TCI

113). ธวัชชัย

วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 30:1 (55-61) 2555

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายด่างทับทิมและน้ำยาล้างผักทางการค้า 3 ชนิด ในการลดปริมาณเมโธมิลในผักคะน้า

Effective Comparison Between 3 Commercial Vegetable Wash Solution and Potassium Permanganate Solution on Decreasing Methomyl Residue in Chinese-kale

เอนก หาลี[1] ธวัชชัย ศุภวิทิตพัฒนา[2]

บทคัดย่อ

ผักคะน้าเป็นผักที่นิยมบริโภคและเป็นที่ต้องการของตลาดมากในปัจจุบัน แต่มักพบปัญหาการตกค้างของสารฆ่าแมลง ทำให้มีผู้สนใจศึกษาวิธีการลดปริมาณสารฆ่าแมลงที่ตกค้างเป็นจำนวนมาก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายด่างทับทิมและน้ำยาล้างผักทางการค้า 3 ชนิด (Sodiumbicarb, Hemwadee และ St Andrew) ผลการวิจัยพบว่า การใช้สารละลายด่างทับทิมความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเมโธมิลในผักคะน้าได้ดีที่สุดคือ 68.69 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือน้ำยาล้างผักทางการค้า St Andrew, Hemwadee และ Sodiumbicarb ซึ่งสามารถลดปริมาณเมโธมิลได้ 52.15, 49.36 และ 46.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ : คะน้า เมโธมิล ด่างทับทิม น้ำยาล้างผักทางการค้า

Abstract

The demand of Chinese-kale in the market was very high, but there was the problem of pesticide residues. So many researcher studied how to decrease the pesticide residue. This research aimed to study the efficiency of 3 commercial vegetable wash solution. (Sodiumbicarb, Hemwadee and St Andrew) and 45 °C, 0.1% $KMnO_4$ solutions. The study was found that 45 °C, 0.1% $KMnO_4$ decreased methomyl level at 68.69%, whereas the 3 commercial vegetable wash solution St Andrew, Hemwadee and Sodiumbicarb decreased at 52.15, 49.36 and 46.50% respectively.

Keyword : chinese-kale, methomyl, potassium permanganate, commercial vegetable wash solution

คำนำ

ในอดีตการเกษตรของไทยเป็นการผลิตเพื่อบริโภคเองภายในครัวเรือน ต่างกับปัจจุบัน ที่มีการใช้สารเคมีในการทำเกษตรกรรม โดยเกษตรกรหลายประเทศทั่วโลกนิยมใช้สารเคมีจำพวกสารฆ่าแมลงในการป้องกันการเข้าทำลายของแมลงและควบคุมการเจริญเติบโตของพืชให้เป็นปกติ ทำให้ผลตอบแทนสูงขึ้น แต่ผลของการทำการเกษตรดังกล่าวก่อให้เกิดปัญหาตามมา เช่น การตกค้างของสารเคมีและสารฆ่าแมลงในสิ่งแวดล้อม ดิน น้ำ อากาศ รวมถึงในอาหารที่บริโภคในแต่ละมื้อ (วัชรา, 2543; Jin *et al.*, 2004; Chang-Fen *et al.*, 2008) โดยเกษตรกรนิยมใช้ สารฆ่าแมลงกับผักและผลไม้โดยเฉพาะผักคะน้าซึ่งเป็นผักที่นิยมบริโภคและเป็นที่ต้องการของตลาดมากในปัจจุบัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2551) โดยสารฆ่าแมลงที่นิยมใช้กันมาก คือ เมโธมิล (methomyl) ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมต (ศักดา, 2546) แต่เกษตรกรบางรายที่ขาดความเข้าใจในการใช้สารเคมีดังกล่าว ทั้งในเรื่องของปริมาณที่ใช้

[1] โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
[2] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

และระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวหลังจากการใช้สารฆ่าแมลง ทำให้มีการตกค้างในผลผลิตและส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ โดยในปี พ.ศ. 2550 มีปริมาณการนำเข้าสารฆ่าแมลงเมโธมิล อยู่ที่ 1,550,200 กิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2554) เป็นปริมาณ ที่สูงมาก ซึ่งแสดงถึงความนิยมในการใช้สารฆ่าแมลงชนิดนี้ นอกจากนี้ศูนย์ส่งเสริมและตรวจสอบการผลิตตามมาตรฐานความปลอดภัยทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ได้ร่วมกับสาธารณสุข อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ในการจัดการด้านอาหารปลอดภัย โดยการสุ่มตรวจสารพิษตกค้างในผักและผลไม้ที่มีจำหน่ายตามตลาดสดในเขตอำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร พบว่า ผักที่มีการปนเปื้อนสารฆ่าแมลงมากที่สุดคือ ผักคะน้า (ศูนย์ส่งเสริมและตรวจสอบการผลิตตามมาตรฐานความปลอดภัยทางอาหาร, 2553) ผู้วิจัยจึงเลือกผักคะน้ามาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

จากปัญหาการตกค้างของสารฆ่าแมลงดังกล่าวทำให้มีผู้สนใจศึกษาวิธีการลดปริมาณสารฆ่าแมลงเป็นจำนวนมาก แต่มักเป็นการทดลองในสภาวะจำลองภายในห้องปฏิบัติการโดยไม่ได้เปรียบเทียบกับน้ำยาล้างผักทางการค้า ซึ่งจากการตรวจเอกสารพบว่า $KMnO_4$ (Potassium permanganate) เป็นสารที่มีสมบัติในการล้างผักและผลไม้ที่ดี ซึ่ง เอนกและธวัชชัย (2553) ได้ทำการศึกษาถึงการใช้น้ำยาล้างผักที่หาได้ตามครัวเรือนเพื่อลดปริมาณเมโธมิลในผักคะน้า พบว่า สารละลาย $KMnO_4$ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเมโธมิลในผักคะน้าได้ดี คือสามารถลดปริมาณเมโธมิลได้ 70.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับ Klinhom *et al.* (2008) ได้ศึกษาถึงการใช้น้ำยาล้างผัก ที่หาได้ตามครัวเรือนพบว่า $KMnO_4$ มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเมโธมิลในผักคะน้าได้ดีเช่นกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาต่อยอดงานวิจัยของเอนกและธวัชชัย (2553) ว่าน้ำยาล้างผักที่ได้จากการวิจัยดังกล่าวมีประสิทธิภาพเทียบเท่าน้ำยาล้างผักทางการค้าหรือไม่

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

2. การเตรียมสารละลายน้ำยาล้างผัก

2.1.1 ละลาย $KMnO_4$ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ (เอนกและธวัชชัย, 2553)

2.1.2 น้ำยาล้างผักทางการค้ายี่ห้อ Sodiumbicarb, Hemwadee และ St Andrew ซึ่งสองยี่ห้อแรกมีส่วนประกอบหลักเป็น Sodium bicarbonate ส่วนยี่ห้อ St Andrew มีส่วนประกอบเป็นสารลดแรงตึงผิวจำพวก sodium lauryl ether sulfate เช่นเดียวกับน้ำยาล้างจาน โดยความเข้มข้นของน้ำยาล้างผักเตรียมตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

3. การเตรียมผักคะน้าสำหรับการทดลอง

ปลูกผักคะน้าภายใต้สภาวะควบคุมที่เหมือนกันหมดทั้งแปลง (การให้น้ำ ปริมาณแสงแดด) ใช้เมโธมิล (แลนเนท 40 เปอร์เซ็นต์ SP, บริษัท ดูปองท์ ประเทศไทย) ผสมน้ำในอัตราส่วน 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งจะมีระดับความเข้มข้นของเมโธมิล 600 ppm ฉีดพ่นทุก ๆ 7 วัน จนผักคะน้า มีอายุได้ 45 วัน แล้วทำการเก็บเกี่ยวเพื่อทำการทดลอง

4. การเตรียมผักคะน้าเพื่อการตรวจวิเคราะห์

นำผักคะน้าที่สุ่มมาจากแปลงปลูก แบ่งเป็น 6 ส่วนส่วนละ 1 กิโลกรัม ส่วนที่ 1 คือผักคะน้าที่ไม่ล้างไม่ล้าง ส่วนที่ 2 แช่ในสารละลาย $KMnO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.1 % อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ซึ่งเตรียมโดยใช้น้ำอุ่น (เอนกและธวัชชัย, 2553) ส่วนที่ 3 แช่ในสารละลาย $KMnO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.1 % อุณหภูมิห้อง อีก 3 ส่วนแช่ในน้ำยาล้างผัก

ทางการค้า Sodiumbicarb, Hemwadee และ St Andrew ความเข้มข้นตามผู้ผลิตแนะนำ โดยแช่ในอัตราส่วนผักต่อสารละลายน้ำยาล้างผักเป็น 1 ต่อ 15 (น้ำหนักต่อปริมาตร) นาน 15 นาที จากนั้นนำคะน้ามาล้างผ่านน้ำไหลนาน 15 วินาที ผึ่งลมให้แห้ง นำไปตรวจวิเคราะห์หาเมโธมิลเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของสารละลายน้ำยาล้างผักดังนี้

5. การตรวจสอบประสิทธิภาพของสารละลายน้ำยาล้างผัก

5.1.1 การสกัดสารและตรวจวิเคราะห์ปริมาณเมโธมิลด้วยเครื่อง HPLC

สกัดและตรวจวิเคราะห์โดยประยุกต์จากวิธีการของ Ahmad *et al.* (1995) โดยนำผักคะน้าก่อน (กลุ่มควบคุม) และหลังการล้างด้วยสารละลายน้ำยาล้างผัก (กลุ่มทดลอง) มาทำการสกัด โดยใช้ตัวอย่างผักคะน้าที่ปั่นละเอียด 20 กรัม เติมสารละลายผสมของเมทานอล (methanol) และน้ำ (3:1 V/V) 160 มิลลิลิตร นำไปปั่นให้ละเอียดด้วย homogenizer ที่ความเร็วรอบ 29,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาที กรองสุญญากาศผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ชะถ้วยที่ใช้ปั่นรวมทั้งส่วนที่ติดอยู่บนกระดาษกรองด้วยสารละลายผสมเมทานอลและน้ำ 30 มิลลิลิตร นำสารละลายที่กรองได้ไประเหยภายใต้แรงดันสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่อง Rotary evaporator จนเหลือปริมาตรประมาณ 20 มิลลิลิตร ถ่ายสารละลายที่เหลือลงในกรวยแยก (separatory funnel) เติมโพแทสเซียมฟลูออไรด์ (potassium fluoride) 8 กรัม และแอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride) 0.6 กรัมตามลำดับ จากนั้นสกัดสารฆ่าแมลงโดยใช้ไดคลอโรมีเทน (dichloromethane) ครั้งละ 50 มิลลิลิตร 2 ครั้ง แล้วจึงแยกสารละลายส่วนที่เป็น dichloromethane ออกโดยกรองผ่านโซเดียมซัลเฟตแห้ง (anhydrous sodium sulphate) 25 กรัม นำสารละลายที่กรองได้ไประเหยภายใต้แรงดันสุญญากาศที่ 40 องศาเซลเซียส จนแห้งแล้วละลายตัวอย่างด้วยเมทานอล 6 มิลลิลิตร นำไปกรองผ่าน syringe filter ขนาด 0.45 ไมครอน นำไปวิเคราะห์ปริมาณเมโธมิลด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) โดยใช้เครื่อง HPLC (Perkin elmer รุ่น series 200) ติดตั้งกับ uttra carbamate column (Restek, Bellefonte) ขนาด 50x4.6 mm. มี particle size 3 µm และ pore size 100 °A mobile phase คือ methanol-water (20 : 80 โดยปริมาตร) flow rate คือ 1 มิลลิลิตรต่อนาที ปริมาตรของตัวอย่างที่ฉีด 5 µl detector คือ uv-visible ความยาวคลื่น 220 nm

5.1.2 ค่า pH, ORP และ EC ของสารละลายน้ำยาล้างผัก

นำสารละลายน้ำยาล้างผักทั้ง 4 ชนิด (0.1% $KMnO_4$, Sodiumbicarb, Hemwadee และ St Andrew) มาวัดค่า pH, ORP (Oxidation Reduction Potential) และ EC (Electrical Conductivity) ทั้งก่อนและหลังการล้างผักคะน้าด้วยเครื่อง multi meter (ประยุกต์ตามวิธีการของ Klinhom *et al.* (2008)) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น Seven Mult และคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงของค่า pH, ORP และ EC ของสารละลายน้ำยาล้างผัก

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ปริมาณการลดลงของเมโธมิลในผักคะน้า

จากการศึกษาผลของน้ำยาล้างผัก Sodiumbicarb, Hemwadee และ St Andrew เปรียบเทียบกับสารละลาย 0.1% $KMnO_4$ ที่อุณหภูมิห้องและ 45 องศาเซลเซียส พบว่า ชนิดของน้ำยาล้างผักมีผลต่อการลดลงของเมโธมิลในผักคะน้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปริมาณเมโธมิลที่ตกค้างในผักคะน้าที่ยังไม่ผ่านการล้าง (Control) มีค่าเท่ากับ 10.58 mg/kg ซึ่งมีค่ามากกว่า MRL (Maximum Residue Limits) ของผักคะน้าที่มีค่า 5.0 mg/kg (บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง(ประเทศไทย) จำกัด, 2554) เมื่อผ่านการล้างด้วยน้ำยาล้างผัก Sodiumbicarb, Hemwadee, St Andrew, สารละลาย 0.1% $KMnO_4$ ที่อุณหภูมิห้องและ 45 องศาเซลเซียส พบว่ามีการตกค้างของเมโธมิล 5.64, 5.35, 5.06, 4.94 และ 3.30 mg/kg ตามลำดับ จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่า มีเพียงผักคะน้าที่ล้างด้วยสารละลาย 0.1% $KMnO_4$ ที่อุณหภูมิห้องและ 45 องศาเซลเซียส ที่ทำให้ปริมาณเมโธมิลมีค่าน้อยกว่าค่า MRL คือ 4.94 และ 3.30 ตามลำดับ เนื่องจาก $KMnO_4$ มีสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์ที่ดี (Lin *et al.*, 2006) นอกจากนี้อุณหภูมิที่สูงยังช่วยในการ

เร่งปฏิกิริยาการออกซิไดซ์ให้เกิดมากขึ้นและเร็วขึ้น (สุธาทิพย์และคณะ, 2548) และอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลต่อการสลายตัวของเมโธมิล (กรมควบคุมมลพิษ, 2541) จึงทำให้สารละลาย 0.1% $KMnO_4$ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส สามารถลดปริมาณเมโธมิลได้มากกว่าน้ำยาล้างผัก Sodiumbicarb, Hemwadee, St Andrew และสารละลาย 0.1% $KMnO_4$ ที่อุณหภูมิห้อง ทั้งนี้น้ำยาล้างผัก St Andrew ที่มีส่วนประกอบของสารลดแรงตึงผิวที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับน้ำยาล้างจาน คือ Sodium lauryl ether sulphate ซึ่งทำให้สิ่งสกปรกหลุดออกและแขวนลอยอยู่ในน้ำ (ทวีพร, 2549) จึงทำความสะอาดได้เฉพาะพื้นผิว ส่วนน้ำยาล้างผัก Sodiumbicarb และ Hemwadee ที่มีส่วนประกอบหลักเป็นโซเดียมไบคาร์บอเนต ซึ่งมีสมบัติเป็นด่างที่สามารถไฮโดรไลซิส เมโธมิลได้ในสภาวะที่มีอากาศ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) จึงสามารถลดปริมาณเมโธมิลในผักคะน้าได้ แต่ก็ยังมีประสิทธิภาพที่ด้อยกว่าสารละลาย 0.1% $KMnO_4$ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

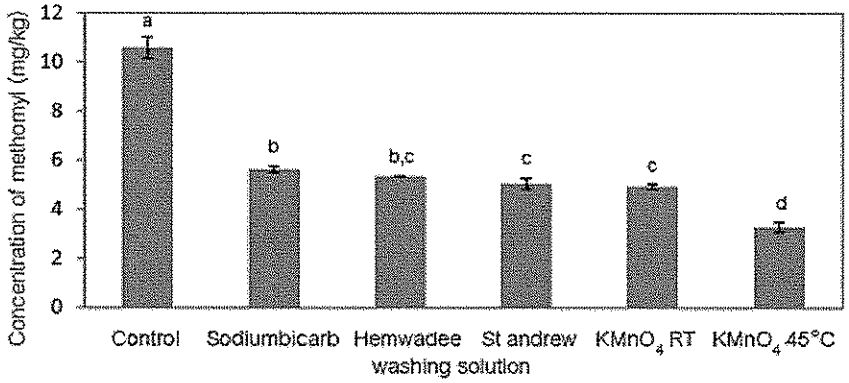

Figure 1 Concentration of methomyl in Chinese-Kale

2. การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของน้ำยาล้างผัก

จากผลของน้ำยาล้างผักทางการค้าได้แก่ Sodiumbicarb, Hemwadee และ St Andrew เปรียบเทียบกับสารละลาย 0.1% $KMnO_4$ ที่อุณหภูมิห้องและ 45 องศาเซลเซียส ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้ำยาล้างผักโดยนำผักคะน้าที่ไม่ได้มีการฉีดพ่นเมโธมิลมาล้างเปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายดังกล่าว ในกรณีที่ไม่มีเมโธมิลอยู่ในระบบซึ่งค่าที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงค่า pH เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนตัวอย่างที่มีการฉีดพ่นด้วย เมโธมิลเมื่อผ่านการด้วยล้างน้ำยาล้างผักพบว่า ชนิดของน้ำยาล้างผักมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้ำยาล้างผักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยสารละลาย 0.1% $KMnO_4$ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่า pH มากที่สุด รองลงมาคือ สารละลาย 0.1% $KMnO_4$ ที่อุณหภูมิห้อง น้ำยาล้างผัก St Andrew ส่วนน้ำยาล้างผัก Hemwadee และ Sodiumbicarb มีการเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\geq0.05$) (รูป 2) เนื่องจากในกระบวนการล้างผักคะน้า $KMnO_4$ จะทำการออกซิไดซ์เมโธมิลเป็นอะซิโตไนไตรล์ (International Programme on Chemical Safety, 1995; Strathmann and Stone, 2000) ทำให้สารละลายเป็นด่างมากขึ้นและส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่า pH ให้สูงขึ้น นอกจากนี้ความร้อนยังมีผลในการเร่งปฏิกิริยาดังกล่าวให้เกิดเร็วขึ้นและมากขึ้น (สุธาทิพย์และคณะ, 2548) โดยความร้อนทำหน้าที่เป็นตัวเร่งการออกซิไดซ์เมโธมิล ทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชันได้ดีขึ้นและเมโธมิลถูกเปลี่ยนให้เป็นอะซิโตไนไตรล์มากขึ้น ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ที่สูงขึ้น

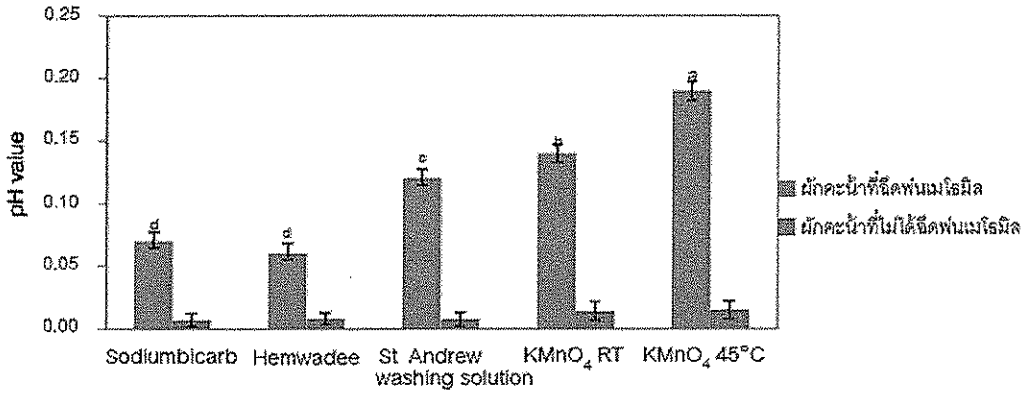

Figure 2 pH value of washing solution

3. การเปลี่ยนแปลงค่า ORP ของน้ำยาล้างผัก

รูปที่ 3 แสดงชนิดของน้ำยาล้างผัก Sodiumbicarb, Hemwadee, St Andrew, สารละลาย 0.1% $KMnO_4$ ที่อุณหภูมิห้องและ 45 องศาเซลเซียส โดยใช้ผักคะน้าที่ไม่ฉีดพ่นเมโธมิลมาล้างเปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงค่า ORP ของน้ำยาล้างผักดังกล่าว ในกรณีที่ไม่มีเมโธมิลอยู่ในระบบซึ่งค่าที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงค่า ORP เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ชนิดของน้ำยาล้างผักมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า ORP ของน้ำยาล้างผัก โดยสารละลาย $KMnO_4$ เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า ORP มากที่สุด ส่วนน้ำยาล้างผัก Sodiumbicarb, Hemwadee, St Andrew การเปลี่ยนแปลงค่า ORP ที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจาก $KMnO_4$ มีสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์ที่แรง (Lin *et al.*, 2006) ทำให้เมโธมิลเกิดปฏิกิริยารีดักชันกับ $KMnO_4$ (International Programme on Chemical Safety, 1995) ส่งผลให้หลังจากเกิดปฏิกิริยารีดักชันค่าศักย์ไฟฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้การเปลี่ยนแปลงของค่า ORP สูงกว่าน้ำยาล้างผักชนิดอื่น เป็นผลทำให้ $KMnO_4$ เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ลดปริมาณเมโธมิลได้ดีกว่าน้ำยาล้างผักชนิดอื่นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับรูปที่ 1 ที่ $KMnO_4$ เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสมีปริมาณการลดลงของเมโธมิลสูงที่สุด

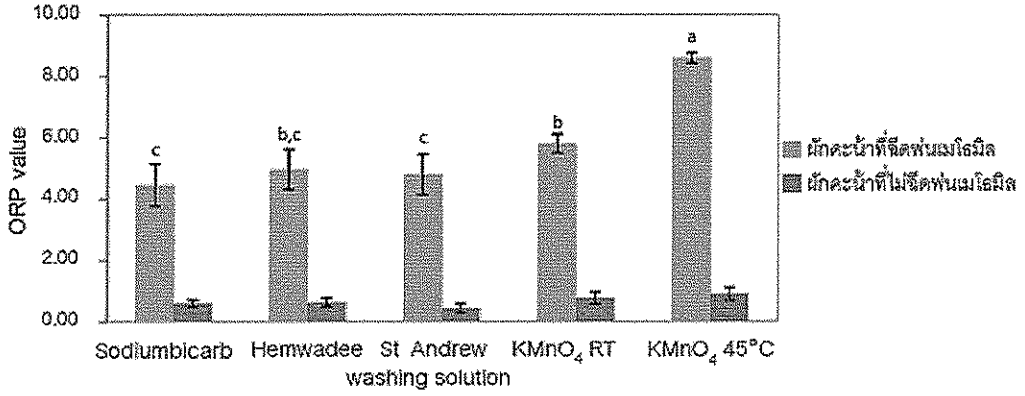

Figure 3 ORP value of washing solution

4. การเปลี่ยนแปลงค่า Electrical Conductivity (EC) **ของน้ำยาล้างผัก**

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่า EC ของสารละลายน้ำยาล้างผักพบว่า น้ำยาล้างผักมีการเปลี่ยนแปลงค่า EC แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยสารละลาย $KMnO_4$ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า EC มากที่สุด รองลงมาคือ สารละลาย $KMnO_4$ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ ส่วนน้ำยาล้างผัก Sodiumbicarb, Hemwadee, St Andrew การเปลี่ยนแปลงค่า ORP ที่ใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4) เนื่องจาก $KMnO_4$ มีสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์ที่แรง (Lin *et al.*, 2006) ทำให้ $KMnO_4$ ออกซิไดซ์เมโธมิลไปเป็นอะซิโตไนไตรล์ (International Programme on Chemical Safety, 1995; Strathmann and stone, 2000) จึงทำให้สารละลายมีขั้วลดลง ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงของค่า EC สูงกว่าน้ำยาล้างผักชนิด อื่น

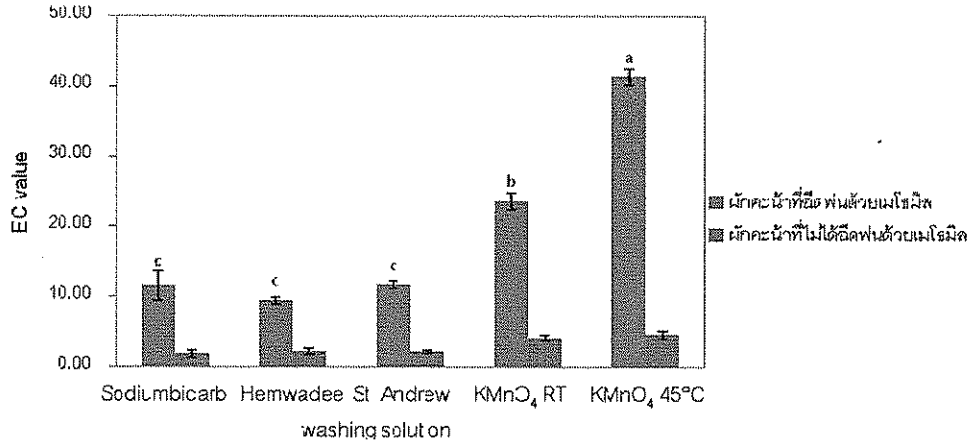

Figure 4 Electrical conductivity value of washing solution

สรุป

จากการศึกษาถึงผลของน้ำยาล้างผักที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดเปรียบเทียบกับน้ำยาล้างผักจากการทดลอง พบว่า สารละลาย $KMnO_4$ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเมโธมิลในผักคะน้าได้ดีที่สุด รองลงมาคือ $KMnO_4$ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิห้อง น้ำยาล้างผักชนิด St Andrew, Hemwadee และ Sodiumbicarb ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า การเปลี่ยนแปลงค่า pH, ORP และ EC มีผลต่อการสลายตัวของเมโธมิลในผักคะน้า คือ เมื่อค่า pH, ORP และ EC ของน้ำยาล้างผักมีการเปลี่ยนแปลงมาก เมโธมิลก็เกิดการสลายตัวมากขึ้น

จากการวิจัยทำให้เราทราบว่า นอกจากชนิดของน้ำยาล้างผักแล้ว อุณหภูมิในการล้างยังมีส่วนช่วยในการลดปริมาณสารฆ่าแมลงอีกเช่นกัน ดังนั้น ในขั้นตอนการล้างผักจึงควรใช้น้ำอุ่นในการล้างร่วมด้วยจึงจะส่งผลในการลดสารฆ่าแมลงให้ดียิ่งขึ้น และที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสยังไม่ทำให้เนื้อสัมผัสของผักคะน้าเปลี่ยนแปลง

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2541. เมโธมิล. กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. พิษและกลไกการออกฤทธิ์ของวัตถุมีพิษทางการเกษตร. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมวิชาการเกษตร. 2554. รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรปี พ.ศ. 2553. แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/ard/stat/stat_ 350.pdf. (20 กรกฎาคม 2554).

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551. คะน้า. แหล่งข้อมูล: http://www.doae.go.th (15 กรกฎาคม 2552).

ทวีพร สุกใส. 2549. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ล้างพืชผลเพื่อลดสารฆ่าแมลงที่ตกค้างในผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 93 หน้า.

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง(ประเทศไทย) จำกัด. 2551. ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. แหล่งข้อมูล: http://www.centrallabthai.com/web/th/main/content.php?page=content&category=37&id=1648 (9 ตุลาคมคม 2554).

วัชรา ปิ่นทอง. 2543. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสำเร็จของเกษตรกรผู้ผลิตผักปลอดสารพิษ ตำบลแม่หา กิ่งอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอาชีวศึกษา. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 96 หน้า.

ศักดา ศรีนิเวศน์. 2546. พิษภัยของสารกำจัดศัตรูพืชผลกระทบต่อสุขภาพของคนไทยวันนี้. วารสารส่งเสริมการเกษตร. 35(7): 4-12.

ศูนย์ส่งเสริมและตรวจสอบการผลิตตามมาตรฐานความปลอดภัยทางอาหาร. 2553. รายงานผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผลิตผลทางการเกษตรที่จำหน่ายในเขตอำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

สุธาทิพย์ ศิริไพศาลพิพัฒน์, อัจจนา วงศ์ชัยสุวัฒน์ และสายใจ ชาญเศรษฐิกุล. 2548. เคมีทั่วไป 2. โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

เอนก หาลี และธวัชชัย ศุภวิทิตพัฒนา. 2553. ผลของชนิด ความเข้มข้นและอุณหภูมิที่มีต่อการลดปริมาณเมโธมิลในผักคะน้า. วารสารวิจัย มข. ฉบับบัณฑิตศึกษา 10(4): 11-18.

Ahmad, N., GuO L., Mandarakas P. and Appleby S. 1995. Determination of dithiocarbamate and its breakdown product ethylenethiourea in fruits and vegetables. Journal of AOAC International. 78(5): 1238-1243.

Chang, C.-F., C.—Y. Chang., K.-E. Hsu., S.-C. Lee. and W. Holl. 2008. Adsorptive removal of the pesticide methomyl using hypercrosslinked polymers. Journal of Hazardous Materials 155: 295–304.

International Programme on Chemical Safety. 1995. Methomyl. Available from: http://www.inchem.org/ documents /hsg/ hsg/hsg 097.htm (27 March 2009).

Jim, S., Z. Xu., J. Chen, X. Liaug, Y. Wu and X. Qian. 2004. Determination of organophosphate and carbamate pesticides based on enzyme inhibition using a pH-sensitive fluorescence probe. Analytica Chimica Acta. 523(1): 117–123.

Klinhom, P., Anek H. and Sasitron M. 2008. The effective of household chemicals in residue removal of methomyl and carbaryl pesticides on chinese-kale. Journal of Natural Science of Kasetsart University. 42: 136-143.

Lin, C.-S., P.-J. Tsai, C. Wu, J.-Y. Yeh and F.-K. Saalia,. 2006. Evaluation of electrolysed water as an agent for reducing methamidophos and dimethoate concentrations in vegetable. International Journal of Food Science and Technology. 41(9): 1099-1104.

Strathmann T. J. and A.T Stone. 2000. Abiotic reduction of the pesticides oxamyl and methomyl by Fe(II): reaction kinetics and mechanism. Department of Geography and Environmental Engineering, The Johns Hopkins University, Baltimore, Haryland