วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 27 (ฉบับที่ 2) พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2565
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 27 (No.2) May – August 2022 บทความวิจัย

คาร์โบซัลแฟนตกค้างในผักคะน้าหลังการฉีดพ่น และ ความเสี่ยงจากการบริโภค กรณีศึกษา พื้นที่ปลูกผักตำบลโพนยาง อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ

Carbosulfan Residues in Chinese Kale after Spraying and their Consumption Risk, A Case Study at Vegetable Farm Area in Phonyang Sub-District, Wanghin District, Sisaket Province

ชิดหทัย เพชรช่วย*, ณภัทร จันพิรักษ์ และ รุ้งติญากาญจน์ พงษ์สุระ
Chidhathai Petchuay*, Naphat Janpirak and Rungtiyakan Pongsura
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
Department of Biological Science, Faculty of Science, Ubon Ratchatani University

Received : 13 July 2021
Revised : 7 October 2021
Accepted : 5 November 2021

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในผักคะน้า ที่ปลูกในพื้นที่ปลูกผัก ตำบลโพนยาง อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ โดยทำการเปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟนในผักคะน้าหลังการฉีดพ่นที่ระยะเวลา 1, 7 และ 10 วัน เมื่อผ่านการล้างและไม่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า รวมถึงการประเมินความเสี่ยงสุขภาพจากการบริโภคผักคะน้า ผลการวิเคราะห์พบปริมาณเฉลี่ยของสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในตัวอย่างผักคะน้า ที่เก็บเกี่ยวในวันที่ 1, 7 และ 10 โดยยังไม่ผ่านการล้าง มีค่าเท่ากับ 12.20, 1.74 และ 1.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยพบว่าสารตกค้างในตัวอย่างผักคะน้า ในวันที่ 7 และ 10 มีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บเกี่ยว และเมื่อนำตัวอย่างผักคะน้ามาผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า พบว่าปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างมีค่าเท่ากับ 2.70, 1.20 และ 1.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งพบว่าปริมาณสารตกค้างในตัวอย่างผักคะน้าเมื่อผ่านการล้างมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในวันแรกของการเก็บเกี่ยวเท่านั้น เมื่อเทียบกับเกณฑ์สารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้ (Maximum Residue Limits : MRLs) พบว่าในทุกตัวอย่างผักคะน้าพบปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ ซึ่งกำหนดให้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แม้ว่าจะผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า อย่างไรก็ตาม สำหรับผลการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้า พิจารณาจากค่าสัดส่วนอันตราย (Hazard Quotient : HQ) พบว่า ประชาชนผู้บริโภคผักคะน้าไม่มีความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้าที่มีสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในทุกๆ ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว (HQ < 1)

คำสำคัญ : คาร์โบซัลแฟนตกค้าง ; ผักคะน้า ; พฤติกรรมการใช้สารเคมี ; ความเสี่ยงจากการบริโภค

Abstract

The objective of this study was to analyze carbosulfan residues in Chinese kale growing at vegetable farm area, Phonyang Sub - District, Wanghin District, Sisaket Province, by comparing between without washing and washing with water after spraying at day 1, 7 and 10. Health risk assessment from Chinese kale consumption was also conducted. The results found that carbosulfan residues in Chinese kale samples after spraying in day 1, 7 and 10 were 12.20, 1.74 and 1.59 mg/kg, respectively. The residues found in day 7 and 10 decreased significantly comparing with those in the first day of harvesting. After washing, carbosulfan residues in Chinese kale were found 2.70, 1.20 and 1.14 mg/kg, respectively. It showed decreased significantly only in the first day of harvesting. Comparing with the Maximum Residue Limit (MRLs), it was found that all detected residue levels were higher than the MRLs which set as 0.5 mg/kg. However, the consumption risk estimation in term of Hazard Quotient (HQ) showed that there was no risk from Chinese kale consumption in any period after carbosulfan spraying which HQ < 1.

Keywords : carbosulfan residues ; chinese kale ; pesticide use behaviors ; consumption risk

***Corresponding author. E-mail** : chidhathai.p@ubu.ac.th

บทนำ

สารเคมีกำจัดศัตรูพืชถูกนำมาใช้ทางการเกษตรอย่างแพร่หลาย และมีแนวโน้มของปริมาณการใช้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ในระหว่างปี พ.ศ. 2548 ถึง 2558 พบว่าสถิติในการนำเข้าของสารเคมีมีปริมาณสูงขึ้นเรื่อยๆในทุก ๆ ปี โดยที่สารกำจัดวัชพืชมีการนำเข้ามากที่สุด รองลงมาคือสารเคมีกำจัดแมลง และสารป้องกันและกำจัดโรคพืช ตามลำดับ และจากการรายงานผลการเฝ้าระวังสารเคมีตกค้างในผักและผลไม้ของเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จากการสุ่มเก็บตัวอย่างผักและผลไม้ในเขต กรุงเทพมหานคร ปริมณฑล เชียงใหม่และอุบลราชธานี เพื่อตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช พบว่า ชนิดของผักที่พบปริมาณสารพิษตกค้างเกินค่า (Maximum Residue Limits : MRLs) ได้แก่ พริกแดง ร้อยละ 100 กระเพรา และถั่วฝักยาว ร้อยละ 66.67 คะน้า ร้อยละ 55.56 ผักกาดขาวปลี ร้อยละ 33.33 ผักบุ้งจีน ร้อยละ 22.22 มะเขือเทศ และ แตงกวา ร้อยละ 11.11 ในตัวอย่างมะเขือเปราะ (Thai-PAN, 2016)

ผักคะน้าเป็นผักชนิดหนึ่งที่นิยมปลูกและบริโภคกันมากในประเทศไทย และยังสามารถเพาะปลูกได้ทุกฤดูกาล เพราะมีราคาที่ไม่แพง มีอายุสั้นใช้เวลาในการเพาะปลูกเพียง 30 วัน ก็สามารถนำมาประกอบอาหารได้ ผักคะน้าหนึ่งต้นสามารถนำมาประกอบอาหารได้ทุกส่วนไม่ว่าจะเป็นต้นอ่อน ยอดอ่อน และช่อดอก (Kasuwan, 2008) จากรายงานสถานการณ์การปลูกผักคะน้า ในปี พ.ศ. 2559 เก็บข้อมูลโดยศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร พบว่า ประเทศไทยมีเนื้อที่ในการปลูกผักคะน้าประมาณ 55,723 ไร่ ปลูกมากที่สุดในพื้นที่จังหวัด นครปฐม กาญจนบุรี สมุทรสาคร และกำแพงเพชร ตามลำดับ (Department of Agricultural Extension, 2018) อย่างไรก็ตาม ในการปลูกผักคะน้ามักมีอุปสรรคในเรื่องของโรคที่เกิดขึ้นในผัก และแมลงศัตรูพืชที่พบในผัก ได้แก่ โรคราน้ำค้าง ใบไหม้ หนอนใยผัก หนอนเจาะยอด หนอนกระทู้ผัก (Jansrikun, 2000) เกษตรกรจึงได้มีการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดโรคและแมลงตามการระบาดของศัตรูพืช ทำให้มีโอกาสเป็นสาเหตุของสารเคมีตกค้างในผักปริมาณสูงตามมา มีงานวิจัยที่ศึกษาการตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในตัวอย่างผักที่จำหน่ายในตลาดสดและห้างสรรพสินค้า พบว่า ผักคะน้า เป็นหนึ่งในตัวอย่างผักที่พบระดับการตกค้างของสารเคมีในระดับไม่ปลอดภัยคิดเป็นร้อยละ 80 ของตัวอย่างที่ทำการศึกษา Pakakasma *et al*., 2017) หรือแม้แต่การตรวจสอบสารตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักคะน้าที่ชาวแคนซัสบริโภคในเอเชียพบว่า มีสารกำจัดศัตรูพืช 12 ชนิด ตรวจพบในตัวอย่างผักคะน้า คิดเป็นร้อยละ 85 และมีค่าสูงเกินปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้ (Maximum Residue Limits : MRLs) คิดเป็นร้อยละ 29 (Wanwimolruk *et al*., 2015)

ในการกำจัดแมลงและศัตรูพืชจะมีการเลือกใช้สารเคมีที่แตกต่างกันไปตามแต่ละพื้นที่ ซึ่งการใช้สารเคมีเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถกำจัดแมลงและศัตรูพืชที่อยู่ในแปลงผักได้อย่างรวดเร็ว จึงมีโอกาสที่จะเป็นสาเหตุในการทำให้เกิดสารพิษตกค้างในผักได้ในปริมาณสูงตามมา ซึ่งช่วงเวลาที่เหมาะแก่การเก็บเกี่ยวต้องทิ้งระยะห่างหลังการฉีดพ่นนาน 15 วัน จึงจะปลอดภัยต่อผู้เก็บเกี่ยวและผู้บริโภค (Claimon, 2010) ดังนั้นหากผู้บริโภคมีการบริโภคผักคะน้าที่มีการเก็บเกี่ยวก่อนระยะเวลาที่ปลอดภัยอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ อย่างไรก็ตาม ในสภาพความเป็นจริง ผักที่ไม่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชนั้นเป็นสิ่งที่หาได้ยาก ดังนั้น เพื่อให้ผู้บริโภคผักปลอดภัยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช การล้างผักจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการช่วยลดสารพิษตกค้างจากสารเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักได้ (Department of Health, 2011)

จากรายงานสถานการณ์การปลูกผักคะน้ารายจังหวัด ปี พ.ศ. 2559 พบว่า จังหวัดศรีสะเกษเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีการปลูกคะน้าเป็นจำนวนมาก จัดเป็นลำดับที่ 10 จาก 72 จังหวัดของประเทศไทยที่มีการเพาะปลูกผักคะน้า โดยมีเนื้อที่เพาะปลูกผักคะน้า 1,912 ไร่ มีจำนวนครัวเรือนที่ปลูกผักคะน้า 518 ครัวเรือน ราคาที่สามารถขายผักคะน้าได้อยู่ที่ 12.68 บาทต่อกิโลกรัม (Department of Agricultural Extension, 2018) ซึ่งมีการส่งขายในจังหวัดศรีสะเกษและจังหวัดใกล้เคียง พื้นที่ตำบลโพนยาง อำเภอวังหิน เป็นแหล่งปลูกผักคะน้าที่สำคัญแห่งหนึ่งของจังหวัดศรีสะเกษ โดยมีตลาดรับซื้อแหล่งใหญ่อยู่ที่จังหวัดอุบลราชธานี และจากการลงสำรวจพื้นที่ของผู้วิจัย พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกผักคะน้ามีการใช้สารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมต เป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะสารคาร์โบซัลแฟน (Carbosulfan) นิยมใช้มากที่สุด ซึ่งสารดังกล่าวมีคุณสมบัติเป็นสารดูดซึม มีฤทธิ์ทางการสัมผัส และการกิน มักนิยมใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลงในผลไม้ และผักชนิดต่างๆ (Chaiyunboon *et al.*, 2015) ดังนั้นถ้าเกษตรกรผู้ปลูกผักคะน้ามีการใช้สารเคมีในปริมาณที่ไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกวิธี อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อเกษตรกรเองรวมถึงผู้บริโภคผักคะน้าได้ นอกจากนี้ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผักคะน้าหลังจากการฉีดพ่นสารเคมีที่แตกต่างกัน รวมถึงการล้างผักคะน้าก่อนนำมาบริโภค อาจส่งผลต่อปริมาณการตกค้างของสารเคมีในผักคะน้าที่แตกต่างกัน

การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในผักคะน้า ที่เก็บเกี่ยวหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ที่ระยะเวลา 1, 7 และ 10 วัน ทั้งที่ผ่านการล้างและไม่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า รวมถึงสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผักคะน้าของประชาชนผู้บริโภค และทำการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้าที่มีสารคาร์โบซัลแฟนตกค้าง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

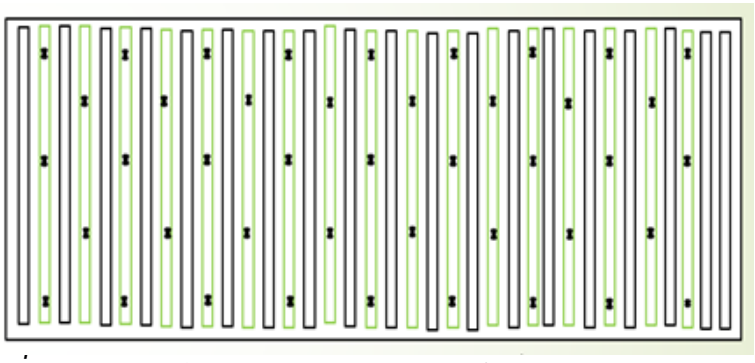
งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional Study) ทั้งเชิงสำรวจและเชิงทดลอง ในพื้นที่ปลูกผักคะน้าตำบลโพนยาง อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ โดยศึกษาปริมาณการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟนในผักคะน้าจากแปลงศึกษาของเกษตรกรในพื้นที่ จำนวน 3 แปลง รวมเนื้อที่ประมาณ 1 ไร่ และทำการสุ่มสำรวจข้อมูลการบริโภคผักคะน้าจากประชากรผู้บริโภคที่ซื้อผักจากตลาดขายส่งผักวารินเจริญศรี อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเป็นแหล่งส่งผักคะน้าแหล่งหลักของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา ทำการศึกษาระหว่าง เดือนมิถุนายน ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

2.เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคผักคะน้าจากกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคผักคะน้า โดยการสุ่มประชากรกลุ่มตัวอย่างจากประชาชนผู้ซื้อผักคะน้าที่ตลาดสดวารินเจริญศรี อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 40 คน เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้า ทำการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ทำการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นหลักของเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence; IOC) และนำไปทดลองใช้ กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง จำนวน 30 คน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ของเครื่องมือ ตามวิธีการของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม เท่ากับ 0.75

3. การเก็บตัวอย่างผักคะน้า

การเก็บตัวอย่างผักคะน้าได้ดัดแปลงจากวิธีการสุ่มและเก็บรักษาตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สารพิษตกค้างของกองวัตถุมีพิษการเกษตร (Agricultural Pesticides Division, 2002) ทำการเก็บตัวอย่างจาก 3 แปลง แต่ละแปลงมีขนาดประมาณ 55 เมตร x 18 เมตร โดยทำการตัดขอบแปลง เว้นระยะหัวและท้ายแถวข้างละ 1 เมตร แถวผักคะน้ามีจำนวน 28 แถว กำหนดจุดเก็บได้ 43 จุด เก็บตัวอย่างจุดละ 3 ต้น ในลักษณะเว้นแถว และสับระหว่างกัน (ภาพที่ 1) ทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 1, 7 และ 10 หลังการฉีดพ่นสารคาร์โบซัลแฟน รวมตัวอย่างผักคะน้าทั้งหมด 18 ตัวอย่าง นำผักคะน้าใส่ถุงซิปล๊อคที่ปิดสนิทบรรจุในภาชนะที่แช่เย็นปิดสนิท และนำมาสกัดทันที ณ ห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 1 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างในแปลงปลูกผักคะน้า (ขนาด 55 เมตร x 18 เมตร)

4. การวิเคราะห์สารคาร์โบซัลแฟนในตัวอย่างผักคะน้า

4.1 การเตรียมตัวอย่างผักคะน้า

นำตัวอย่างผักคะน้าแบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน คือ ส่วนที่ไม่ผ่านการล้าง และ ส่วนที่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า ซึ่งวิธีการล้างผักคะน้านั้น ทำตามวิธีการที่ระบุไว้ในการศึกษาวิจัยของ Koranee & Prangsurang (2016) โดยนำตัวอย่างผักคะน้าที่จะล้างด้วยน้ำเปล่าแช่น้ำนาน 15 นาที จากนั้นนำตัวอย่างผักคะน้าแต่ละส่วนมาหั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ และตีป่นด้วยเครื่อง Stomacher Mixer เพื่อเตรียมวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

4.2 การสกัดตัวอย่างและการวิเคราะห์

การสกัดและวิเคราะห์หาปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในตัวอย่างผักคะน้า ดัดแปลงจากวิธี QuEChERS Methods ของ Association of Official Agricultural Chemists (AOAC, 2007) เริ่มต้นด้วยชั่งตัวอย่างผักคะน้า 25 กรัม เติมสารละลายอะซิโตไนไตรล์ (acetonitrile) ผสม 1 เปอร์เซนต์ กรดอะซิติก (acetic acid) ปริมาตร 15 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 1 นาที เติมโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 1 กรัม และแมกนีเซียมซัลเฟต (anhydrous $MgSO_4$) 4 กรัม เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 2 นาที แล้วนำส่วนผสมนี้ไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ปิเปตสารละลายที่ใสด้านบนปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอด roQ QuEChERSd-SPE Kit (clean - up tube) เขย่าด้วยมือ 30 วินาที จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำสารละลายไปกรองด้วยชุดกรอง ลงในหลอด vial ปรับปริมาตร

ด้วย Methanol 2 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์สารคาร์โบซัลแฟนตกค้างด้วยเครื่องวิเคราะห์โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงยิ่งยวด (Ultra - High Performance Liquid Chromatography; UHPLC) ยี่ห้อ DIONEX รุ่น Ultimate 3000 โดยใช้อัตราการไหล (flow rate) 0.8 มิลลิลิตรต่อนาที ปริมาตรสารละลาย (injection volume) 30 ไมโครลิตร อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส และมีค่าขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจสอบ (Limit of Detection; LOD) เท่ากับ 0.19 มิลลิลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่เครื่องสามารถตรวจพบ (Limit of Quantitation; LOQ) เท่ากับ 0.64 มิลลิลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับกราฟมาตรฐานของสารคาร์โบซัลแฟน มีค่าสัมประสิทธิ์ r^2 เท่ากับ 0.999

5. การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้า

ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

5.1) คำนวณหาปริมาณสารเคมีที่ร่างกายได้รับในแต่ละวัน (average daily dose, ADD) จากการรับสัมผัสทางการบริโภค (ATSDR, 2015) ดังสมการที่ (1)

$$ADD = (CL \times Cri \times EF) / BW \quad (1)$$

โดยที่

ADD = ปริมาณรับสัมผัสต่อวัน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)
CL = ปริมาณสารตกค้างในผักคะน้า (มิลลิกรัมต่อกรัม)
Cri = อัตราการบริโภคผักคะน้า (กิโลกรัมต่อวัน)
EF = ความถี่ของการรับสัมผัส (วันต่อปี)
BW = น้ำหนักประชากร (กิโลกรัม)

5.2) คำนวณค่าความเสี่ยงของสารแบบไม่ก่อมะเร็ง (Non-carcinogenic Risk) จากการบริโภคผักคะน้า ในรูปของ Hazard quotient (HQ) โดยแสดงค่าสัดส่วนของตัวแปรดังสมการที่ (2)

$$HQ = ADD / RfD \quad (2)$$

โดยที่

HQ = ค่าความเสี่ยง หรือ ค่าสัดส่วนความเป็นอันตราย
ADD = ปริมาณรับสัมผัสต่อวัน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)
RfD = ค่าอ้างอิงที่ยอมรับได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)

โดยค่าอ้างอิงที่ยอมรับได้ (reference dose, RfD) ของสารคาร์โบซัลแฟน จากฐานข้อมูล Integrated Information system (IRIS) มีค่าเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (U.S.EPA, 1987)

การแปลผล

HQ ≤ 1 แสดงว่า การรับสัมผัสสารเคมีไม่มากพอที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญ

HQ > 1 แสดงว่า การรับสัมผัสสารเคมีอยู่ในระดับที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญ

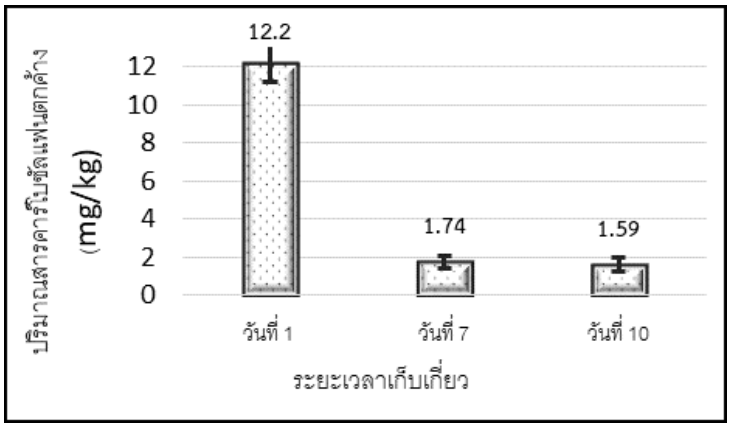
6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผักคะน้าของประชาชนผู้บริโภคด้วยสถิติเชิงพรรณนา และทำการเปรียบเทียบปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในตัวอย่างผักคะน้าที่ไม่ผ่านการล้างและผ่านการล้างในแต่ละช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยว โดยใช้สถิติการทดสอบแบบ t–test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p-value < 0.5)

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในผักคะน้าหลังการฉีดพ่น

ผลการศึกษาปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนที่ตกค้างในผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวภายหลังจากฉีดพ่นที่ระยะเวลา 1, 7 และ 10 วัน โดยการเก็บเกี่ยวในวันที่ 1 หลังจากการฉีดพ่น พบสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในผักคะน้าที่ไม่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า มีปริมาณสูงถึง 12.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบคาร์โบซัลแฟนตกค้างในตัวอย่างผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวหลังจากการฉีดพ่นในวันที่ 7 และ 10 มีปริมาณลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บเกี่ยววันที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value <0.5) โดยมีค่าเท่ากับ 1.74 และ 1.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ปริมาณคาร์โบซัลแฟนตกค้างในตัวอย่างผักคะน้าตามระยะเวลาการเก็บเกี่ยว

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้ (Maximum Residue Limits : MRLs) สำหรับพืชตระกูลกะหล่ำ ซึ่งกำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มีค่าเท่ากับ 0.5 มิลลิกรัม

ต่อกิโลกรัม (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2016) พบว่า ปริมาณการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟนในตัวอย่างผักคะน้าทุกตัวอย่าง มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ในทุกระยะเวลาการเก็บเกี่ยวหลังการฉีดพ่น

ผลการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณคาร์โบซัลแฟนตกค้างในผักคะน้าที่ไม่ผ่านการล้างและผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า พบว่าผักคะน้าที่ผ่านการล้างมีปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในการเก็บเกี่ยววันที่ 1 หลังการฉีดพ่น ส่วนในการเก็บเกี่ยว วันที่ 7 และ 10 พบปริมาณการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างการล้างและไม่ล้างผักคะน้า รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟนในผักคะน้าที่ผ่านการล้างและไม่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า

ระยะเวลาเก็บเกี่ยว	ผักคะน้าไม่ผ่านการล้าง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		ผักคะน้าผ่านการล้าง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		*p-value
	พิสัย	ค่าเฉลี่ย	พิสัย	ค่าเฉลี่ย	
วันที่ 1	11.09 – 12.88	12.20 ± 0.97	2.36 – 3.36	2.70 ± 0.57	0.000
วันที่ 7	1.57 – 2.08	1.74 ± 0.39	0.23 – 2.92	1.20 ± 1.49	0.570
วันที่ 10	1.22 – 1.95	1.59 ± 0.37	0.67 – 1.78	1.14 ± 0.57	0.314

หมายเหตุ * ทดสอบแบบ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p-value < 0.5)

ผลการสำรวจข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคผักคะน้าของประชาชนผู้บริโภคผักคะน้า

จากผลการสำรวจข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคผักคะน้า ที่อาจได้รับสัมผัสสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างของประชาชนผู้เลือกซื้อผักคะน้าในตลาดเจริญศรี อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ทั้งหมด 40 คน พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่ที่ซื้อผักคะน้าเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 80 เพศชาย คิดเป็นร้อยละ 20 ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในอำเภอวารินชำราบ มีอายุเฉลี่ย 36.18 ± 14.68 ปี พฤติกรรมการบริโภคผักคะน้าของประชาชนผู้เลือกซื้อผักคะน้าส่วนใหญ่จะบริโภคผักคะน้าอาทิตย์ละ 2 -3 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 57.5 ส่วนใหญ่เริ่มรับประทานผักคะน้าตั้งแต่อายุ 5 - 7 ปี คิดเป็นร้อยละ 35 และก่อนที่จะนำผักคะน้ามาบริโภคส่วนใหญ่ประชาชนทำการล้างด้วยน้ำเปล่า คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาทำการล้างด้วยน้ำเกลือ คิดเป็นร้อยละ 27.5 มีการนำผักคะน้ามารับประทานเป็นส่วนประกอบของอาหาร คิดเป็นร้อยละ 95 ประชาชนบริโภคผักคะน้าเฉลี่ยสัปดาห์ละ 10 ต้น คิดเป็นร้อยละ 65

จากการสอบถามข้อมูลการบริโภคผักคะน้าของประชากรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน สามารถนำข้อมูลบางส่วนมาใช้ในคำนวณหาปริมาณการรับสัมผัสสารคาร์โบซัลแฟนจากการบริโภคผักคะน้า โดยใช้ข้อมูลในส่วนของลักษณะการสัมผัสคาร์โบซัลแฟนจากการบริโภคผักคะน้าของประชาชนผู้บริโภคผักคะน้า พบว่า ประชาชนมีการบริโภคผักคะน้าเฉลี่ย 3 วันต่อสัปดาห์ ทำให้ในรอบ 1 ปี ประชาชนมีความถี่จากการสัมผัสคาร์โบซัลแฟนจากการบริโภคผักคะน้า เท่ากับ 144 วันต่อปี และอัตราการรับประทานผักคะน้าของประชาชนผู้บริโภคผักคะน้า เท่ากับ 0.032 กิโลกรัมต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 2

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลน้ำหนักตัวเฉลี่ยที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณการรับสัมผัสสารคาร์โบซัลแฟนจากการบริโภคผักคะน้าในงานวิจัยครั้งนี้ ได้อ้างอิงข้อมูลการสำรวจและวิจัยมาตรฐานขนาดรูปร่างคนไทยของ สวทช. (NSTDA, 2008) ซึ่งระบุน้ำหนักเฉลี่ยของเพศชายและเพศหญิง อายุตั้งแต่ 16 ปี ขึ้นไป มีค่าเท่ากับ 63.15 กิโลกรัม

ตารางที่ 2 ลักษณะการสัมผัสคาร์โบซัลแฟนจากการบริโภคผักคะน้าของประชาชนผู้บริโภคผักคะน้า

ตัวแปร	ค่าตัวแปร	ที่มา
ความถี่ของการสัมผัส (วัน/ปี)	144	แบบสอบถาม
อัตราการรับประทาน (กิโลกรัม/วัน)	0.032	แบบสอบถาม
น้ำหนักเฉลี่ย (กิโลกรัม)	63.15	NSTDA (2008)

ผลการประเมินโอกาสรับสัมผัสและความเสี่ยงสุขภาพจากการบริโภคผักคะน้า

จากข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคของประชากรกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคผักคะน้า สามารถคำนวณปริมาณการรับสัมผัสสารคาร์โบซัลแฟนและประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคได้ โดยปริมาณการรับสัมผัสเฉลี่ยต่อวันของคาร์โบซัลแฟนจากการบริโภคผักคะน้าตามระยะเวลาเก็บเกี่ยวหลังการฉีดพ่น วันที่ 1, 7 และ 10 พบว่า ปริมาณรับสัมผัสจากการบริโภคผักคะน้าที่ไม่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า มีค่าเท่ากับ 2.44×10^{-3}, 3.5×10^{-4} และ 3.2×10^{-4} มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 3 และปริมาณการรับสัมผัสจากการบริโภคผักคะน้าที่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า มีค่าเท่ากับ 5.4×10^{-4}, 2.4×10^{4} และ 2.3×10^{-4} มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ

เมื่อนำปริมาณการรับสัมผัสเฉลี่ยต่อวันของคาร์โบซัลแฟนมาทำการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้าแบบไม่ก่อมะเร็งของประชาชนผู้บริโภคผักคะน้า พิจารณาจากค่าความเสี่ยง หรือ ค่าสัดส่วนความเป็นอันตราย (Hazard Quotient : HQ) พบว่า ค่าความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้าที่ไม่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่าตามระยะเวลาเก็บเกี่ยวในวันที่ 1, 7 และ 10 เท่ากับ 0.244, 0.035 และ 0.032 ตามลำดับ และค่าความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้าที่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่าตามระยะเวลาเก็บเกี่ยวในวันที่ 1, 7 และ 10 เท่ากับ 0.054, 0.024 และ 0.023 ตามลำดับ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3 และ 4 และภาพที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินรับสัมผัสคาร์โบซัลแฟนและความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้าที่ไม่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า

ระยะเวลาเก็บเกี่ยว	ตัวแปรในการประเมินการรับสัมผัส						
	CL (มก./กก.)	Cri (กก./วัน)	EF (วัน/ปี)	BW* (กก.)	ADD (มก./กก./วัน)	Oral RfD** (มก./กก./วัน)	HQ
วันที่ 1	12.20	0.032	144	63.15	2.44×10^{-3}	0.01	0.244
วันที่ 7	1.75	0.032	144	63.15	3.5×10^{-4}	0.01	0.035
วันที่ 10	1.59	0.032	144	63.15	3.2×10^{-4}	0.01	0.032

หมายเหตุ : * อ้างอิงจาก การสำรวจและวิจัยมาตรฐานขนาดรูปร่างคนไทยของ (NSTDA, 2008)

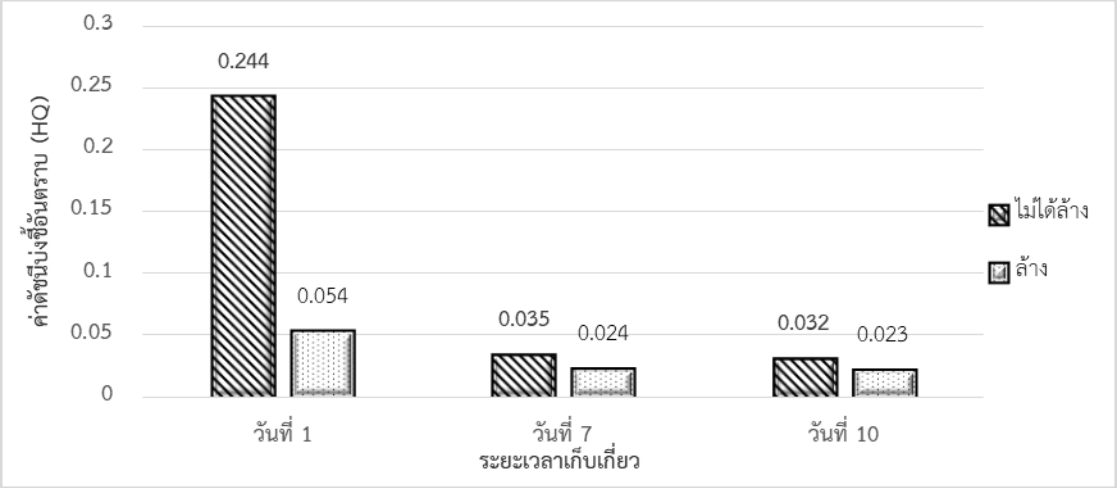
** ค่า Oral RfD ของสารคาร์โบซัลแฟน จากฐานข้อมูล IRIS (U.S.EPA, 1987)

ตารางที่ 4 ผลการประเมินรับสัมผัสคาร์โบซัลแฟนและความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้าที่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า

ระยะเวลาเก็บเกี่ยว	ตัวแปรในการประเมินการรับสัมผัส						
	CL (มก./กก.)	Cri (กก./วัน)	EF (วัน/ปี)	BW* (กก.)	ADD (มก./กก./วัน)	Oral RfD** (มก./กก./วัน)	HQ
วันที่ 1	2.70	0.032	144	63.15	5.4×10^{-4}	0.01	0.054
วันที่ 7	1.20	0.032	144	63.15	2.4×10^{4}	0.01	0.024
วันที่ 10	1.14	0.032	144	63.15	2.3×10^{-4}	0.01	0.023

หมายเหตุ : * อ้างอิงจาก การสำรวจและวิจัยมาตรฐานขนาดรูปร่างคนไทยของ (NSTDA, 2008)

** ค่า Oral RfD ของสารคาร์โบซัลแฟน จากฐานข้อมูล IRIS (U.S.EPA, 1987)



ภาพที่ 3 ค่าความเสี่ยง (Hazard Quotient, HQ) จากการบริโภคผักคะน้า

จากผลการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้าของประชาชนผู้บริโภคผักคะน้า จะเห็นได้ว่า ประชาชนมีความปลอดภัยจากการบริโภคผักคะน้าที่มีสารคาร์โบซัลแฟนตกค้าง ทั้งผักคะน้าที่ไม่ผ่านการล้าง และผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า โดยมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่มีความเสี่ยง (HQ < 1)

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการศึกษาปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนที่ตกค้างในผักคะน้าภายหลังจากฉีดพ่นที่ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว 1, 7 และ 10 วัน พบว่า ปริมาณการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟนในผักคะน้าทุกตัวอย่างทั้งที่ผ่านการล้างและไม่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน MRLs ในทุกระยะเวลาการเก็บเกี่ยว โดยมีปริมาณตกค้างสูงสุดในวันที่ 1 และมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 7 และ 10 เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 1 โดยในวันที่ 1 หลังการฉีดพ่น พบการตกค้างมีค่าสูงกว่าค่า MRLs ถึง 24 เท่า อาจเป็นผลมาจากการใช้สารเคมีของเกษตรกรที่มีความถี่ในการฉีดพ่นต่อรอบการปลูกสูง และเกษตรกรมีการใช้สารคาร์โบซัลแฟนชนิดน้ำ ทั้งหมด 10 ครั้ง ใช้ในปริมาณที่ระบุในฉลากบนภาชนะ และใช้สารคาร์โบซัลแฟนชนิดเม็ดห่วาน 1 ครั้ง เพื่อกำจัดแมลงที่เป็นศัตรูของผักคะน้า ซึ่งในการเก็บตัวอย่างผักคะน้า ผู้วิจัยไม่ได้ควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร จะเน้นพฤติกรรมในการปฏิบัติจริง จากการตรวจพบปริมาณการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟนในผักคะน้าที่มีค่าสูงกว่า ค่าMRLs ในระยะแรกของการเก็บเกี่ยว สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ศึกษาปริมาณคาร์โบซัลแฟนตกค้างในหน่อไม้ฝรั่ง พบว่า ปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนที่ตกค้างในหน่อไม้ฝรั่งมีค่าสูงเกินเกณฑ์ MRLs กำหนด ในระยะเวลา 0, 1 และ 3 วัน (Udomchok, 2008) และสอดคล้องกับผลการวิจัยที่ศึกษาปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในถั่วฝักยาว พบว่า สารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในถั่วฝักยาวมีปริมาณสูงเกินเกณฑ์ MRLs กำหนด ในระยะเวลา 0, 1 และ 3 วัน (Chaiyanboon *et al*., 2015) ทั้งนี้ ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ทำการตรวจวัดการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟน ในวันที่ 1 และ 3 แต่ตรวจพบว่า ในวันที่ 7 และ 10 แม้ว่าระดับการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟนในตัวอย่างผักคะน้าจะลดลงมากเมื่อเทียบกับ

วันแรกอย่างมีนัยสำคัญ แต่ยังคงมีค่าสูงเกินกว่าค่า MRLs ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟนในหน่อไม้ฝรั่ง ในพื้นที่จังหวัดนครปฐม ที่พบว่า หลังจากฉีดพ่นสารคาร์โบซัลแฟนแล้ว 7 วัน สามารถเก็บเกี่ยวหน่อไม้ฝรั่งมาบริโภคได้ โดยเปรียบเทียบกับค่า MRLs ของ FAO/WHO สำหรับมะเขือเทศ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Udomchok, 2008)

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณคาร์โบซัลแฟนตกค้างในผักคะน้าที่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่ากับผักคะน้าที่ไม่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า พบว่าผักคะน้าที่ผ่านการล้างมีปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนที่ตกค้างลดลง โดยเฉพาะในการเก็บเกี่ยววันที่ 1 หลังการฉีดพ่น พบปริมาณการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟนในตัวอย่างผักคะน้าที่ผ่านการล้างลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า ส่วนในวันที่ 7 และ 10 ปริมาณการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟนในผักคะน้าเมื่อผ่านการล้างและไม่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการสลายตัวไปเองตามธรรมชาติภายหลังการฉีดพ่นหรือหว่านสารเคมีกำจัดศัตรูพืช สารบางส่วนถูกดูดซึมและอยู่บนบริเวณผิวของผัก ที่เหลือจะปลิวไปในอากาศหรือชะล้างไปกับน้ำฝน (Pimentel, D., 1995) จึงเป็นไปได้ว่าปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในผักคะน้าก่อนผ่านการล้าง เมื่อเวลาผ่านไป 7 และ 10 วัน จึงคงเหลือแต่ปริมาณสารที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ลำต้นในปริมาณที่ต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับสารตกค้างในวันที่ 1 ทำให้เมื่อผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่าปริมาณสารตกค้างจึงลดลงในระดับที่ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อคิดเป็นประสิทธิภาพในการลดปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในผักคะน้าที่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า พบว่าสามารถขจัดสารคาร์โบซัลแฟนได้ ร้อยละ 28.30 – 77.86 ในขณะที่การศึกษาของ Koranee & Prangsurang (2016) พบว่า ตัวอย่างผักคะน้าที่ผ่านการล้างด้วยน้ำธรรมดา สามารถลดปริมาณการตกค้างของสารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟส คิดเป็นร้อยละ 49.70 และ การลดปริมาณสารเคมีตกค้างโดยวิธีการล้างด้วยน้ำเปล่ามีประสิทธิภาพในการลดปริมาณสารเคมีตกค้างในผัก คิดเป็นร้อยละ 25 – 39 ดังนั้น การล้างผักก่อนนำมาบริโภคยังคงถือเป็นสิ่งสำคัญและควรปฏิบัติเพื่อที่จะลดปริมาณการตกค้างของสารเคมี

จากผลการสำรวจข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคผักคะน้า ที่อาจได้รับสัมผัสสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างของประชาชนผู้เลือกซื้อผักคะน้าในตลาดเจริญศรี อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ทั้งหมด 40 คน ด้วยแบบสำรวจ พบว่า พฤติกรรมการบริโภคผักคะน้าของผู้ตอบแบบสำรวจส่วนใหญ่ บริโภคผักคะน้าอาทิตย์ละ 2 -3 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 57.5 ส่วนใหญ่เริ่มรับประทานผักคะน้าตั้งแต่อายุ 5 - 7 ปี คิดเป็นร้อยละ 35 และก่อนที่จะนำผักคะน้ามาบริโภคส่วนใหญ่จะทำการล้างด้วยน้ำเปล่า คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาทำการล้างด้วยน้ำเกลือ คิดเป็นร้อยละ 27.5 และส่วนใหญ่ ร้อยละ 95 มีการนำผักคะน้ามารับประทานเป็นส่วนประกอบของอาหาร และพบว่ามีการบริโภคผักคะน้าเฉลี่ยสัปดาห์ละ 10 ต้น ผลการสำรวจจากการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Wongjanta *et al*., (2016) ศึกษาความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติของผู้บริโภคต่อการปนเปื้อนของสารเคมีในผักและผลไม้สด พบว่า ผู้บริโภคมีการเลือกซื้อผักและผลไม้สดในตลาดสดใกล้บ้าน ก่อนนำผักและผลไม้มารับประทานมีพฤติกรรมการล้างด้วยน้ำเปล่าเป็นประจำ รองลงมาคือมีการใช้น้ำเกลือในการล้างบางครั้ง

จากผลการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้าของประชาชนผู้บริโภคผักคะน้า จะเห็นได้ว่า ประชาชนมีความปลอดภัยจากการบริโภคผักคะน้าที่มีสารคาร์โบซัลแฟนตกค้าง ทั้งผักคะน้าที่ไม่ผ่านการล้าง และผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากประชาชนมีความถี่และอัตราในการบริโภคผักคะน้าที่น้อย ทำให้ค่าความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้าที่ประเมินได้ มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่มีความเสี่ยง (HQ < 1) ถึงแม้ว่าจะพบปริมาณคาร์โบซัลแฟนตกค้างในระดับที่สูง

กว่าค่า MRLs ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับการรับสัมผัสสารผ่านการบริโภคในแต่ละตัวบุคคลที่แตกต่างกัน เช่น อัตราการรับสัมผัส ความถี่และระยะเวลาในการสัมผัส น้ำหนักร่างกายของผู้รับสัมผัส เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในผักคะน้าที่ปลูกในพื้นที่ปลูกผัก ตำบลโพนยาง อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ โดยทำการเปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟนในผักคะน้าหลังการฉีดพ่นที่ระยะเวลา 1, 7 และ 10 วัน เมื่อผ่านการล้างและไม่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า พบว่าตัวอย่างผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวในวันที่ 1 หลังจากการฉีดพ่น พบสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในผักคะน้าที่ไม่ผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่า มีปริมาณสูงถึง 12.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบสารตกค้างในตัวอย่างผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวในวันที่ 7 และ 10 มีปริมาณลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับในวันที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value < 0.5) โดยมีค่าเท่ากับ 1.74 และ 1.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และพบว่าผักคะน้าที่ผ่านการล้างมีปริมาณสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในการเก็บเกี่ยววันที่ 1 หลังการฉีดพ่น ส่วนในวันที่ 7 และ 10 พบปริมาณการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟน ระหว่างการล้างและไม่ล้างผักคะน้า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตาม พบว่าปริมาณการตกค้างของสารคาร์โบซัลแฟนในตัวอย่างผักคะน้าทุกตัวอย่างมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ MRLs ที่กำหนดให้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในทุกระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่ทำการศึกษา สำหรับผลการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้า พิจารณาจากค่าสัดส่วนอันตราย (Hazard Quotient : HQ) พบว่าประชาชนผู้บริโภคผักคะน้าไม่มีความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้าที่มีสารคาร์โบซัลแฟนตกค้างในทุกๆ ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว (HQ < 1) ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับการรับสัมผัสสารผ่านการบริโภคในแต่ละตัวบุคคลที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การล้างผักก่อนนำมาบริโภคถือเป็นสิ่งสำคัญและควรปฏิบัติเพื่อที่จะลดปริมาณการตกค้างของสารเคมีลงได้ในระดับหนึ่ง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่อำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์เครื่องมือในการวิเคราะห์สารคาร์โบซัลแฟนในตัวอย่างผักคะน้า รวมถึงขอขอบคุณกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผักคะน้าในพื้นที่ตำบลโพนยาง อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ ที่อนุเคราะห์แปลงปลูกผักคะน้าสำหรับการศึกษาครั้งนี้ และประชากรกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคผักคะน้า ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

Agricultural Pesticides Division. (2002). *Sample Collection and Storage Manual*. Department of Agriculture. Bangkok. (in Thai)

AOAC. (2007). Pesticide residues in foods by acetonitrile extraction and partitioning with magnesium sulfate. Association of Official Agricultural Chemists. Gaithersburg, USA.

ATSDR. (1997). Toxicological Profile for Chlopyrifos. U.S. Department of Health and Human. Agency for toxic substance and disease registry. Retrieved October 21, 2018, from http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp84.pdf.

ATSDR. (2015). Public Health Assessment Guidance Manual (update): Appendix G: Calculating Exposure Dose. Agency for toxic substance and disease registry. Retrieved November 29, 2018, from http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/PHAmanual/app.htm.

Claimon, S. (2010). Good Agricultural Practice (GAP) for Chinese Kale. Department of Agriculture. Retrieved November 4, 2019, from https://soclaimon.wordpress.com/2010/06/14. (in Thai)

Chaiyunboon, P., Phumongkuttchai, J. & Bhunthavee, B. (2015). Residue trials of carbosulfan in Yardlong beans to establish Maximum Residue Limit (MRLs) in Trial 1-6. *Report of Agricultural Production Science Research and Development Division*, 58-66. (in Thai)

Department of Agricultural Extension. (2018). The report of Chinese kale growing situation in year 2017. Retrieved November 5, 2019, from http://www.production.doae.go.th. (in Thai)

Department of Health. (2011). Methods for Buying and Washing of Safe and Clean Fruits and Vegetable.Retrieved July 5, 2018, from https://foodsan.anamai.moph.go.th/ewt_dl_link.php?nid=916&filename=media2018_2

Jansrikun, A. (2000). *Disease and Pests of Vegetable and their Controls*. Bangkok: Thai Watanapanich

Kasuwan, W. (2008). *General of Vegetable Plantation*. Bangkok: Kreunaksorn

KhobJai, V., Dumrongsat, A., Pantha, P. & Doakpoung, D. (2010). Pesticide usage behaviors and bloodcholinesterase activities : a case study of Mong villagers in Phayao Province. *Journal of Health Science Research*, *4*(2), 36-46. (in Thai)

Koranee, R. & Prangsurang, P. (2016). A study of comparing the effectiveness of washing method to eliminate pesticide residues in fresh vegetables. *Thai Food and Drug Journal*, *23*(1), 34-42. (in Thai)

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. (2016). Pesticide residues : Maximum Residue Limits.Retrieved November 7, 2019, from http://www.acfs.go.th/standard/download/MAXIMUM-RESIDUE-LIMITS.pdf. (in Thai)

NSTDA. (2008). Size Thailand. National Science and Development Agency, Retrieved December 25, 2018, from http://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2012/20120417-SizeThailand.pdf.

Pakakasma, P., Saisin, S. & Sutin, S. (2017). Detection of organophosphate and carbamate pesticides residues in vegetables in Samutprakarn Province. *Journal of Business Administration the Association of Private Education Institutions of Thailand*, *5*(1), 22-30. (in Thai)

Pimentel, D. (1995). Amounts of pesticides reaching target pests: Environmental impacts and ethics. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 17 - 29.

Piromchit, P & Paileeklee, S. (2015). Knowledge and behavior regarding pesticide use among agriculturists in Ban Na Lao, Na Wang District, Nong Bua Lam Phu Province. *Community Health Development Quarterly Khon Kaen Unversity*, *2*(3), 299–309. (in Thai)

Thai-PAN. (2016). Monitoring Report of Pesticide residues in vegetables and fruits. Thailand Pesticide Alert Network. Retrieved December 9, 2018, from http://www.thaipan.org/sites/default/files/file/pesticide_doc24_press_4_5_2559.pdf. (in Thai)

Udomchok, M. (2008). Residue trials of pesticide in asparagus to establish Maximum Residue Limit (MRLs) in Trial 3 and Trial 4. Report of Research and Development of Plant and Agricultural Technology. Retrieved November 10, 2019, From http://www.doa.go.th/research/attachment. (in Thai)

US-EPA. (1987). Carbosulfan; CASRN 55285-14-8. Retrieved December 7, 2018, from https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0021_summary.pdf#nameddest=rfd.

Wanwimolruk, S., Kanchanamayoon, O., Phopin, K. & Prachayasittikul, V. (2015). Food safety in Thailand 2: Pesticide residues found in Chinese kale (*Brassica oleracea*), a commonly consumed vegetable in Asian countries. *Science of the Total Environment*, *532,* 447 - 455.

Wongjanta, L., Kanyaboon, P., KenKum, T., & Srihawiroj, R. (2016). Knowledge, Attitudes and Behaviors related to Insecticide Contamination in Fresh Vegetables and Fruits among Consumers in Bang Lai Sub-District, Bueng Na Rang District, Phicit Province. *FDA Journal*, *23*(1), 18-24. (in Thai)