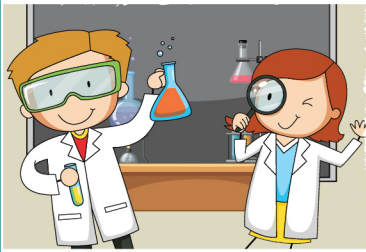




NSTDA

STEM
Science-Technology-Engineering-Mathematics

18 การทดลองเพื่อเข้าใจแนวคิด
กระบวนการวิจัยทางเคมีและรู้จักรัสสารเคมีในธรรมชาติ



NANMEEBOOKS

ทดลองวิทยาศาสตร์ คิดสนุกกับ เคมีในธรรมชาติ

เหมาะสำหรับ
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น



คู่มือการจัดการเรียนรู้
ตามแนวทาง

STEM

กระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์
และพัฒนาทักษะการคิดต่อยอด

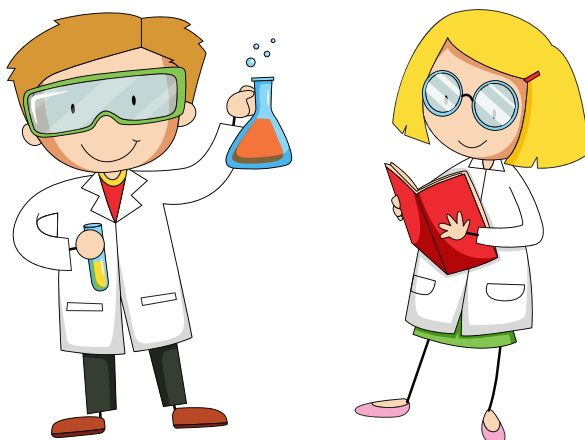
รศ. ดร.เทียนทอง ทองพันธ์ และคณะ เขียน

ดร.ณรงค์ ศิริเลิศวรกุล

ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
คำนิยม



ทดลองวิทยาศาสตร์ คิดสนุกกับ เคมีในธรรมชาติ



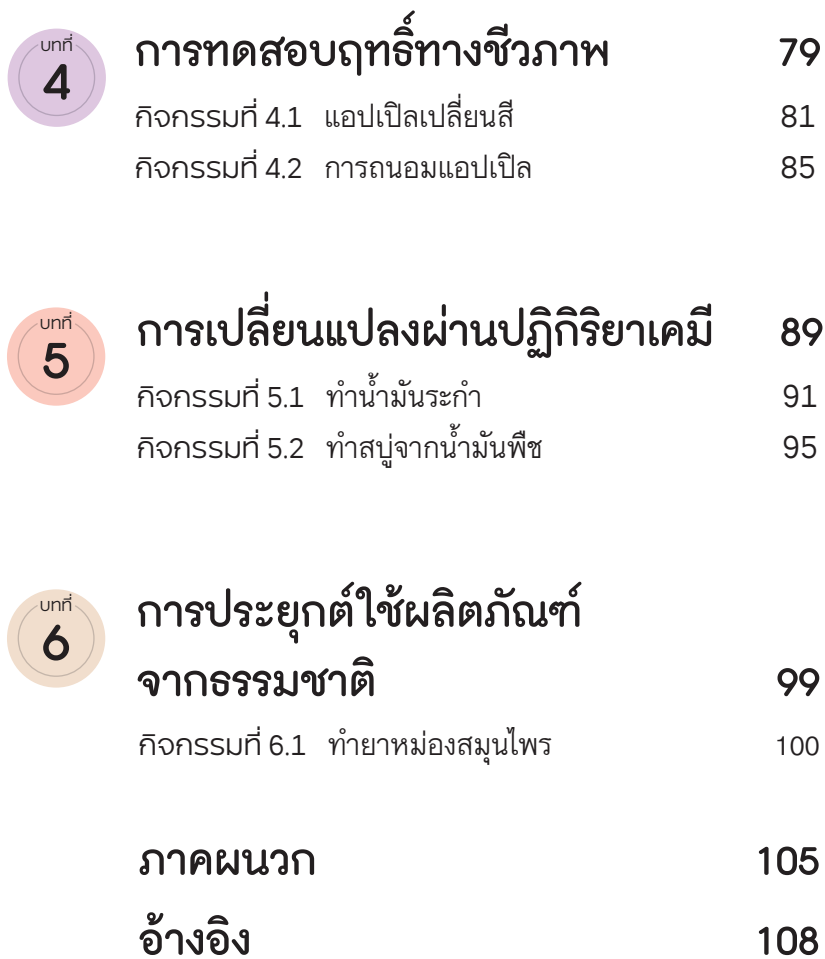
รศ. ดร.เทียนทอง ทองพันชั่ง และคณะ เขียน
ดร.ณรงค์ ศิริเลิศวรกุล
ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
คำนิยม

 **NANMEEBOOKS**



สารบัญ

บทนำ	8
บทที่ 1 การสกัด	13
กิจกรรมที่ 1.1 เลือกตัวทำละลาย	15
กิจกรรมที่ 1.2 แยกเกลือกับการบุง	19
กิจกรรมที่ 1.3 สกัดกลืนจากดอกมะลิ	22
กิจกรรมที่ 1.4 ทดสอบกรด-เบสด้วยสีจากดอกไม้	26
กิจกรรมที่ 1.5 กะหล่ำปลีม่วงสร้างสีรุ้ง	31
กิจกรรมที่ 1.6 กระดาษขมิ้นตรวจสอบสารบอแรกซ์	36
กิจกรรมที่ 1.7 สกัดน้ำมันหอมระเหย	40
บทที่ 2 การทำสารให้บริสุทธิ์	45
กิจกรรมที่ 2.1 หยดสีในหมึกปากกา	48
กิจกรรมที่ 2.2 แยกสารจากธรรมชาติ	53
กิจกรรมที่ 2.3 ผลึกน้ำตาลสีสวย	57
กิจกรรมที่ 2.4 กลั่นน้ำส้มสายชู	62
บทที่ 3 การศึกษาโมเลกุลสารเคมี	67
กิจกรรมที่ 3.1 วุ้นโทนิทรีองแสง	69
กิจกรรมที่ 3.2 เลือดเรืองแสง	73





คำนิยม

ประเทศไทยอุดมด้วยทรัพยากรชีวภาพที่หลากหลายจำนวนมาก การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม มาช่วยพัฒนาต่อยอดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มโดยเน้นการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูง นับเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยเพิ่มความเข้มแข็งของระบบเศรษฐกิจและสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy) ตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจไทยด้วยโมเดล BCG (Bio, Circular, Green Economy)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เป็นองค์กรที่จัดตั้งขึ้นเพื่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมของประเทศ ภายใต้กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ทำหน้าที่ดำเนินการวิจัย พัฒนา ออกแบบ และวิศวกรรม จนสามารถถ่ายทอดไปสู่การใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ สวทช. เล็งเห็นถึงความสำคัญในการสื่อสารความรู้และการพัฒนาทักษะการวิจัยแก่เด็กและเยาวชน ซึ่งเป็นพื้นฐานในการผลิตและพัฒนากำลังคนให้มีสมรรถนะในสาขาที่ตรงตามความต้องการของตลาดงาน รวมถึงการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ซึ่งเป็นยุทธศาสตร์สำคัญในการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี จึงสนับสนุนการจัดทำหนังสือ **"ทดลองวิทยุ คิดสนุกกับเคมีในธรรมชาติ"** ที่มีเนื้อหาเชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษา และสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการสะเต็มศึกษา โดยโรงเรียนสามารถนำชุดกิจกรรมในหนังสือนี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและมองเห็นเส้นทางอาชีพ พร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในโลกยุคศตวรรษที่ 21

การจัดทำหนังสือเล่มนี้ได้รับความร่วมมือจากอาจารย์และนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในการเขียนและพัฒนากิจกรรมขึ้น จากทีมนักวิชาการฝ่ายวิชาการ หลักสูตร และสื่อการเรียนรู้ สวทช. ที่ได้นำมาทดลองจัดกิจกรรมค่ายสำหรับเด็กและจัดอบรมครู เพื่อประเมินความเหมาะสมของเนื้อหา รูปแบบกิจกรรม ตลอดจนรูปแบบการจัดการอบรม เพื่อขยายผลสู่การนำไปใช้ในชั้นเรียนอย่างต่อเนื่อง และขอขอบคุณสำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์ที่ได้เห็นความสำคัญและร่วมผลักดันหนังสือ **ทดลองวิทยุ คิดสนุกกับเคมีในธรรมชาติ** ให้เกิดขึ้น

สวทช. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นคู่มือที่ช่วยให้เด็กและเยาวชนเกิดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถเอื้อประโยชน์แก่ผู้อ่านในการนำไปปรับใช้ได้เหมาะสมกับบริบท ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนอันเป็นเป้าหมายสูงสุดของการปฏิรูปการศึกษา และร่วมกันเป็นเสาหลักทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นำพาประเทศมุ่งสู่การขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลง เพื่อสร้างองค์ความรู้ พัฒนานวัตกรรม และพัฒนากำลังคนสู่ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

ดร.ณรงค์ ศิริเลิศวรกุล

ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

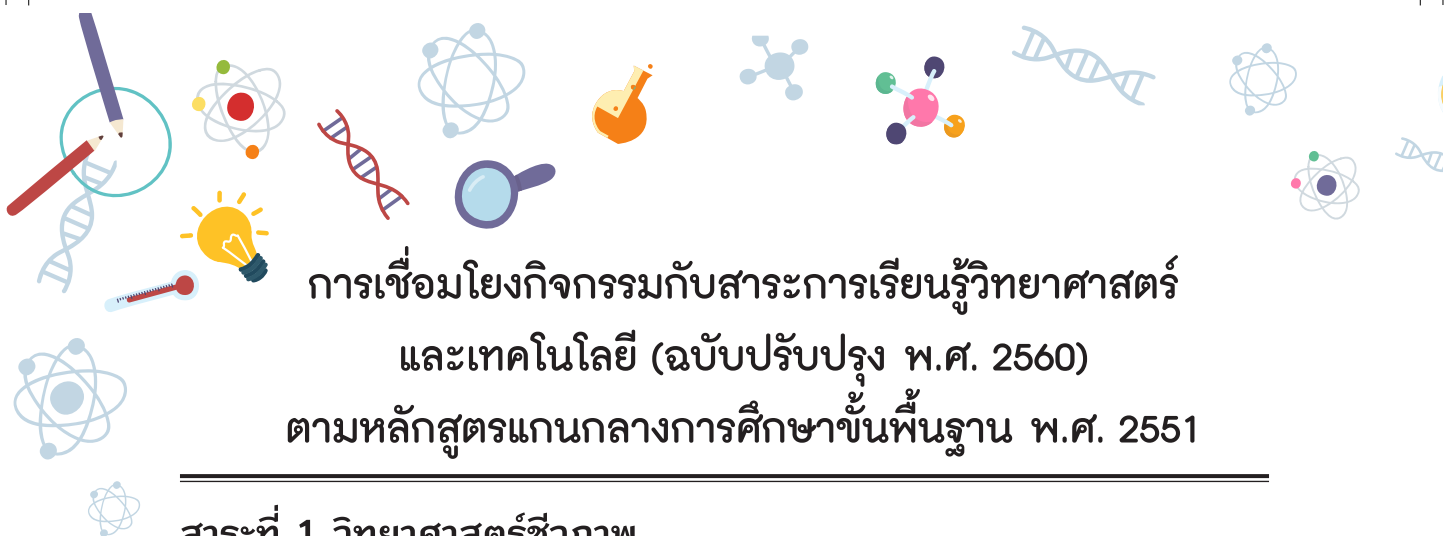


คำนำสำนักพิมพ์

ปัจจุบันมีผู้คนจำนวนไม่น้อยให้ความสนใจแนวคิดการใช้ชีวิตตามวิถีธรรมชาติ และนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มาจากธรรมชาติมากขึ้น สิ่งมีชีวิตประเภทต่าง ๆ ในธรรมชาติผลิตสารเคมีที่มีโครงสร้างหลากหลายและมีสมบัติที่แตกต่างกัน สารเคมีเหล่านี้ เรียกว่า สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ซึ่งถือเป็นแหล่งทรัพยากรทางเคมีชีวภาพสำคัญที่มนุษยศึกษาและนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย ประเทศไทยของเราเป็นแหล่งทรัพยากรทางเคมีชีวภาพที่สำคัญ ทั้งพืชพรรณและจุลินทรีย์ที่มีคุณค่า คนไทยนำส่วนของพืช สัตว์ รวมถึงจุลินทรีย์ในธรรมชาติมาใช้เป็นยาหรือส่วนผสมของยามาตั้งแต่อดีต อย่างไรก็ตาม การนำสารเคมีชีวภาพมาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ และใช้สารเคมีชีวภาพได้อย่างปลอดภัย ควรต้องทำวิจัยอย่างจริงจังและถูกต้อง โดยมีระเบียบวิธีวิจัยที่ชัดเจน

สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์มีโอกาสดำเนินการจัดทำหนังสือ ทดลองวิทย์คิดสนุกกับเคมีในธรรมชาติ กับฝ่ายวิชาการ หลักสูตร และสื่อการเรียนรู้ สวทช. และคณะนักวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งเป็นหนังสือคู่มือเสริมการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการทดลองเคมีสำหรับระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย-มัธยมศึกษาตอนต้น โดยกิจกรรมการทดลองทั้งหมดในหนังสือจะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนผ่านการลงมือทำ เนื้อหาของหนังสือแบ่งออกเป็น 6 บท ที่ทำให้เข้าใจขั้นตอนการผลิตสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติมากขึ้น ได้แก่ การสกัดสารตัวอย่าง การทำสารให้บริสุทธิ์ การศึกษาโครงสร้างโมเลกุล การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ การปรับแต่งโครงสร้างทางเคมี เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพ รวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ กิจกรรมทั้งหมดในเล่มสอดคล้องกับแนวทางการวิจัยสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อให้เข้าใจแนวคิดและกระบวนการทำวิจัยทางด้านนี้ โดยในแต่ละบทจะมีการทดลองและคำถามท้ายบทเพื่อให้เกิดแนวคิดในการนำการทดลองแต่ละเรื่องไปบูรณาการเพื่อพัฒนาต่อเป็นโครงงานในการศึกษาเคมีชีวภาพโดยใช้ตัวอย่างที่พบได้ในท้องถิ่น แต่ละการทดลอง อาจมีเครื่องมือที่พบในห้องปฏิบัติการ แต่ก็อาจสามารถประยุกต์อุปกรณ์ในครัวเรือนมาใช้แทนได้ตามความเหมาะสม สำนักพิมพ์หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นคู่มือที่มีประสิทธิภาพสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้และบ่มเพาะเยาวชนคุณภาพที่มีพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไป

นานมีบุ๊คส์



การเชื่อมโยงกิจกรรมกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 1.2 ม.4/9 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารต่างๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ว 2.1 ม.2/1 อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.1 ม.2/2 แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย

ว 2.1 ม.2/4 ออกแบบการทดลองและทดลองในการอธิบายผลของชนิดตัวละลาย ชนิดตัวทำละลาย อุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร รวมทั้งอธิบายผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร โดยใช้สารสนเทศ

ว 2.1 ม.3/3 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ

ว 2.1 ม.5/21 ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

บทที่ 1 การสกัด

การสกัดด้วยตัวทำละลาย

- กิจกรรมที่ 1.1 เลือกตัวทำละลาย
- กิจกรรมที่ 1.2 แยกเกลือกับการบูร
- กิจกรรมที่ 1.3 สกัดกลั่นจากดอกมะลิ
- กิจกรรมที่ 1.4 ทดสอบกรด-เบสด้วยสีจากดอกไม้
- กิจกรรมที่ 1.5 กะหล่ำปลีม่วงสร้างสีรุ้ง
- กิจกรรมที่ 1.6 กระดาษขมิ้นตรวจสารบอแรกซ์

การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

- กิจกรรมที่ 1.7 สกัดน้ำมันหอมระเหย

บทที่ 2 การทำสารให้บริสุทธิ์

วิธีโครมาโทกราฟี

- กิจกรรมที่ 2.1 หยดสีในหมึกปากกา
- กิจกรรมที่ 2.2 แยกสารจากธรรมชาติ

การตกผลึก

- กิจกรรมที่ 2.3 ผลึกน้ำตาลสีขาว

การกลั่น

- กิจกรรมที่ 2.4 กลั่นน้ำส้มสายชู

บทที่ 3 การศึกษาโมเลกุลสารเคมี

- กิจกรรมที่ 3.1 วุ้นโทนิกรื่องแสง
- กิจกรรมที่ 3.2 เลือดเรืองแสง

บทที่ 4 การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ

- กิจกรรมที่ 4.1 แอปเปิลเปลี่ยนสี
- กิจกรรมที่ 4.2 การถนอมแอปเปิล

บทที่ 5 การเปลี่ยนแปลงผ่านปฏิกิริยาเคมี

- กิจกรรมที่ 5.1 ทำน้ำมันระกำ
- กิจกรรมที่ 5.2 ทำสบู่จากน้ำมันพืช

บทที่ 6 การประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ

- กิจกรรมที่ 6.1 ทำยาหม่องสมุนไพร

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ว 2.1 ม.2/1 อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
- ว 2.1 ม.2/2 แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย
- ว 2.1 ม.2/4 ออกแบบการทดลองและทดลองในการอธิบายผลของชนิดตัวละลาย ชนิดตัวทำละลาย อุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร รวมทั้งอธิบายผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร โดยใช้สารสนเทศ

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ว 2.1 ม.3/3 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี รวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ
- ว 2.1 ม.5/21 ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

- ว 1.2 ม.4/9 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารต่างๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น

บทนำ

สิ่งมีชีวิตประเภทต่างๆ ในธรรมชาติผลิตสารเคมีที่มีโครงสร้างหลากหลายและมีสมบัติที่แตกต่างกัน สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (Natural products) เหล่านี้ถือเป็นแหล่งทรัพยากรทางเคมีชีวภาพสำคัญที่มนุษยศาสตร์ศึกษาและนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น ควินินและฟ้าทะลายโจรใช้เป็นยารักษาโรค กุหลาบและมะลิใช้เป็นสารให้ความหอม ชีวสังเคราะห์ใช้ทำวัสดุประกอบเรือ เป็นต้น วิทยาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ก้าวหน้ามากขึ้นทำให้การใช้ประโยชน์จากสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติทำได้ง่ายยิ่งขึ้น สามารถเข้าใจกลไกและสมบัติของสาร ตลอดจนควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยในการใช้ได้ดียิ่งขึ้น



มะระขี้นก

แก้ไข้ แก้ร้อนใน
ช่วยให้เจริญอาหาร



มะกรูด

แก้อาการหน้ามืด วิงเวียน
น้ำมะกรูดแก้ไอ ขับเสมหะ
และใช้บำรุงผม



กะเพราแดง

แก้ปวดท้อง ท้องอืด
แก้ลมจุกเสียด แน่นท้อง



สะระแหน่

บรรเทาอาการวิงเวียน
หน้ามืด ขับลม

สมุนไพรไทย ประจำบ้าน



ขิง

บรรเทาอาการท้องอืด
จุกเสียด ขับลม
บรรเทาอาการคลื่นไส้อาเจียน
จากอาการเมาเรือ



ขี้พลู

ช่วยให้เจริญอาหาร
ขับลม แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ



ว่านหางจระเข้

รักษาแผลไฟไหม้
น้ำร้อนลวก



ตะไกร้

ขับลมในลำไส้ ขับปัสสาวะ
ช่วยให้เจริญอาหาร



บ๊อบก

แก้ร้อนใน แก้ไข้ใน
ใช้เป็นยาภายนอก
รักษาแผลให้หายเร็ว

ประเทศไทยเป็นแหล่งทรัพยากรทางเคมีชีวภาพที่สำคัญ เนื่องจากอุดมไปด้วยพืชพรรณ และจุลินทรีย์อันทรงคุณค่า คนไทยนำส่วนของพืช สัตว์ รวมถึงจุลินทรีย์ในธรรมชาติมาใช้เป็นยา หรือส่วนผสมของยาหลากหลายขนานมาตั้งแต่อดีต ตัวอย่างเช่น การนำมะเกลือตำผสมกับกะทิ เพื่อใช้เป็นยาถ่ายพยาธิ การพัฒนายาต้องบำรุงร่างกายสูตรต่างๆ การใช้โพลีมาเชื้อ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม การนำสารเคมีชีวภาพมาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อคนไทยและท้องถิ่น สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ และใช้สารเคมีชีวภาพได้อย่างปลอดภัย ควรต้องทำการวิจัยอย่างจริงจัง และถูกต้องโดยมีระเบียบวิธีวิจัยที่ชัดเจน เพื่อให้แยกสารที่มีฤทธิ์ออกมามีประสิทธิภาพ ในปริมาณมาก มีความบริสุทธิ์สูง สามารถรู้ถึงโครงสร้าง ทดสอบฤทธิ์และเข้าใจกลไกการออกฤทธิ์ ทางชีวภาพ รวมถึงศึกษาความเป็นพิษและการปรับปรุงโครงสร้างทางเคมี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การออกฤทธิ์และมีความปลอดภัยยิ่งขึ้น โดยทั่วไปการพัฒนาสารเคมีชีวภาพ มีขั้นตอนหลัก ที่สำคัญ 6 ขั้นตอนดังนี้

