

## การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสารพิษตกค้างโดยใช้ $\text{CaCO}_3$ จากเปลือกหอยแครง เสริมสารสกัดชิตริกจากมะนาว

ณัฐมา แซ่หลี่<sup>1</sup>, ชිරิน สาเด๊ะ<sup>1</sup>, ฐิติชญา อินมณเฑียร<sup>1</sup>, สุธี จังลก<sup>1\*</sup>, อดุลย์สมาน สุขแก้ว<sup>2,3</sup>,  
สิรินาถ ทองทวี<sup>1</sup>, และ รุสนานี ชียง<sup>1</sup>

<sup>1</sup>โรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน” 19 ถนนรวมวิทย์ อำเภอเบตง จังหวัดยะลา ประเทศไทย

<sup>2</sup>สมาคมนักวิจัยชายแดนใต้ ตำบลสะเตง อำเภอเมืองยะลา จังหวัดยะลา ประเทศไทย

<sup>3</sup>คณะวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ตำบลสะเตง อำเภอเมืองยะลา จังหวัดยะลา ประเทศไทย

\* Corresponding author: gaschem4159@kbyala.ac.th

### บทคัดย่อ

เนื่องจากความกังวลด้านสิ่งแวดล้อมทั่วโลกทวีความรุนแรงขึ้น ความต้องการวัสดุเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจึงกลายเป็นสิ่งสำคัญ ไม่เพียงแต่ช่วยแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเท่านั้น แต่ยังให้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจอีกด้วย นอกจากนี้ของเสียจากกระบวนการดูดซับตามธรรมชาตินั้น ยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่และใช้เป็นปุ๋ยสำหรับดินที่มีสภาพเป็นกรด

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสารพิษตกค้างโดยใช้  $\text{CaCO}_3$  จากเปลือกหอยแครง เสริมสารสกัดชิตริกจากมะนาว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดสารตกค้างในผักและผลไม้ ซึ่งสามารถทดสอบได้จากการใช้ชุดทดสอบสารเคมีฆ่าแมลงเบื้องต้น MJPK Testkit

$\text{CaCO}_3$  จากเปลือกหอยแครงสามารถพัฒนาเป็นตัวดูดซับที่มีประสิทธิภาพในระดับหนึ่ง เนื่องจากผงเปลือกหอยแครงที่อยู่ในรูปของอะราโกไนต์มีพื้นที่ผิว และรูพรุนสูง ซึ่งค่านี้จะแปรผันตรงกับค่าการดูดซับสารตกค้าง ซึ่งทำให้มีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดี

ผลการทดลองพบว่า ปริมาณเปลือกหอยแครง 5 กรัมเป็นตัวดูดซับที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และนำไปเสริมสารสกัดชิตริกจากมะนาวด้วยอัตราส่วน 1:1, 1:2 และ 1:3 พบว่าอัตราส่วน 1:3 เป็นอัตราส่วนที่มีประสิทธิภาพในการชะล้างมากที่สุด ตามด้วย 1:2 และอัตราส่วน 1:1 เป็นอัตราส่วนที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด

**คำสำคัญ:** กรดชิตริก / แคลเซียมคาร์บอเนต / ชุดทดสอบสารเคมีฆ่าแมลงเบื้องต้น / เปลือกหอยแครง / อะราโกไนต์

## Study on the Efficiency of Pesticide Adsorption using $\text{CaCO}_3$ from Cockle Shells Enhanced with Citric Extract from Lime

Natcha Sae-Lee<sup>1</sup>, Sirin Satoh<sup>1</sup>, Thitichaya Inmontian<sup>1</sup>, Suthee Junglok<sup>1\*</sup>, Adulsman Sukkaew<sup>2,3</sup>,  
Sirinat thongtawee<sup>1</sup>, and Rusnane Seeyong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Betong Wiratprasarn School, 19 Ruamwit Road, Betong District, Betong District, Yala Province, Thailand.

<sup>2</sup>Southern Border Researchers Association, Sateng Subdistrict, Mueang District, Yala Province, Thailand.

<sup>3</sup>Faculty of Science, Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Yala, Sateng Subdistrict, Mueang District, Yala Province, Thailand.

\*Corresponding Author: gaschem4159@kbyala.ac.th

### Abstract

Given the escalating global environmental concerns, the demand for eco-friendly materials has become crucial. These materials not only help address environmental issues but also offer economic benefits. Furthermore, waste from natural adsorption processes can be repurposed and used as fertilizer for acidic soils.

This research aims to investigate the efficiency of residual pesticide adsorption using calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) derived from cockle shells, enhanced with citric extract from lime, to improve the reduction of pesticide residues in fruits and vegetables. The effectiveness of this method was evaluated using the MJPK Testkit, a preliminary pesticide residue detection kit.

$\text{CaCO}_3$  derived from cockle shells demonstrates potential as an effective adsorbent due to the aragonite form of the shell powder, which exhibits high surface area and porosity. These properties directly correlate with the adsorption capacity of pesticide residues, resulting in enhanced adsorption efficiency.

The experimental results revealed that 5 grams of cockle shell powder exhibited the highest adsorption efficiency. Furthermore, the addition of citric extract from lime at ratios of 1:1, 1:2, and 1:3 demonstrated that the 1:3 ratio yielded the most effective washing performance, followed by 1:2, while the 1:1 ratio exhibited the least effectiveness.

**Keywords:** Aragonite /  $\text{CaCO}_3$  / Citric acid / Cockle shells / MJPK Testkit

## 1. บทนำ

องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติระบุว่า ไทยใช้ยาฆ่าแมลงมากเป็นอันดับ 5 และยาฆ่าหญ้าเป็นอันดับ 4 ของโลก โดยในปี 2525 มีการนำเข้าสารเคมี 7,650 ตัน และเพิ่มขึ้นเป็น 70,156 ตันในปี 2555 หรือเพิ่มขึ้น 9 เท่า โดยมีสัดส่วนการนำเข้า ได้แก่ สารกำจัดวัชพืช 86% สารกำจัดแมลง 6% สารป้องกันกำจัดโรคพืช 6% และอื่นๆ 2% ทั้งนี้ การใช้สารเคมีในการเกษตรอยู่ที่ 99% และเกษตรอินทรีย์เพียง 1% [1]

จากการสำรวจพบสารเคมีตกค้างในผักและผลไม้ที่จำหน่ายในห้างสรรพสินค้าและตลาดสด โดยสุ่มเก็บตัวอย่างผัก 15 ชนิด (178 ตัวอย่าง) และผลไม้ 9 ชนิด (108 ตัวอย่าง) ส่งตรวจที่ห้องปฏิบัติการมาตรฐาน ISO-17025 พบว่าผัก 40% และผลไม้ 43% มีสารตกค้างเกินมาตรฐาน [2]

แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารอินทรีย์ที่พบในธรรมชาติ มีโครงสร้างผลึก 3 แบบ ได้แก่ แคลไซต์ (เสถียรที่สุด) อะราโกไนต์ และวาเทไรต์ (เสถียรน้อยที่สุด) พบมากในปะการัง เปลือกไข่ และเปลือกหอย ซึ่งในเปลือกหอยพบว่ามีแคลเซียมคาร์บอเนต 95-99% และโปรตีน 0.1-5% แคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยมีลักษณะรูพรุนและพื้นที่ผิวสัมผัสสูง เหมาะสำหรับดูดซับสารเคมีตกค้าง เช่น สารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต [3] ซึ่งสะสมในร่างกายและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ จากรายงานผู้ป่วยที่ได้รับสารเคมีเหล่านี้มีจำนวน 3,067 ราย และเสียชีวิต 407 ราย [4] โดยฟอสเฟตถูกดูดซับทางเคมีบนผิวของแร่อะราโกไนต์ ในกรณีที่มีความเข้มข้นของฟอสเฟตต่ำ ผงเปลือกหอยแครงจะสามารถดูดซับฟอสเฟตได้ประมาณ 88% ของประสิทธิภาพการดูดซับ [5]

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาลดสารตกค้างในผักและผลไม้โดยใช้เปลือกหอยแครงที่เป็นของเสียจากอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องประดับ นำมาเสริมด้วยสารสกัดชิตริกจากมะนาว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับสารเคมีตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และพัฒนาแนวทางเลือกใหม่ที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคในอนาคต

## 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของเปลือกหอยและชิตริกในการดูดซับสารเคมีตกค้างจากผักกาด เพื่อลดความเสี่ยงต่อสุขภาพ
2. เพื่อพัฒนาวิธีลดสารเคมีตกค้างโดยใช้ของเสียจากธรรมชาติให้เกิดมูลค่า และพัฒนาเศรษฐกิจในท้องถิ่น
3. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการลดลงของสารพิษตกค้างในผักกาด หลังการใช้แคลเซียมคาร์บอเนต เสริมชิตริกในสัดส่วนต่างๆ

## 3. ขอบเขตของการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสารพิษตกค้างโดยใช้  $\text{CaCO}_3$  จากเปลือกหอยแครง เสริมสารสกัดชิตริกจากมะนาว โดยมีขอบเขตของการศึกษาดังนี้

1. แปรรูปแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยแครง [6]
2. ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับออร์กาโนฟอสเฟตของแคลเซียมคาร์บอเนตเสริมสารสกัดจากเปลือกมะนาว
3. ศึกษาคุณสมบัติการดูดซับออร์กาโนฟอสเฟตของเปลือกหอยแครงในรูปอะราโกไนต์

#### 4. วิธีการศึกษา

##### 4.1 ขั้นตอนแปรรูปเปลือกหอย



1. ล้าง คัดเลือกเปลือกหอยแครง



2. แช่เปลือกหอยใน 1M KOH เป็นเวลา 7 วัน  
เพื่อกำจัดชั้นอินทรีย์



3. อบเปลือกหอยที่อุณหภูมิ 250 องศา  
เซลเซียส 2 ชั่วโมง เพื่อกำจัดชั้นโปรตีน



4. แช่เปลือกหอยใน 10% v/v  $H_2O_2$   
3 ชั่วโมง เพื่อกำจัดสารอินทรีย์ที่เหลือจากการ  
สลายโปรตีน และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์



5. ล้างและตากเปลือกหอยให้แห้ง



6. บดให้เป็นผงละเอียด

##### 4.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างผกเพื่อใช้ในการทดสอบ



1. เตรียมสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโน  
ฟอสเฟต 8 มิลลิลิตรลงในกะละมัง จากนั้นนำ  
ผกไปแช่เป็นเวลา 30 นาที



2. เตรียมผกเปลือกหอยแครงในปริมาณ  
5, 10 และ 15 กรัม จากนั้นนำผกมาล้างด้วย  
น้ำเปลือกหอย และแช่ไว้เป็นเวลา 30 นาที



3. หั่นผกตัวอย่างเป็นชิ้นเล็ก ๆ และใส่ลงใน  
ขวดจนถึงระดับที่กำหนด เติมสารละลายสกัด

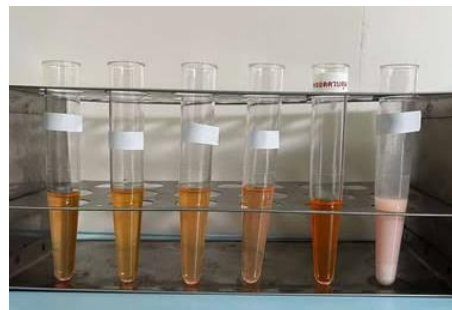
#### 4.3 ขั้นตอนการทดสอบหาสารพิษในผักด้วยชุดทดสอบ



1. ทดสอบด้วยชุดทดสอบสารตกค้าง MJPK  
ผลิตโดย ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ็มแอนด์พี อิม  
เพ็กซ์

2. เทสารละลายสกัดลงในหลอดแก้ว จากนั้น  
นำไปแกว่งในน้ำอุ่นเพื่อให้ระเหยจนเหลือ 1  
หยด

3. เติมสารละลายทดสอบ 2 จำนวน 3 ml  
จากนั้นเติมสารละลายทดสอบ 1 และ 3 อย่าง  
ละ 2 หยด ตามลำดับ



4. สังเกตสีที่เกิดขึ้นและบันทึกผลลัพธ์

#### 5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

##### 5.1 ผลการศึกษา

การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสารพิษตกค้าง โดยใช้  $\text{CaCO}_3$  จากเปลือกหอยแครง เสริมสารสกัดชนิดรีจากมะนาว ได้ทำการทดสอบ โดยใช้การสังเกตค่าระดับสีจากชุดทดสอบสารตกค้างของยาฆ่าแมลง MJPK Testkit ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงความปลอดภัยจากระดับสี ถูกกำหนดไว้ดังต่อไปนี้



- ระดับ 3 สีชมพู: แสดงถึงระดับอันตราย
- ระดับ 2 สีชมพู-ส้ม: แสดงถึงระดับที่ไม่ปลอดภัย
- ระดับ 1 สีส้ม: แสดงระดับที่ปลอดภัย

ตารางที่ 1 แสดงระดับสีของหลอดควบคุมที่ 1 และ 2

| หลอดควบคุม | ระดับสี |
|------------|---------|
| 1          | 1       |
| 2          | 3       |

กำหนดให้: หลอดควบคุมที่ 1 แสดงผลการทดสอบชุดทดสอบ MJPk Testkit; หลอดควบคุมที่ 2 แสดงผลการทดสอบระดับค่าสีของสารเคมีในกลุ่มออกาโนฟอสเฟต

ตารางที่ 2 แสดงระดับสีก่อนและหลังแช่เปลือกหอยในปริมาณที่ต่างกัน

| ปริมาณเปลือกหอยแครง (g) | ระดับสี  |          |
|-------------------------|----------|----------|
|                         | ก่อนล้าง | หลังล้าง |
| 5                       | 3        | 2        |
| 10                      | 3        | 2        |
| 15                      | 3        | 2        |

จากตารางที่ 2 เมื่อนำผักกาดที่แช่ออกาโนฟอสเฟตมาล้างด้วยน้ำแคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้จากเปลือกหอยแครง ในปริมาณ 5, 10 และ 15 กรัม พบว่าเมื่อตรวจระดับสีหลังล้าง มีค่าระดับสีอยู่ที่ 2 ซึ่งยังคงไม่ปลอดภัย ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ในปริมาณเปลือกหอยแครงทั้ง 3 เปลือกหอยแครงในปริมาณ 5 กรัมมีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าแต่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าปริมาณที่มากกว่า 10 และ 15 กรัมตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงระดับสีก่อนและหลังแช่เปลือกหอย เสริมสารสกัดขมิ้นในปริมาณที่ต่างกัน

| ปริมาณเปลือกหอยแครง (g) | ปริมาณสารสกัดขมิ้น (g) | ระดับสี  |          |
|-------------------------|------------------------|----------|----------|
|                         |                        | ก่อนล้าง | หลังล้าง |
| 5                       | 5                      | 3        | 2        |
|                         | 10                     | 3        | 2        |
|                         | 15                     | 3        | 1        |

จากตารางที่ 3 เมื่อนำผักกาดที่แช่ออกาโนฟอสเฟตมาล้างด้วยน้ำขมิ้น ปริมาณ 5, 10 และ 15 กรัม โดยนำผงแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยแครง ที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด จากตารางที่ 2 จำนวน 5 กรัมมาผสม เพื่อหาอัตราส่วนปริมาณระหว่างผงแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยแครงและสารสกัดขมิ้นจากมะนาวที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เมื่อตรวจวัดระดับสีหลังล้าง พบว่าอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 มีระดับสีอยู่ที่ 2 ซึ่งจัดอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัย และพบว่าอัตราส่วน 1:3 มีระดับสีอยู่ที่ 1 ซึ่งเป็นระดับที่ปลอดภัย ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า อัตราส่วน 1:3 เป็นอัตราส่วนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ตามด้วย 1:2 และอัตราส่วน 1:1 เป็นอัตราส่วนที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด



## 5.2 อภิปรายผล

จากข้อมูลข้างต้น ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการดูดซับออกาโนฟอสเฟตโดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนต จากเปลือกหอยแครง พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้จากการสังเคราะห์เปลือกหอยแครง และนำมาบดละเอียดสามารถกำจัดได้สูงถึง 52.27% เมื่อเทียบกับผงเปลือกหอยหยาบที่กำจัดได้เพียง 16.67% [7] ได้รายงานไว้ จึงสามารถพัฒนาเป็นตัวดูดซับได้มีประสิทธิภาพในระดับหนึ่ง เนื่องจากผงเปลือกหอยแครงที่อยู่ในรูปของอะราโกไนต์มีพื้นที่ผิว และรูพรุนสูง ซึ่งค่านี้จะแปรผันตรงกับค่าการดูดซับสารตกค้าง และเมื่อนำมาเสริมด้วยสารสกัดชิตริกจากเปลือกมะนาวที่ช่วยในการชะล้างสารตกค้าง ก็สามารถเสริมประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากสารสกัดชิตริกนั้นมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน จึงสามารถละลายแคลเซียมได้ในระดับผิว ซึ่งทำให้แคลเซียมคาร์บอเนตนั้นมีพื้นที่ผิวเพิ่มมากขึ้น และสารในกลุ่มออกาโนฟอสเฟตถูกชะล้างได้ดีในสภาวะเป็นด่าง

## 6. สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาพบว่า เมื่อทดสอบหาค่าความจุที่ 1 หลังทดสอบมีระดับสีอยู่ที่ 1 ซึ่งเป็นระดับปลอดภัย และหาค่าความจุที่ 2 มีระดับสีอยู่ที่ 3 ซึ่งเป็นระดับอันตราย โดยทั้งสองหาค่ามาตรฐานที่ชุดทดสอบได้กำหนดค่าไว้ เมื่อนำมาทดลองจริงเพื่อสังเกตุดูค่าระดับสีความปลอดภัย

ในการทดลองที่ 1 เมื่อตรวจระดับสีหลังล้าง ปริมาณเปลือกหอยแครง ทั้ง 3 ปริมาณ 5 กรัมเป็นตัวดูดซับที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากใช้ปริมาณที่น้อยกว่าแต่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าปริมาณที่มากกว่า 10 และ 15 กรัมตามลำดับ

ในการทดลองที่ 2 เมื่อตรวจระดับสีหลังล้างเพื่อหาอัตราส่วนปริมาณระหว่างผงแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยแครง ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และสารสกัดชิตริกจากมะนาว ในอัตราส่วน 1:1, 1:2 และ 1:3 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า อัตราส่วน 1:3 เป็นอัตราส่วนที่มีประสิทธิภาพในการชะล้างมากที่สุด ตามด้วย 1:2 และอัตราส่วน 1:1 เป็นอัตราส่วนที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด

### ข้อเสนอแนะ

1. ขยายการทดลองโดยมีการทดสอบให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความแม่นยำ
2. ทดลองด้วยเครื่องตรวจที่มีความแม่นยำสูง และละเอียดมากยิ่งขึ้น เนื่องจากชุดทดสอบที่ใช้เป็นเพียงเบื้องต้นจึงมีข้อจำกัดซึ่งตรวจวัดได้เพียง 3 ระดับ
3. พัฒนาลิทธิภัณฑ์ให้สามารถดูดซับสารเคมีตกค้างกลุ่มอื่นๆ
4. ศึกษาการดูดซับโดยใช้ตัวดูดซับเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้มาจากแหล่งอื่น

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Thaipan. (2014). การนำเข้าสารเคมีฆ่าแมลง.
- [2] กรุงเทพฯธุรกิจ. (2020). ภัยเงียบจากสารพิษตกค้างในผักผลไม้ แค่งล้างน้ำเปล่า ทำไม่ยังไม่สะอาดพอ. <https://www.bangkokbiznews.com/news/897527>
- [3] สุภกร บุญยืน และคณะ. (2558). การสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอย. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjst/article/download/35520/29518/>
- [4] Hfocus. (2019). เปิดข้อมูลผู้ป่วยบัตรทอง ปี 62 พบผู้ป่วยพิษสารเคมีปราบศัตรูพืชกว่า 3 พันราย เสียชีวิต 407ราย. <https://www.hfocus.org/content/2019/08/17468>

- [5] Youngjung Kim et al. (2018). Use of Powdered Cockle Shell as a Bio-Sorbent Material for Phosphate Removal from Water.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bkcs.11606>
- [6] ชูติพันธ์ เลิศวิจิรไพบุลย์ และคณะ. (ม.ป.ป.).ไบโอแคลเซียมคาร์บอเนตผลิตจากเปลือกหอยแมลงภู่มะนาว. <https://www.nstda.or.th/nac/2023/exhibitions/ex38/>
- [7] Abdullah et al. (2013). Utilization of cockle shell powder as an adsorbent to remove phosphorus-containing wastewater.  
<https://scholar.google.com>