



0.16, 0.11, 0.04 และ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แปลงทดลองที่ 4 พบสารพิษตกค้างอะซีทามิพริดปริมาณ 3.93, 1.13, 1.10, 0.49, 0.10, 0.02 และ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แปลงทดลองที่ 5 พบสารพิษตกค้างอะซีทามิพริดปริมาณ 1.67, 0.36, 0.11, 0.03, 0.01, <0.01 และ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแปลงทดลองที่ 6 พบสารพิษตกค้างอะซีทามิพริดปริมาณ 2.76, 1.31, 0.89, 0.41, 0.10, 0.06 และ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน และจากการศึกษาการสลายตัวของอะซีทามิพริดในคะน้าที่อุณหภูมิ  $-20 \pm 5$  °C พบว่าเก็บได้นานถึง 360 วัน โดยไม่มีการสลายตัวของสารพิษตกค้าง

## Abstract

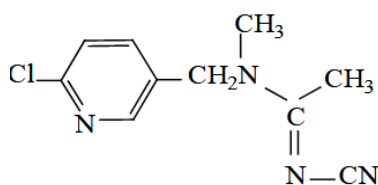
The study of acetamiprid residue in Chinese kale for establish Maximum Residue Limit (MRL) was conducted in 6 trials from 2016 to 2019 at Chaloeem Phra Kiat district, Saraburi province (trial 1), Mueang Nakhon Pathom district, Nakhon Pathom province (trial 2, 3 and 5), U Thong district, Suphan Buri province (trial 4) and Mueang district, Kanchanaburi province (trial 6). The application was performed with 10 grams of 20% SP acetamiprid per 20 liters of water (120 liters of water per rai). The residue field trial was consisted of untreated plot (control) and treated plot. The formulation of 20% SP acetamiprid was applied with 3 times to treated plot at 7 days interval. After the last application, samples were collected at 0, 1, 3, 5, 7, 10 and 14 days for residue analysis with QuEChERS method by using LC-MS/MS. The limit of quantification (LOQ) was 0.01 mg/kg. The results shown that residues were not detected or lower than LOQ in all untreated samples while treated samples were found the residue contained of 2.39, 0.62, 0.32, 0.31, 0.05, 0.05 and <0.01 mg/kg (Trial 1); 2.28, 1.14, 0.88, 0.43, 0.18, 0.05 and <0.01 mg/kg (Trial 2); 4.16, 0.96, 0.47, 0.16, 0.11, 0.04 and <0.01 mg/kg (Trial 3); 3.93, 1.13, 1.10, 0.49, 0.10, 0.02 and <0.01 mg/kg (Trial 4); 1.67, 0.36, 0.11, 0.03, 0.01, <0.01 and <0.01 mg/kg (Trial 5); and 2.76, 1.31, 0.89, 0.41, 0.10, 0.06 and <0.01 mg/kg (Trial 6) at 0, 1, 3, 5, 7, 10 and 14 days, respectively.

## 6. คำนำ

คะน้า (Chinese Kale) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยชนิดหนึ่ง จากสถิติในปี พ.ศ. 2559 ถึง 2560 มีพื้นที่ปลูก 55,723 ไร่ ผลผลิตทั้งหมด 70,152 ตัน และมีผลผลิตเฉลี่ย 1,474 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) และในปี พ.ศ. 2561 ถึง 2562 มีพื้นที่ปลูก 47,833 ไร่ ผลผลิตรวม 53,004 ตัน และมีผลผลิตเฉลี่ย 1,396 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562) คะน้าจัดอยู่ในพืชตระกูลกะหล่ำ (Cruciferae family) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica alboglabra* เป็นผักที่มีต้นกำเนิดในทวีปเอเชีย ปลูกมากในประเทศจีน ไต้หวัน ฮองกง มาเลเซีย รวมถึงประเทศไทย คะน้าเป็นผักอายุ 2 ปี แต่ปลูกเป็นผักฤดูเดียว สามารถปลูกได้ตลอดปี แต่ช่วงเวลาเพาะปลูกที่ดีที่สุดอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนเมษายน อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วัน คะน้าที่นิยมปลูกในประเทศไทยมี 3 พันธุ์คือ พันธุ์ใบกลม มีลักษณะใบกว้างใหญ่ ปล้องสั้น ปลายใบมนและผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อย

ได้แก่ พันธุ์ฝางเบอร์ 1 พันธุ์ใบแหลม เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะใบแคบกว่าพันธุ์ใบกลม ปลายใบแหลม ข้อห่าง ผิวใบเรียบ ได้แก่ พันธุ์ P.L.20 และพันธุ์ยอดหรือก้าน มีลักษณะใบเหมือนกับคะน้าใบแหลม แต่จำนวนใบต่อต้นมีน้อยกว่า ปลูกยาวกว่า ได้แก่ พันธุ์แม่โจ้ 2 (สุนิสา, 2551) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าคะน้าจะเป็นพืชที่ปลูกง่ายและปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย แต่จากข้อมูลของกรมส่งเสริมการเกษตรพบโรคพืชและแมลงที่สำคัญในคะน้า ได้แก่ โรครากเน่าโคนเน่า โรคราน้ำค้าง ด่างหมัดผัก หนอนใยผัก และหนอนกระทู้ผัก ทำให้เกษตรกรประสบปัญหาผลผลิตที่ลดลงหรือผลผลิตคุณภาพต่ำ จึงจำเป็นต้องใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชชนิดต่างๆ ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

อะซีทามิพริด (acetamiprid) เป็นวัตถุอันตรายทางการเกษตร จัดอยู่ในกลุ่มสารเคมี neonicotinoid มีสูตรโครงสร้างแสดงดังภาพที่ 1 เป็นสารกำจัดแมลงประเภทไม่ดูดซึม ออกฤทธิ์กึ่งตายและถูกตัวตาย ใช้กำจัดหนอนใยผัก เพลี้ยไฟ หนอนชอนใบ เพลี้ยอ่อน แมลงหีข้าว และไรแดง อัตราแนะนำที่ใช้ในพืชตระกูลกะหล่ำ เช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก คะน้า และกวางตุ้ง คืออะซีทามิพริด 20% SP ปริมาณ 10 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร (กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2554)



ภาพที่ 1 แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของอะซีทามิพริด (JMPR, 2020)

แม้ว่าอะซีทามิพริดจะมีฤทธิ์กำจัดหนอนใยผักในคะน้า แต่พบว่าในประเทศไทยยังไม่มีกรณีขึ้นทะเบียนในพืชตระกูลนี้ ดังนั้นการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของอะซีทามิพริดในคะน้าแบบ Supervised trials จะทำให้ได้ข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณากำหนดปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดหรือ MRLs ของอะซีทามิพริดในคะน้า เพื่อใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงในการผลิตและควบคุมตรวจสอบคะน้าที่ผลิต นำเข้า และส่งออก อีกทั้งยังสามารถกำหนดระยะเวลาตั้งแต่พ่นสารครั้งสุดท้ายจนถึงวันเก็บเกี่ยวหรือระยะหยุดพ่นสารก่อนเก็บเกี่ยว (Pre harvest interval: PHI) เพื่อให้เกษตรกรนำสารไปใช้อย่างถูกต้องและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

## 7. วิธีดำเนินการ

### 7.1 อุปกรณ์ สารเคมี

7.1.1 การทำแปลงทดลอง ได้แก่ เครื่องพ่นแบบติดเครื่องยนต์สะพายหลังขนาดถังบรรจุ 25 ลิตร (Motorized knapsack sprayer) ชุดสวมใส่ป้องกันขณะพ่นวัตถุอันตราย หน้ากากอนามัย ถุงมือ นาฬิกาจับเวลา เครื่องวัดความเร็วลม เครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Temperature Data Logger) ตลับเมตร เชือกฟาง หมุดหัวน็อต เครื่อง

ซึ่งขนาดพกพา เครื่องแก้ว เช่น กระจกตวง ปีกเกอร์ ขวดแก้ว แท่งแก้วคนสาร และวัตถุอันตรายอะซีทามิพริต 20% SP (ซื้อการค้า โมแลน)

7.1.2 ห้องปฏิบัติการ ได้แก่ สารมาตรฐานอะซีทามิพริต ความบริสุทธิ์ 98.1% เครื่องชั่งทศนิยม 2 และ 5 ตำแหน่ง เครื่องแก้ว ได้แก่ กระจกตวง ปีกเกอร์ ขวดแก้ว ขวดปรับปริมาตร autosampler vial และแท่งแก้วคนสาร micropipette ขนาด 10-20, 10-100 และ 100-1,000 ไมโครลิตร centrifuge tube ขนาด 15 และ 50 มิลลิลิตร syringe filter PTFE ขนาด 0.2 ไมครอน เครื่อง vortex mixer เครื่อง centrifuge สารเคมีต่างๆ ได้แก่ acetonitrile, magnesium sulfate anhydrous, primary-secondary amine (PSA), graphitized carbon black (GCB), sodium chloride, trisodium citrate dihydrate, di-sodium hydrogen citrate sesquihydrate, ammonium formate, formic acid และไนโตรเจนเหลว เครื่องตรวจวิเคราะห์ Liquid chromatography tandem mass spectrometer (LC/MS-MS)

## 7.2 วิธีการ

### 7.2.1 การทำแปลงทดลอง

7.2.1.1 วางแผนการทดลองเป็นแบบ Supervised trials โดยเลือกพื้นที่ทำแปลงทดลอง 6 แปลง แต่แปลงทดลองต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 30 กิโลเมตร ภายใต้การทำแปลงทดลองในปีเดียวกัน

แปลงทดลองที่ 1 อยู่ที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี ทำการทดลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม 2560

แปลงทดลองที่ 2 อยู่ที่อำเภอมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม ทำการทดลองระหว่างเดือนมิถุนายน - กรกฎาคม 2560

แปลงทดลองที่ 3 อยู่ที่อำเภอมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม ทำการทดลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม 2561

แปลงทดลองที่ 4 อยู่ที่อำเภออุทุมพร จังหวัดสุพรรณบุรี ทำการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม - เมษายน 2561

แปลงทดลองที่ 5 อยู่ที่อำเภอมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม ทำการทดลองระหว่างเดือนธันวาคม 2561 - มกราคม 2562

แปลงทดลองที่ 6 อยู่ที่อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี ทำการทดลองระหว่างเดือนเมษายน - พฤษภาคม 2562

7.2.1.2 แต่ละแปลงการทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 แปลงทดลองย่อย คือแปลงควบคุม (Untreated plot) เป็นแปลงทดลองที่ไม่ใช้วัตถุพิษอะซีทามิพริต และแปลงทดลองที่ใช้วัตถุพิษอะซีทามิพริต (Treated plot) ตามอัตราแนะนำ คือ 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ในอัตรการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ (กลุ่มกัญและสัตววิทยา, 2553)

7.2.1.3 สอบเทียบ (calibrate) เครื่องพ่นชนิด Motorized knapsack sprayer ก่อนทำการทดลอง เพื่อหาอัตราการใช้น้ำ (flow rate) และเวลา (target time) ในการเดินพ่นวัตถุพิษต่อพื้นที่แปลงทดลอง และทำการทดสอบคนพ่นวัตถุพิษให้เดินตรงกับเวลาที่หาได้จากการ calibrate เพื่อควบคุมการพ่นวัตถุพิษให้มีความสม่ำเสมอ และถูกต้องแม่นยำ

7.2.1.4 พ่นวัตถุพิษอะซีทามิพริตในแปลงทดลองย่อย (Treated plot) 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน หลังการพ่นวัตถุพิษครั้งสุดท้าย สุ่มเก็บตัวอย่างค่น้ำที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างอะซีทามิพริต โดยน้ำหนักตัวอย่างที่สุ่มเก็บต้องไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม แต่ละแปลงทดลองย่อยจะสุ่ม

เก็บตัวอย่าง 2 ซ้ำต่อการเก็บแต่ละครั้ง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงควบคุมก่อน จากนั้นจึงสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงที่ปนวัตถุมีพิษอะซีทามิพริต

7.2.1.5 ขนส่งตัวอย่างที่สุ่มเก็บจากแปลงทดลองมาที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร โดยบรรจุตัวอย่างใส่ถุงเก็บตัวอย่าง แต่ละถุงมีป้ายชื่อตัวอย่างและชื่อวัตถุมีพิษระบุชัดเจน บรรจุน้ำแข็งใส่ถุงใส่ในกล่องโฟมที่มีตัวอย่างบรรจุอยู่ เพื่อรักษาสภาพตัวอย่างระหว่างการขนส่ง เมื่อถึงห้องปฏิบัติการให้เก็บตัวอย่างในตู้แช่อุณหภูมิต่ำ  $-20 \pm 5$  °C

## 7.2.2 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างอะซีทามิพริตในคะน้า

### 7.2.2.1 ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี QuEChERS (EN15662, 2008)

1) เตรียมตัวอย่าง โดยหั่นตัวอย่างคะน้าและนำไปปั่นกับไนโตรเจนเหลวด้วยเครื่องปั่นตัวอย่าง และเก็บในตู้แช่ที่อุณหภูมิต่ำ  $-20 \pm 5$  °C

2) ชั่งตัวอย่างคะน้า 10 กรัม ใส่ centrifuge tube ขนาด 50 มิลลิลิตร สกัดตัวอย่างด้วยวิธี QuEChERS (EN15662, 2008) โดยเติม acetonitrile 10 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 1 นาที เติม magnesium sulfate anhydrous 4 กรัม sodium chloride 1 กรัม trisodium citrate dihydrate 1 กรัม และ di-sodium hydrogen citrate sesquihydrate 0.5 กรัม แล้วเขย่าอีก 1 นาที นำไป centrifuge ด้วยความเร็ว 3,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นดูดสารละลาย 5 มิลลิลิตร ใส่ centrifuge tube ขนาด 15 มิลลิลิตร ที่มี magnesium sulfate anhydrous 750 มิลลิกกรัม PSA 125 มิลลิกกรัม และ GCB 45 มิลลิกกรัม เขย่าด้วย vortex mixer เป็นเวลา 1 นาที นำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 3,500 รอบต่อนาที อีก 5 นาที กรองสารละลายที่ได้ด้วย syringe filter ขนาด 2 ไมโครเมตร ใส่ขวดแก้วขนาด 10 มิลลิลิตร ดูดสารละลายที่กรองแล้ว 1.0 มิลลิลิตร ใส่ autosampler vial และเติม 10% formic acid 10 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง LC/MS-MS

3) เตรียมสารละลายมาตรฐานของอะซีทามิพริตในสารละลายที่สกัดจาก sample blank ตามวิธีสกัดตัวอย่าง ที่ระดับความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, และ 0.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (working standard solution) เพื่อสร้าง calibration curve ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานอะซีทามิพริต (แกน x) กับ peak area (แกน y) ซึ่งมีค่า correlation ของ linear regression (r) ไม่น้อยกว่า 0.995

7.2.2.2 สภาวะการทำงานของเครื่อง LC-MS/MS สำหรับตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างอะซีทามิพริตในคะน้า

Column: Phenomenex 2.6  $\mu$ m XB C18 100A, 100 mm  $\times$  2.1 mm

Temperature : 40 °C

Ion mode : ESI (positive)

Source parameters : Gas Temp (°C) 350

Gas Flow (L/min) 10

Nebulizer (psi) 45  
 Capillary (V) 3500  
 Injection volume : 2  $\mu$ L  
 Mass parameters :

	Precursor ion	Product ion	Dwell	CE (V)
Acetamidiprid	223.1	126.0	100	20
	223.1	56.0	100	20

Mobile phase : 5 mM ammonium formate in water (A), acetonitrile (B)  
 Run time : 6 min

Time	Flow rate	Solvent A (%)	Solvent B (%)
0	0.4	80	20
0.5	0.4	80	20
2.0	0.4	50	50
3.5	0.4	50	50
4.5	0.4	80	20
6.0	0.4	80	20

### 7.2.2.3 การหาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์

ศึกษาประสิทธิภาพของการวิเคราะห์สารพิษตกค้างอะซีตามิพริดในค่น้ำด้วยวิธี QuEChERS (EN15662, 2008) ที่ระดับความเข้มข้น 0.01, 0.2, 4.0 และ 8.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเข้มข้นละ 8-10  $\mu$ g พิสูจน์ความแม่นยำ (accuracy) จากร้อยละการกลับคืน (%recovery) และพิสูจน์ความเที่ยง (precision) จากร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพันธ์ (%RSD)

#### เวลาและสถานที่ :

เริ่มต้นเดือนตุลาคม 2559 และสิ้นสุดเดือนกันยายน 2562 รวมระยะเวลา 3 ปี โดย  
 ปี 2560 ทำการทดลองในแปลงค่น้ำที่จังหวัดสระบุรีและนครปฐม ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - กรกฎาคม  
 ปี 2561 ทำการทดลองในแปลงค่น้ำที่จังหวัดนครปฐมและสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - ธันวาคม  
 ปี 2562 ทำการทดลองในแปลงค่น้ำที่จังหวัดนครปฐมและกาญจนบุรี ระหว่างเดือนมกราคม - พฤษภาคม  
 ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

## 8.1 ประสิทธิภาพของวิธีการตรวจวิเคราะห์

วิเคราะห์สารพิษตกค้างอะซีโทนิฟริดในตัวอย่างค่น้ำด้วยวิธี QuEChERS (EN15662, 2008) ศึกษาที่ระดับความเข้มข้น 0.01, 0.2, 4.0 และ 8.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่ามี %recovery อยู่ในช่วง 76-101% และ %RSD อยู่ในช่วง 2-11% ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ (Eurachem, 2014) และความเข้มข้นต่ำสุดของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างอะซีโทนิฟริดในค่น้ำที่สามารถตรวจวัดได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ (Limited of Quantification, LOQ) เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างอะซีโทนิฟริดในค่น้ำ

ระดับความเข้มข้น (mg/kg)	%recovery	ค่าเฉลี่ย %recovery	%RSD
0.01	78, 77, 76, 76, 101, 83, 81, 100, 81, 83	84	11
0.2	89, 87, 87, 86, 87, 84, 88, 87, 88, 87	87	2
4.0	78, 79, 82, 85, 84, 82, 83, 84, 84, 85	83	3
8.0	89, 88, 89, 77, 81, 86, 80, 81	84	6

## 8.2 สถานะการสลายตัวระหว่างการเก็บรักษา (storage stability) ของอะซีโทนิฟริดในค่น้ำ

ศึกษาการสลายตัวระหว่างการเก็บรักษา (storage stability) ของสารพิษตกค้างอะซีโทนิฟริดในตัวอย่างค่น้ำ ที่ระยะเวลา 0, 3, 7, 14, 30, 60, 120, 180 และ 360 วัน โดยศึกษาที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หรือ 10 เท่าของค่า LOQ (FAO, 2016) หลังจาก fortified สารมาตรฐานที่ความเข้มข้นดังกล่าวแล้ว เก็บตัวอย่าง storage stability ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ  $-20 \pm 5$  °C เมื่อถึงระยะเวลาที่ศึกษา นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ด้วยวิธีเดียวกันกับตัวอย่างจากแปลงทดลอง เปรียบเทียบตัวอย่าง storage stability กับ concurrent recovery ที่สกัดภายในวันเดียวกัน เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์ จากผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละสารพิษตกค้าง อะซีโทนิฟริดในค่น้ำที่เก็บไว้ตั้งแต่ระยะเวลา 0 ถึง 360 วัน มีค่าอยู่ระหว่าง 80-90% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ คือสารพิษตกค้างต้องไม่สลายตัวไปเกินกว่า 30% ของความเข้มข้นที่ศึกษาหรือค่าเฉลี่ยร้อยละสารพิษตกค้างที่เหลืออยู่ต้องมากกว่า 70% (FAO, 2016) และ %concurrent recovery อยู่ในช่วง 75-101% ดังแสดงในตารางที่ 2 จึงสรุปได้ว่าสามารถเก็บตัวอย่างค่น้ำที่มีสารพิษตกค้างอะซีโทนิฟริดไว้ได้นาน 360 วัน ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ  $-20 \pm 5$  °C โดยไม่เกิดการสลายตัวของสารพิษตกค้าง

ตารางที่ 2 ค่าการสลายตัว (storage stability) ของสารพิษตกค้างอะซีโทนิฟริดในค่น้ำที่ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลา (วัน)	% concurrent recovery		ปริมาณสารพิษตกค้าง ที่เหลืออยู่ (mg/kg)		ค่าเฉลี่ยร้อยละ สารพิษตกค้างที่ เหลืออยู่
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	

0	87	101	0.09	0.09	90
3	85	89	0.09	0.09	90
7	75	92	0.08	0.08	80
14	85	85	0.08	0.08	80
30	88	87	0.09	0.08	85
60	92	89	0.08	0.09	85
120	96	100	0.08	0.09	85
180	99	99	0.09	0.08	85
360	95	92	0.08	0.08	80

### 8.3 ปริมาณสารพิษตกค้างอะซีทามิพริดในคะน้าจากแปลงทดลอง

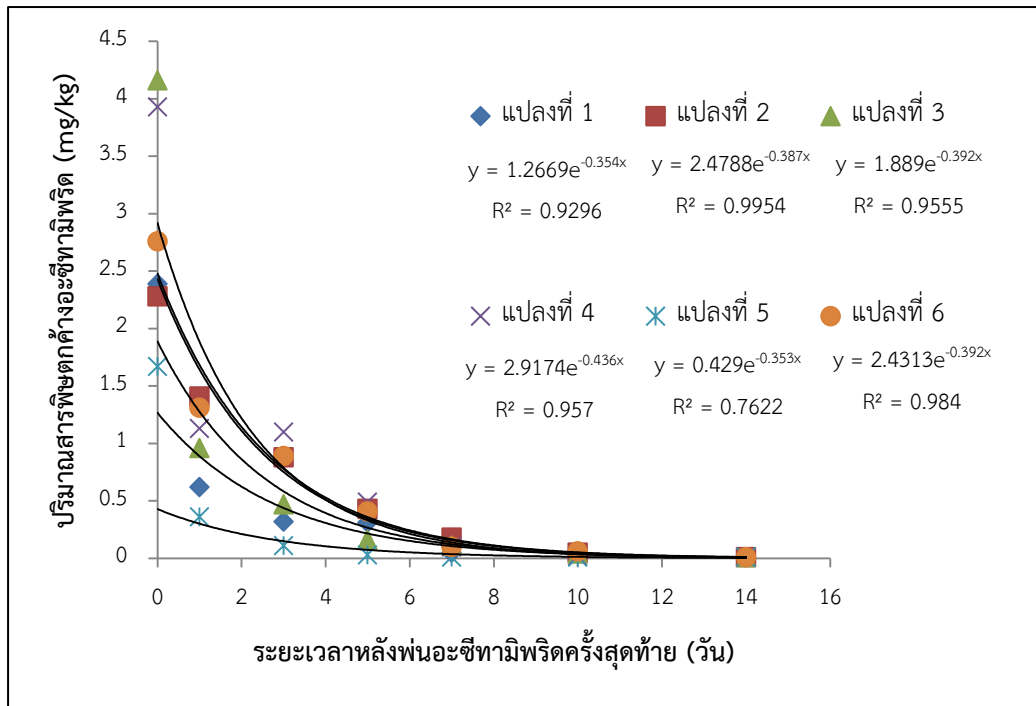
จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างอะซีทามิพริดในตัวอย่างคะน้าจากแปลงทดลองที่ใช้สารตามอัตราแนะนำ พบว่าหลังการพ่นอะซีทามิพริดครั้งสุดท้ายที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน มีปริมาณสารพิษตกค้างลดลงตามระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นแนวโน้มเดียวกันทั้ง 6 แปลงการทดลอง โดยจะเห็นว่าปริมาณสารพิษตกค้างที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ 0 และ 1 วัน การสลายตัวของสารพิษตกค้างเกิดขึ้นค่อนข้างรวดเร็ว ในขณะที่ตั้งแต่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ 3 ถึง 14 วัน การสลายตัวของสารพิษตกค้างจะค่อยๆ ลดลงตามลำดับ ซึ่งเป็นการสลายตัวแบบ exponential ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยแปลงทดลองที่ 1, 2, 3, 5 และ 6 พบสารพิษตกค้าง อะซีทามิพริดมีค่าน้อยกว่า LOQ ที่ระยะเก็บเกี่ยว 14 วัน ในขณะที่แปลงทดลองที่ 4 มีค่าสารพิษตกค้าง อะซีทามิพริดน้อยกว่า LOQ ตั้งแต่ระยะเก็บเกี่ยวที่ 10 วัน ดังแสดงในตารางที่ 3 และตัวอย่างจากแปลงควบคุม (Untreated plot) ตรวจพบปริมาณสารพิษตกค้างอะซีทามิพริดน้อยกว่าค่า LOQ ในทุกตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่ามีการสลายตัวของอะซีทามิพริดเมื่อจำนวนวันหลังการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามประเทศไทยและ Codex ยังไม่มีการกำหนดค่า MRLs ของอะซีทามิพริดในคะน้า (FAO/WHO, 2020) แต่สหภาพยุโรปกำหนดค่า EU MRLs เท่ากับ 0.01 mg/kg (EU, 2020) ซึ่งเป็นค่า default MRL ดังนั้นจึงระบุให้ตรวจพบสารพิษตกค้างอะซีทามิพริดในคะน้าได้ไม่เกิน 0.01 mg/kg ซึ่งใช้ค่านี้เป็นเกณฑ์อ้างอิงชั่วคราว



ตารางที่ 3 ปริมาณสารพิษตกค้างในคะน้าจากแปลงทดลองที่ใช้อะซีทามิพริดตามอัตราแนะนำ

ระยะเวลาหลัง พ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้างอะซีทามิพริด (mg/kg)					
	แปลงที่	แปลงที่	แปลงที่	แปลงที่	แปลงที่	แปลงที่
	1	2	3	4	5	6
0	2.39	2.28	4.16	3.93	1.67	2.76
1	0.62	1.41	0.96	1.13	0.36	1.31
3	0.32	0.88	0.47	1.10	0.11	0.89
5	0.31	0.43	0.16	0.49	0.03	0.41
7	0.05	0.18	0.11	0.10	0.01	0.10
10	0.05	0.05	0.04	0.02	<LOQ	0.06
14	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

LOQ = 0.01 mg/kg



ภาพที่ 2 กราฟแสดงการสลายตัวของสารพิษตกค้างอะซีทามิพริดในคะน้าจากแปลงทดลองที่ 1-6



## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

จากการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างอะซีทามิพริดในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ทำการทดลองแบบ Supervised residue trials โดยพ่นวัตถุมีพิษตามอัตราแนะนำคือ อะซีทามิพริด 20% SP ปริมาณ 10 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ พ่นวัตถุมีพิษ 3 ครั้ง แต่แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน หลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย สุ่มเก็บตัวอย่างคะน้าที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน นำตัวอย่างมาสกัดด้วยวิธี QuEChERS (EN15662, 2018) และวิเคราะห์สารพิษตกค้างอะซีทามิพริดด้วยเครื่อง LC-MS/MS จากผลการวิเคราะห์พบว่าอะซีทามิพริดมีการสลายตัวเมื่อจำนวนวันหลังการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ตัวอย่างคะน้าจากแปลงทดลองทั้ง 6 แปลง มีปริมาณสารพิษตกค้าง อะซีทามิพริดอยู่ระหว่าง 4.16 ถึงน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมหรือน้อยกว่าค่า LOQ ในขณะที่ตัวอย่างจากแปลงควบคุมมีปริมาณสารพิษตกค้างอะซีทามิพริดน้อยกว่าค่า LOQ ในทุกตัวอย่าง สามารถเก็บตัวอย่างคะน้าที่มีสารพิษตกค้างอะซีทามิพริดไว้ได้นาน 360 วัน ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ  $-20 \pm 5$  °C โดยไม่เกิดการสลายตัวของสารพิษตกค้าง

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1) ข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างอะซีทามิพริดในคะน้าที่ศึกษานี้ สามารถนำไปประกอบการพิจารณากำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด ไม่ว่าจะเป็ค่า MRLs ของประเทศไทย ASEAN MRLs หรือ Codex MRLs เพื่อใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงในการผลิต การค้า และการควบคุมตรวจสอบคะน้าที่ผลิต นำเข้า และส่งออก

2) จากการศึกษการสลายตัวของอะซีทามิพริดในคะน้า ทำให้ทราบอัตราแนะนำที่ใช้ ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว (PHI) ซึ่งสามารถนำข้อมูลไประบุบนฉลากหรือคำแนะนำการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร เพื่อให้เกษตรกรนำข้อมูลนี้ไปใช้ได้ถูกต้องและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

## 11. เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. *คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 303 หน้า

กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2554. *แมลงศัตรูผัก เห็ด และไม้ดอก*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 74 หน้า

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.agriinfo.doae.go.th/year60/plant/rortor/veget/17.pdf> (10 พฤษภาคม 2561).

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2562. ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.agriinfo.doae.go.th/year62/plant/rortor/veget/17.pdf> (17 มกราคม 2563).

สุนิสา ประไพตระกูล. 2551. *พืชตระกูลกะหล่ำ (คะน้า, ผักกาดกวางตุ้ง): คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร*. กรมส่งเสริมการเกษตร. 40 หน้า

EN15662. 2008. *Food of Plant Origin-Determination of Pesticide Residue Using GC-MS and/or LC-MS/MS Following Acetonitrile Extraction/Partitioning and Clean-up by Dispersive SPE-QuEChERS method*.

Eurachem. 2014. *The Fitness for Purpose of Analytical Methods a Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics*. 2<sup>nd</sup> ed.

EU. 2020. *Eu Pesticides Database European Commission*. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=pesticide.residue.CurrentMRL&residue.CurrentMRL&language=EN>. (16 กุมภาพันธ์ 2563).

FAO. 2016. *Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed*. 3<sup>rd</sup>ed. FAO Plant Production and Protection Paper 225. 286p

FAO/WHO. 2020. *Codex Alimentarius International Food Standard*. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/en/?p\\_id=246](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/en/?p_id=246). (16 กุมภาพันธ์ 2563).

JMPR. 2020. *Joint FAO/JMPR Meeting on Pesticide Residues*. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/JMPR/Evaluation11/Acetamiprid.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation11/Acetamiprid.pdf) (16 กุมภาพันธ์ 2563).