



จากขยะสู่พลังงานชีวมวล

วิชา

วิศวกรรมศาสตร์ เคมี

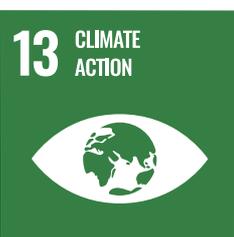
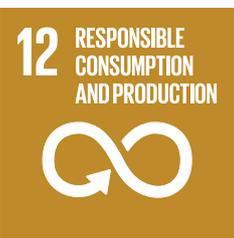
หัวข้อเรื่อง

ความยั่งยืน พลังงาน
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

คำค้น

สารอินทรีย์ เครื่องผลิตไอน้ำ ไฟฟ้าพลังน้ำ
ความร้อนของโลก การหมัก เอทานอล เมทานอล
ปุ๋ย ก๊าซชีวภาพ แบคทีเรียแอโรบิก
แบคทีเรียแอนาโรบิก จุลินทรีย์ ความเป็นกลางทางคาร์บอน

เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG) ที่เชื่อมโยง



ข้อมูลเบื้องต้น

ในโครงการนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ว่าชีวมวลเป็นวัสดุขั้นต้นที่สามารถนำมาทำก๊าซธรรมชาติได้ชีวมวลชนิดที่นักเรียนจะได้นำมาวิเคราะห์กันนั้นคือ มูลวัวล้น และมูลวัวผสมเปลือกผักและกล้วยบด

บทนำ

การได้นี้รถท่องเที่ยวตามทัศนียภาพของชนบทที่งดงามในฤดูร้อน เปิดกระจกสูดอากาศสบายๆ ให้ผมปลิวไปตามลมก็น่าจะเป็นกิจกรรมที่สนุกอยู่ไม่น้อย แต่เมื่อใดที่รถแล่นผ่านฟาร์มปศุสัตว์แล้วละก็ทุกคนต้องรีบปิดกระจกให้ไวเชียว จริงอยู่ว่ามูลวัวและสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่นๆ อาจมีกลิ่นที่รุนแรงและไม่น่าพิสมัยนัก แต่กว่ามันกลับเป็นแหล่งชั้นดีของพลังงานที่สามารถนำไปใช้ในฟาร์มได้ มูลสัตว์ไม่ได้เป็นเพียงแค่วางๆ แต่มันคือแหล่งพลังงานชั้นดี สิ่งที่เราอาจคิดว่ามันเป็น “แค่ขยะ” จริงๆ แล้วก็อาจกลายเป็นพลังงานได้ ซากพืชที่ตายแล้ว อาหารเน่าเสีย เศษไม้ ชี้เลื้อย เศษเหลือจากพืชผล เปลือกถั่วและผลิตภัณฑ์กระดาษต่างๆ เหล่านี้ล้วนเป็นตัวอย่างของชีวมวล ซึ่งก็คือวัตถุดิบจากธรรมชาติหรือสารอินทรีย์ที่สามารถนำมาผลิตพลังงานได้

สำหรับข้อสงสัยที่ว่าพลังงานจากชีวมวลผลิตยากหรือไม่ คำตอบก็คือ ไม่ยากเลย อันที่จริงมนุษย์ก็ทำสิ่งนี้กันมาช้านานแล้วเป็นพันปี หากใครเคยนั่งรถกองไฟเวลาไปตั้งแคมป์หรือนั่งหน้าเตาผิง คุณต่างก็เคยได้รับความอบอุ่นจากการเผาไหม้ของชีวมวลทั้งนั้น ชีวมวลสามารถนำไปเผาในปริมาณมากๆ เพื่อใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ชีวมวล (เช่น ซากพืชที่เน่าเปื่อย สิ่งปฏิกูลจากการเกษตร เศษอาหารหรือสิ่งปฏิกูลจากอุตสาหกรรม) จะถูกลำเลียงโดยรถบรรทุกไปยังเตาเผาขนาดใหญ่ที่จะเผาชีวมวลเหล่านั้นได้ความร้อนที่สูงจนสามารถต้มน้ำได้ ทำให้เกิดไอน้ำและไปขับเคลื่อนเครื่องผลิตไอน้ำที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ พลังงานชีวมวลนั้นเป็นพลังงานหมุนเวียนรูปแบบหนึ่ง ซึ่งหมายความว่าเราสามารถทดแทนได้ด้วยแหล่งจากธรรมชาติ พลังงานชีวมวล และพลังงานหมุนเวียนรูปแบบอื่นๆ อย่าง ไฟฟ้าจากพลังน้ำ พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานจากความร้อนใต้พิภพ และพลังงานลมได้ช่วยลดความเสี่ยงความต้องการพลังงานของทั้งประเทศสหรัฐอเมริกาได้ถึงร้อยละ 7 เลยทีเดียวและมีความเป็นไปได้ที่ตัวเลขนี้จะขยับพุ่งขึ้นไปอีก

นอกจากการเผาแล้ว เรายังมีวิธีอื่นอีกที่จะสามารถผลิตพลังงานจากชีวมวลได้ นั่นคือ การเปลี่ยนมันให้กลายเป็นของเหลวหรือก๊าซ กระบวนการเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นของเหลวนั้นต้องใช้กระบวนการที่เรียกว่าการหมัก ซึ่งจะเปลี่ยนชีวมวลบางรูปแบบ เช่น เศษข้าวโพดหรืออ้อยให้กลายเป็นพลังงานจากแอลกอฮอล์ที่เรียกว่าเอทานอล ซึ่งสามารถให้พลังงานรถยนต์และใช้เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหารได้ กระบวนการเปลี่ยนเป็นก๊าซนี้เป็นสิ่งที่ัวทำเป็นประจำอยู่แล้วตามธรรมชาติในระบอบย่อยของพวกมัน โดยการใช้แบคทีเรียในการเปลี่ยนชีวมวลให้กลายเป็นก๊าซมีเทนที่เป็นองค์ประกอบหลักในก๊าซธรรมชาติ ก๊าซธรรมชาตินั้นเป็นพลังงานสำคัญในการสร้างความอบอุ่นให้แก่บ้านเรือน ใช้กับเตาไฟ เตาอบและเครื่องอบแห้ง ผลิตกระแสไฟฟ้าและปุ๋ย รวมไปถึงยังใช้ให้พลังงานรถยนต์บางประเภทและรถบรรทุกด้วย เมื่อก๊าซธรรมชาตินั้นผลิตมาจากชีวมวล เราจะเรียกมันว่า ก๊าซชีวภาพ (biogas)



จากขยะสู่พลังงานชีวมวล

วิชา

วิศวกรรมศาสตร์ เคมี

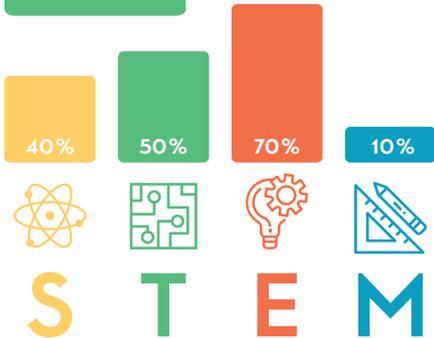
หัวข้อเรื่อง

ความยั่งยืน พลังงาน
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

คำค้น

สารอินทรีย์ เครื่องผลิตไอน้ำ ไฟฟ้าพลังน้ำ
ความร้อนของโลก การหมัก เอทานอล เมทานอล
ปุ๋ย ก๊าซชีวภาพ แบคทีเรียแอโรบิก

แผนผังเนื้อหา STEM



ระยะเวลาทำกิจกรรม

2-4 สัปดาห์

ในกีฬาประเภทแอโรบิก เช่น การวิ่ง การเดิน การว่ายน้ำ การเต้นหรือการปั่นจักรยาน เราใช้ออกซิเจนในการสร้างพลังงานซึ่งเป็นพลังงานที่จำเป็นสำหรับการทำให้กิจกรรมทางร่างกายเป็นไปอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน แต่สำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพขึ้นมาขึ้นนั้นจะต้องใช้สิ่งตรงกันข้ามเพื่อสร้างพลังงานขึ้นมา ก๊าซชีวภาพนั้นมาจากแบคทีเรียแอนาโรบิกชนิดพิเศษ จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีออกซิเจน แบคทีเรียแอนาโรบิกจะย่อยสลายชีวมวลให้กลายเป็นเมทานอลในกระบวนการที่เรียกว่าการ ย่อยหมักแบบไม่ต้องใช้ออกซิเจน (anaerobic digestion) ชีวมวลสามารถต่อท่อมาใช้ได้โดยตรงจากบ่อฝังกลบที่หน่วยจัดการขยะจะนำขยะของทุกคนมาทิ้งและรวบรวมเอาไว้ทันที หรือนำมาจากชุดผลิตพลังงานไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพที่ชาวนาหรือวิศวกรจะนำชีวมวลมาผสมกับแอนาโรบิกแบคทีเรียในนั้น

ในโครงการเรื่องพลังงานนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ว่าชีวมวลประเภทใดที่เหมาะสมกับการนำมาทำก๊าซชีวภาพ ชีวมวลจะได้นำมาสังเกตคือมูลวัวล้วนๆ และมูลวัวที่ผสมกับเศษผักหรือกล้วยบด นักเรียนจะได้ช่วยกันหาคำตอบว่าชีวมวลแต่ละอย่างจะผลิตก๊าซชีวภาพได้มากเท่าใดจากการเติมชีวมวลชนิดต่างๆ ลงในขวดน้ำอัดลมเปล่า แล้วนำลูกโป่งมาปิดปากขวดเอาไว้ จากนั้นวัดการพองของลูกโป่ง (พองขึ้นเกือบทั้งหมดด้วยเมทานอล) ภายในระยะเวลา 7 วัน แล้วชีวมวลชนิดใดจะให้ก๊าซชีวภาพมากที่สุดกัน

วัตถุประสงค์หลัก

- 1. เพื่อให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบปริมาณของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากชีวมวลชนิดต่างๆ ได้

วัสดุอุปกรณ์

- 1. ขวดน้ำอัดลมเปล่าที่สะอาด ขนาด 1 ลิตร (9 ขวด)
- 2. เทปขาว
- 3. ไม้บรรทัด
- 4. ปากกาเขียนชดื (permanent)
- 5. ดูนมือแบบใช้แล้วทิ้งที่มีขายตามร้านขายยาหรือร้านอุปกรณ์ต่างๆ
- 6. แก้วกระดาษขนาดเล็กประมาณ 3 ออนซ์ 15 ใบ
- 7. ตาชั่งขนาดเล็กหรือตาชั่งดิจิทัลที่สามารถวัดได้ละเอียดถึง 1 กรัม
- 8. มูลวัวสดปริมาณเพียงพอสำหรับเติมถุงพลาสติกซิปล ขนาดกลางได้สองใบ แต่ละใบมีขนาดประมาณ 6.5 นิ้ว คูณ 5 7/8 นิ้ว (มูลทั้งหมดรวม 240 กรัม) มูลวัวสดสามารถหาได้จากฟาร์มปศุสัตว์และสวนสัตว์ต่างๆ



จากขยะสู่พลังงานชีวมวล

วิชา

วิศวกรรมศาสตร์ เคมี

หัวข้อเรื่อง

ความยั่งยืน พลังงาน
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

คำค้น

สารอินทรีย์ เครื่องผลิตไอน้ำ ไฟฟ้าพลังน้ำ
ความร้อนของโลก การหมัก เอทานอล เมธานอล
ปุ๋ย ก๊าซชีวภาพ แบคทีเรียแอโรบิก
แบคทีเรียแอนาโรบิก จุลินทรีย์ ความเป็นกลางทางคาร์บอน

คำแนะนำ

ดูที่ข้อ 3ก ในหัวข้อ “การเตรียมขวดใส่มูลวัว” ในหัวข้อกิจกรรม/ขั้นตอน สำหรับวิธีการตรวจสอบดูว่ามูลแบบใดที่มีความสดพอ

9 ช้อนพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้ง (ถ้ามี)

10 ชีวมวลสองชนิด (อย่างละ 60 กรัม) ดังนี้

- 1 เศษผักที่ยังไม่ผ่านการหุงต้ม สับเป็นชิ้นเล็กๆ (จะเป็นผักชนิดเดียวหรือหลายชนิดผสมกันก็ได้) เช่น มันฝรั่ง แครอท หัวหอม เป็นต้น

2 กล้วยบด (ใช้ประมาณหนึ่งผล)

11 กรวยที่มีปากกรวยเล็กพอดีกับปากขวดน้ำอัดลม

12 น้ำกลั่น (9 ลิตร) ที่มีขายตามร้านค้าหรือร้านขายยาทั่วไป

13 ลูกโป่งยางทรงกลมที่เวลาเป่าแล้วจะพองได้ขนาดถึงประมาณ 11 หรือ 12 นิ้ว

14 เทปใสติดกล่องโปรเซสซิยขนาดใหญ่ที่มีคุณภาพสูง

15 สารฟอกขาว

16 สายวัด

17 สมุดบันทึกการทดลอง

18 กระดาษกราฟ

คำแนะนำด้านความปลอดภัย

- 1 โครงการนี้จะทำให้เกิดแก๊สปริมาณเล็กน้อยที่อาจติดไฟได้ ดังนั้นจึงควรดำเนินการในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี ห่างจากแหล่งที่อาจจุดติดไฟได้ หรือแหล่งที่อาจเกิดประกายไฟได้ ควรใช้ความระมัดระวังเมื่อใช้สารฟอกขาว เพราะสารเคมีอาจกัดกร่อนผิวหนังได้

คำถามชี้นำ

- 1 เราจะใช้พลังงานจากชีวมวลได้อย่างไร
- 2 เปลือกผักและกล้วยบดแตกต่างกันอย่างไร และความต่างนี้มีผลอย่างไรต่อการนำเศษอาหารเหล่านี้ไปทำก๊าซชีวภาพ
- 3 พลังงานชีวมวลส่งผลต่อโลกร้อนอย่างไร
- 4 พลังงานจากชีวมวลถือว่าเป็นแหล่งพลังงานที่มีความเป็นกลางทางคาร์บอนหรือไม่
- 5 แบคทีเรียที่ใช้ทำก๊าซชีวภาพนั้นมีความพิเศษอย่างไร



จากขยะสู่พลังงานชีวมวล

วิชา

วิศวกรรมศาสตร์ เคมี

หัวข้อเรื่อง

ความยั่งยืน พลังงาน
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

คำค้น

สารอินทรีย์ เครื่องผลิตไอน้ำ ไฟฟ้าพลังน้ำ
ความร้อนของโลก การหมัก เอทานอล เมธานอล
ปุ๋ย ก๊าซชีวภาพ แบคทีเรียแอโรบิก

กิจกรรม/ขั้นตอน

การเตรียมขวดน้ำอัดลม

- 1 ล้างและผึ่งขวดน้ำอัดลมให้แห้ง ส่วนฝานำไปทิ้งในถังขยะรีไซเคิล
- 2 ใช้เทปกาวและปากกา ทำป้ายติดขวด 3 ใบว่า มุลวู้
- 3 ใช้เทปกาวและปากกา ทำป้ายติดขวด 3 ใบว่า มุลวู้ + เศษผัก
- 4 ใช้เทปกาวและปากกา ทำป้ายติดขวด 3 ใบว่า มุลวู้ + กล้วยบด
- 5 ใช้ปากกาเขียนขีดและไม้บรรทัดขีดเส้นแนวนอนห่างจากปากขวดลงมา 2 ซม. รอบขวด เพื่อเป็นเส้นกำหนดเวลาที่เติมมูลวัวลงไปในแต่ละขวด หากเติมจนเต็มขวดจนเกินไปอาจล้นขวดได้ง่าย
- 6 ตรวจสอบดูลูกโป่งทั้งหมดว่ามีรูรั่วหรือรอยที่จะทำให้อากาศออกได้หรือไม่ หากพบให้เปลี่ยนลูกโป่งลูกใหม่ที่ไม่รูรั่ว
 - a ตรวจสอบรูรั่วได้โดยการลองเป่าลูกโป่งเล็กน้อย จากนั้นเอามือบีบปลายลูกโป่งปิดไว้และฟังเสียงดูว่ามีเสียงลมรูดออกมาหรือไม่ จากนั้นสังเกตเวลาที่ลมค่อยๆ ออกจากลูกโป่ง

การเตรียมขวดใส่มูลวัว

- 1 สวมถุงมือแบบใช้แล้วทิ้งทั้งสองข้าง
- 2 นำด้วยกระดาษวางลงบนตราชี้และตั้งตาชี้ให้อยู่ที่เลขศูนย์ (หรือจุดน้ำหมักของด้วยกระดาษเอาไว้ก่อนเพื่อให้สามารถนำมวลออกจากน้ำหมักรวมในภายหลังได้)

- 3 นำมูลวัวสดใส่ลงในถ้วยและชั่งให้ได้น้ำหนัก 40 กรัม โดยใช้ช้อนพลาสติกแบบใช้แล้วทิ้งเป็นอุปกรณ์ในการตักมูลวัว จากนั้นค่อยๆ ตักมูลวัว 40 กรัม (ไม่รวมด้วยกระดาษ) ใส่ลงไปในช่วงน้ำอัดลมที่ติดป้ายเอาไว้ว่า มุลวู้ จากนั้นนำแก้วกระดาษทิ้งแล้วทิ้ง
 - a การใช้มูลวัวที่สดใหม่มีเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการทำโครงการนี้ เพราะมูลวัวสดใหม่นั้นมันจะมีความชื้นสูง นุ่ม มีสีเขียวเข้ม/น้ำตาลและกลิ่นแรงมาก! มูลที่มีอายุหลายวันอาจจะยังใช้ได้ แต่เพื่อผลลัพธ์ที่ดีที่สุดก็ควรใช้มูลที่สดใหม่ที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ปฏิบัติตามข้อ 2 ข้างกับขวดทั้งสามใบที่เขียนไว้ว่าเป็นมุลวู้ โดยใส่ขวดละ 40 กรัมจนครบทุกขวด

การเตรียมขวดใส่มูลวัว + เศษผัก และขวดใส่มูลวัว + กล้วยบด

- 1 นำมูลวัวสดใส่ลงในถ้วยและชั่งให้ได้น้ำหนัก 20 กรัม จากนั้นค่อยๆ ตักมูลวัว 20 กรัม (ไม่รวมด้วยกระดาษ) ใส่ลงไปในช่วงน้ำอัดลมที่ติดป้ายเอาไว้ว่า มุลวู้ + เศษผัก จากนั้นนำแก้วกระดาษทิ้งแล้วทิ้ง ทำซ้ำขั้นตอนนี้จนครบทั้งสามขวด
- 2 นำด้วยกระดาษใบใหม่วางลงบนตราชี้ จากนั้นนำเศษผักต่างๆ ดังเช่นในภาพตัวอย่างที่สอง มาใส่ให้ได้น้ำหนัก 20 กรัม จากนั้นค่อยๆ นำเศษผัก 20 กรัมใส่ลงในขวดที่เขียนเอาไว้ว่า มุลวู้ + เศษผัก จากนั้นนำแก้วกระดาษทิ้งแล้วทิ้ง ทำซ้ำขั้นตอนนี้จนใส่ผักลงในขวดที่ติดป้ายเอาไว้ครบทั้งสามขวด



จากขยะสู่พลังงานชีวมวล

วิชา

วิศวกรรมศาสตร์ เคมี

หัวข้อเรื่อง

ความยั่งยืน พลังงาน
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

คำค้น

สารอินทรีย์ เครื่องผลิตไอน้ำ ไฟฟ้าพลังน้ำ
ความร้อนของโลก การหมัก เอทานอล เมทานอล
ปุ๋ย ก๊าซชีวภาพ แบคทีเรียแอโรบิก

- 3 ทำซ้ำขั้นตอนในข้อ 1-2 สำหรับขวดที่เขียนป้ายเอาไว้ว่า มูลวัว + กล้วยบด แต่เปลี่ยนจากเศษผักเป็นกล้วยบดแทน
- 4 ถอดถุงมือออกและนำไปทิ้งถังขยะ ล้างมือให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำอุ่น เช็ดให้แห้ง จากนั้นใส่ถุงมือคู่ใหม่

- 5 ทำตามขั้นตอน 1-4 ซ้ำกับขวดใบอื่นๆ ที่ใส่ส่วนผสมและครอบด้วยลูกโป่งแล้วจนครบทุกใบ เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขวดทุกใบควรรวมมีหน้าตาเหมือนกับในภาพตัวอย่างที่สี่
- 6 ถอดถุงมือออกและนำไปทิ้งถังขยะ ล้างมือให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำอุ่น เนื่องจากคุณได้ปฏิบัติงานที่มีการสัมผัสกับขยะสิ่งปฏิกูล จึงสำคัญมากที่จะต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกอย่าง ทั้งตาชั่ง ทรอยและบริเวณที่ปฏิบัติงานด้วยน้ำยาฟอกขาวผสมน้ำให้สะอาด

การปิดขวด

- 1 นำทรอยมาใส่ที่ปากขวดใบหนึ่ง
- 2 ค่อยๆ เทน้ำกลั่นใส่ลงในขวดจนถึงระดับที่ขีดเอาไว้ห่างจากปากขวดลงมา 2 ซม. ค่อยๆ รินซ้ำๆ เมื่อใกล้จะเต็มเพื่อไม่ให้น้ำล้นขวด
- 3 ครอบปิดปากขวดด้วยลูกโป่งที่ยังไม่ได้เป่าลม
 - a ขณะครอบลูกโป่งที่ปากขวด ต้องจับลูกโป่งไล่ลมให้ดี เพื่อไม่ให้ลูกโป่งมีลมอยู่ด้านในเลย หากมีอากาศอยู่ในลูกโป่งขณะที่นำไปครอบปากขวดอาจทำให้ได้ผลที่คลาดเคลื่อนได้
 - b ขณะครอบลูกโป่งที่ปากขวด เล็งที่ลูกโป่งให้ปลายขอมมันอยู่เหนือปากขวดพอดี (อย่าให้เบียดไปด้านข้าง เพราะปลายขอมของลูกโป่งอาจถูกจุดไว้ด้านข้างของปากขวดได้)
 - c ใช้ลูกโป่งเฉพาะลูกที่ได้ทำการตรวจสอบแล้วว่าไม่มีรูใดๆ ที่อากาศจะรั่วออกมาได้
- 4 พันปากขวดกับลูกโป่งด้วยเทปใสอย่างหนาที่มีความแข็งแรง ตรวจสอบดูว่าปลายลูกโป่งที่ครอบปากขวดทั้งหมดนั้นปิดแน่นสนิทแล้ว
 - a ไม่ควรขยับหรือปรับเทปใสหลังจากที่พันรอบปลายลูกโป่งแล้ว เพราะอาจทำให้ลูกโป่งฉีกขาดได้

การทดสอบขวด

- 1 นำขวดทั้งหมดไปวางไว้ในที่มีอากาศถ่ายเท ห่างจากเปลวไฟหรือประกายไฟ เช่น บริเวณนอกชานหรือระเบียง
 - a หากขวดนั้นวางอยู่ในที่ค่อนข้างเย็น อาจใช้เวลานานเพื่อให้ลูกโป่งพองขึ้นกว่าการวางขวดไว้ในที่อุ่น
- 2 ใช้สายวัดมาวัดลักษณะของลูกโป่งแต่ละขวด (เป็นหน่วย เช่นดีเมตร) บริเวณส่วนที่พองที่สุด บันทึกข้อมูล เวลา และผลการวัดลงในตารางบันทึกข้อมูลในสมุดจากการทดลองของตนเอง
- 3 ทุกๆ วันในเวลาใกล้ๆ กัน ให้ทำตามขั้นตอนที่ 2 จนครบเป็นเวลา 12 วัน
 - a อาจใช้เวลาประมาณหนึ่งสัปดาห์กว่าจะสามารถสังเกตเห็นได้ว่าลูกโป่งเริ่มพองขึ้นแล้ว หากสังเกตเห็นว่าลูกโป่งไม่พองขึ้นอย่างที่ควรจะเป็น ให้อ่านวิธีที่หัวข้อ “การแก้ปัญหา” ด้านล่างนี้
- 4 เมื่อทำการวัดลูกโป่ง ให้สังเกตที่ขวดน้ำด้วย อาจสังเกตเห็นว่าในขวดบางขวดนั้น ชีวมวลมีอยู่ปริมาณมากได้ลอยขึ้นสู่ด้านบน ตามภาพตัวอย่างที่ห้า หากเป็นเช่นนั้น ให้ทำการราดบันทึกลงในสมุดบันทึกการทดลองด้วยและค่อยๆ เอียงขวดเล็กน้อย ประมาณ 45 องศา (เพื่อให้ขวดอยู่ในแนวนอนชั่วคราว) เพื่อคนให้ส่วนผสมชีวมวลเคลื่อนที่ ะมัดระวังเมื่อเอียงขวด ต้องให้ปากขวดที่มีลูกโป่งครอบอยู่ไม่มีสิ่งใดเข้าไปได้และระวังไม่ให้เกิดรอยรั่วเพื่อไม่ให้มีของเหลวไหลออกไปได้



จากขยะสู่พลังงานชีวมวล

วิชา

วิศวกรรมศาสตร์ เคมี

หัวข้อเรื่อง

ความยั่งยืน พลังงาน
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

คำค้น

สารอินทรีย์ เครื่องผลิตไอน้ำ ไฟฟ้าพลังน้ำ
ความร้อนของโลก การหมัก เอทานอล เมธานอล
ปุ๋ย ก๊าซชีวภาพ แบคทีเรียแอโรบิก

- a) หากมีชีวมวลลอยขึ้นไปสะสมด้านบนของขวดมาก พอก็จะไปจุดไม่ให้อากาศชีวภาพเข้าไปสู่ลูกโป่งได้
- b) หากจำเป็นต้องเอียงขวดใดขวดหนึ่ง ควรเอียงขวดอื่นๆ ด้วยให้ครบทุกใบ เพื่อให้ขวดทุกใบถูกปฏิบัติเหมือนๆ กัน
- c) ทุกๆ วันระหว่างการทดลองอาจจะเริ่มสังเกตเห็นว่ามีชีวมวลลอยขึ้นไปสะสมอยู่ที่ด้านบนของขวด ไม่ต้องกังวลใดๆ หากเป็นเช่นนั้น เพียงแค่อ้อยๆ เอียงขวดที่ละนิดทุกครั้งที่สังเกตเห็น ตามที่อธิบายไว้ด้านบน

- 4) เปรียบเทียบกราฟทั้งสามกราฟ ชนิดใดที่ชีวมวลทำให้ลูกโป่งพองขึ้นได้เร็วที่สุด ชีวมวลชนิดใดที่ทำให้ลูกโป่งพองขึ้นได้ขนาดใหญ่ที่สุด โดยรวมแล้ว นักเรียนคิดว่าชีวมวลชนิดใดที่ดีที่สุดสำหรับการทำก๊าซชีวภาพที่สุด และนักเรียนคิดว่าชีวมวลชนิดใดที่ทำงานได้ดีที่สุดที่นำมาใช้ผลิตก๊าซชีวภาพได้ดีที่สุด

การแก้ปัญหา

- 1) ไม่ต้องกังวลหากลูกโป่งไม่พองขึ้นทุกลูก เพราะขวดทุกขวดก็อาจไม่ได้สร้างก๊าซชีวภาพได้มากเพียงพอที่จะทำให้ลูกโป่งพองขึ้นได้ แต่อย่างน้อยที่สุดก็ควรมีลูกโป่งจากบางขวดพองขึ้นบ้าง ในกรณีที่ไม่มียูกโป่งจากขวดใดพองขึ้นเลย ลองพิจารณาปัจจัยต่อไปนี้เพื่อผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น
 - a) ตรวจสอบว่าใช้มูลที่มีความสดหรือไม่ ดูที่ชั้นตอนที่ 3ก “การเตรียมขวดใส่มูลวัว” สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม
 - b) อาจลองเพิ่มปริมาณของมูลวัวที่ใช้ได้ ถ้าทำเช่นนี้ อย่าลืมตรวจสอบด้วยว่าได้เพิ่มทุกขวดในปริมาณที่เท่ากันกับทุกเงื่อนไขการทดลอง และต้องเพิ่มปริมาณของเศษผักและกล้วยบดในปริมาณที่เท่ากันด้วยเช่นกัน
 - c) ตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าลูกโป่งไม่ได้มีรูเล็กๆ รั่วอยู่และได้ครอบติดอยู่กับปากขวดแน่นหนาแล้วหรือไม่ โดยสามารถตรวจสอบได้ด้วยการจับลูกโป่งไว้ด้วยมือข้างหนึ่งจากนั้นค่อยๆ บีบขวดเล็กน้อยด้วยมืออีกข้าง โดยจะต้องรู้สึกได้ว่าลูกโป่งได้พองตัวขึ้นเล็กน้อย
- 2) ขวดทั้งสามขวดที่มีเงื่อนไขเดียวกันบางชุด (เช่น ขวดทั้งหมดที่มีมูลวัวและกล้วยบด) อาจให้ผลที่ไม่เหมือนกัน ในแง่ปริมาณก๊าซชีวภาพที่สร้างขึ้นได้ นั่นอาจเป็นเพราะปริมาณของอากาศที่ไม่เท่ากันที่เข้าไปสู่ลูกโป่งในขณะที่มันถูกนำไปครอบฝาขวด ดูที่ชั้นตอนที่ 3ก “การปิดขวด” สำหรับข้อมูลเพิ่มเติม

การวิเคราะห์ตารางข้อมูล

- 1) สำหรับขวดที่ติดป้ายเอาไว้ว่าเป็น มูลวัว ให้สร้างกราฟที่แสดงลักษณะของลูกโป่งบนแกน y และเลขบอกวันที่ (1-12) แกน x โดยสามารถสร้างกราฟด้วยการเขียนเองหรือใช้เว็บไซต์ช่วย อาทิ Create a Graph เพื่อช่วยสร้างกราฟในคอมพิวเตอร์และพิมพ์ออกมาได้
- 2) สำหรับขวดที่ติดป้ายเอาไว้ว่าเป็น มูลวัว + เศษผัก ให้สร้างกราฟที่แสดงลักษณะของลูกโป่งบนแกน y และเลขบอกวันที่ (1-12) แกน x
- 3) สำหรับขวดที่ติดป้ายเอาไว้ว่าเป็น มูลวัว + กล้วยบด ให้สร้างกราฟที่แสดงลักษณะของลูกโป่งบนแกน y และเลขบอกวันที่ (1-12) แกน x



จากขยะสู่พลังงานชีวมวล

วิชา

วิศวกรรมศาสตร์ เคมี

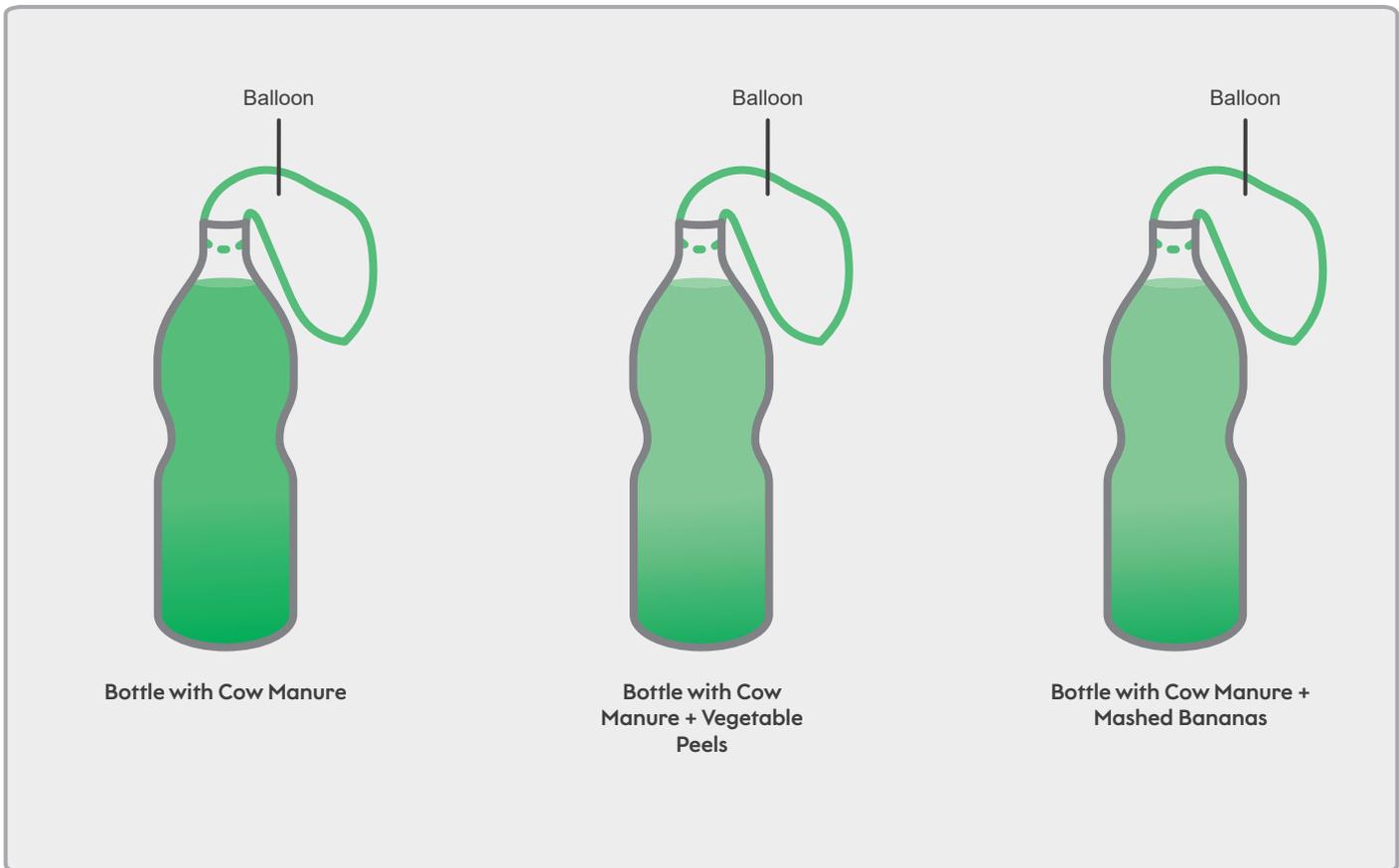
หัวข้อเรื่อง

ความยั่งยืน พลังงาน
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

คำค้น

สารอินทรีย์ เครื่องผลิตไอน้ำ ไฟฟ้าพลังน้ำ
ความร้อนของโลก การหมัก เอทานอล เมทานอล
ปุ๋ย ก๊าซชีวภาพ แบคทีเรียแอโรบิก

3 ลูกโป่งบางลูกอาจแฟบลงเล็กน้อย (2 ซม. โดยประมาณ) หลังผ่านไปหนึ่งสัปดาห์ หากเป็นเช่นนี้ ไม่ต้องกังวลใดๆ เพราะอาจมีก๊าซชีวภาพปริมาณเล็กน้อยที่ไหลออกไปได้บ้างจากลูกโป่งที่พองอยู่เมื่อเวลาผ่านไป อย่างไรก็ตาม หากลูกโป่งที่พองตัวอยู่แฟบลงอย่างมาก อาจเป็นสัญญาณบอกว่าลูกโป่งเกิดการรั่วได้



ผู้แต่ง/ที่มา

Kristin Strong
Science Buddies Staff. "From Trash to Gas: Biomass Energy." Science Buddies, 24 Mar. 2018
https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Energy_p027/energy-power/from-trash-to-gas-biomass-energy