้บริหารสถานศึกษาควรมีภาวะผู้นำพร้อมรับการเปลี่ยนแปลง มีการประพฤติและปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดีแก่คณะครูและนักเรียน ครูสะเต็มศึกษาควรมีความเสียสละ ทุ่มเทและประพฤติปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดีแก่นักเรียน

บรรณานุกรม

Cohen, J. M. & Uphoff, N.T. (1986). *Rural development participation : Concept and measures for project design implementation and evolution rural development committee center for international studies*. New York: Longman.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *คู่มือครูหลักสูตร อบรมครูสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). *ข้อเสนอนโยบายการส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย*. กรุงเทพมหานคร.

ทรงยศ สกุลยา • ครู โรงเรียนสระหลวงพิทยาคม จังหวัดพิจิตร • e-mail: s.sakunya@hotmail.com

ข้อมูลเพิ่มเติม

bit.ly/218-v3

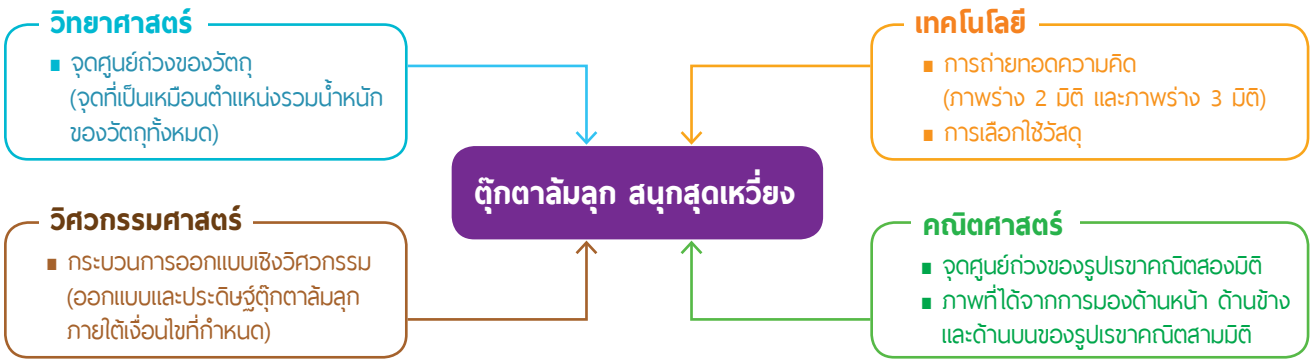
กิจกรรมสะเต็มศึกษา: ตุ๊กตาล้มลุก สนุกสุดเหวี่ยง

กิจกรรมสะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้วางแผน ปฏิบัติตามแผน คิดแก้ปัญหา นำเสนอผลงาน นักเรียนจึงได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร และการร่วมมือทำงาน นับว่าเป็นกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้จากการลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ และทำกิจกรรมด้วยความกระตือรือร้นผ่านการตั้งคำถาม ช่วยให้นักเรียนเข้าใจสิ่งต่าง ๆ โดยเรียนรู้จากรูปธรรมสู่นามธรรม และลงมือปฏิบัติจนเกิดเป็นองค์ความรู้

สาระสำคัญ

ตุ๊กตาล้มลุกเป็นของประดับหรือของเล่นที่ทำให้เกิดความเพลิดเพลิน และให้กำลังใจกับผู้ที่ท้อแท้ให้ลุกขึ้นสู้เหมือนตุ๊กตาที่ล้มแล้วลุกขึ้นมาใหม่ เหตุที่ตุ๊กตาล้มลุกสามารถเคลื่อนไหวได้เมื่อออกแรงผลัก เพราะตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของตุ๊กตาอยู่ในช่วงฐานของตุ๊กตา การออกแบบและประดิษฐ์ตุ๊กตาล้มลุกตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการทำงานเพื่อแก้ปัญหาและสนองความต้องการ โดยใช้ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อให้ตุ๊กตาล้มลุกที่ออกแบบและประดิษฐ์ขึ้นตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยมีกรอบแนวคิด ดังนี้

กรอบแนวคิด



จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องจุดศูนย์ถ่วงของรูปเรขาคณิตสองมิติ และจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่สนใจ และสอดคล้องกับบริบทชีวิตจริงภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
2. เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหาที่ต้องการ
3. เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะการสื่อสาร และทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา หรือนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยสนทนากับนักเรียนในหัวข้อ “เรขาคณิตที่อยู่รอบตัว”
   (**แนวคำตอบ** สิ่งที่อยู่รอบตัวเราทั้งที่เป็นสถานที่หรือสิ่งของ มีลักษณะคล้ายรูปเรขาคณิตสามมิติ เช่น เสาบ้าน หลังคาบ้าน ท่อน้ำ โคนไอศกรีม)

2. ครูเปิดวีดิทัศน์ตุ๊กตาของชาวญี่ปุ่นที่เรียกว่า “ตุ๊กตาดารุมะ (Daruma)” ซึ่งมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับประวัติตุ๊กตา ความเชื่อของชาวญี่ปุ่น และลักษณะทั่วไปของตุ๊กตา หลังจากชมวีดิทัศน์ครูใช้คำถามเพื่อการอภิปรายกับนักเรียนว่า ตุ๊กตาดารุมะกับตุ๊กตาทั่วไปแตกต่างกันอย่างไร
   (**แนวคำตอบ** ตุ๊กตาดารุมะเป็นตุ๊กตาล้มลุก จึงแตกต่างจากตุ๊กตาทั่วไป เมื่อเราออกแรงผลักตุ๊กตาดารุมะ พบว่าตุ๊กตาไม่ล้ม แต่กลับตั้งขึ้นมาได้อีก)

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงตุ๊กตาที่มีลักษณะเดียวกับตุ๊กตาดารุมะในวีดิทัศน์ที่เรียกว่า “ตุ๊กตาล้มลุก” โดยมีประเด็นการอภิปรายดังนี้

   - นักเรียนเคยเห็นหรือเคยเล่นตุ๊กตาล้มลุกหรือไม่
   (**แนวคำตอบ** ตามประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคน)
   - ลักษณะเด่นหรือลักษณะที่สังเกตได้ชัดเจนว่าตุ๊กตานั้นเป็นตุ๊กตาล้มลุกเป็นอย่างไร
   (**แนวคำตอบ** เมื่อออกแรงผลักตุ๊กตา จะทำให้เคลื่อนไหวไปตามทิศทางของแรงผลัก แต่ตุ๊กตาไม่ล้มลง ทรงตัวอยู่หรือตั้งขึ้นมาได้อีก)
   - ประโยชน์ของตุ๊กตาล้มลุก มีอะไรบ้าง
   (**แนวคำตอบ** เป็นของเล่นหรือของประดับเพื่อความเพลิดเพลิน หรือตัวแทนสำหรับให้กำลังใจให้ลุกขึ้นสู้กับอุปสรรคต่าง ๆ หรือตุ๊กตาล้มลุกขนาดใหญ่สำหรับเด็กใช้ในการฝึกต่อยมวยและระบายอารมณ์ได้)

4. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4–5 คน แล้วสมมติสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

ร้านขายตุ๊กตา

เจ้าของร้าน: สวัสดีค่ะ สอบถามได้นะคะ
ลูกค้า: ผมต้องการสั่งทำตุ๊กตาล้มลุกให้เป็นของขวัญวันเกิดเพื่อนรักของผมครับ
เจ้าของร้าน: ยินดีค่ะ ขอรายละเอียดด้วยค่ะ
ลูกค้า: ตุ๊กตาขนาดเล็กสำหรับตั้งโชว์ได้ครับ เอาแบบว่าแกว่งได้นานๆ แล้วก็... ขอราคาถูกหน่อยนะครับ
เจ้าของร้าน: ได้เลยค่ะ จะออกแบบให้สวยที่สุดเลยค่ะ

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “ถ้าต้องการออกแบบและประดิษฐ์ตุ๊กตาที่สามารถล้มและตั้งขึ้นมาได้ จะต้องทำการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องอะไรบ้าง จากนั้นให้นักเรียนทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจาก 2 กิจกรรม ดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 การ์ตูนบนปลายเข็ม

วัสดุและอุปกรณ์

- ภาพการ์ตูน 1 แผ่น
- ด้าย 1 เส้น
- เข็ม 1 เล่ม (ใช้ไม้แหลม/ไม้เสียบลูกชิ้นแทนได้)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1. การหาตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วง ครูให้นักเรียนร่วมกันหาวิธีวางภาพการ์ตูนบนปลายเข็ม โดยไม่ให้ภาพหล่นลงมา ซึ่งครูอาจชี้แนะให้ปักเข็มบริเวณขอบของภาพการ์ตูนแล้วให้เส้นด้ายห้อยลงมาจากเข็ม (อาจถ่วงปลายเส้นด้ายเพื่อให้เชือกตึง) จากนั้นใช้ดินสอลากเส้นตามแนวเส้นด้าย ทำซ้ำในตำแหน่งที่ต่างกัน 2–3 ครั้ง จะได้จุดตัดของเส้นที่ลากซึ่งเรียกจุดตัดนั้นว่า “จุดศูนย์ถ่วง” ของแผ่นภาพ จากนั้นทดลองวางแผ่นภาพบนปลายเข็ม โดยให้ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของภาพตรงกับปลายเข็ม

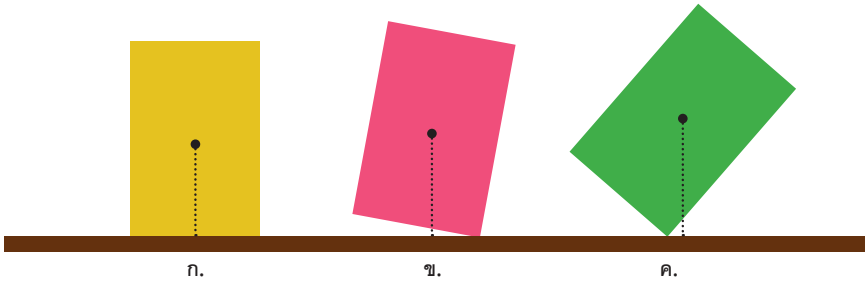
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า “จุดศูนย์ถ่วงเป็นตำแหน่งที่รวมน้ำหนักของวัตถุ เมื่อวางวัตถุบนปลายเข็ม ณ ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงวัตถุจะไม่หล่นลงมา เพราะเข็มสามารถรับน้ำหนักทั้งหมดของแผ่นภาพได้นั่นเอง”

ภาพ 1 กิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนคณิตศาสตร์

ภาพ 2 ค่าย STEM รร.แหลมรังวิทยาคม (พิจิตร)

ภาพ 3 ค่าย STEM รร.เฉลิมขวัญสตรี (พิษณุโลก)

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและหาจุดศูนย์ถ่วงของรูปเรขาคณิตสองมิติ ในใบกิจกรรม (เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม รูปวงกลม) จากนั้นเชื่อมโยงสู่ตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงของรูปเรขาคณิตสามมิติ ครูให้นักเรียนสังเกตการทรงตัวของวัตถุ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ โดยพิจารณาแนวดิ่งที่ผ่านตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงซึ่งตั้งฉากกับพื้นกับฐานของวัตถุที่ทรงตัว ณ ตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อศึกษาเงื่อนไขการล้มของวัตถุ



ภาพ 4 แสดงเส้นที่ลากจากจุดศูนย์กลางภาพไปตั้งฉากกับพื้น

ครูให้นักเรียนพิจารณาภาพ 4 และร่วมกันอภิปรายถึง “ภาพที่วัตถุสามารถกลับมาทรงตัวในลักษณะเดิมได้อีก” โดยให้ได้ข้อสรุปว่า “การทรงตัวของวัตถุในภาพ ก. และ ข. แนวดิ่งที่ผ่านจุดศูนย์ถ่วงซึ่งตั้งฉากกับพื้นยังคงอยู่ในฐานของวัตถุ วัตถุยังคงทรงตัวอยู่ได้โดยไม่ล้ม ส่วนการทรงตัวของวัตถุในภาพ ค. แนวเส้นดังกล่าวอยู่นอกฐานวัตถุ จึงไม่สามารถทรงตัวอยู่ได้ วัตถุจะล้ม ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงและแนวดิ่งที่ผ่านจุดศูนย์ถ่วงซึ่งตั้งฉากกับพื้น กับฐานของวัตถุ จึงมีผลต่อการทรงตัวของวัตถุ”

กิจกรรมต่อไปเป็นการสร้างจุดศูนย์ถ่วงในขวดน้ำพลาสติก โดยให้นักเรียนสร้างจุดศูนย์ถ่วงตำแหน่งต่าง ๆ ที่คิดว่าสามารถทำให้ขวดน้ำที่นอนอยู่สามารถตั้งขึ้นได้เอง

กิจกรรมที่ 2 ขวดน้ำเด้งดึ๋ง

วัสดุและอุปกรณ์

- ขวดน้ำพลาสติกขนาด 500 - 600 cm^3 1 ขวด และตัดครึ่ง
- ดินน้ำมัน 1 ก้อน
- ลูกแก้ว 1 ลูก

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและสร้างจุดศูนย์ถ่วงในขวดน้ำพลาสติกที่ครูแจกให้ โดยมีเงื่อนไขว่า “เมื่อวางขวดน้ำพลาสติกนอนลงแล้ว ขวดน้ำนั้นสามารถตั้งขึ้นได้เอง” ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองบรรจุลูกแก้วและดินน้ำมันลงในขวดน้ำพลาสติก

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า “ต้องทำให้น้ำหนักส่วนใหญ่ของขวดน้ำอยู่ด้านล่าง จึงจะทำให้จุดศูนย์ถ่วงอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำกว่าเดิม ดังนั้นไม่ว่าจะผลักขวดน้ำอย่างไร แนวดิ่งที่ผ่านจุดศูนย์ถ่วงซึ่งตั้งฉากกับพื้นจะไม่ออกนอกฐานของวัตถุ เมื่อวางขวดน้ำพลาสติกนอนลงแล้ว ขวดน้ำนั้นสามารถตั้งขึ้นได้เอง”

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนออกแบบและประดิษฐ์ตุ๊กตาล้มลุกภายใต้เงื่อนไขที่ครูกำหนด สามารถเลือกใช้วัสดุได้ไม่จำกัด โดยราคาวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นต้นทุนในการประดิษฐ์ มีดังนี้

ที่	รายการ	ราคาต่อหน่วย	ที่	รายการ	ราคาต่อหน่วย
1	เปลือกไข่ (เจาะเอาไข่ออก)	5 บาท	5	เทียนไข	3 บาท
2	ขวดนมเปรี้ยว	2 บาท	6	ดินน้ำมัน	3 บาท
3	ถุงพลาสติก	1 บาท	7	ลูกแก้ว	1 บาท
4	ลูกปิงปอง	2 บาท	8	ไม้เสียบลูกชิ้น	1 บาท

ครูชี้แจงเงื่อนไขในการออกแบบและประดิษฐ์ตุ๊กตาล้มลุก ดังนี้

- ตุ๊กตาล้มลุกที่ประดิษฐ์ขึ้นต้องมีราคาต้นทุนต่ำ (ลูกค้าต้องการตุ๊กตาราคาถูก)
  (**คะแนนพิเศษ** กลุ่มที่ราคาต้นทุนต่ำที่สุด จะได้รับโบนัส 3 คะแนน)
- ตุ๊กตาล้มลุกที่ประดิษฐ์ขึ้นต้องดึงดูดความสนใจ (เป็นของขวัญให้กับเพื่อนรัก)
  (**คะแนนพิเศษ** กลุ่มที่ได้รับคะแนนเสียงมากที่สุด จะได้รับโบนัส 3 คะแนน)
- เมื่อออกแรงผลักตุ๊กตาแล้ว ตุ๊กตาจะต้องล้มและตั้งขึ้นมาได้นานที่สุด
  (**คะแนนพิเศษ** กลุ่มที่ออกแรงผลักแล้วทำให้ตุ๊กตาแกว่งได้นานที่สุด จะได้รับโบนัสวินาทีละ 3 คะแนน)

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการประดิษฐ์ตุ๊กตาล้มลุก พร้อมระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ คำนวณค่าใช้จ่าย และคาดการณ์เวลาที่ตุ๊กตาล้มลุกจะหยุดนิ่ง พร้อมเขียนขั้นตอนการทำงานของกลุ่มตนเอง
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือประดิษฐ์ตุ๊กตาล้มลุกตามที่ได้วางแผนไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

1. ทำการทดสอบตุ๊กตาล้มลุกที่ประดิษฐ์ขึ้น พร้อมทั้งสังเกตและบันทึกผลการทดสอบ (ปัจจัยใดมีผลทำให้ตุ๊กตาที่ล้มแล้วตั้งขึ้นมาได้)
2. นำผลการทดสอบตุ๊กตาล้มลุกที่ประดิษฐ์ขึ้นมาหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้น จากนั้นลงมือปรับปรุงชิ้นงานแล้วนำไปทดสอบการทำงานอีกครั้ง พร้อมบันทึกผล

ภาพ 5 ทดสอบ และประเมินผลตุ๊กตาล้มลุก

ภาพ 6 นำเสนอแนวคิดในการออกแบบและประดิษฐ์

ภาพ 7 ผลงานตุ๊กตาล้มลุกของนักเรียน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลของการพัฒนานวัตกรรม

1. นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการออกแบบและประดิษฐ์ตุ๊กตาล้มลุก และผลการทดสอบตุ๊กตาล้มลุก
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับประเด็นต่อไปนี้
   - ตุ๊กตาล้มลุกที่ประดิษฐ์ขึ้นสามารถหยุดนิ่งภายในเวลาที่คาดการณ์หรือไม่ อย่างไร
   - ลักษณะของตุ๊กตาล้มลุกที่สามารถแกว่งได้นานที่สุดเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด
3. นักเรียนบันทึกการอภิปรายผลลงในใบกิจกรรมพร้อมทั้งร่วมกันถอดรหัสการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ "ตุ๊กตาล้มลุกสนุกสุดเหวี่ยง" นี้ นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับจุดศูนย์ถ่วงทางเรขาคณิต ทั้งภาพสองมิติ และทรงสามมิติ นักเรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในการออกแบบและประดิษฐ์ตุ๊กตาล้มลุกภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด นอกจากนี้นักเรียนได้ฝึกและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะการสื่อสาร และทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย มีความสุข และกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

คิมซองซู. (2555). *ปริศนาค่ายคณิตพิศวง*. กรุงเทพมหานคร: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี การออกแบบและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.* พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1-ม.6) เล่ม 1*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค.

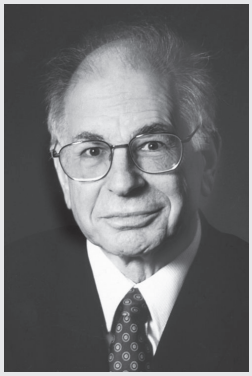
ดร.พุดเตย ตาพัวัฒน์ • นักวิชาการ สาขาการวัดและประเมินผลระดับนานาชาติ สสวท. • e-mail: ptala@ipst.ac.th

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความน่าจะเป็น [Probability Misconception]

ความน่าจะเป็น เป็นเนื้อหาหนึ่งในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยในระดับประถมศึกษาเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจและใช้คำต่าง ๆ ที่บอกโอกาสที่เหตุการณ์หนึ่ง ๆ จะเกิดขึ้น เช่น เกิดขึ้นอย่างแน่นอน อาจจะเกิดขึ้นหรือไม่ก็ได้ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เน้นที่การเปรียบเทียบจำนวนผลลัพธ์ของเหตุการณ์ที่สนใจกับจำนวนผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด เมื่อถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จึงเน้นไปที่การหาความน่าจะเป็นโดยการนำความรู้เรื่องเซตมาใช้ ความน่าจะเป็นเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างเป็นนามธรรมและยากต่อการอธิบายแนวคิดให้ผู้เรียนเข้าใจได้โดยง่าย การทำความเข้าใจว่าผู้เรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเนื้อหานี้อย่างไร อาจมีส่วนช่วยผู้สอนจัดการเรียนการสอนให้ประสบความสำเร็จมากขึ้น ก่อนอื่นมารู้จักกับความน่าจะเป็นแบบต่าง ๆ กันก่อน

“ความน่าจะเป็น (Probability)” เป็นจำนวนที่ใช้บอกว่าเหตุการณ์ที่สนใจมีโอกาสเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของ สสวท. ให้นิยามว่า “ความน่าจะเป็น” คือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนสมาชิกของเหตุการณ์ที่สนใจกับจำนวนสมาชิกของปริภูมิตัวอย่าง ภายใต้สมมุติฐานที่ว่าสมาชิกของปริภูมิตัวอย่างมีโอกาสเกิดขึ้นได้เท่ากัน การหาความน่าจะเป็นตามนิยามนี้เรียกว่า **“ความน่าจะเป็นเชิงทฤษฎี (Theoretical Probability)”** การเรียนการสอนความน่าจะเป็นในวิชาคณิตศาสตร์นั้น ส่วนใหญ่เน้นไปที่การหาความน่าจะเป็นเชิงทฤษฎีเป็นหลัก หนังสือเรียนของ สสวท. ได้กล่าวถึงความน่าจะเป็นอีกแบบหนึ่งที่ได้จากการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้งหรือใช้การสุ่มตัวอย่าง ที่เรียกว่า **“ความน่าจะเป็นจากการทดลอง (Experimental Probability)”**

ในทางปฏิบัติ แต่ละคนอาจคาดคะเนความน่าจะเป็นของเหตุการณ์หนึ่ง ๆ ตามความคิด ความรู้สึก และประสบการณ์ส่วนตัว เช่น การคาดคะเนความน่าจะเป็นที่นักกีฬาคนหนึ่งจะชนะการแข่งขันขึ้นอยู่กับการมีโอกาสเข้าถึงข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ของนักกีฬาคนนี้ รวมไปถึงความเชื่อส่วนบุคคลของผู้คาดคะเน ความน่าจะเป็นในลักษณะนี้เรียกว่า **“ความน่าจะเป็นเชิงจิตวิสัย (Subjective Probability)”** ซึ่งแตกต่างกันไปสำหรับแต่ละบุคคล และอาจจะสอดคล้องกับความน่าจะเป็นเชิงทฤษฎีหรือความน่าจะเป็นจากการทดลองหรือไม่ก็ได้



บุคคลที่ทำการศึกษาวิจัยในด้านนี้ที่มีชื่อเสียงและเป็นที่รู้จักกันดีท่านหนึ่งคือ Daniel Kahneman นักจิตวิทยาและนักเศรษฐศาสตร์ผู้ได้รับรางวัลโนเบลสาขาเศรษฐศาสตร์ในปี ค.ศ. 2002 โดยเขาศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของมนุษย์ในสถานการณ์ต่าง ๆ รวมถึงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความน่าจะเป็นด้วย

Kahneman เป็นผู้แต่งหนังสือ “Thinking, Fast and Slow” หนังสือเกี่ยวกับจิตวิทยา การคิดและการตัดสินใจของมนุษย์ที่ขายดีติดอันดับ

ภาพ 1 Daniel Kahneman
ที่มา https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2002/kahneman/biographical/

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความน่าจะเป็นที่มีการศึกษาวิจัยไว้แล้วมีหลายแบบ ในที่นี้จะยกตัวอย่าง 3 แบบ คือ (1) Positive Recency Effect (2) Negative Recency Effect และ (3) Representativeness Misconception เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจ ผู้เขียนจะอธิบายโดยการยกสถานการณ์ปัญหาที่ก่อให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบต่าง ๆ ดังนี้

สถานการณ์ปัญหาที่ 1

"ทดลองโยนเหรียญเที่ยงตรงหนึ่งเหรียญห้าครั้ง เมื่อโยนไปได้สี่ครั้ง พบว่าเหรียญขึ้นหัวทั้งสี่ครั้ง เมื่อโยนเหรียญในครั้งที่ห้า เหรียญมีโอกาสขึ้นหน้าใดมากกว่า เพราะเหตุใด"

<u>คำตอบ</u> มีโอกาสขึ้นหัวและก้อยเท่ากัน และเท่ากับ 0.5 เพราะผลลัพธ์ของการโยนเหรียญแต่ละครั้งเป็นอิสระต่อกัน และความน่าจะเป็นที่เหรียญจะขึ้นหัวหรือก้อยในการโยนเหรียญหนึ่งเหรียญแต่ละครั้ง มีค่าเท่ากัน คือ 0.5

ผู้ที่ตอบคำถามข้อนี้ผิดอาจมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ 2 แบบ คือ

1. ผู้ที่ตอบว่า "เหรียญมีโอกาสขึ้นหัวมากกว่า" และให้เหตุผลว่า เพราะทั้งสี่ครั้งเหรียญขึ้นหัวมาตลอด จึงมีโอกาสเกิดขึ้นอีกครั้งได้มากกว่าก้อยซึ่งไม่เคยเกิดขึ้นเลย ความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบนี้เรียกว่า Positive Recency Effect คือการให้น้ำหนักกับเหตุการณ์ที่เพิ่งเกิดขึ้นมากกว่าเหตุการณ์ที่ไม่เคยเกิดขึ้นเลยหรือเคยเกิดขึ้นนานมาแล้ว
2. ผู้ที่ตอบว่า "เหรียญมีโอกาสขึ้นก้อยมากกว่า" และให้เหตุผลว่า เพราะทั้งสี่ครั้งเหรียญขึ้นหัวมาตลอด จึงควรมีโอกาสเกิดผลลัพธ์ที่ยังไม่เคยเกิดได้มากกว่า ความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบนี้เรียกว่า Negative Recency Effect คือการให้น้ำหนักกับเหตุการณ์ที่ไม่เคยเกิดขึ้นเลยหรือเคยเกิดขึ้นนานมาแล้วมากกว่าเหตุการณ์ที่เพิ่งเกิดขึ้น ความเข้าใจคลาดเคลื่อนในลักษณะนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า กับดักของนักพนัน (Gambler's Fallacy)

งานวิจัยที่ศึกษากับนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ พบว่า เมื่อนักเรียนอายุมากขึ้น จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบ Negative Recency Effect ลดลง ในขณะที่ความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบ Positive Recency Effect พบน้อยมากในทุกช่วงอายุ

สถานการณ์ปัญหาที่ 2

"ในการซื้อสลากที่มีหมายเลข 00 – 99 เพื่อชิงรางวัลจำนวน 5 รางวัล โดยสลากแต่ละใบมีโอกาสถูกรางวัลเท่ากัน ถ้าต่อซื้อสลากหมายเลข 21, 22, 23, 24, และ 25 แต่แตนซื้อสลากหมายเลข 17, 38, 62, 59, และ 84 ใครมีโอกาสถูกรางวัลมากกว่ากัน เพราะเหตุใด"

<u>คำตอบ</u> ทั้งสองคนมีโอกาสถูกรางวัลเท่ากัน เพราะแต่ละคนซื้อสลาก 5 ใบ และในชุด 5 ใบของแต่ละคนนั้นไม่มีเลขซ้ำ

ผู้ที่ตอบคำถามข้อนี้ผิด อาจตอบว่า "ต่อมีโอกาสถูกรางวัลมากกว่าเพราะซื้อสลากหมายเลขเรียงกัน" หรืออาจตอบว่า "แตนมีโอกาสถูกรางวัลมากกว่าเพราะซื้อสลากหมายเลขกระจายไม่เกาะกลุ่มกัน" การให้เหตุผลในลักษณะนี้สอดคล้องกับความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่เรียกว่า Representativeness Misconception ซึ่งใช้เรียกเหตุการณ์ที่บุคคลคาดคะเนโอกาสที่เหตุการณ์หนึ่ง ๆ จะเกิดขึ้น โดยเทียบเคียงว่าเหตุการณ์นั้น ๆ เป็นตัวแทน (Representative) ของเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพียงใด งานวิจัยพบว่า ความเข้าใจคลาดเคลื่อนชนิดนี้พบได้น้อยลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอายุมากขึ้น

อย่างไรก็ดี ความเข้าใจคลาดเคลื่อนชนิดนี้มีความเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาอย่างมาก เมื่อทดลองในกลุ่มตัวอย่างเดียวกันโดยเปลี่ยนสถานการณ์ปัญหาเป็นเรื่องการโยนเหรียญ (สถานการณ์ปัญหาที่ 3) กลับพบว่าจำนวนคำตอบของนักเรียนที่แสดงว่ามี Representativeness Misconception แตกต่างจากปัญหาที่ 2 อยู่ค่อนข้างมาก

สถานการณ์ปัญหาที่ 3

A. โยนเหรียญเที่ยงตรงหนึ่งเหรียญห้าครั้ง ให้ H แทนผลลัพธ์ที่เหรียญขึ้นหัว และ T แทนผลลัพธ์ที่เหรียญขึ้นก้อย ผลลัพธ์ในข้อใดมีโอกาสเกิดขึ้นมากที่สุด จงอธิบาย

ก. HTHTH ข. HHHTT ค. THHTH ง. THTTT จ. มีโอกาสเกิดขึ้นเท่ากันทุกข้อ

B. จาก A. ผลลัพธ์ในข้อใดมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยที่สุด จงอธิบาย

ก. HTHTH ข. HHHTT ค. THHTH ง. THTTT จ. มีโอกาสเกิดขึ้นเท่ากันทุกข้อ

คำตอบ การโยนเหรียญหนึ่งเหรียญห้าครั้ง มีเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด $2^5 = 32$ วิธี ตัวเลือก ก. – ง. แต่ละข้อเป็นหนึ่งใน 32 วิธีดังกล่าว ดังนั้นทุกข้อจึงมีโอกาสเกิดขึ้นได้เท่ากัน

คำถามทั้งสองข้อข้างต้นมีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบ Representativeness Misconception เช่นเดียวกับสถานการณ์ปัญหาที่ 2 โดยคาดว่าผู้ที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบนี้จะเลือกตัวเลือก ก. ข. ค. หรือ ง. ตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่งที่เข้าใจว่าน่าจะเป็นตัวแทนที่ดีสำหรับการทดลองนี้ โดยพบว่าในกลุ่มที่เลือกตัวเลือก ก. – ง. มีคนเลือก ค. มากที่สุด อาจเป็นเพราะ ก. และ ข. ดูเหมือนมีรูปแบบการจัดเรียง และ ง. มี T มากเกินไป แต่จำนวนคนที่ตอบคำถามนี้ผิดมีน้อยกว่าจำนวนคนที่ตอบผิดในสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคำถาม A และ B ซึ่งต่างกันเพียงเล็กน้อย และมีคำตอบที่ถูกเป็นคำตอบเดียวกัน โดยพบว่าคนที่ตอบคำถาม A. ถูกต้องจำนวนหนึ่ง แต่ตอบคำถาม B. ผิด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความเข้าใจคลาดเคลื่อนของบุคคลขึ้นอยู่กับบริบทที่ต้องแก้ปัญหา และรูปแบบของการนำเสนอปัญหา

Representativeness Misconception ในบริบทของการซื้อสลากชิงรางวัล และการโยนเหรียญตามสถานการณ์ข้างต้น มีปริมาณลดลงจนเกือบหมดหลังจากนักเรียนได้เรียนความน่าจะเป็น แต่ยังไม่มีข้อมูลยืนยันว่าเมื่อต้องแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ นักเรียนจะมีความเข้าใจถูกต้องหรือไม่ อาจเป็นไปได้ว่าความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่ลดลง เกิดขึ้นเฉพาะกับบริบทที่เป็นการทดลองสุ่มและนักเรียนเคยพบในชั้นเรียน จึงทำให้สามารถนำความเข้าใจที่ถูกต้องมาประยุกต์ใช้ได้

นักการศึกษาอธิบายถึงการที่บุคคลมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า เป็นการที่บุคคลนั้น ๆ ใช้ความน่าจะเป็นเชิงจิตวิสัยในการหาคำตอบของปัญหา แทนการหาความน่าจะเป็นเชิงทฤษฎีหรือความน่าจะเป็นจากการทดลอง แต่การพิจารณาคำตอบเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถบอกได้ว่าบุคคลคนนั้นมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่ จะต้องพิจารณาเหตุผลหรือวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบร่วมด้วย แม้ว่าความเข้าใจคลาดเคลื่อนมักจะเกิดจากการใช้ความน่าจะเป็นเชิงจิตวิสัย แต่ความน่าจะเป็นเชิงจิตวิสัยไม่จำเป็นต้องแสดงถึงความเข้าใจคลาดเคลื่อนเสมอไป

การที่ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความน่าจะเป็น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับบริบท สถานการณ์ปัญหา และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล จึงเป็นการยากที่จะตรวจสอบและแก้ไข อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ความรู้กับบริบทนอกชั้นเรียนได้ ในทางกลับกัน แม้ในขณะที่มีการเรียนการสอน หากผู้เรียนได้พบกับสถานการณ์ที่ตนเองคุ้นเคยมาจากนอกห้องเรียนก็อาจกระตุ้นให้เกิดการคิดในเชิงจิตวิสัย ทำให้การเรียนการสอนไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร

ดังที่กล่าวไว้แล้วว่า การตรวจสอบความเข้าใจคลาดเคลื่อนจะต้องพิจารณาจากการให้เหตุผลประกอบ วิธีการหนึ่งที่ผู้สอนอาจนำไปใช้คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อธิบายแนวคิด และวิธีการหาคำตอบของตนเองต่อสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้สอนมีโอกาสทำความเข้าใจแนวคิดของผู้เรียน โดยผู้สอนอาจเชื่อมโยงและเปรียบเทียบวิธีการหาคำตอบและเหตุผลที่นักเรียนใช้เข้ากับเหตุผลและวิธีการหาความน่าจะเป็นในทางทฤษฎี ก็จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนแยกแยะความคิดของตน และเลือกใช้องค์ความรู้ที่เรียนได้ในบริบทที่หลากหลายอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

Fischbein, E. & Schnarch, D. (1997). The evolution with age of probabilistic, intuitively based misconceptions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28, 96-105.

Kahneman, D., & Tversky, A. (1972). Subjective probability: A judgment of representativeness. *Cognitive Psychology*, 5, 201-232.

Konold, C., Pollatsek, A., Well, A., Lohmeier, J., & Lipson, A. (1993). Inconsistencies in students' reasoning about probability. *Journal for Research in Mathematics Education,* 24, 392-414.

Liu, Y. & Thompson, P. (2007). Teachers' understanding of probability. *Cognition and Instruction*, 25, 113-160.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค.

สมรศรี กันภัย • ผู้ชำนาญการ ฝ่ายโลกศึกษาเพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อม (GLOBE) สสวท. • e-mail: skanp@ipst.ac.th

ข้อมูลเพิ่มเติม

bit.ly/218-v4

Citizen Science.. GLOBE Observer Application สำรวจต้นไม้รอบตัว

คนส่วนใหญ่มักคิดว่าการเก็บข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เป็นงานของนักวิชาการและนักวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นเรื่องไกลตัวสำหรับประชาชนและชุมชน แต่ในความเป็นจริงแล้วการเก็บข้อมูล การรวบรวมข้อมูล เพื่องานวิจัยทางวิทยาศาสตร์นั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อประโยชน์ต่อคนทั่วไปทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาค และระดับโลก ดังนั้นการนำเรื่องราวหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ และคุณภาพชีวิตของมนุษย์ มาเป็นประเด็นที่จะเก็บข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ จึงช่วยให้งานวิจัยนั้นได้ใช้ประโยชน์ในวงกว้าง ปัจจุบันกิจกรรมของมนุษย์และธรรมชาติส่งผลให้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป การเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องและยาวนานจะช่วยอธิบายความสัมพันธ์และคาดการณ์ปรากฏการณ์ เพื่อรับมือและลดต้นเหตุของปัญหาที่ส่งผลกับคุณภาพชีวิตของมนุษย์ หากข้อมูลมีปริมาณมากและมีความหลากหลายในเชิงพื้นที่จะช่วยอธิบายได้ในวงกว้าง จึงมีแนวคิดว่าการมีส่วนร่วมของคนทั่วไปไม่ว่าจะอยู่ในอาชีพทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ จะทำให้ได้ข้อมูลมากและใช้งบประมาณอย่างคุ้มค่า เรียกการเก็บข้อมูลวิทยาศาสตร์นี้ว่า Citizen Science

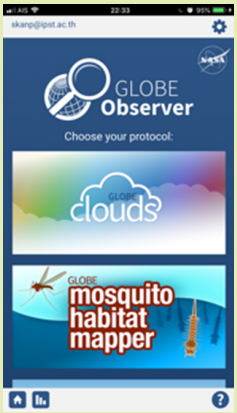
Citizen Science อาจเป็นคำที่เรายังไม่คุ้นเคย แต่หลายประเทศได้นำแนวคิดนี้มาใช้ในความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิทยาศาสตร์ ระหว่างผู้ที่อยู่ในวิชาชีพวิทยาศาสตร์และบุคคลทั่วไปที่ไม่ได้อยู่ในวิชาชีพวิทยาศาสตร์ ในการศึกษา Citizen Science มีคำภาษาไทยที่อาจใช้เรียก เช่น วิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง (พจนพร, 2556) หรืออาสาสมัครนักวิทย์ (ปฐมสุดา, 2559) สำหรับโครงการ GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment Program) ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับระบบโลก (Earth System) และสิ่งแวดล้อมโลก (Global Environment) ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้จากสิ่งแวดล้อมธรรมชาตินอกห้องเรียนด้วยวิธีการที่เป็นมาตรฐาน นักเรียน ครู ร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ โครงการ GLOBE ได้พัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือ เรียกว่า GLOBE Observer เพื่อให้ทุกคนที่สนใจการตรวจวัดสิ่งแวดล้อมสามารถร่วมกิจกรรมการสำรวจเมฆ ยุง สิ่งปกคลุมดิน ล่าสุดโครงการ GLOBE เชิญชวนให้นักเรียนที่เคยทำกิจกรรม GLOBE ครู GLOBE ที่เกษียณอายุ ครอบครัวของนักเรียน และประชาชนทั่วไปสำรวจความสูงและขนาดเส้นรอบวงของต้นไม้ทั่วโลก ในที่นี้ผู้เขียนขอแนะนำแอปพลิเคชันล่าสุดเกี่ยวกับการวัดความสูงของต้นไม้ (Trees) ซึ่งเดิมโครงการ GLOBE ได้ให้นักเรียนเรียนรู้วิธีการตรวจวัดความสูงของต้นไม้โดยใช้อุปกรณ์ Clinometer ที่ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์คำนวณความสูงของต้นไม้ และกรอกข้อมูลที่ตรวจวัดได้ส่งไปยังฐานข้อมูล

ดาวน์โหลดแอปพลิเคชันได้ที่

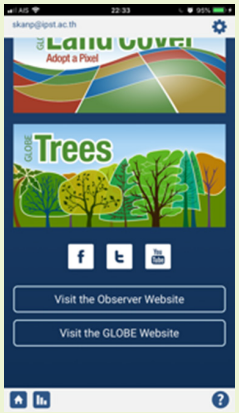
Download on the App Store

GET IT ON Google Play

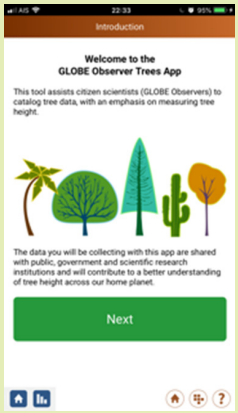
เนื่องจากป่าไม้เป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญของโลก โดยต้นไม้แต่ละต้นช่วยเก็บกักคาร์บอนจากบรรยากาศ นักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลความสูงและเส้นรอบวงของต้นไม้ ร่วมกับข้อมูลจากดาวเทียมและเครื่องบินเก็บข้อมูลทางอากาศ หาปริมาณคาร์บอนที่เก็บกักในต้นไม้ทั่วโลก การเก็บข้อมูลภาคพื้นเกี่ยวกับความสูงของต้นไม้ จึงช่วยนักวิทยาศาสตร์หาปริมาณคาร์บอนที่เก็บกักในต้นไม้ได้ โดยเริ่มต้นจากผู้ทำการตรวจวัดจะต้องลงทะเบียนเป็นสมาชิก GLOBE Observer จากนั้นดาวน์โหลด GLOBE Observer Application แล้วดำเนินการตามขั้นตอนอย่างคร่าว ๆ ดังตัวอย่าง



1. เปิด GLOBE Observer app แล้วลงทะเบียนสมาชิก

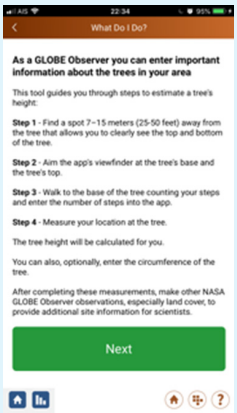


2. เลื่อนหน้าจอลงมาที่ Trees แล้วกดเลือก

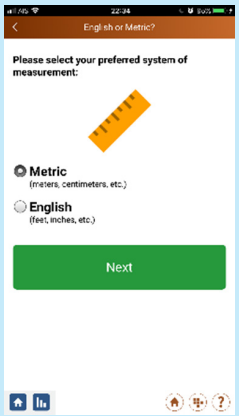


3. ปรากฏหน้าจอต้อนรับ กด Next เพื่อไปหน้าถัดไป

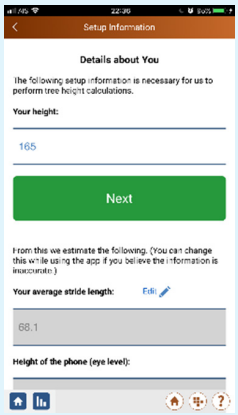
4. เป็นข้อมูลเกี่ยวกับต้นไม้ แล้วกด Next เพื่อไปหน้าถัดไป



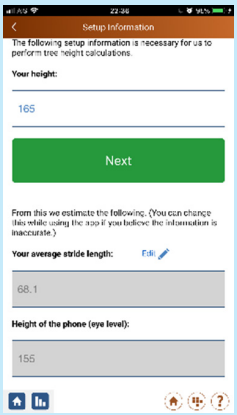
5. เป็นวิธีการตรวจวัด ซึ่งมี 4 ขั้นตอน เมื่ออ่านแล้วกด Next เพื่อไปหน้าถัดไป



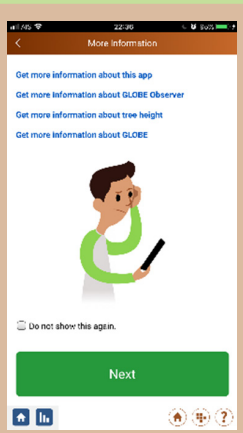
6. ให้เลือกหน่วยของการวัด ซึ่งมี 2 แบบ คือ หน่วยเมตริก (เมตร เซนติเมตร) และแบบอังกฤษ (ฟุต นิ้ว) ในที่นี้เลือกแบบเมตริก



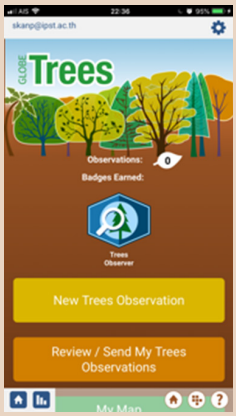
7. กรอกข้อมูลความสูงของผู้วัด ในที่นี้เมื่อกรอกความสูงของผู้วัด 165 เซนติเมตร



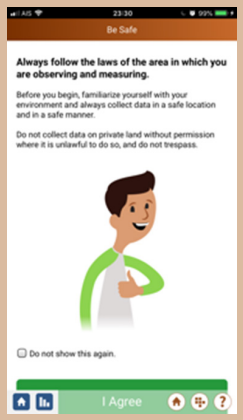
8. App จะคำนวณช่วงก้าวและความสูงของระดับสายตาโดยอัตโนมัติ หากผู้วัดต้องการกรอกข้อมูลของช่วงก้าวที่แท้จริงของตัวเองก็สามารถปรับค่าได้



9. เป็นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ Application GLOBE Observer ความสูงของต้นไม้ และ GLOBE หากไม่ต้องการทราบข้อมูลให้กด Next เพื่อไปหน้าถัดไป

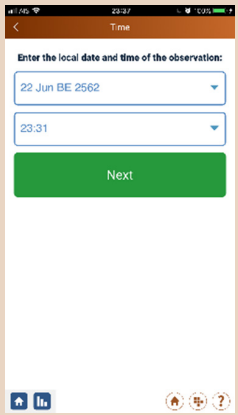


10. เป็นหน้าการตรวจวัด เลือก New Trees Observation

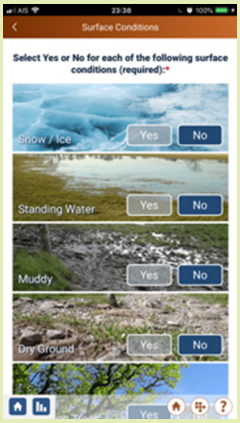


11. จะปรากฏหน้าจอเกี่ยวกับความปลอดภัยในการตรวจวัด เช่น - เลือกในพื้นที่ ๆ ปลอดภัย
- เก็บข้อมูลในพื้นที่ ๆ ได้รับอนุญาตแล้วเท่านั้น

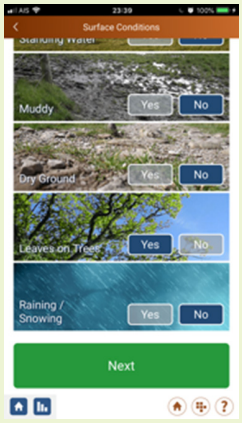
หลังจากอ่านคำแนะนำแล้วเลือก I agree



12. เลือกข้อมูลวันและเวลาที่ตรวจวัด

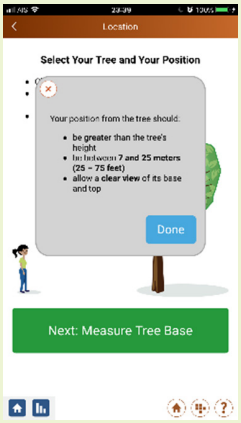


13. เลือกลักษณะพื้นที่

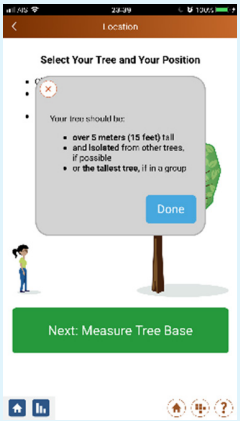


14. เมื่อเลือกครบแล้วให้เลือก next เพื่อไปหน้าถัดไป

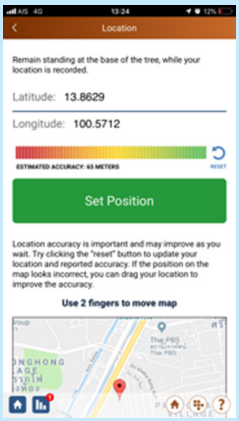
15. เลือกต้นไม้และตำแหน่งที่จะทำการวัด คลิกที่ i บรรทัดแรก



16. เป็นรายละเอียดการเลือกต้นไม้ อ่านแล้วกด Done



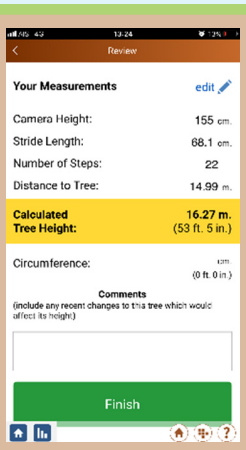
17. คลิกที่ i บรรทัดที่สอง จะพบรายละเอียดการเลือกต้นไม้ เมื่ออ่านแล้วกด Done และกด Next เพื่อไปหน้าถัดไป



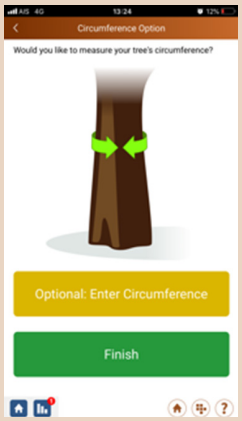
18. ระบุตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด จากนั้นเล็งแนวเส้นประเพื่อถ่ายภาพโคนต้นไม้ และเล็งแนวเส้นประเพื่อถ่ายภาพยอดต้นไม้

19. ถ่ายภาพต้นไม้ที่วัดความสูง

20. เดินไปยังโคนต้นไม้และนับจำนวนก้าวระหว่างตำแหน่งที่เล็งความสูงของต้นไม้กับโคนต้นไม้



21. App จะคำนวณความสูงของต้นไม้



22. อาจวัดเส้นรอบวงของต้นไม้เพิ่มเติมด้วย

ข้อมูลจากการตรวจวัดโดย Tree App ผู้เก็บข้อมูล หรือ Citizen Science สามารถนำไปใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงหรือการเจริญเติบโตของต้นไม้แต่ละช่วงเวลาได้ ขณะเดียวกันนักวิทยาศาสตร์ขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติหรือนาซา (National Aeronautics and Space Administration-NASA) ก็จะใช้ข้อมูลความสูงของต้นไม้ร่วมกับข้อมูลดาวเทียม Ice, Cloud, and Land Elevation Satellite-2 (ICESat-2) แปลผลและคำนวณหาปริมาณคาร์บอนที่เก็บกักหรือปลดปล่อยจากป่าไม้ในเขตอบอุ่นและเขตร้อนสู่บรรยากาศ

ผู้สนใจสามารถศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแอปพลิเคชันที่ใช้สำรวจสิ่งแวดล้อมได้ที่ https://observer.globe.gov/

บรรณานุกรม

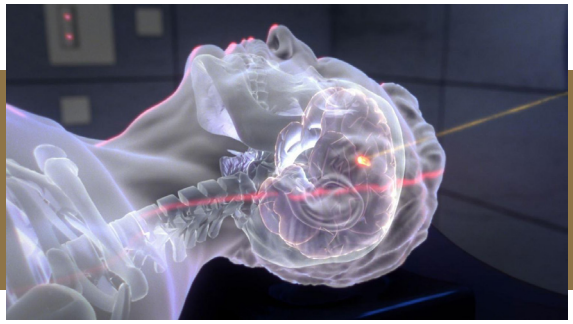
GLOBE Program. (2019). Making Tree Height Observations สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2562, จาก https://observer.globe.gov/documents/19589576/b8f8c436-90e0-404e-a919-64608c382376.

GLOBE Program. (2019). Why Observe Trees? สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2562, จาก https://observer.globe.gov/do-globe-observer/trees.

ปฐมสุดา อินทุประภา. (2559). Citizen science อาสาสมัครนักวิทย์. สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2562, จาก https://www.tistr.or.th/tistrblog/?p=2734.

พจนพร แสงสว่าง. (2556). Citizen Science วิทยาศาสตร์ภาคพลเมือง. สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2562, จาก https://www.mhesi.go.th/main/th/155-knowledge/science- word-in-a-day.

การรักษามะเร็ง
ด้วยอนุภาคโปรตอนพลังงานสูง



ที่มา https://medicalxpress.com/news/2015-09-simple-method-accuracy-proton-therapy.html

เมื่อเดือนสิงหาคมปี ค.ศ. 2014 คนอังกฤษทั้งประเทศรู้สึกตกใจที่รู้ข่าวว่า บิดาและมารดาได้นำ Ashya King บุตรชายวัย 5 ขวบที่กำลังป่วยเป็นมะเร็งสมอง (Medulloblastoma) ออกจากโรงพยาบาล ทั้ง ๆ ที่แพทย์ผู้รับผิดชอบ ยังไม่ยินยอมอนุญาต

ตำรวจได้ตามหา Ashya King ทั่วประเทศ และในเวลาต่อมาคนใกล้ชิดครอบครัว Ashya King รายงานว่า บิดาและมารดาได้นำตัวบุตรชายไปเข้ารับการรักษามะเร็งด้วยเทคโนโลยีการฉายรังสี โดยใช้อนุภาคโปรตอนที่มีพลังงานสูง (Proton Beam Therapy) ซึ่งเป็นวิธีรักษาที่ยังไม่มีใช้ในอังกฤษ และมีผลข้างเคียงน้อยกว่าการใช้รังสีรักษาที่ใช้ทั่วไป (Conventional Radiotherapy)

ต่อมาศาลอังกฤษตัดสินให้ Ashya King สามารถเข้ารับการรักษามะเร็งได้ที่ศูนย์บำบัดโปรตอน (Proton Therapy Centre) ในกรุงปราก ประเทศเช็กเกียหรือสาธารณรัฐเช็ก โดยกระทรวงสาธารณสุขของอังกฤษเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

ถึงวันนี้ Ashya King มีสุขภาพดีจนสามารถเข้าเรียนหนังสือในโรงเรียนได้แล้ว และในปี ค.ศ. 2018 มีศูนย์บำบัดมะเร็งด้วยโปรตอนพลังงานสูงจำนวน 2 ศูนย์ที่เปิดให้บริการในอังกฤษ

ภาพ1 Ashya King กำลังเข้ารับการรักษามะเร็ง
ที่มา https://www.cbc.ca/news/world/ashya-king-case-british-boy-undergoes-proton-beam-therapy-in-prague-1.2766244

นับตั้งแต่โลกรู้จักมะเร็ง สิ่งที่แพทย์และคนไข้ทุกคนต้องการคือ กระสุนวิเศษที่แพทย์ใช้ยิงเซลล์มะเร็งจนตายสนิท เพราะถ้ามีและทำได้สำเร็จ การลุกลามของมะเร็งก็จะหยุด เพราะเซลล์ร้ายจะไม่ขยายบริเวณไปทำลายอวัยวะอื่น แต่ในเวลาเดียวกันทุกคนก็หวังว่ากระสุนวิเศษต้องไม่ฆ่าเซลล์ดีปกติด้วย

แต่ความจริงมีว่า เซลล์มะเร็งระยะเริ่มต้นมีลักษณะไม่แตกต่างจากเซลล์ดีปกติ ดังนั้น เวลาคนไข้เข้ารับการบำบัดโดยวิธีรังสีบำบัดหรือเคมีบำบัด เซลล์ดีปกติจะถูกทำลายไปด้วยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และนี่คือเหตุผลที่ทำให้คนไข้มีอาการอ่อนแรง หรือมีอาการแพ้หลังการบำบัด ดังนั้น วิธีการรักษาที่ดีจึงประกอบด้วยปัจจัย 3 ประการคือ

1. ความมั่นใจว่าเซลล์มะเร็งแฝงอยู่ที่ใดในร่างกาย โดยใช้เทคโนโลยี X-ray Computed Tomography (CT) หรือ Magnetic Resonance Imaging (MRI) รวมทั้ง Positron Emission Tomography (PET) จนรู้ตำแหน่งและขนาดของเซลล์มะเร็งที่จะต้องถูกกำจัด

2. คนไข้ต้องมีภูมิคุ้มกันและสุขภาพที่ดีพอ เพื่อคืนสภาพร่างกายได้เร็วหลังการบำบัด

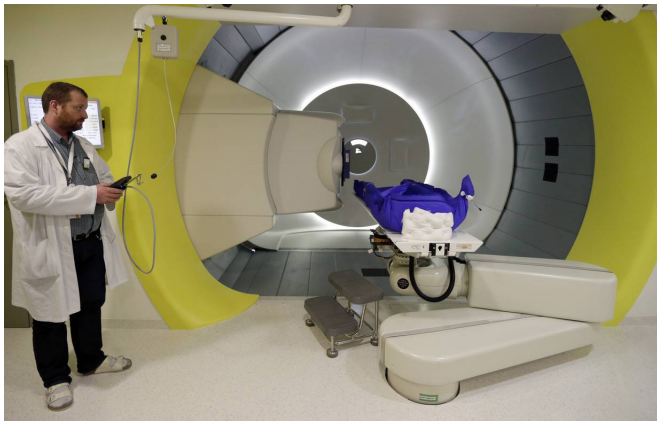
3. แพทย์มีเทคโนโลยีบำบัดที่เหมาะสม เช่น โดยวิธีผ่าตัด แต่วิธีนี้ไม่ปลอดภัย 100% เพราะเซลล์มะเร็งอาจลุกลามไปสู่อวัยวะส่วนอื่นของร่างกาย หรือใช้วิธีเคมีบำบัด (Chemotherapy) โดยใช้สารเคมีเข้าไปฆ่าเซลล์มะเร็ง แต่สารเคมีมักมีผลต่อเซลล์อื่น ๆ โดยเฉพาะเซลล์ไขกระดูกและเซลล์เส้นผม ดังนั้น แพทย์จึงนิยมใช้วิธีรังสีบำบัดรักษามะเร็งที่เกิดเฉพาะที่ โดยการฉายรังสีเอกซ์ที่มีพลังงานสูงตรงไปที่เซลล์ในร่างกาย รังสีเอกซ์ที่ใช้อาจได้มาจากเครื่องเร่งอนุภาคแบบเส้นตรง (Linear Accelerator) แต่ในกรณีที่ต้องการรังสีพลังงานสูงมาก แพทย์อาจใช้รังสีแกมมาที่ได้จากการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี เช่น โคบอลต์-60 ก็ได้

ในอดีต การรักษามะเร็งด้วยวิธีผ่าตัดจะได้ผลถ้าเซลล์มะเร็งยังไม่ได้แพร่กระจายไปสู่อวัยวะส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย แพทย์จึงนิยมใช้วิธีนี้เป็นวิธีรักษาเบื้องต้น จากนั้นก็ติดตามกำจัดเซลล์มะเร็งที่ได้แพร่กระจายไปแล้วโดยใช้สารเคมี ซึ่งเป็นการให้สารพิษแก่เซลล์มะเร็ง แต่วิธีนี้อาจทำให้ร่างกายได้รับผลกระทบข้างเคียงมาก

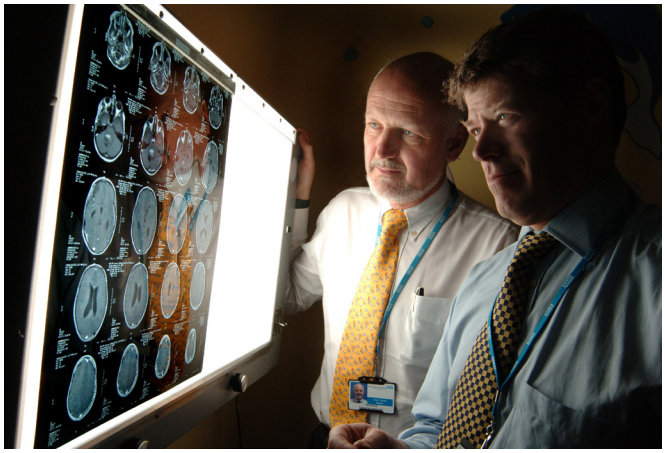
ส่วนการบำบัดรักษาโดยใช้ภูมิคุ้มกัน (Immunotherapy) เป็นการให้ยาที่จะไปทำลายความสามารถของเซลล์มะเร็งในการสยบประสิทธิภาพการทำงานของภูมิคุ้มกัน เช่น ยา PD-1 inhibitor จึงเหมาะที่จะใช้รักษามะเร็งผิวหนัง (Melanoma) เพราะยาจะกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันให้กลับมาทำงานได้อีก

อีกเทคนิคหนึ่งที่แพทย์นิยมใช้ในการรักษามะเร็งคือ ใช้อนุภาคนาโนของธาตุหนัก เช่น ทองคำ ซึ่งเป็นธาตุที่ไม่เป็นพิษ และไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับเนื้อเยื่อ จึงสามารถนำอนุภาคทองคำไปฝังที่เซลล์มะเร็งได้ เพราะทองคำสามารถมีอันตรกิริยากับรังสีเอกซ์ได้เฉพาะรังสีที่บางความถี่ เมื่อรังสีเอกซ์ที่มีพลังงานเหมาะสมกระทบกับอะตอมทองคำทำให้อิเล็กตรอนที่อยู่วงในสุดของทองคำหลุดออกจากอะตอม ทำให้เกิดที่ว่างให้อิเล็กตรอนที่โคจรอยู่ในวงนอก ๆ เคลื่อนที่ลงไปแทน การเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนจะให้รังสีเอกซ์พลังงานสูงที่สามารถฆ่าเซลล์มะเร็งได้ แม้การบำบัดโดยวิธีนี้จะไม่ดี 100% แต่วิธีนี้ก็ทำให้คนป่วยไม่รู้สึกเจ็บปวดมาก และให้ผลกระทบข้างเคียงน้อย

ปัจจุบันแพทย์ยังมีอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการรักษามะเร็งคือ การใช้โปรตอนพลังงานสูง (Proton Beam Therapy) เป็นทางเลือกสำหรับการรักษามะเร็งเฉพาะที่ เพราะแพทย์สามารถโฟกัสให้ลำอนุภาคโปรตอนพุ่งไปตรงเป้าได้อย่างแม่นยำกว่ารังสีเอกซ์ ดังนั้น เซลล์ปกติที่อยู่ในบริเวณรอบเซลล์มะเร็งจะได้รับอนุภาคโปรตอนในปริมาณน้อย



ภาพ 2 เครื่องยิงโปรตอนพลังงานสูง
ที่มา https://www.proton-therapy.org/blog/proton-beam-therapy-for-cancer-gets-renewed-attention/



ภาพ 3 ผู้เชี่ยวชาญด้านมะเร็งกำลังดูภาพสแกนของ Ashya King เพื่อวิเคราะห์การรักษา
ที่มา http://blogs.nottingham.ac.uk/newsroom/2014/09/08/ashya-king-case-sparks-advice-from-cancer-experts/

แต่โรงพยาบาลแทบทั้งโลกไม่มีอุปกรณ์นี้ใช้ เพราะมีขนาดใหญ่และมีราคาแพงมาก ศูนย์บำบัดที่มีห้องรักษา 3 ห้อง ต้องใช้งบประมาณในการสร้างประมาณ 3,500 ล้านบาท วิธีการรักษา แพทย์จะให้โปรตอนเจาะทะลุเนื้อเยื่อลงไปถึงเซลล์มะเร็ง โดยโปรตอนอาจถูกเร่งให้มีความเร็วสูงถึง 60% ของความเร็วแสง ด้วยการใช้เครื่องเร่งอนุภาค เช่น Cyclotron หรือ Synchrotron ที่มีพลังงาน 235 MeV อุปกรณ์นี้มีโครงสร้างเป็นเหล็กที่หนักตั้งแต่ 100-200 ตัน เพื่อใช้ในการควบคุมทิศการเคลื่อนที่ของโปรตอน นอกจากนี้ยังต้องมีผนังคอนกรีตครอบคลุมอุปกรณ์เพื่อสกัดกั้นอนุภาคนิวตรอนที่เล็ดลอดออกมาทำอันตรายแพทย์ และเจ้าหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่อง

ถึงวันนี้โลกมีศูนย์บำบัดมะเร็งด้วยโปรตอนพลังงานสูงกว่า 60 ศูนย์แล้ว ในอเมริกามี 26 ศูนย์ โดย 12 ศูนย์ได้เปิดรักษาคนไข้มานานร่วม 3 ปี แต่อีกหลายศูนย์กำลังประสบภาวะขาดทุน เพราะค่ารักษาที่แพงกว่าการรักษาด้วยรังสีเอกซ์ประมาณ 3-4 เท่า คนจึงไม่นิยม ส่วนคนที่เป็นมะเร็งรูปแบบอื่น เช่น มะเร็งต่อมลูกหมาก แพทย์มักใช้เทคนิคอื่นในการรักษา เช่น กินยา ผ่าตัด นอกจากนี้ บรรดาบริษัทประกันสุขภาพในอเมริกาก็ไม่สนับสนุนให้คนไข้เข้ารับการรักษาด้วยวิธีนี้ เพราะคิดว่ายังไม่มีหลักฐานที่ประจักษ์ชัดว่าวิธีนี้ดีกว่าวิธีอื่น

ทางออกสำหรับปัญหานี้ จึงเป็นไปในทำนองว่า คนสร้างอุปกรณ์ต้องพยายามทำให้อุปกรณ์มีขนาดเล็กและมีราคาต่ำลง คือมีราคาประมาณ 175-350 ล้านบาทต่อเครื่อง ซึ่งก็แพงพอ ๆ กับเครื่องฉายรังสีเอกซ์พลังงานสูงเมื่อ 20 ปีก่อน อุปกรณ์การบำบัดด้วยโปรตอนมีขนาดใหญ่มาก ปัจจุบันเมื่อเทคโนโลยีการสร้างแม่เหล็กตัวนำยวดยิ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่างเทคนิคสามารถโฟกัสลำโปรตอนได้แม่นยำขึ้น เครื่องจึงลดขนาดจากที่เคยหนัก 100 ตันลงเหลือไม่ถึง 20 ตัน และแม่เหล็กวงกลมที่ใช้ก็ลดขนาดลงจนมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ถึง 2 เมตร กระนั้นอุปกรณ์ทั้งชุดก็ยังต้องการพื้นที่ในการติดตั้งประมาณ 300 ตารางเมตร จึงใหญ่เกินที่จะมีใช้ในโรงพยาบาลทั่วไป

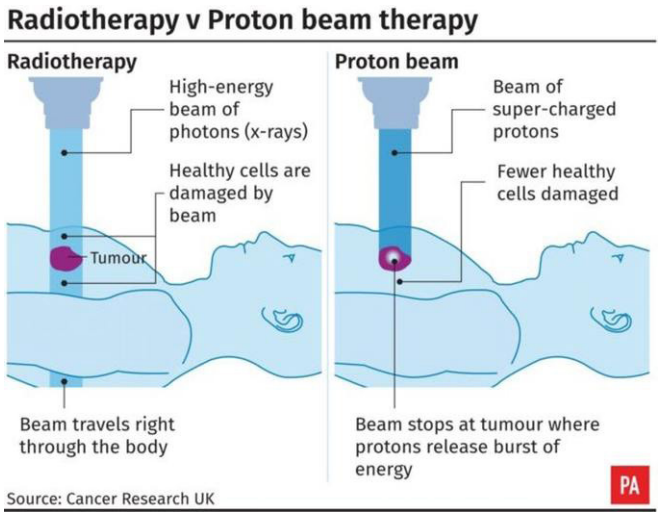
ในส่วนของเทคนิคการบำบัดด้วยการจับตัวคนไข้แล้วหมุนให้เซลล์มะเร็งในร่างกายตั้งรับลำโปรตอนโดยตรงเป็นวิธีที่สามารถลดขนาดของเครื่องได้ แต่การทำเช่นนี้จะทำให้เกิดปัญหา จุดโฟกัสของลำโปรตอนอาจไม่ตรงจุดเดิม นั่นคือการทำลายเซลล์มะเร็งซ้ำตรงที่เดิมเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก วิธีหนึ่งที่อาจช่วยแก้ปัญหานี้คือ ทำให้ลำโปรตอนมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2-3 มิลลิเมตร เพื่อให้การโฟกัสทำได้อย่างเฉียบคม

อนึ่ง เวลาโปรตอนซึ่งมีประจุบวก พุ่งชนอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบในอะตอมของเซลล์มะเร็ง ทำให้อะตอมนั้นแตกตัวเป็นไอออน หรือเป็นอนุมูลอิสระที่พร่องอิเล็กตรอนพร้อมที่จะทำปฏิกิริยาเคมีกับอนุภาคอื่น ๆ ได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะกับ DNA ของเซลล์มะเร็ง ทำให้การซ่อมแซมให้กลับมามีสภาพเหมือนเดิมทำได้ยาก และไม่สามารถแบ่งตัวต่อไป ดังนั้นเซลล์จึงฆ่าตัวตาย (Apoptosis) และนี่คือหลักการที่แพทย์ใช้รังสีและอนุภาคในการฆ่าเซลล์มะเร็ง

กระนั้น ความแตกต่างระหว่างสมรรถภาพของการบำบัดแบบรังสีและแบบอนุภาคก็ยังมีอีกคือ ร่างกายคนมีองค์ประกอบหลักเป็นน้ำ และนักฟิสิกส์ได้พบว่า เมื่อรังสีเอกซ์ผ่านไปในน้ำลึกไม่เกิน 5 เซนติเมตร จะปล่อยพลังงานให้น้ำค่อนข้างมาก แต่ที่ระดับลึกเดียวกันนี้ พลังงานที่โปรตอนปลดปล่อยออกมามีค่าน้อยกว่าประมาณ 5 เท่า นั่นแสดงว่ารังสีเอกซ์มีความสามารถในการบำบัดมะเร็งที่ผิวร่างกายได้ดี แต่ที่ระดับลึกตั้งแต่ 5-15 เซนติเมตร พลังงานของรังสีเอกซ์จะลดลงอย่างช้า ๆ ในขณะที่พลังงานที่โปรตอนปลดปล่อยในช่วงนี้จะเพิ่มขึ้น จนถึงที่ระดับลึก 15 เซนติเมตร พลังงานที่ถูกปลดปล่อยจะเพิ่มสูงสุดแล้วหมดไปในทันที ทั้งนี้เพราะที่ระดับลึกมาก ความเร็วของโปรตอนจะลดลง และในเวลาเดียวกัน พื้นที่ภาคตัดขวางของการเกิดปฏิกิริยากับอนุภาคอื่นจะเพิ่มขึ้น ดังนั้น ความลึก 5-15 เซนติเมตร จึงเป็นระยะลึกที่เหมาะสำหรับการรักษามะเร็งโดยเทคนิคอนุภาคบำบัด แต่ที่ระดับลึกมากกว่า 15 เซนติเมตร การฉายรังสีเอกซ์ก็ยังเป็นเทคนิคสำคัญ เพราะรังสีสามารถทะลุทะลวงไปถึง

ตามปกติเวลาอนุภาคโปรตอนความเร็วสูงผ่านไปในเนื้อเยื่อของร่างกาย อันตรกริยาระหว่างโปรตอนกับเซลล์เนื้อเยื่อและเซลล์มะเร็งจะทำให้มันเคลื่อนที่ช้าลง โปรตอนที่มีพลังงาน 50 MeV สามารถเจาะเนื้อเยื่อลงไปได้ลึกประมาณ 2-3 เซนติเมตร ส่วนโปรตอนที่มีพลังงานสูงกว่า 200 MeV อาจมีระยะลึกถึง 30 เซนติเมตร ดังนั้น การโฟกัสลำอนุภาคและควบคุมระยะลึกจึงเป็นเรื่องสำคัญมากในการบำบัด ปัจจุบันความรู้เกี่ยวกับประเด็นนี้มีความผิดพลาดคลาดเคลื่อนประมาณ 0.5 เซนติเมตร (ซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับการรักษาโดยรังสีเอกซ์)

ส่วนการรักษามะเร็งชนิด Chondoma และ Chondrosarcoma รวมถึงมะเร็งผิวหนัง (Melanoma) และเนื้องอกในเด็กนั้น การบำบัดแบบใช้อนุภาคโปรตอนมีข้อดีคือ ลำโปรตอนสามารถปรับขึ้นลงได้ตามขนาดและรูปทรงของเนื้องอก เพื่อให้อวัยวะสำคัญที่อยู่ใกล้ ๆ ปลอดภัย เช่น การใช้วิธีนี้รักษาคนที่เป็นมะเร็งเต้านมด้านซ้าย โปรตอนจะไม่ทำร้ายหัวใจที่อยู่ด้านซ้ายของร่างกายคน ๆ นั้น



ภาพ 4 แสดงความแตกต่างระหว่างการบำบัดแบบรังสี (Radio therapy) กับแบบอนุภาค (Proton beam therapy)

ที่มา https://www.itv.com/news/2019-01-23/teenage-boy-among-first-in-uk-to-have-beam-therapy-for-brain-tumour/

ภาพ 5 ศูนย์บำบัดมะเร็ง เมือง Uppsala ประเทศสวีเดน
ที่มา https://skandionkliniken.se/en/about-proton-beam-therapy

สำหรับประเด็นผลกระทบข้างเคียงอื่น ๆ กำลังมีการวิจัย โดยเฉพาะโอกาสที่จะทำให้คนไข้ตาบอด เพราะเป็นมะเร็งที่ตา หรืออาจทำให้มี IQ ต่ำ

การมีศูนย์บำบัดมะเร็งแบบใช้อนุภาคโปรตอนมีเพียงไม่กี่แห่ง แพทย์มะเร็งส่วนใหญ่จึงไม่มีข้อมูลและรายละเอียดในการทำงานของเครื่อง และมักคิดว่าถ้าจะต้องส่งคนไข้ไปที่โรงพยาบาลอื่น รายได้ของโรงพยาบาลตนเองจะลด ด้านคนไข้ก็ไม่ชอบการเดินทางไกล ดังนั้น การส่งต่อคนไข้จึงมีกระทำกันค่อนข้างน้อย

ในปี ค.ศ. 2015 ประเทศสวีเดนมีศูนย์บำบัดอยู่ที่เมือง Uppsala เพื่อรับคนไข้จากโรงพยาบาลทั่วประเทศ และในปี ค.ศ. 2019 อเมริกาจะมีศูนย์บำบัดที่ Manhattan ให้บริการ แต่อาจทำได้ไม่ดีเท่าที่สวีเดน เพราะอเมริกาเป็นประเทศที่มีขนาดใหญ่ และมีประชากร (คนไข้) มากกว่า

แต่การมีเทคโนโลยีใหม่ก็ใช่ว่าจะเป็นเรื่องดีและใช้ได้ง่ายเสมอไป เพราะปกติพนักงานหรือเจ้าหน้าที่ที่เชี่ยวชาญการใช้อุปกรณ์นี้มักมีไม่พอ ทางออกสำหรับเรื่องนี้คือ ใช้พนักงานที่ทำงานเดียวกับพนักงานบำบัดด้วยรังสีเอกซ์ และโรงพยาบาลทุกแห่งจะต้องกระจายความรู้เกี่ยวกับการรักษาคนไข้ด้วยวิธีนี้ให้กันและกันมากขึ้น ด้านนักฟิสิกส์และวิศวกรจะต้องทำงานร่วมกับแพทย์ที่รักษาคนไข้ ในการโฟกัสลำอนุภาคโปรตอนอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อค่ารักษาลดลงจนใกล้เคียงกับค่ารักษาด้วยรังสีเอกซ์ ความนิยมที่จะได้จากการรักษามะเร็งโดยวิธีนี้ก็จะมากขึ้น

ในปี ค.ศ. 2017 ศูนย์ปฏิบัติการนิวเคลียร์แห่งยุโรป CERN ที่กรุง Geneva ในสวิสเซอร์แลนด์ ได้ติดตั้งเทคโนโลยีบำบัดมะเร็งด้วยโปรตอนพลังงานสูง โดยใช้ลำโปรตอนที่แยกออกมาจากเครื่องเร่งอนุภาค LHC (Large Hadron Collider) ที่ใช้ในการพบอนุภาค Higgs แล้ว

ในเดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ได้มีการประชุมขององค์การ Particle Therapy Co-Operative Group ให้บรรดาสมาชิกของสมาคมการบำบัดมะเร็งด้วยอนุภาคทั้งโลกมาประชุมกัน เพื่อถกปัญหาและตอบคำถามเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่นี้

บรรณานุกรม

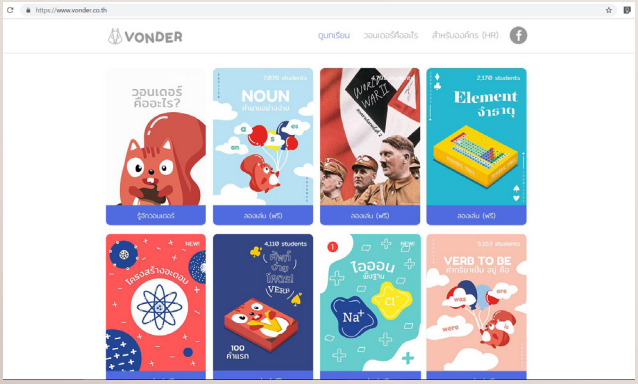
Paganetti, Harald. (2017). *Proton Beam Therapy*. Institute of Physics.

Proton beam therapy patient statistics until the end of 2015. Retrieved May 21, 2019, from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5772792/table/tl-mco-0-0-1499/? report= objectonly

เว็บช่วยสอน

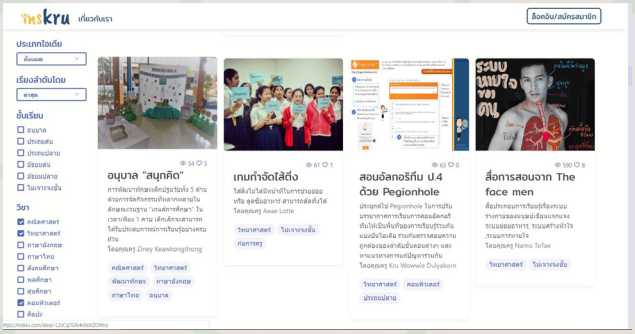
Coding Thailand
โดย สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล
https://www.codingthailand.org/

ครูวิทยาการคำนวณชอบใจแน่ๆ เมื่อสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (Depa) พัฒนาแพลตฟอร์ม CodingThailand.org โดยร่วมมือกับ code.org ผู้พัฒนาแหล่งเรียนรู้วิทยาการคอมพิวเตอร์ในรูปแบบออนไลน์ชั้นนำระดับโลก และหน่วยงานพันธมิตร อาทิ ไมโครซอฟท์ (Microsoft) และกูเกิล (Google) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาการคอมพิวเตอร์ที่เหมาะกับเยาวชนไทย เน้นการพัฒนาทักษะพื้นฐานในการวิเคราะห์ แก้ปัญหา และใช้ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นและเป็นประโยชน์ในการต่อยอดไปถึงการพัฒนาทักษะดิจิทัลในระดับสูง ครูและผู้สนใจสามารถเรียนรู้ได้ผ่านเว็บไซต์ แท็บเล็ต และสมาร์ทโฟน มีหลักสูตรด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างง่ายสำหรับระดับประถมศึกษา สำหรับหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา อยู่ในระหว่างพัฒนา



Inskru พื้นที่แลกเปลี่ยนไอเดียการสอน
https://inskru.com/

Inskru เป็นชุมชนออนไลน์ของครู ที่สร้างขึ้นเพื่อให้ครูทั่วประเทศร่วมกันแบ่งปันไอเดีย เทคนิคการจัดการห้องเรียน วิธีสอน สื่อการสอน เพื่อสร้างแรงบันดาลใจให้กับเพื่อนครูทั่วประเทศ ผู้สนใจสามารถเลือกประเภทไอเดียที่ต้องการแบ่งปันได้ 3 ประเภท คือ เทคนิคการสอน การสอนรายวิชา และสื่อการสอน สามารถแนบไฟล์ รูป และลิงก์วีดิทัศน์ได้ ส่วนผู้ค้นหาไอเดีย ในเว็บไซต์มีการแบ่งประเภทไอเดียการสอนตามหมวดหมู่ เพื่อให้การค้นหานั้นง่ายและสะดวก มีการแบ่งตามระดับชั้นเรียน ตั้งแต่อนุบาลจนถึงมัธยมศึกษา ครอบคลุมมากกว่า 15 สาขาวิชา ทีมผู้พัฒนามีเป้าหมายที่ต้องการผลักดันครูไทยให้มีศักยภาพในการสอนเด็กได้ดียิ่งขึ้น เพื่อให้เด็กไทยทุกคนได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างเท่าเทียมกัน



Vonder แช็ตบอทเพื่อการเรียนรู้
https://www.vonder.co.th/

เมื่อเด็กๆ ชอบแชท ก็ให้มาแชทแบบได้ความรู้ที่นี่เลย Vonder เป็นแชทบอทเพื่อการศึกษาที่สอนตามระดับความรู้ของแต่ละบุคคล ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ได้ง่ายเพียงแชทกับตัวละครน้องกระรอกบน Facebook Messenger บทเรียนปรับตามระดับความยาก-ง่าย ตัวอย่างเช่น ในบทเรียนเรื่องเลขยกกำลัง จะเริ่มจากการบวก ลบ คูณ หาร อย่างง่ายก่อน ถ้าผู้เรียนตอบผิดจะปรับระดับไปสู่ข้อที่ง่ายกว่า พร้อมอธิบายเหตุผลว่าตอบผิดเพราะอะไร แต่ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะไปสู่ข้อถัดไปที่ยากขึ้น มีเนื้อหาหลายวิชา เช่น วิชาเคมี ฟิสิกส์ ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์

สสวท. จัดพิธีมอบเหรียญรางวัล โครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ศ.ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์ ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นประธานมอบเหรียญรางวัลโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2561 ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา เมื่อวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2562 โดยปีนี้มีนักเรียนจากทั่วประเทศสมัครสอบทั้งหมด 179,819 คน เป็นนักเรียนในส่วนภูมิภาค 164,338 คน นักเรียนในกรุงเทพฯ 15,481 คน ทั้งนี้ นักเรียนในระดับประถมศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ช่วงชั้น คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3 สอบแข่งขันระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 6 สอบแข่งขันระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

นักเรียนที่ได้รับเหรียญรางวัลในปีนี้ รวมจำนวน 405 คน ได้แก่

วิชาคณิตศาสตร์ ป.3 จำนวน 103 คน ได้รับเหรียญทอง 15 คน เหรียญเงิน 36 คน และเหรียญทองแดง 52 คน

วิชาคณิตศาสตร์ ป.6 จำนวน 102 คน ได้รับเหรียญทอง 17 คน เหรียญเงิน 37 คน และเหรียญทองแดง 48 คน

วิชาวิทยาศาสตร์ ป.3 จำนวน 100 คน ได้รับเหรียญทอง 14 คน เหรียญเงิน 33 คน และ เหรียญทองแดง 53 คน

วิชาวิทยาศาสตร์ ป.6 จำนวน 100 คน ได้รับเหรียญทอง 15 คน เหรียญเงิน 34 คน และเหรียญทองแดง 51 คน

สสวท. จัดประกวดผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ระดับโรงเรียน "GLOBE Student Research Competition 2019"

ดร.วรวรงค์ รักเรืองเดช ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นประธานเปิดงานประกวดผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมระดับโรงเรียน "GLOBE Student Research Competition 2019" ระหว่างวันที่ 26 - 28 มีนาคม พ.ศ. 2562 ณ ห้องศาลาไทย โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ สุขุมวิท 11 กรุงเทพมหานคร เพื่อส่งเสริมการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หรือวิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบ ร่วมกับเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง นำสู่การพัฒนากระบวนการ แนวทาง และนวัตกรรม ที่เป็นประโยชน์ต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ หรือแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบและยั่งยืน

การจัดค่ายวิทยาศาสตร์ภาคฤดูร้อน ครั้งที่ 1 (1st OPEC-IPST Summer Science Enrichment Camp: SSE Camp)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ให้การสนับสนุนการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ภาคฤดูร้อน ครั้งที่ 1 (1st OPEC-IPST Summer Science Enrichment Camp: SSE Camp) สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ระหว่างวันที่ 5-9 เมษายน พ.ศ. 2562 ณ โรงแรมเซนต์ โทรเปซ บีช รีสอร์ท จังหวัดจันทบุรี โดยมีนักเรียนและครูเข้าร่วมกิจกรรมค่ายจาก 41 โรงเรียน รวมจำนวนทั้งสิ้น 163 คน กิจกรรมค่ายเน้นที่การกระตุ้นและส่งเสริมทักษะการคิด การแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การมีส่วนร่วมกับชุมชน และการปลูกฝังการเป็นผู้มีจิตสาธารณะ เพื่อพัฒนาให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษเป็นคนเก่ง ที่พร้อมด้วยคุณธรรม และจริยธรรม

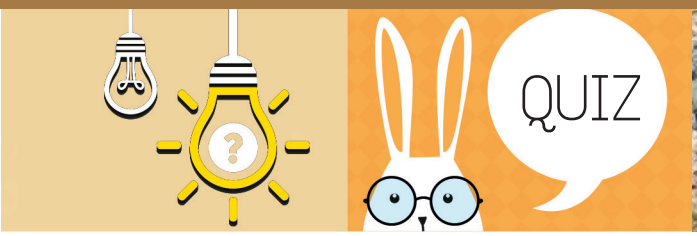
สสวท. ร่วมกิจกรรมงาน "ประเพณีสงกรานต์ ศึกษาธิการสืบสานวัฒนธรรมไทย" ประจำปี 2562

ศ.ดร. ชูกิจ ลิมปิจำนงค์ ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) พร้อมบุคลากร เข้าร่วมกิจกรรมในงาน "ประเพณีสงกรานต์ ศึกษาธิการสืบสานวัฒนธรรมไทย" ประจำปี 2562 โดยมี **นายแพทย์ธีระเกียรติ เจริญเศรษฐศิลป์** รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ เป็นประธานในงานและกล่าวอำนวยพร ณ กระทรวงศึกษาธิการ เมื่อวันที่ 10 เมษายน พ.ศ. 2562

สสวท. จับมือ 29 โรงเรียนศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สร้างครูเก่งส่งเสริมเด็กเก่ง กระจายประโยชน์ทั่วถึงจังหวัดใกล้เคียง

ศ.ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์ ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เปิดการอบรมครูและลงนามบันทึกความร่วมมือระหว่าง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับโรงเรียนศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 29 ศูนย์ เมื่อวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2562 ณ ห้องแกรนด์บอลรูม โรงแรมเซ็นจูรี่ พาร์ค กรุงเทพมหานคร เพื่อกระตุ้นและสร้างบรรยากาศให้นักเรียนที่สนใจการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคได้มีโอกาสเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ โดยมีครูและบุคลากรซึ่งผ่านการฝึกอบรมเป็นผู้จัดกิจกรรมอย่างเป็นระบบ สร้างประโยชน์แก่นักเรียนและชุมชน ตลอดจนจังหวัดใกล้เคียงอย่างทั่วถึง

พร้อมกันนี้ สสวท. จะสนับสนุนการจัดกิจกรรม สื่อ และอุปกรณ์การพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา เพื่อการพัฒนาอย่างเหมาะสม รวมทั้งพัฒนาครู บุคลากรทางการศึกษา ผู้ปกครอง ในการส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เอื้อประโยชน์ให้เรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ



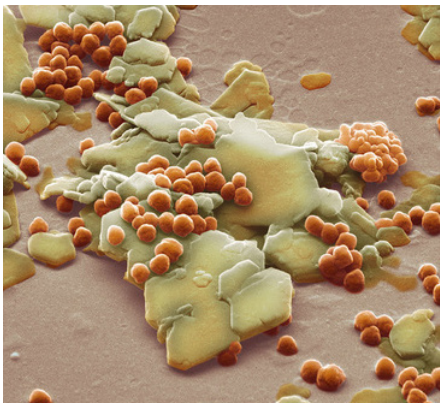
สวัสดี ผู้อ่านทุก ๆ คน นิตยสาร สสวท กับฉบับต้อนรับเปิดเทอมใหม่ที่ทุกคนสามารถจะอ่านได้ทั้งในแบบของนิตยสารที่เป็นกระดาษ หรือจะอ่านทางอินเทอร์เน็ตก็ได้ เปิดเทอมใหม่กับการเรียนชั้นใหม่ พบเพื่อนใหม่ พบคุณครูคนใหม่ บนโลกใบเดิมสิ่งที่ต่ายยังกังวลและอยากจะถ่ายทอดสู่ผู้อ่าน โดยหวังจะให้ผู้อ่านได้ร่วมแรงร่วมใจกันคนละไม้คนละมือ เพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงให้กับสุขภาพและอนาคตของสิ่งมีชีวิตบนโลกนี้ก็คือ เรื่อง "ขยะพลาสติก"

คุณเชื่อหรือไม่ว่า มนุษย์สามารถสังเคราะห์พลาสติกขึ้นมาครั้งแรกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2450 (หรือ ปี ค.ศ. 1907) แต่มนุษย์เริ่มฮิตติดลมบนการใช้พลาสติกกันจริง ๆ ในช่วงปี พศ 2503-2511 (หรือ ปี ค.ศ. 1960-1969) พลาสติกถูกนำมาใช้ในรูปแบบที่แตกต่างหลากหลายจนไม่อาจจะกล่าวได้หมดสิ้น เช่น เครื่องมือเครื่องใช้สำนักงาน กระเป๋า เสื้อผ้า โต๊ะ เก้าอี้ วัสดุก่อสร้าง เครื่องนอน เครื่องครัว ยานพาหนะ ภาชนะต่าง ๆ หลอดกาแฟ ถุงพลาสติก หรือแม้แต่นำมาใช้เป็นวัสดุทดแทนหรือเสริมความงามในร่างกายมนุษย์

ในเรื่องของขยะต่าง ๆ เราถูกสอนและปลูกฝังจากสื่อต่าง ๆ และจากระบบการศึกษาในโรงเรียนแค่ การส่งเสริม รณรงค์ปลูกฝังให้ผู้คนในสังคมทิ้งขยะให้เป็นที่เป็นทาง คัดแยกขยะ และเราก็จะสรุปในตอนท้ายว่า ขยะเหล่านั้นจะถูกนำไปกำจัดทิ้งหรือหากสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ก็จะถูกนำไปทำความสะอาดและแปรรูปกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งหนึ่ง แต่คนส่วนใหญ่ไม่ทราบว่าขยะพลาสติกที่มนุษย์ทั้งโลกร่วมกันใช้นั้น 91% ไม่ได้ถูกนำกลับมาใช้ใหม่หรือไม่มีการ Recycle นั่นเอง โดยขยะพลาสติกที่เราทิ้งลงถังขยะ บางส่วนจะถูกนำไปฝังกลบอยู่ใต้ดิน บางส่วนก็ถูกนำไปกองทิ้งไว้ในที่ที่กำหนดไว้นอกเขตชุมชน เพื่อให้พ้นหูพ้นตาและไม่มีกลิ่นมารบกวนผู้พักอาศัย จากนั้นก็จะมีเหตุให้ขยะที่ถูกกองทิ้งไว้ถูกพัดพาลงสู่ทะเลและมหาสมุทรด้วยวิธีการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ลม น้ำฝน น้ำหลากจากน้ำท่วม พายุ ซึ่งทุกคนสามารถดูคลิปได้จากเว็บไซต์ National geographic https://news.nationalgeographic.com/2017/07/plastic-produced-recycling-waste-ocean-trash-debris-environment/ จากในคลิป มีการแสดงผลการศึกษาพบว่า ในปี 2015 ทั่วโลกมีขยะเกิดขึ้นประมาณ 6.3 พันล้านตัน หรือเท่ากับ 6,300 พันล้านกิโลกรัม และพบว่าจำนวนขยะที่มนุษย์สร้างขึ้นในแต่ละปีไม่ได้ลดลง

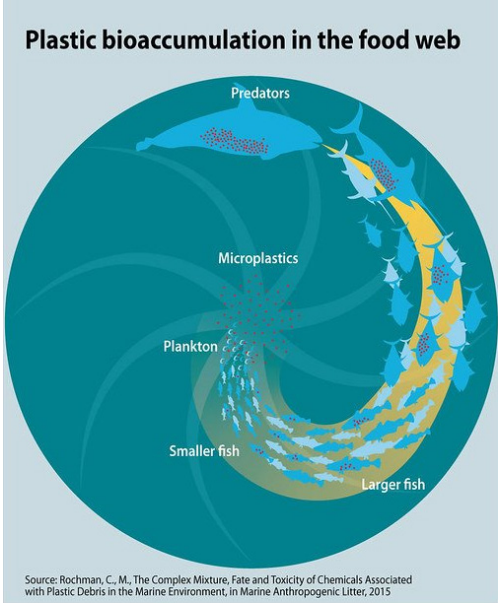
เพื่อให้ผู้อ่านเห็นภาพการเดินทางของพลาสติกได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น สามารถศึกษาได้จากภาพต่อไปนี้

ภาพ 1 แสดงการเดินทางของพลาสติกที่มีต้นกำเนิดจากการผลิตปิโตรเลียมมาสู่ห่วงโซ่อาหารของมนุษย์
ที่มา https://www.bepakt.com/plastic-problems



ภาพ 2 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แสดงเม็ดพลาสติกขนาดเล็ก (Polyethylene Microbeads) ซึ่งมักผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกายชนิดต่าง ๆ เช่น สบู่เหลว โฟมล้างหน้า เมื่อใช้แล้วก็ถูกทิ้งลงสู่สิ่งแวดล้อม และสุดท้ายก็ไหลลงสู่ทะเล ในปี ค.ศ. 2014 รัฐอิลลินอยส์ ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นรัฐแรกที่ประกาศห้ามผลิตและขายผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีเม็ดพลาสติกขนาดเล็ก
ที่มา https://www.bepakt.com/plastic-problems

จากภาพ 1 Microbeads คืออะไร? Microbeads คือ เม็ดพลาสติกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร และส่วนใหญ่จะทำมาจากพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (Polyetheylene) หรืออาจจะทำจากพอลิโพรพิลีน (Polypropylene) และพอลิสไตรีน (Polystyrene) ซึ่งทั้งหมดเป็นสิ่งที่ได้จากการผลิตปิโตรเลียม ส่วน Microfibers เป็นเส้นใยสังเคราะห์ ซึ่งจะมีขนาดที่แตกต่างกันไป ขึ้นกับจุดประสงค์ของการนำมาใช้ ทั้ง Microbeads และ Microfibers ที่กล่าวมาแล้ว เมื่อปนเปื้อนลงสู่ทะเลและมหาสมุทร ก็จะเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร ดังภาพ 3 โดยอนุภาพพลาสติกขนาดเล็กที่เกิดจาก Microbeads, Microfibers, และพลาสติกขนาดเล็ก (Microplastics) ที่เกิดจากการแตกตัวของพลาสติกขนาดใหญ่โดยแสง UV และพลังงาน



ภาพ 3 แสดงการสะสมของพลาสติกขนาดเล็กในห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตในทะเล

ที่เกิดจากการกระแทกของคลื่น ลม สิ่งมีชีวิต และยานพาหนะในทะเล จะถูกแพลงก์ตอน (ซึ่งมีทั้งที่เป็นแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์) กินเข้าไปโดยคิดว่าเป็นอาหาร และสะสมอยู่ในตัวแพลงก์ตอน จากนั้นก็จะเกิดการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ตามห่วงโซ่อาหาร และสุดท้ายก็จะส่งต่อมายังมนุษย์ในที่สุด

ที่ต่ายกล่าวมาทั้งหมด เพราะกังวลกับปัญหาขยะพลาสติกที่ดูเหมือนว่าจะไม่มีทางแก้ไขและเยียวยาได้เลย หากมนุษย์จะไม่หยุดใช้พลาสติก แต่สามารถบรรเทาปัญหาเหล่านี้ได้ด้วยการพยายามลดการใช้ถุงพลาสติก เพราะคงเป็นการยากหากจะบอกให้เลิกใช้ เนื่องจากเป็นความเคยชิน รวมถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมและสุขภาพยังไม่ส่งผลอย่างรุนแรงมาถึงตัวมนุษย์ส่วนใหญ่ ปัญหาขยะพลาสติกจึงยังคงดำเนินต่อไป อนาคตของสุขภาพและชีวิตของคุณ ๆ อยู่ในมือคุณแล้ว ว่าจะเลือกลดการใช้พลาสติกหรือไม่ พลาสติก 1 ชิ้น จะอยู่คู่กับเราไปอีกอย่างน้อย 400 ปีเลยทีเดียว

คำถามฉบับที่ 216

ที่ต่ายถามผู้อ่าน เกี่ยวกับมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ หมือนหรือแตกต่างจากมาตรฐานระดับนานาชาติหรือไม่อย่างไร คำตอบก็คือ

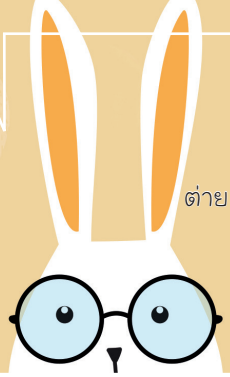
ค่าเฉลี่ย	PM2.5 (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		PM10 (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	ไทย	องค์กรอนามัยโลก	ไทย	องค์กรอนามัยโลก
ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง	50	25	120	50
ค่าเฉลี่ยรายปี	25	10	50	20

จากตาราง ผู้อ่านคงเห็นแล้วว่า ประเทศไทยใช้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศเป็นอย่างไร สำหรับฉบับนี้ไม่มีผู้ที่ตอบถูกและได้รับรางวัลจากต่ายเลย หวังว่าฉบับหน้าทุกคนจะสู้ ๆ นะจ๊ะ

คำถามฉบับที่ 218

จากเรื่องที่ต่ายเล่ามา อยากทราบว่าผู้คนในทวีปใดที่ให้ความสำคัญกับปัญหาขยะพลาสติก และมีจำนวนประเทศที่ออกกฎหมายห้ามการใช้พลาสติกในประเทศอย่างเด็ดขาดจำนวนเท่าใด เมื่อผู้อ่านทราบว่าเป็นทวีปใดแล้ว ให้เขียนชื่อประเทศในทวีปนั้น ๆ ตอบมาด้วย โดยส่ง email มาที่ funny_rabbit@live.co.uk ภายในวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2562 โดยต้องใส่ที่อยู่ที่จะให้จัดส่งของรางวัลของคุณมาให้เรียบร้อย และเหมือนเดิมคือ ถ้าคุณอยากให้ต่ายส่งสื่อเล็ก ๆ น้อย ๆ จาก สสวท. ไปให้โรงเรียน (นอกเหนือจากของรางวัลที่คุณจะได้รับ) ช่วยเขียนชื่อโรงเรียนที่คุณอยากให้ต่ายส่งของไปให้มาให้ต่ายด้วย เพื่อที่โรงเรียนจะได้นำสื่อดังกล่าวไปใช้ในการเรียนการสอนได้ สำหรับเฉลยอ่านได้ในอีก 2 ฉบับหน้า คือฉบับที่ 220 นะจ๊ะ

"เรากำลังเดินทางไปสู่ความตายจากพลาสติกที่เราใช้แล้วทิ้ง มันกำลังทำลายมหาสมุทร และกำลังเข้าสู่ร่างกายเรา จากปลาและอาหารทะเลที่เรากินเข้าไป" Kevin Bacon



ต่าย แสนซน

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน และรายวิชาเพิ่มเติม

ระดับมัธยมศึกษา

หนังสือเรียนแนวคิดใหม่ สสวท.

จากการปรับปรุงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

คู่มือครู

- แนะนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับตัวชี้วัด
- มีขั้นตอนการเตรียมตัวของผู้สอน
- มีข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของหนังสือเรียน
- มีเครื่องมือประเมินการเรียนรู้ระหว่างเรียน
- มีเฉลยแบบฝึกหัดและแนวคิดสำหรับข้อที่มีความยาก
- มีสื่อเพิ่มเติมที่ครูสามารถนำไปใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ได้

QR CODE

เชื่อมกับสื่อวิดิทัศน์ และสื่อดิจิทัลต่าง ๆ เพื่อช่วยให้เข้าใจง่าย และเชื่อมโยงไปยังข้อมูลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือบนระบบ Learning Space ของ สสวท.

จุดเด่น

- เน้นการนำความรู้ไปแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง
- เน้นให้ผู้เรียนได้สำรวจ สืบเสาะ เพื่อสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง
- เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา ไม่ใช่เพียงสรุปสูตรหรือท่องจำ
- แบบฝึกหัดและเกร็ดความรู้เชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

ติดต่อสั่งซื้อได้ที่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110

ฝ่ายบริการและบริหารทรัพย์สิน (สสวท.)
โทรศัพท์ 02 392 4021 ต่อ 3102 3106

Facebook สำนักบริการวิชาการและบริหารทรัพย์สิน
bookstore.ipst.ac.th

ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์ 02 255 4433, 08 6323 3704
www.chulabook.com

สื่อและเกม การเรียนการสอน | ความรู้

123 บาท

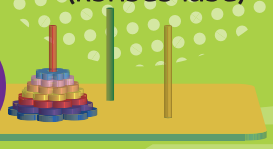
KEN-KEN ปริศนาคณิตศาสตร์มหัศจรรย์

157 บาท

จตุรัสกลหลากสี หลายเหลี่ยม

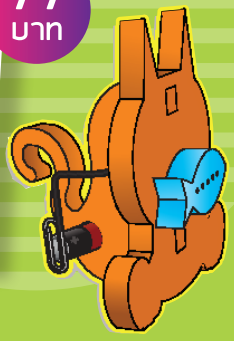
127 บาท

ดอกไม้แห่งสยาม (หอคอยฮานอย)



77 บาท

หุ่นยนต์สัตว์ เคลื่อนที่



37 บาท

คณิต คิดสร้างสรรค์ เรียนรู้จากลูกเต๋า

กล้องตาเรือ 45 บาท

ติดต่อ สั่งซื้อได้ที่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110
ฝ่ายบริการและบริหารทรัพย์สิน (สสวท.)
โทรศัพท์ 02 392 4021 ต่อ 3102 3106
Facebook สำนักบริการวิชาการและบริหารทรัพย์สิน
bookstore.ipst.ac.th