



JOURNAL CLUB



**การประยุกต์พฤติกรรมการรวมตัวของ  
Nonionic surfactants เพื่อพัฒนา  
"Smart Detergent"  
สำหรับล้างผลไม้ โดยมุ่งเน้นการกำจัด  
สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชตกค้าง**

**30 มกราคม 2568**

ผู้รวบรวมข้อมูล : นายพิสิฐ วีระพันธ์ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ

กองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย





# Reference

Journal of Surfactants and Detergents

Application of aggregation behavior of nonionic surfactants to develop a smart detergent for washing fruits with emphasis on pesticide residues removal

Zofia Hordyjewicz-Baran et al. , 2023

Łukasiewicz Research Network-  
Institute of Heavy Organic Synthesis  
"Blachownia", Kedzierzyn-Kozle,  
Poland

# introduction

ในยุคที่ความปลอดภัยทางอาหารกลายเป็นหนึ่งในหัวข้อที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญ การบริโภคผลไม้และผักสดยังคงเป็นวิธีหลักในการได้รับสารอาหารที่จำเป็น

อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญคือสารตกค้างจากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ยังคงอยู่บนผิวผลไม้ ซึ่งส่งผลต่อสุขภาพในระยะยาว

แม้ว่ากฎระเบียบในหลายประเทศจะเข้มงวดขึ้น แต่สารตกค้างเหล่านี้ยังคงถูกตรวจพบในระดับที่อาจเกินค่ามาตรฐาน



# วิธีการล้างผักและผลไม้แบบทั่วไป

Pesticide	Treatment	Time	
		5 min	
		Concentration <sup>a</sup>	Reduction (%)
Fenitrothion	Spiked samples	0.45 ± 0.019	
	Tap water	0.38 ± 0.014	13.3
	NaCl solution (2%)	0.39 ± 0.046	15.6
	NaCl solution (5%)	0.38 ± 0.066	15.6
	CH <sub>3</sub> COOH solution (2%)	0.33 ± 0.064	26.7
	CH <sub>3</sub> COOH solution (5%)	0.31 ± 0.017	31.1
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> solution (2%)	0.36 ± 0.016	20.0
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> solution (5%)	0.32 ± 0.053	28.9
	NaHCO <sub>3</sub> solution (2%)	0.28 ± 0.071	37.8
	NaHCO <sub>3</sub> solution (5%)	0.27 ± 0.056	40.0
Chlorpyrifos	Spiked samples	0.81 ± 0.065	
	Tap water	0.38 ± 0.046	53.1
	NaCl solution (2%)	0.36 ± 0.033	55.6
	NaCl solution (5%)	0.35 ± 0.046	56.8
	CH <sub>3</sub> COOH solution (2%)	0.37 ± 0.023	54.3
	CH <sub>3</sub> COOH solution (5%)	0.34 ± 0.034	58.0
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> solution (2%)	0.32 ± 0.055	60.4
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> solution (5%)	0.28 ± 0.054	65.4
	NaHCO <sub>3</sub> solution (2%)	0.20 ± 0.024	75.3
	NaHCO <sub>3</sub> solution (5%)	0.16 ± 0.055	80.2

การล้างผลไม้ด้วยน้ำเปล่า ซึ่งเป็นวิธีที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ นิยมใช้ ไม่สามารถกำจัดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำแม้ว่าจะมีการแนะนำให้ใช้น้ำส้มสายชูหรือเกลือ แต่กระบวนการเหล่านี้ยังไม่สามารถตอบโจทย์การกำจัดสารตกค้างที่หลากหลายชนิดได้



ที่มา : Y.Liangetal.

# การพัฒนานวัตกรรม SMART DETERGENT

โดยใช้ สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ (Nonionic Surfactants)  
เป็นสารสำคัญใน Smart Detergent

## Objective

เพื่อศึกษาและพัฒนา "Smart Detergent"  
สำหรับล้างสารตกค้างสารปราบศัตรูพืชในผลไม้

 Reduction

 Safety

การขจัดสารตกค้างจากสารเคมีป้องกัน  
กำจัดศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพ

ไม่มีสารตกค้างและปลอดภัย  
สำหรับผู้บริโภค



# สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ NONIONIC SURFACTANTS

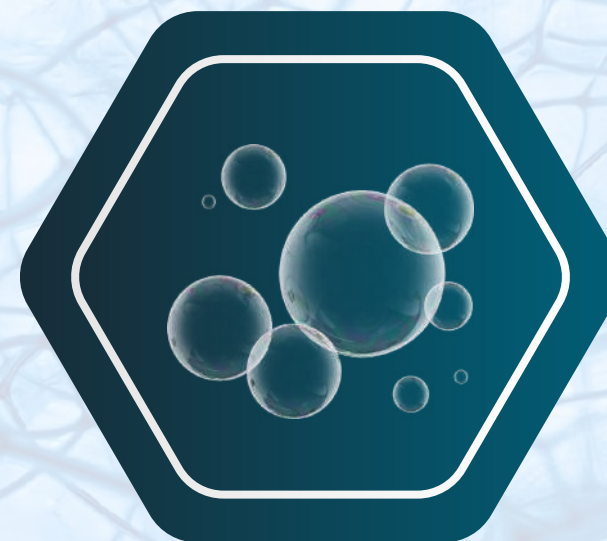
การเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ "Smart Detergent" เพราะช่วยตอบโจทย์ทั้งในเรื่อง **ประสิทธิภาพในการกำจัดสารตกค้าง ความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม** ซึ่งเหมาะสมสำหรับการใช้งานในชีวิตประจำวันของผู้บริโภค



Effectiveness in  
Removing Various  
Residues




Gentleness to  
Skin and Safety



Reduced  
Unnecessary  
Foam



Environmental  
Friendliness



**MATERIALS  
AND  
METHODS**

## Chemicals and reagents

### Nonionic Surfactants

Laureth-4

Laureth-10



### ส่วนผสมของ Smart Detergent

Sodium Citrate

Ethyl Alcohol

Sodium Benzoate

Potassium Sorbate

Xanthan Gum

distilled water

### PESTICIDE

Acetamiprid

Boscalid

Pendimethalin

Pyraclostrobin

SupelQuE Citrate (EN) Tube

### Fruits for the test

Malus domestica  
'Champion'  
apples



# Methods

## Cloud point, CP

CPs were determined by direct visual inspection while the temperature was continuously raised at a rate of about 0.2C/min.

## Removal performance



Five apples were used as a representative sample of the fruit to test the efficiency of removing pesticide residues.

## Stability test



The stability of the resulting detergents was tested 24 h after sample preparation in a mechanical loading test, by centrifuging the samples at 3000 rpm for 30 min at room temperature

## Zein value



To determine the irritant potential, the zein value assay was applied in the study. The measuring principle is based on the determination of nitrogen by the Kiejdahl method



# **RESULTS AND DISCUSSION**

# CLOUD POINT, CP

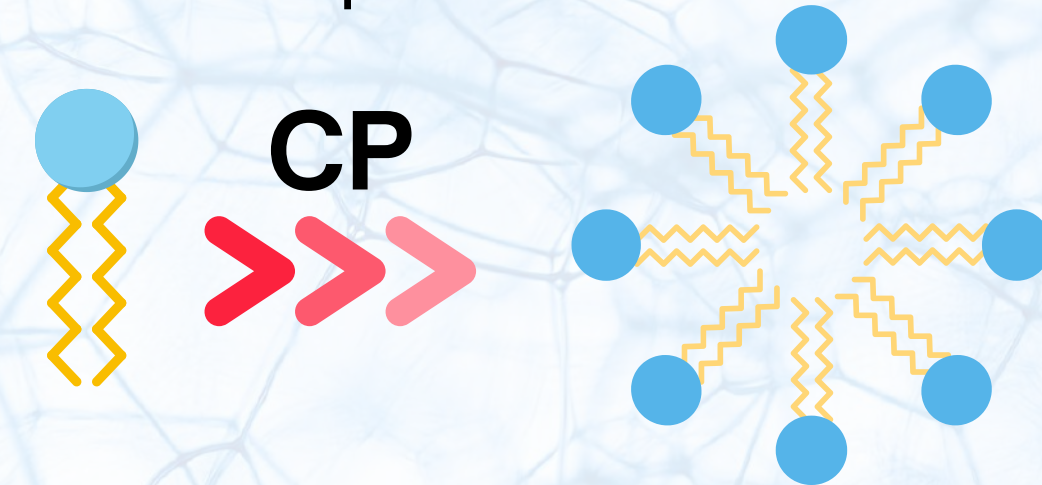
9

อนุภาคที่สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ (Nonionic Surfactants) เริ่มเปลี่ยนพฤติกรรมในน้ำจากการละลายได้ดี (ใส) ไปเป็นการรวมตัวกันเป็นกลุ่ม (micelle) ทำให้น้ำที่ใสเริ่มขุ่นหรือเหมือนมีหมอก (cloudy) ปรากฏในสารละลาย

## วิธีการทดสอบ Cloud Point (CP)

การสังเกตด้วยสายตา (Visual Observation)

วิธีนี้ใช้หลักการพื้นฐานในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะของสารละลาย



01



เตรียมสารละลายของสารลดแรงตึงผิวที่ความเข้มข้นเฉพาะ เช่น 1% (w/w)

02



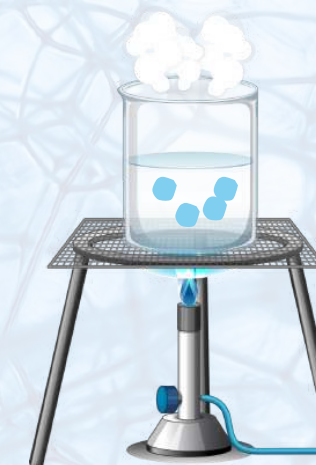
ค่อย ๆ เพิ่มอนุภาคอย่างช้า ๆ (ประมาณ  $0.2^{\circ}\text{C}/\text{นาที}$ )

03



สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารละลาย เมื่ออนุภาคถึงจุดเมฆจะเกิดความขุ่น (cloudy)

04



ลดอนุภาคลงและวัดอีกครั้งเพื่อยืนยันค่า

# CLOUD POINT, CP

10

- **C12E4 (1:0):**

มีค่า CP ต่ำกว่า 22°C หมายความว่า สารนี้ไม่เหมาะสมกับการใช้งานในอุณหภูมิที่ผู้บริโภคนิยมใช้ (ประมาณ 37°C)

- **เพิ่มสัดส่วนของ C12E10:**

ที่อัตราส่วน 1:1.6 ค่า CP อยู่ที่ 47°C ซึ่งเป็นช่วงที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิการล้าง (37°C) และมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดสารตกค้าง

- **C12E10 (0:1):**

มีค่าจุดเมฆสูงถึง 85 °C ซึ่งเกินกว่าช่วงอุณหภูมิการใช้งานในครัวเรือน

**TABLE 2** Summary of the results of CP tests for a 1% (w/w) mixture of surfactant solutions.

C12E4:C12E10 ratio	CP, °C
1:0	<22 <sup>a</sup>
1:0.3	<22 <sup>a</sup>
1:1	<22 <sup>a</sup>
1:1.2	<22 <sup>a</sup>
1:1.4	<22 <sup>a</sup>
1:1.6	47
1:2	51
1:3	59
1:4	64
1:5	69
0:1	85

<sup>a</sup>Measurement was completed when cooling to the indicated temperature, no clear solution was obtained.

# STABILITY TEST

11

Stability Test หรือ การทดสอบความคงตัว คือกระบวนการตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์ เช่น สารซักฟอก สามารถรักษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณภาพโดยรวมไว้ได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งภายใต้เงื่อนไขการใช้งานหรือเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

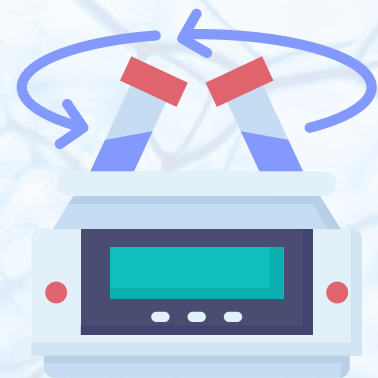
## วิธีการทดสอบ Stability Test

01



นำ Detergent ที่พัฒนาขึ้นมาทดสอบหลังจากเตรียมตัวอย่างเสร็จสิ้น 24 ชั่วโมง

02



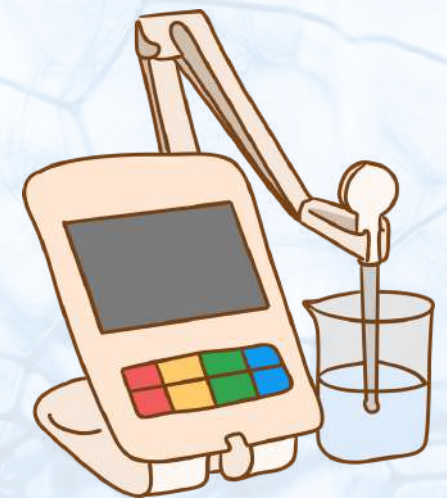
ปั่นเหวี่ยง (Centrifugation) โดยปั่นตัวอย่างด้วยความเร็ว 3000 รอบต่อนาที นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง

03



สังเกตการเปลี่ยนแปลง เช่น การแยกชั้น การตกตะกอน หรือการเปลี่ยนสี

04



วัดค่าพื้นฐาน: เช่น น้ำหนัก ความหนืด และค่า pH เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการทดสอบ

**ผลการทดสอบ**

ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดี: ไม่มีการแยกชั้น การตกตะกอน หรือการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ของลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติพื้นฐาน

# REMOVAL PERFORMANCE

Evaluation of pesticide residues removal performance คือการประเมิน ประสิทธิภาพในการกำจัดสารตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช บนพื้นผิวของผลไม้หลังการล้างด้วย Detergent โดยเปรียบเทียบกับการล้างด้วยน้ำเปล่า

## วิธีการทดสอบ Removal performance

01



เตรียมตัวอย่างผลไม้และสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

02



การล้างผลไม้

03



การวิเคราะห์สารตกค้างสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

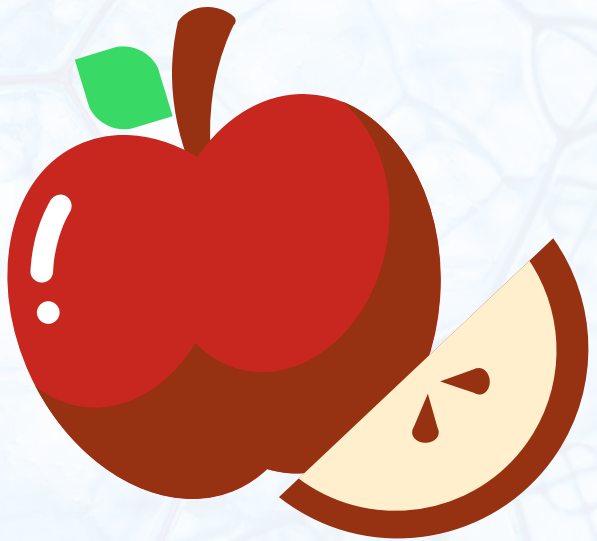
04



การคำนวณประสิทธิภาพการกำจัด

## 01 เติร์ยมตัวอย่างผลไม้และสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

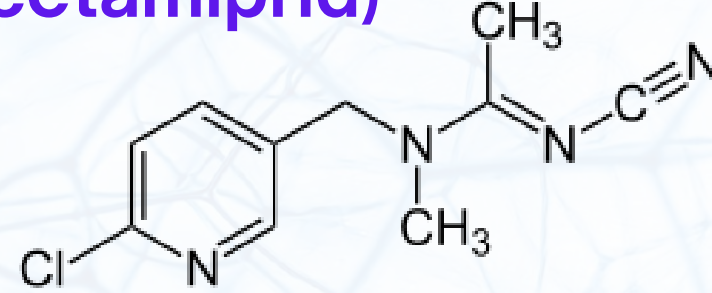
ใช้แอปเปิลพันธุ์ *Malus domestica* 'Champion' เป็นตัวอย่างผลไม้



แอปเปิ้ลเป็นหนึ่งในผลไม้ที่พบสารตกค้างของยาฆ่าแมลงบ่อยที่สุด ตามรายงานขององค์กรด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม เช่น Environmental Working Group (EWG) ซึ่งมักจัดให้แอปเปิ้ลอยู่ในกลุ่ม "Dirty Dozen" หรือ 12 อันดับผลไม้ที่พบสารตกค้างของยาฆ่าแมลงสูง

### สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช 4 ชนิดในการทดสอบ

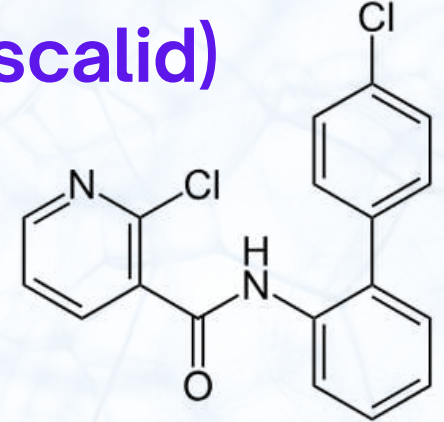
(Acetamiprid)



อะซีตามิพริด

เป็นยาฆ่าแมลงในกลุ่ม neonicotinoids  
คุณสมบัติ: ละลายน้ำได้ดี (2,950 mg/L)

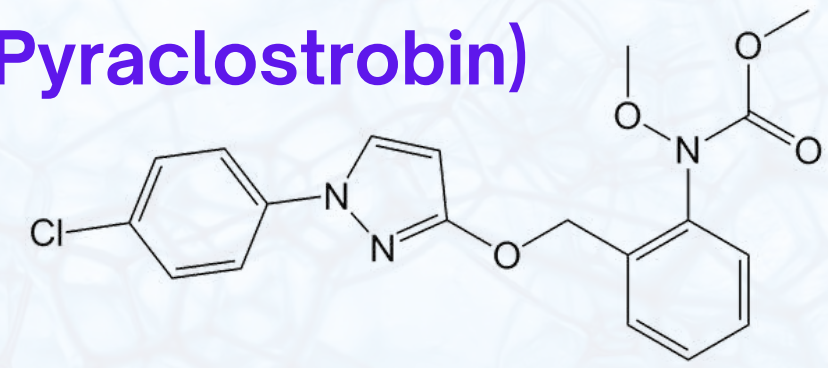
(Boscalid)



บอสคาลิด

เป็นยาฆ่าเชื้อราในกลุ่ม anilide  
คุณสมบัติ: ละลายน้ำได้ต่ำ (4.6 mg/L)

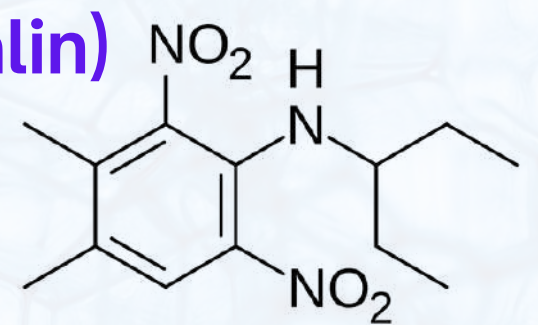
(Pyraclostrobin)



ไพราโคลสโตรบิน

เป็นยาฆ่าเชื้อราในกลุ่ม strobilurins  
คุณสมบัติ: ละลายน้ำได้ต่ำมาก (1.9 mg/L)

(Pendimethalin)



เพนดิเมทาลิน

เป็นสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม dinitroanilines  
คุณสมบัติ: ละลายน้ำได้ต่ำที่สุด (0.33 mg/L)

## 02 การล้างผลไม้

### การเตรียมผลไม้ก่อนการล้าง



1. จุ่มแอปเปิ้ลลงในสารละลายสาร ป้องกันกำจัดศัตรูพืช **ที่มีความเข้มข้น 50 mg/L นาน 2 นาที**
2. ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง เพื่อให้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเกาะบนผิวผลไม้

### การล้างผลไม้

1



ใช้ Detergent ในความเข้มข้น 1% (w/w) ละลายในน้ำที่อุณหภูมิ 37°C

2



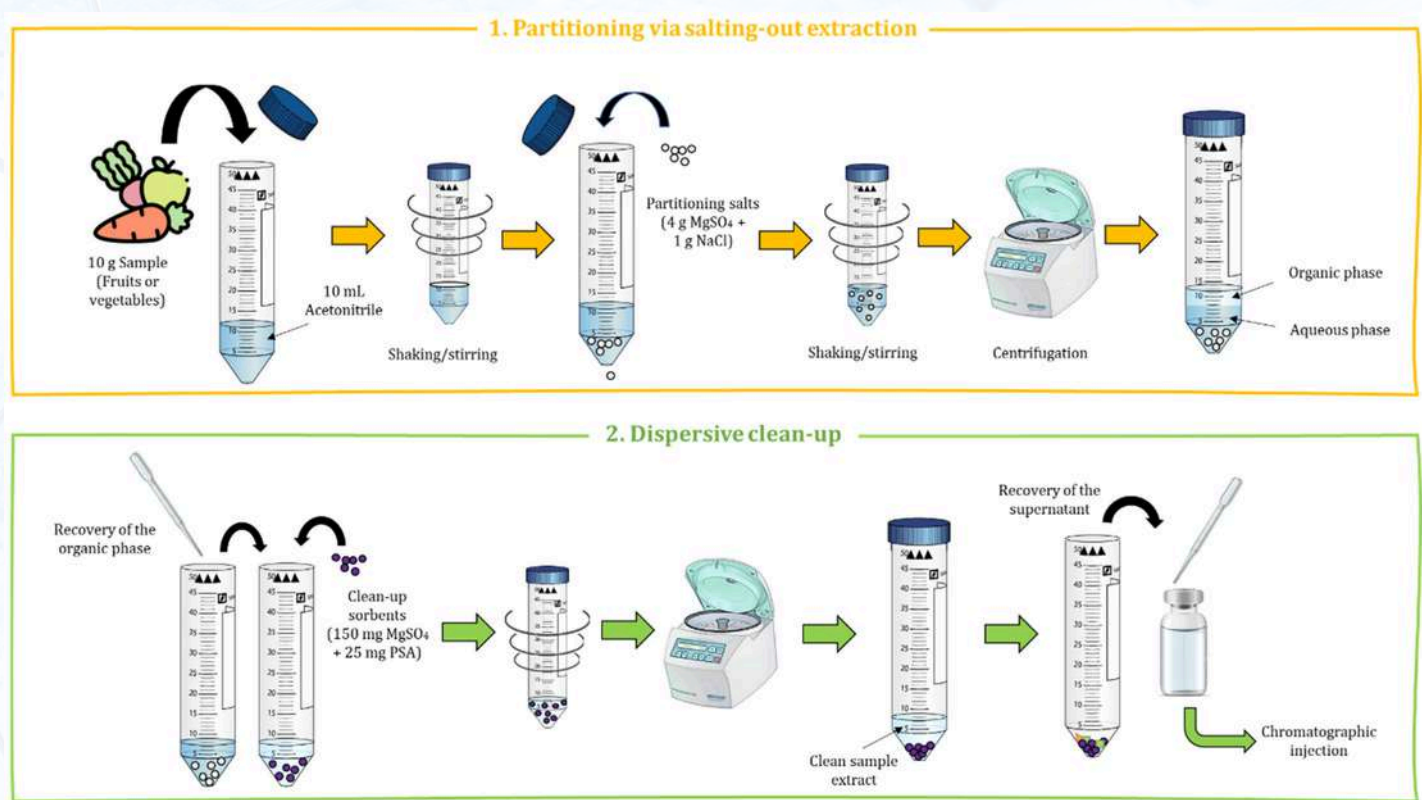
ล้างผลไม้ในน้ำยา นาน 15 นาที

3

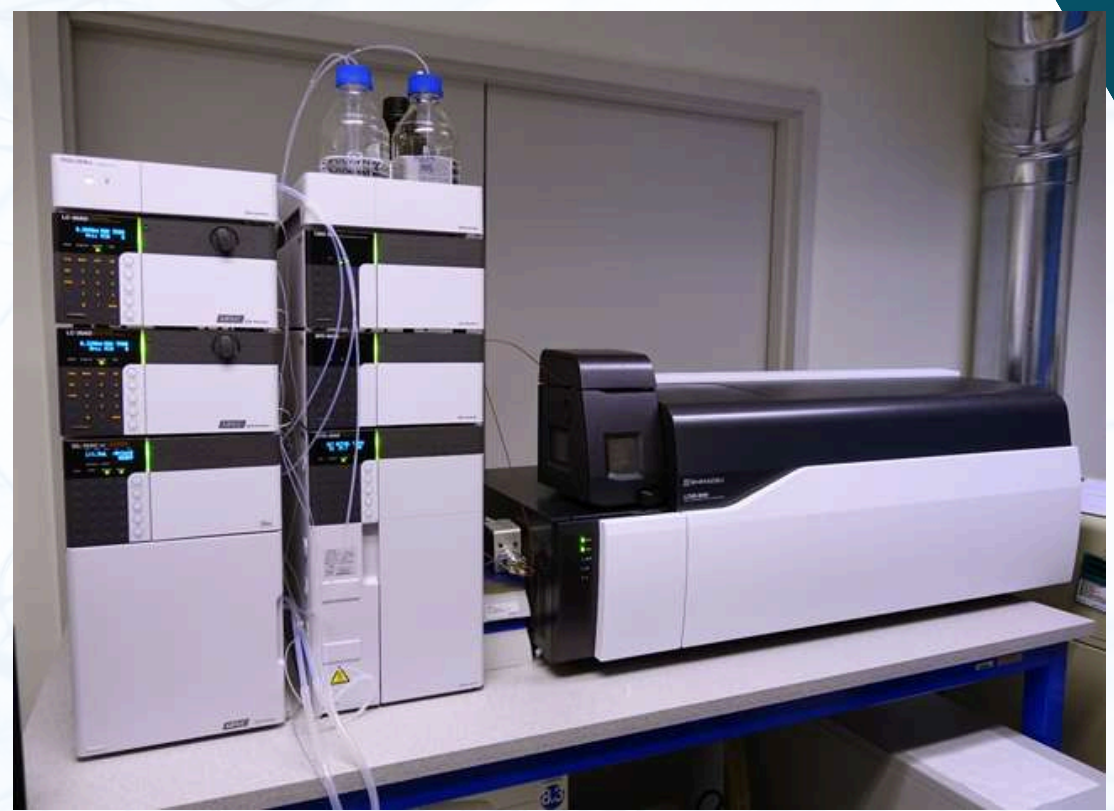


ล้างซ้ำด้วยน้ำเปล่า 2 ครั้ง เพื่อกำจัด Detergent ตกค้าง

## 03 การวิเคราะห์สารตกค้างสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช



pesticide extraction in vial



ตัวอย่างแอปเปิลและทำการสกัดสารตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชด้วย QuEChERS extraction

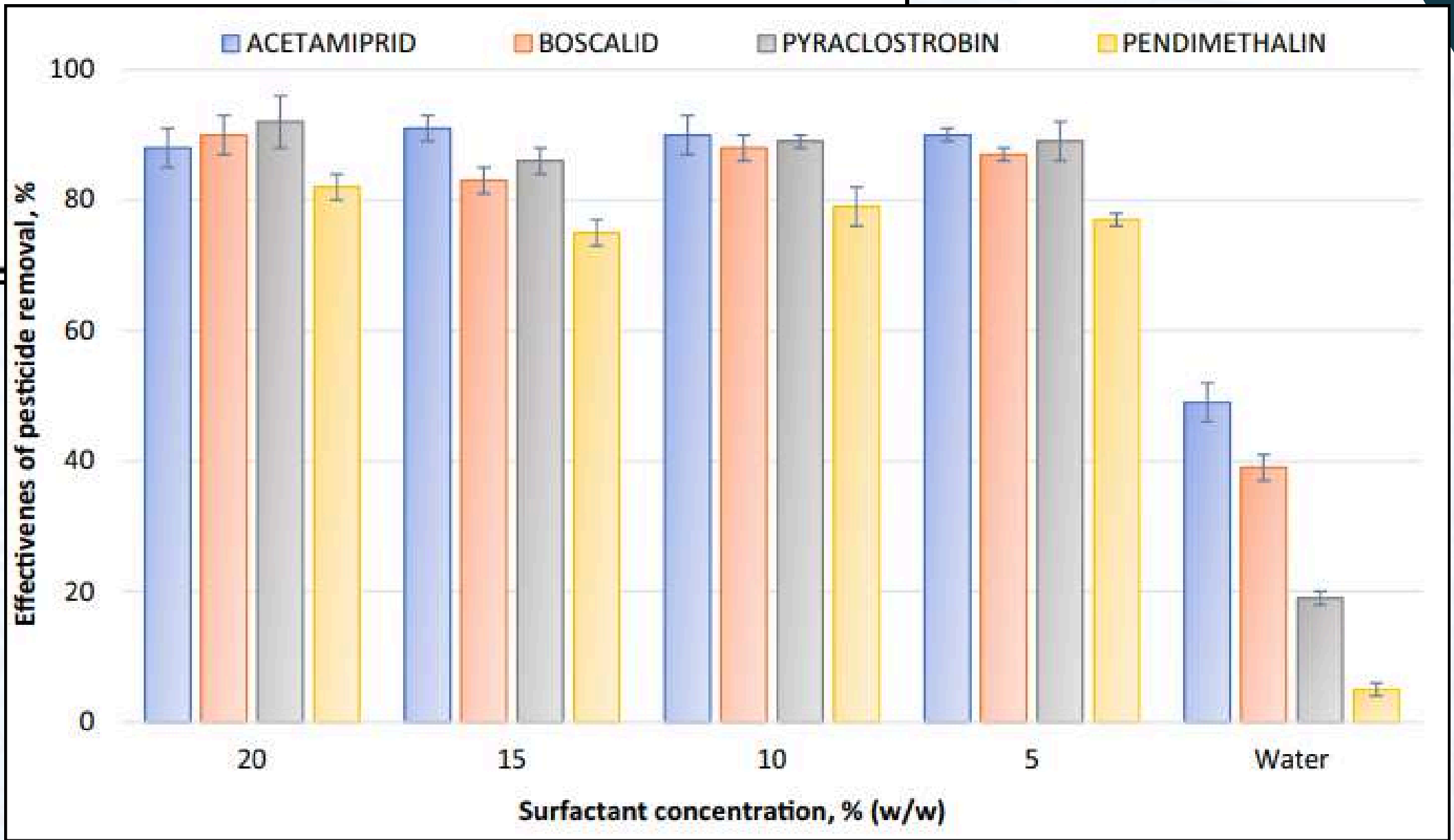
วิเคราะห์ปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ด้วยเทคนิค LC-MS/MS (Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry)

## 04 การคำนวณประสิทธิภาพการกำจัด

$$\text{Effectiveness of pesticide residues removal}[\%] = \frac{\text{Pesticide residues in unwashed material}[\text{mg/kg}] - \text{Pesticide residues in washed material}[\text{mg/kg}]}{\text{Pesticide residues in unwashed material}[\text{mg/kg}]} \times 100$$

TABLE 3 Formulations of prototypes of detergents for fruits and vegetables.

Name according to INCI nomenclature	Concentration [% (w/w)]			
	20	15	10	5
Laureth-4	7.7	5.8	3.8	1.9
Laureth-10	12.3	9.2	6.2	3.1
Aqua	to 100			
Ethanol	5.0			
Parfum	0.3			
Sodium citrate	1.0			
Xanthan gum	0.5			
Sodium benzoate potassium sorbate	0.1			



- ประสิทธิภาพการกำจัดยาฆ่าแมลงสูงกว่า 80% เมื่อใช้ Detergent สำหรับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชส่วนใหญ่
- น้ำให้ประสิทธิภาพต่ำกว่า โดยเฉพาะกับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ละลายน้ำได้น้อย เช่น pendimethalin

# ZEIN VALUE

17

Determination of irritant potential: Zein value คือการวัดศักยภาพของสารที่อาจก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง โดยใช้การทดสอบ ค่า Zein ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน Zein ที่ละลายในสารซักฟอก

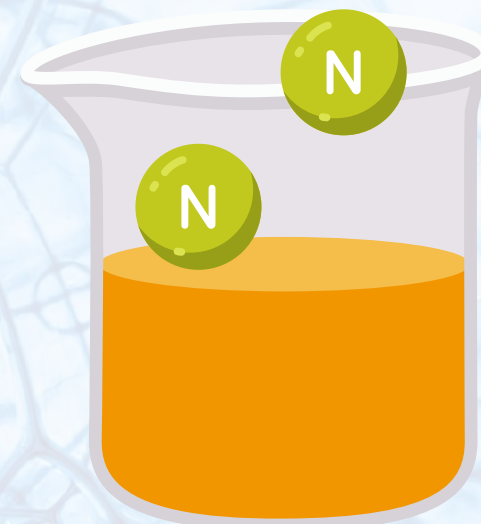
## วิธีการทดสอบ Zein Value

01



ใช้ Zein Protein 2 กรัม  
ละลายใน Detergent  
ที่เจือจาง (1% w/w)

02



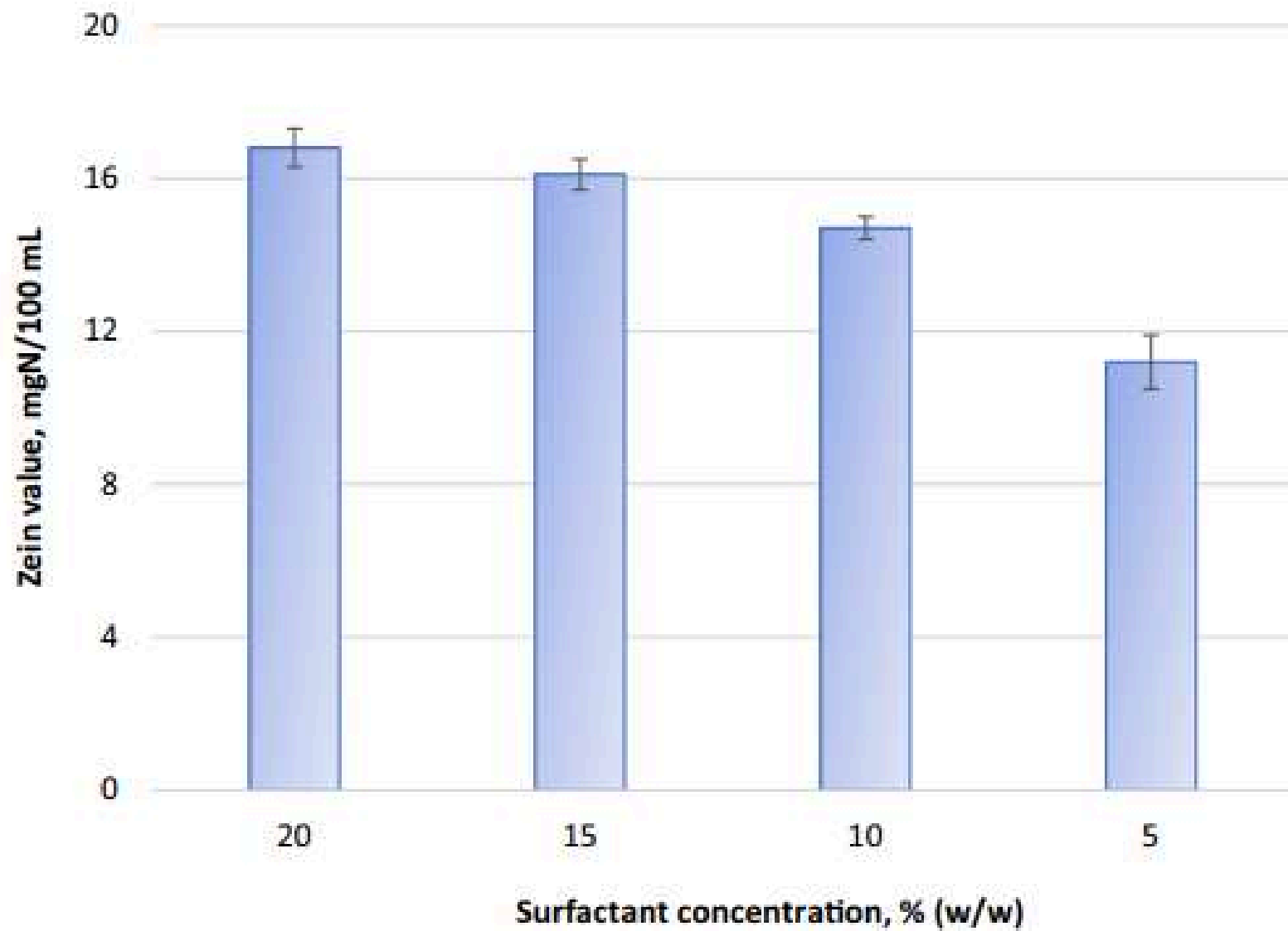
ตรวจวัดปริมาณไนโตรเจนที่หลุด  
ออกมาจาก Zein Protein โดย  
ใช้วิธี Kjeldahl



03

**mgN/100 mL**

ค่าที่ได้จะถูกแสดงเป็น  
mgN/100 mL  
ซึ่งยิ่งค่าสูงยิ่งบ่งชี้ถึงศักยภาพใน  
การทำให้เกิดการระคายเคือง



**FIGURE 8** Zein value as a function of surfactant concentration in 1% (w/w) solution of C12E4/C12E10\_1:1.6 model detergents.

## การแปลผลค่า Zein

- ค่าต่ำ (<50 mgN/100 mL): ผลิตภัณฑ์จัดอยู่ในกลุ่ม "ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง"
- ค่าปานกลาง (50–200 mgN/100 mL): อาจทำให้เกิดการระคายเคืองในบางคน
- ค่าสูง (>200 mgN/100 mL): มีศักยภาพก่อให้เกิดการระคายเคืองสูง

- ค่า Zein ของสารซักฟอกที่พัฒนาขึ้นอยู่ในช่วง 11–17 mgN/100 mL
- ค่าดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก ซึ่งหมายถึงสารซักฟอกมีศักยภาพในการก่อให้เกิดการระคายเคืองต่ำ และปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน



**CONCLUSION  
AND  
SUGGESTIONS**

## ประสิทธิภาพการกำจัด สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

- Smart Detergent สามารถกำจัดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้มากกว่า 80% ในทุกชนิดที่ทำการทดสอบ (เช่น acetamiprid, boscalid, pyraclostrobin)
- มีประสิทธิภาพสูงกว่าการล้างด้วยน้ำเปล่า โดยเฉพาะกับยาฆ่าแมลงที่ละลายน้ำได้น้อย เช่น pendimethalin

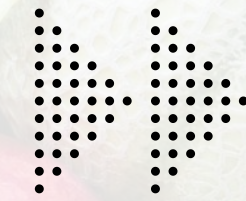
## ความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

ค่า Zein Value ต่ำ (11–17 mgN/100 mL) แสดงถึงความปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง

## พฤติกรรมของสารลดแรงตึงผิว

การใช้ Nonionic Surfactants ที่ออกแบบให้ตอบสนองต่ออุณหภูมิ (Cloud Point) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความสะอาด

# CONCLUSION



"งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนา **Smart Detergent** สำหรับล้างผลไม้ ซึ่งออกแบบมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสารตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช พร้อมทั้งปลอดภัยต่อผู้บริโภค และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม"

- ประสิทธิภาพสูงสุด >80%
- มีความปลอดภัย
- ตอบโจทย์การใช้งานจริง



## การขยายผลการศึกษาในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

ควรทดลอง Detergent กับผักและผลไม้ชนิดอื่น เช่น องุ่น สตรอว์เบอร์รี่ หรือผักใบเขียว เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการกำจัดสารตกค้างของยาฆ่าแมลงในผลิตภัณฑ์ที่มีพื้นผิวต่างกัน

## การปรับปรุงสูตร Detergent

ควรพัฒนาสูตรที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในเชิงพาณิชย์ เช่น การลดต้นทุนการผลิต การเพิ่มกลิ่นหอมที่เป็นธรรมชาติ และการปรับความหนืดให้เหมาะสมกับการใช้งาน

## การพัฒนาสู่ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เพิ่มการวิจัยเกี่ยวกับการใช้สารลดแรงตึงผิวที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาที่ยั่งยืนและสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น



**THANK YOU**

