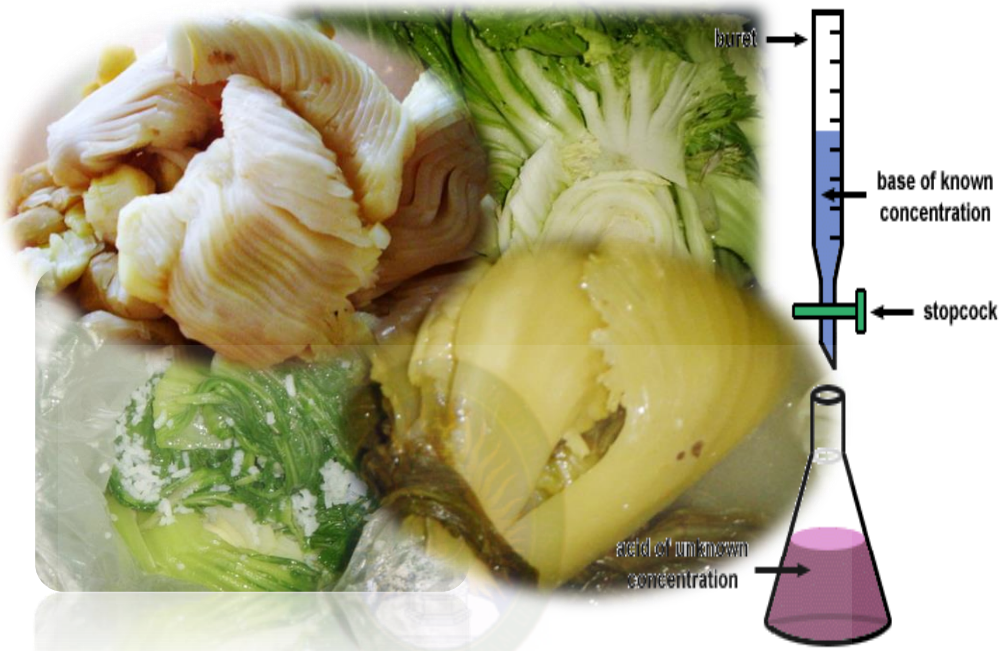
ภาคผนวก ข

ตัวอย่างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่องที่ 3 พื้นที่ผิวสัมผัสกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

โดย
นางเพลินพิศ นอระศรี
นักศึกษาปริญญาโท สาขาเคมีศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ผศ.ดร. พัชราภรณ์ พิมพ์จันทร์
ผศ.ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง

ข้อปฏิบัติสำหรับการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u>

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นปฏิบัติการแบบสืบเสาะ (Investigative Laboratory) โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E Learning Cycle) ซึ่งมีโครงสร้างแบบปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ตามที่ครูกำหนดไว้ให้ (Teacher-Structured Laboratory)

ประกอบด้วย บทปฏิบัติการ จำนวน 6 บทปฏิบัติการ ดังนี้

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ธรรมชาติของสารตั้งต้นกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวสัมผัสของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีบท

ปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง อุณหภูมิ กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

บทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งแต่ละบทปฏิบัติการประกอบด้วย 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ประกอบด้วย บทปฏิบัติการแต่ละเรื่อง และตอนที่ 2 ช่วยกันคิดช่วยกันทำ โดยมีข้อปฏิบัติและทำความเข้าใจ ดังนี้

1. ให้นักเรียนศึกษาแนวคิดการทดลอง สถานการณ์ที่ครูกำหนด พร้อมวางแผนการทดลองตามขั้นตอนในบทปฏิบัติการนี้พร้อมตรวจสอบสมมติฐานของการทดลอง สรุปผลและตอบคำถามท้ายปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละคนในกลุ่ม
2. นักเรียนศึกษากิจกรรมในตอนที่ 2 ช่วยกันคิดช่วยกันทำ ซึ่งเป็นการใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากตอนที่ 1 โดยนักเรียนช่วยกันคิดและหาคำตอบ
3. การทดลองในตอนที่ 1 และตอนที่ 2 เป็นกิจกรรมที่มีความสอดคล้องกันจึงควรปฏิบัติการทดลองทั้ง 2 ตอน
4. ระยะเวลาในการเรียนบทปฏิบัติการทั้ง 2 ตอน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3
เรื่อง พื้นที่ผิวสัมผัสกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผลการเรียนรู้

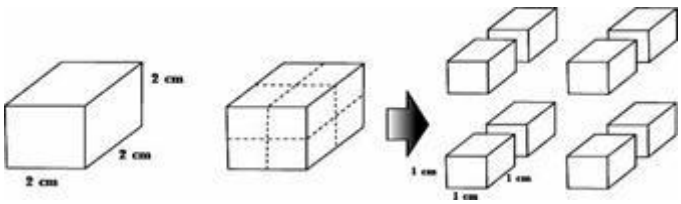
1. นักเรียนสามารถทำการทดลองเพื่อหาปริมาณของกรดแลกติกได้
2. สามารถเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารในพื้นที่ผิวสัมผัสที่ต่างกันได้
3. นักเรียนสามารถอธิบายถึงผลของพื้นที่ผิวสัมผัสของสารตั้งต้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

แนวคิดหลัก

พื้นที่ผิวสัมผัสของสารตั้งต้น

พื้นที่ผิวสัมผัส กรณีที่สารตั้งต้นมีสถานะเป็นของแข็ง สารที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากจะทำปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น เนื่องจากสัมผัสกันมากขึ้น ใช้พิจารณากรณีที่สารตั้งต้นมีสถานะของแข็ง ดังภาพ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ความแตกต่างของพื้นที่ผิว

ที่มา : http://www.nakhamwit.ac.th/pingpong_web/React_Rate.htm

ในกรณีที่สารตั้งต้นเป็นของแข็ง การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารจะช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้นได้ เนื่องจากพื้นที่ผิวที่เพิ่มขึ้นจะทำให้สารมีพื้นที่สำหรับการเข้าทำปฏิกิริยากันได้มากขึ้น ตัวอย่างเช่น การเคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืน จะช่วยทำให้อาหารมีขนาด

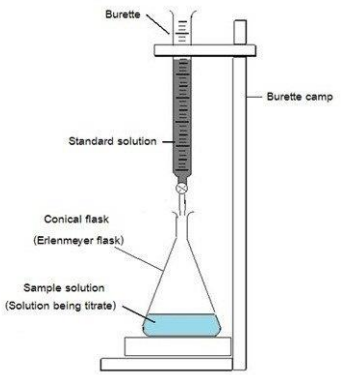
แนวคิดรอง

การไทเทรต (titration) เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณของสารที่ไม่ทราบความเข้มข้น (unknown) ด้วยการวัดปริมาตรของสารละลาย ซึ่งปริมาตรของสารละลายจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณสาร โดยทำปฏิกิริยากับสารที่ทราบปริมาณหรือความเข้มข้นที่แน่นอน โดย

- สารที่ไม่ทราบความเข้มข้นจะบรรจุในขวดรูปชมพู่เรียกว่าไทแทรนด์ (titrand)

- สมมุติให้เป็นสาร A ส่วนสารที่ทราบความเข้มข้นแล้วหรือเรียกว่าสารมาตรฐานจะถูกบรรจุในบิวเรตต์ เรียกว่าไทแทรนต์ (titrant)

สำหรับการไทเทรตทุกชนิด จุดที่สารที่เรานำมาไทเทรตทำปฏิกิริยากันพอดี เราเรียกว่าจุดสมมูล (Equivalence Point) ส่วนจุดที่อินดิเคเตอร์ (Indicator) เปลี่ยนสี เราเรียกว่าจุดยุติ(End Point) ซึ่งเป็นจุดที่เราจะยุติการไทเทรต โดยถ้าเราใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมจะทำให้จุดยุติตรงกับจุดสมมูลหรือใกล้เคียงกับจุดสมมูลมาก แต่ถ้าเราใช้อินดิเคเตอร์ไม่เหมาะสม อาจจะทำให้จุดยุติอยู่ห่างจากจุดสมมูลมาก ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้ สมมุติให้เป็นสาร B โดยมีวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และพบได้ทั่วไปในห้องปฏิบัติการ (ดังภาพ) ประกอบด้วย ขาตั้งเหล็ก (stand) ที่ยึดบิวเรตต์ (buret clamp) บิวเรตต์ (burette) ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) และกระเบื้องสีขาว (tile)



ขั้นตอนการไทเทรต กรด – เบส

1. บรรจุสารละลายมาตรฐานลงในบิวเรต ไล่ฟองอากาศบริเวณส่วนปลายด้านล่างออกให้หมด

2. ใช้ปิเปต ดูดสารละลายตัวอย่างแล้วใส่ลงในขวดรูปชมพู่

3. หยดอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ลงในสารละลายตัวอย่าง (น้ำผักดอง)

4. ก๊อกที่บิวเรตเพื่อปล่อยให้สารละลายมาตรฐานหยดลงไปทำปฏิกิริยากับสารละลายตัวอย่าง แนะนำให้ใช้มือข้างที่ถนัดจับขวดรูปชมพู่เพราะต้องเขย่าอยู่ตลอดเวลา มือที่ไม่ถนัดใช้จับเพื่อเปิด-ปิดก๊อกที่บิวเรต ขั้นตอนนี้สำคัญมากควรวางกระดาษขาวเอาไว้บนโต๊ะด้วย เพื่อช่วยให้สังเกตการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ได้ง่ายขึ้น การเปลี่ยนสีในตอนแรกจะไม่ถาวร คือเมื่อเปลี่ยนสีไปแล้วชั่วครู่ก็กลับไปเป็นอย่างเดิมอีกแสดงว่ายังไม่ถึงจุดยุติแต่ก็ใกล้มากแล้ว เมื่อถึงขั้นตอนนี้ต้องระวังมากยิ่งขึ้นในการเปิดก๊อกให้สารละลายมาตรฐานหยดลงมา ถ้ามากไปจะเลยจุดยุติได้ง่าย ผลการไทเทรตจะให้ไม่ได้ต้องเสียเวลาเริ่มต้นใหม่การสังเกตสีของอินดิเคเตอร์สำหรับบอกจุดยุติ ให้ดูที่สีอ่อน ๆ จาง ๆ ไม่ให้เข้มมาก

5. ควรไทเทรตซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วนำค่าเฉลี่ยมาคำนวณหาปริมาณสารตัวอย่าง การใช้ค่าเฉลี่ยจะช่วยให้ความคลาดเคลื่อนน้อยลง

ขั้นตอนการทำผักดอง

ตอนที่ 1 ขั้นการเตรียมวัสดุ

เลือกประเภทของผักที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำมาทำผักดอง ตามใจชอบ ล้างให้สะอาด ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตอนที่ 2 ขั้นการดองผัก

1. นักเรียนศึกษากระบวนการทำผักดอง จากภูมิปัญญาชาวบ้านและทำตามโดยกำหนดให้สิ่งที่เหมือนกัน คือ

1.1 มวลของผัก

1.2 อัตราส่วนของส่วนผสม

1.3 ระยะเวลาในการดองผัก

1.4 ชนิดและขนาดของภาชนะบรรจุ

1.5 ดองในสภาวะไร้อากาศ

1.6 สถานที่และอุณหภูมิที่เก็บผักดอง

2. ทำผักดอง โดยใช้ส่วนของพืชที่มีมวลเท่ากัน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

2.1 ดองทั้งใบ

2.2 ดองหั่นชิ้นเล็กลง

2.3 ดองโดยสับให้ละเอียด

3. หมักผักดองไว้ ให้ได้ระยะเวลาตามที่กำหนด หาปริมาณกรดแลกติกในน้ำผักดองที่ระยะเวลาเดียวกัน

สารเคมีและอุปกรณ์ (รายการ/กลุ่ม)

รายการ	ต่อ 1กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.1 mol/dm^3	50 cm^3
2. หยดฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์	10 cm^3
3. น้ำกลั่น	250 cm^3
อุปกรณ์	
1. บิกเกอร์ ขนาด 250 cm^3	2 อัน
2. บิกเกอร์ ขนาด 50 cm^3	1 อัน
3. หลอดหยด	1 อัน
4. บิวเรต ขนาด 50 cm^3	1 อัน
5. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 100 cm^3	9 อัน
6. ปิเปต ขนาด 25 cm^3	1 อัน
7. น้ำผักดอง	

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตามภาพนักเรียนคิดว่าการทำผักดองเป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่? ถ้าเป็น สารที่ได้เป็นสารผลิตภัณฑ์จากกระบวนการหมัก คือ?

ที่บ้านของนักเรียนดองผักกินเองหรือไม่ มีขั้นตอนอย่างไรบ้าง ผักดองชนิดเดียวกัน มวลเท่ากันดองด้วยขนาดต่างๆ กัน จะมีผลต่อปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ หรือไม่อย่างไร

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

ทักษะจำเป็นที่ใช้ในการศึกษาเรื่องนี้ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายและการลงข้อสรุป

ให้นักเรียนทำการทดลองและตอบคำถาม

ตอนที่ 1 การศึกษาพื้นที่ผิวของสารตั้งต้น

วัน / เดือน / ปี…….....……**กลุ่มที่**……..……**ชั้น**…….....…

ชื่อผู้ทดลอง

1……เลขที่……มีหน้าที่……..……..

2…… ...เลขที่……มีหน้าที่……

3…… …...เลขที่……มีหน้าที่……

4……...เลขที่……มีหน้าที่……

5……...เลขที่……มีหน้าที่……

1. ประเด็นปัญหา

คือ ……..…….

2. จากปัญหาข้างต้น

ตัวแปรต้น คือ …….....……

ตัวแปรตาม คือ ……...…….

ตัวแปรควบคุม คือ… ……..……..……

3. สมมติฐาน คือ

……..……..…

……..……..…

……..……..…

4. นิยามเชิงปฏิบัติการ คือ

……..……..…

……..……..…

……..……..…

……..……..…

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5. นักเรียนจะตั้งจุดประสงค์ในการทดลองครั้งนี้ได้อย่างไร

……

……

……

……

6. เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน ทำการทดลองดังนี้

ขั้นตอนการไทเทรตเพื่อหาปริมาณกรดแลกติกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดองผัก

1. ตวงสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.1 mol/dm3 จำนวน 50 cm^3 ลงในบิวเรต ขนาด 50 cm^3

2. ตวงสารละลายน้ำผักดอง จำนวน 25 cm^3 ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 100 cm^3 แล้วหยดฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 2 - 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน

3. ค่อยๆ หยดสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 ลงในขวดรูปชมพู่ จนกว่าจะเห็นการเปลี่ยนสีจากไม่มีสีเป็นสีชมพูคงที่ บันทึกปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ไป (ทำการทดลองซ้ำแต่ละตัวอย่าง อีก 2 ครั้ง)

4. ทำการทดลองกับน้ำผักดองที่เหลือ ตามขั้นตอนข้อที่ 1-3

5. คำนวณเพื่อหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง โดยใช้สูตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

เมื่อ C_1 = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

C_2 = ความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติก จากน้ำผักดอง

V_1 = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ได้จากกการไทเทรต

V_2 = ปริมาตรของของสารละลายกรดแลกติกที่ใช้ในการไทเทรต

ตารางบันทึกผลการทดลอง ปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

ชนิดของสาร	ปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
หมักทิ้งต้น				
หมักโดยหั่นให้เล็กลง				
หมักโดยการสับให้ละเอียด				

ตารางบันทึกผลการทดลอง ความเข้มข้นของกรดแลกติกที่ได้จากกระบวนการดอง

ชนิดของสาร	ความเข้มข้นของกรดแลกติก (mol/dm^3)
หมักทิ้งต้น	
หมักโดยหั่นให้เล็กลง	
หมักโดยการสับให้ละเอียด	

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความสำคัญของเรื่องนี้คืออะไร แล้วนักเรียนจะระบุถึงใจความสำคัญของเรื่องนี้ได้อย่างไร ให้นักเรียนลองช่วยกันคิดและตอบคำถามในกิจกรรมต่อไปนี้

ตอนที่ 2 ช่วยกันคิดช่วยกันทำ

เมื่อนำผักแต่ละชนิดที่นักเรียนนำมาดอง โดยกำหนดให้ขนาดของผักที่นำมาดองต่างขนาดกัน ปริมาณของกรดแลกติกที่ได้จากกระบวนการหมัก ในระยะเวลาเท่ากัน เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

……

……

……

ในกระบวนการหมักผักดอง มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่างไรบ้าง

……

……

……

……

……

กรดแลกติก เป็นกรดประเภทใด มีสูตรโมเลกุลอย่างไร

……

……

……

……

จากการทดลอง ผักดองจากขนาดผักแบบใดที่ให้ความเข้มข้นของกรดแลกติกมากที่สุด นักเรียนทราบได้อย่างไร

……

……

……

……

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)

อาหารหมักดองจะเกิดปฏิกิริยาที่ทำให้ลักษณะ เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และกลิ่นรสของอาหารเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ผู้บริโภค ยอมรับได้ ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์จะใช้เอนไซม์ที่อยู่ในเซลตัวเองย่อยสลายสารอาหารต่าง ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน จนได้เป็นสารประกอบที่รวมกัน เป็นกลิ่นรสที่ดีและสร้างความแปลกใหม่ให้กับอาหาร ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของอาหารที่เกิดจากจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักน้ำตาล+Streptococcus spp. กรดแลกติก (นมเปรี้ยว, ผักผลไม้ดอง) น้ำตาล+ Saccharomyces spp. (ยีสต์)อัลกอฮอล์+แก๊ส (ไวน์) อัลกอฮอล์ + ออกซิเจน +Acetobacter spp. กรดน้ำส้ม + น้ำ (น้ำส้มสายชู) ปัจจัยที่ช่วยในการหมักดอง ได้แก่ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจน อุณหภูมิ ปริมาณเกลือ และเชื้อตั้งต้น ซึ่งเมื่อปัจจัยเหล่านี้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม จะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้เต็มที่ และผลิตเอนไซม์ในปริมาณที่พอเพียงใน การทำปฏิกิริยาเคมีกับอาหาร ทำให้การดองดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว จนได้ผลิตภัณฑ์อาหารหมักดองที่มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ผักที่ใช้ในการดองควรมีลักษณะที่เหมาะสมในการดอง เช่น เนื้อแน่น สดสะอาด ปราศจากตำหนิหรือรอยช้ำ รูปร่างขนาดพอเหมาะ ไม่มีร่องรอยของเชื้อรา และไม่เคลือบ wax เนื่องจากน้ำดองไม่สามารถทะลุผ่าน wax จนทำ ให้ผักดองกรอบได้ หากจำเป็นต้องใช้จริงๆ ควรหั่นให้เป็นชิ้นๆ ก่อนการดอง นอกจากนี้หากต้องการให้ผักดองมีคุณภาพดีควรนำผักมาดองมาทำการ ผลิตทันที หรือภายใน 24 ชั่วโมงหลังการเก็บเกี่ยวโดยเก็บรักษา ในที่เย็นและอากาศถ่ายเทได้ดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของสาร

การเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของสารที่มีสถานะของแข็ง ทำได้โดยการทำให้ของแข็งมีขนาดเล็กลง คือตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ หรือบดเป็นผงละเอียด ยิ่งทำให้สาร
มีขนาดเล็กมากเท่าใด(มวลคงที่) จะยิ่งเพิ่มพื้นที่ผิวให้มากขึ้น

การที่สารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงเนื่องจากอนุภาคของสารตั้งต้นมีโอกาสชนกันได้มากขึ้น จึงเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น

http://oknation.nationtv.tv/blog/horti-asia/2014/02/19/entry-6

จากขั้นขยายความรู้ ให้นักเรียนช่วยกันคิดและตอบคำถามในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

คำถามส่งเสริมการคิด

จากปฏิกิริยาระหว่างลวดแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก การเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับลวดแมกนีเซียม ทำได้อย่างไรได้บ้างและน่าจะมีผลอย่างไรกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา

……

……

……

……

……

……

……

……

……

จากกระบวนการดองผัก การเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับผัก นักเรียนทำอย่างไร และแบบไหนที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากที่สุด

……

……

……

……

……

……

……

……

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. จากกระบวนการหมักผักดองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยศึกษาขนาดของผักที่นำมาดองที่มีขนาดต่างกัน มีผลต่อปริมาณของกรดแตกต่างกันนั้น เป็นการบอกให้ทราบว่าพื้นที่ผิวสัมผัสมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ถ้าตามทฤษฎีการชน อธิบายเกี่ยวกับพื้นที่ผิวสัมผัส ได้อย่างไร

....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. แคลเซียมคาร์บอเนตทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ตามสมการ $CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$ เมื่อใช้แคลเซียมคาร์บอเนตที่มีมวลเท่ากัน ชนิดก้อนและชนิดผง ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก อัตราการเกิดปฏิกิริยาแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เอกสารอ้างอิง

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2544). **หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมเคมี3**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2556). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

http://www.nakhamwit.ac.th/pingpong_web/React_Rate.htm

http://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/7197-titration

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY