ผลของชนิด ความเข้มข้นและอุณหภูมิที่มีต่อการลดปริมาณเมทโธมิลในผักคะน้า

Effects of Type, Concentration and Temperature on Decreasing Methomyl Content in Chinese-Kale

เอนก หาลี (Anek Halee)* ดร.ธวัชชัย ศุภวิทิตพัฒนา (Dr.Thawatchai Supavititpatana)**

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณการลดลงของเมทโธมิลในผักคะน้าโดยการล้างด้วยสารละลายด่างทับทิม ($KMnO_4$) และสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) ความเข้มข้น 0, 0.01 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 15, 30 และ 45 องศาเซลเซียส พบว่าสารละลายน้ำยาล้างผักแต่ละสภาวะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเมทโธมิลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสามารถลดปริมาณเมทโธมิลได้ในช่วง 16.22-70.67 เปอร์เซ็นต์ โดยการล้างผักคะน้าด้วยสารละลาย $KMnO_4$ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส สามารถลดปริมาณเมทโธมิลได้มากที่สุดคือ 70.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้ำยาล้างผักที่สภาวะต่าง ๆ พบว่า สารละลาย $KMnO_4$ ทั้ง 3 ความเข้มข้นมีสภาวะที่ค่อนข้างเป็นกลาง ซึ่งต่างจากสารละลาย $Ca(OH)_2$ ที่มีสภาวะเป็นด่าง โดยการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้ำยาล้างผักก่อนและหลังการล้างผักคะน้ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่า oxidation-reduction potential (ORP) ของสารละลายน้ำยาล้างผัก พบว่า ค่า ORP ของสารละลายน้ำยาล้างผักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการเปลี่ยนแปลงค่า ORP ของสารละลาย $KMnO_4$ มีค่าสูงกว่า $Ca(OH)_2$ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้ง 2 ความเข้มข้น คือ 0.01 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ค่า ORP สูงขึ้นในทุกชนิดและระดับความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างผัก

ABSTRACT

An investigation of decreasing of methomyl content in Chinese-Kale by washing solutions was carried out. The solutions of potassium permanganate ($KMnO_4$) and calcium hydroxide ($Ca(OH)_2$) at the concentrations of 0, 0.01 and 0.1% and temperature of 15, 30 and 45 ^{o}C were used for washing. It was found that methomyl content of Chinese-Kale was significantly ($p < 0.05$) reduced in all treatment solutions. The reduction of methomyl content was in the range of 16.22-70.67%. The optimal washing condition for decreasing methomyl content in Chinese-kale was 0.1% $KMnO_4$ at 45 ^{o}C, which reduced methomyl quantity about 70.67%. The results showed that pH-values of all $KMnO_4$ solutions were neutral

* *นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*

** *อาจารย์ ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*

while those of all $Ca(OH)_2$ solutions were alkali. The pH values of the washing solutions changed significantly ($p < 0.05$) after use. The data from oxidation-reduction potential (ORP) measurement expressed that the ORP of the washing solutions was significantly ($p < 0.05$) different. The changes in ORP of $KMnO_4$ solutions were larger than those of $Ca(OH)_2$ solutions at the concentrations of 0.01 and 0.1%. Moreover, the changes in ORP were increased with increasing temperature in all types and concentrations of the washing solutions.

คำสำคัญ : เมทโธมิล คะน้า การล้างผัก

Key Words : Methomyl, Chinese-Kale, Vegetable wash

บทนำ

ในสมัยโบราณการเกษตรของไทยเป็นการทำเพื่อบริโภคเองภายในครอบครัว โดยส่วนมากจะอาศัยธรรมชาติ ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้ไม่มากแต่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ซึ่งต่างกับปัจจุบันเนื่องจากโลก มีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้น มีการพัฒนาความรู้ทางเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกับการเพิ่มของจำนวนประชากรทำให้เกษตรกรหลายประเทศทั่วโลกนิยมใช้สารเคมีจำพวกยาฆ่าแมลงในการป้องกันการเข้าทำลายของแมลง ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชให้เป็นปกติและช่วยเพิ่มผลผลิต ทำให้ผลตอบแทนสูงขึ้นแต่ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมาอย่างมากมายได้แก่ ผลกระทบระยะยาวต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การตกค้างของสารเคมีและยาฆ่าแมลงในสิ่งแวดล้อมในดิน น้ำ และอากาศ รวมถึงในอาหารที่บริโภคในแต่ละมื้อ (วัชรา, 2543; Shengye *et al*., 2004; Chiung-Fen *et al*., 2008) โดยเฉพาะเมื่อมีการปนเปื้อนในแหล่งน้ำจะมีความคงตัวสูงมากต้องใช้เวลานานในการสลายตัว (Oller *et al*., 2006) โดยยาฆ่าแมลงที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน คือเมทโธมิล (methomyl) ซึ่งเป็นยาฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมต (ศักดา, 2546) โดยปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากเกษตรกรบางรายที่ขาดความเข้าใจในการใช้สารเคมีดังกล่าว ทั้งในเรื่องของปริมาณที่ใช้และระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวหลังจากการใช้ยาฆ่าแมลง ทำให้เกิดการตกค้างในผลิตผลและส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ โดยเกษตรกรนิยมใช้ ยาฆ่าแมลงกับผักและผลไม้โดยเฉพาะผักคะน้าซึ่งเป็น ผักที่นิยมบริโภคและเป็นที่ต้องการของตลาดมากในปัจจุบัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2551) ประเทศไทยมีสถิติการนำเข้าสารเมทโธมิลเพิ่มขึ้นโดยในปี พ.ศ. 2545 มีการนำเข้าประมาณ 693,977 กิโลกรัม และในปี พ.ศ. 2550 พบว่ามีปริมาณการนำเข้าเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่า คือ 1,472,075 กิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาวิธีการลดปริมาณเมทโธมิลในผักคะน้า โดยการใช้สารที่หาได้ง่ายคือ $KMnO_4$ (ด่างทับทิม) และ $Ca(OH)_2$ (น้ำปูนใส) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงกับการดำรงชีวิตประจำวัน

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การเตรียมสารละลายยาฆ่าแมลง

นำสารเมทโธมิล (แลนเนท 40 เปอร์เซ็นต์ SP, บริษัท คูปองท์ (ประเทศไทย)) ผสมน้ำในอัตราส่วน 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งจะมีระดับความเข้มข้นของเมทโธมิลเท่ากับ 600 ppm

2. การเตรียมสารละลายน้ำยาล้างผัก

ละลายด่างทับทิม (potassium permanganate, $KMnO_4$) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide, $Ca(OH)_2$) ให้ได้ความเข้มข้นเท่ากับ 0, 0.01 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3. การเตรียมผักคะน้าสำหรับการทดลอง

การเตรียมผักคะน้าทำโดยปลูกผักคะน้าภายใต้สภาวะควบคุมให้เหมือนกันหมดทั้งแปลง เช่น การให้น้ำ ปริมาณแสงแดด เป็นต้น และมีการให้ยา

ฆ่าแมลง (เมทโธมิล) ความเข้มข้นตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ ซึ่งจะมีระดับความเข้มข้นของเมทโธมิล 600 ppm ทุก ๆ 7 วันจนผักคะน้า มีอายุได้ 45 วัน แล้วทำการตัดเพื่อทำการทดลองหลังจากฉีดยาฆ่าแมลงครั้งสุดท้ายได้ 3 วัน

4. การตรวจสอบประสิทธิภาพของสารละลายน้ำยาล้างผัก

นำผักคะน้าที่สุ่มมาจากแปลงปลูก แบ่งเป็น 18 ส่วนส่วนละ 1 กิโลกรัม แช่ในสารละลายน้ำยาล้างผัก 2 ชนิด คือ สารละลาย $KMnO_4$ และสารละลาย $Ca(OH)_2$ ที่มีความเข้มข้น 3 ระดับคือ 0, 0.01 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับอุณหภูมิ 3 ระดับคือ 15, 30 และ 45 องศาเซลเซียส โดยแช่ในอัตราส่วนผักต่อสารละลายน้ำยาล้างผักเป็น 1 ต่อ 15 (น้ำหนักต่อปริมาตร) นาน 15 นาที จากนั้นนำคะน้ามาล้างผ่านน้ำไหลอีก 1 รอบ (นาน 15 วินาที) ผึ่งลมให้แห้ง (นาน 1 ชั่วโมง) แล้วทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของสารละลายน้ำยาล้างผักดังนี้

4.1 การลดลงของปริมาณเมทโธมิลในผักคะน้า

นำผักคะน้า ก่อนและหลังการล้างด้วยสารละลายน้ำยาล้างผักมาทำการสกัด โดยใช้ตัวอย่างผักคะน้าที่บดปั่นมาแล้ว 20 กรัม เติมสารละลายผสมของเมททานอลและน้ำ (3:1 V/V) 160 มิลลิลิตร นำไปปั่น ให้ละเอียดด้วย homogenizer ที่ความเร็วรอบ 29,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาที กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 โดยใช้ Buchner funnel ชะถ้วยที่ใช้ปั่นรวมทั้งส่วนที่ติดอยู่บนกระดาษกรองด้วยสารละลายผสมเมทานอลและน้ำ 30 มิลลิลิตร นำสารละลายที่กรองได้ใส่ลงใน flat bottle flask จากนั้นนำไประเหยภายใต้แรงดันสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนเหลือปริมาตรประมาณ 20 มิลลิลิตร ถ่ายสารละลายที่เหลือลงใน separatory funnel ล้าง flat bottle flask ด้วยน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร เติม potassium fluoride และ ammonium chloride 8 และ 0.6 กรัมตามลำดับ จากนั้นสกัดยาฆ่าแมลงโดยใช้ dichloromethane ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วจึงแยกสารละลายส่วนที่เป็น dichloromethane ออก โดยกรองผ่าน anhydrous sodium sulphate 25 กรัม นำสารละลายที่กรองได้ไประเหยภายใต้แรงดันสุญญากาศที่ 40 องศาเซลเซียสจนแห้ง ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้เมทานอล 6 มิลลิลิตร นำไปกรองผ่าน syringe filter ขนาด 0.45 ไมครอน แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ปริมาณเมทโธมิลด้วย เทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) โดยประยุกต์จากวิธีการของ Ahmad. *et al.* (1995)

4.2 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้ำยาล้างผัก

นำสารละลายน้ำยาล้างผักในข้อที่ 4.1 มาทำการวัดค่า pH ทั้งก่อนและหลังการล้างผักคะน้าด้วยเครื่อง multimeter (รุ่น SevenMulti บริษัท Mettler Toledo ประเทศ Switzerland) ซึ่งติดตั้งกับ pH electrodes (Inlab 409, Mettler Toledo) ประยุกต์ตามวิธีการของ Klinhom *et al.*, (2008) และคำนวณหาค่าการเปลี่ยนแปลงของ pH ของสารละลายน้ำยาล้างผัก

4.3 การเปลี่ยนแปลงค่า Oxidation Reduction Potential (ORP) ของสารละลายน้ำยาล้างผัก

นำสารละลายน้ำยาล้างผักในข้อที่ 4.1 มาทำการวัดค่า ORP ทั้งก่อนและหลังการล้างผักคะน้าด้วยเครื่อง multimeter (รุ่น SevenMulti บริษัท Mettler Toledo ประเทศ Switzerland) ซึ่งติดตั้งกับ ORP electrodes (Inlab 503, Mettler Toledo) ประยุกต์ตามวิธีการของ Klinhom *et al.*, (2008) และคำนวณหาค่าการเปลี่ยนแปลงของ ORP ของสารละลายน้ำยาล้างผัก

5. การวางแผนการทดลอง

จัดสิ่งทดลองแบบ Factorial ในแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (2x3x3 Factorial Experiment in Completely Randomized Design) ปัจจัยแรกคือ ชนิดของสารละลายน้ำยาล้างผัก 2 ชนิด (สารละลาย $KMnO_4$ และสารละลาย $Ca(OH)_2$) ปัจจัยที่สองคือ ความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างผัก 3 ระดับ (0, 0.01 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์) ปัจจัยที่สามคืออุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผัก 3 ระดับ (15,

30 และ 45 องศาเซลเซียส) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของชนิด ความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักต่อปริมาณการลดลงของเมทโธมิลในผักคะน้า

การศึกษาอัตราการลดลงของเมทโธมิลในผักคะน้าโดยการล้างด้วยสารละลาย $KMnO_4$ และสารละลาย $Ca(OH)_2$ ความเข้มข้น 0, 0.01 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 15, 30 และ 45 องศาเซลเซียส แสดงในภาพที่ 1 พบว่า ชนิดของสารละลายน้ำยาล้างผัก มีผลต่ออัตราการลดลงของเมทโธมิลในผักคะน้าโดย สารละลาย $KMnO_4$ มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเมทโธมิลในผักคะน้าได้ดีกว่าสารละลาย $Ca(OH)_2$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนการศึกษาถึงความเข้มข้นต่ออัตราการลดลงของเมทโธมิลในผักคะน้า พบว่า เมื่อความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างผักสูงขึ้น อัตราการลดลงของเมทโธมิลในผักคะน้าจะมีแนวโน้มสูงขึ้น ($p<0.05$) ตามไปด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักมีผลต่ออัตราการลดลงของเมทโธมิลในผักคะน้าโดย พบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอัตราการลดลงของเมทโธมิลในผักคะน้าจะสูงขึ้น ($p<0.05$)

เมื่อพิจารณาถึงชนิดร่วมกับความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างผักพบว่า ปัจจัยทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน โดยเมื่อความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างผักทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้น อัตราการลดลงของเมทโธมิลในผักคะน้าจะมีแนวโน้มสูงขึ้นตามไปด้วย แต่อัตราการลดลงของเมทโธมิลของการล้างด้วยสารละลาย $KMnO_4$ มีอัตราการลดลงมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อพิจารณาชนิดร่วมกับอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักพบว่า ปัจจัยทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน โดยอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผัก ทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้นอัตราการลดลงของเมทโธมิลในผักคะน้าจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่อัตราการลดลงของเมทโธมิล ของสารละลายน้ำยาล้างผัก $KMnO_4$ มีอัตราการลดลงที่มากกว่าสารละลาย $Ca(OH)_2$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักพบว่า เมื่อความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักเพิ่มขึ้นอัตราการลดลงของเมทโธมิลในผักคะน้า จะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เมื่อพิจารณาถึงชนิดร่วมกับความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักพบว่า สารละลายน้ำยาล้างผักแต่ละสภาวะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเมทโธมิลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งสามารถลดปริมาณเมทโธมิลได้ในช่วง 16.22–70.67 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 1) โดยการล้างผักคะน้าด้วยสารละลาย $KMnO_4$ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส สามารถลดปริมาณเมทโธมิลได้มากที่สุดคือ 70.67 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่าผักคะน้าที่ล้างที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสในทุกชนิดและความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างผักมีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการลดปริมาณเมทโธมิลมากที่สุดรองลงมาคือ 30 และ 15 องศาเซลเซียส ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยทั้ง 3 มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กันในเชิงบวกคือเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิและความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างผักประสิทธิภาพในการลดปริมาณเมทโธมิลจะมีสูงขึ้นซึ่งปกติ $KMnO_4$ มีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์ที่ดี (Lin *et al.*, 2006) ดังนั้น $KMnO_4$ จึงเกิดปฏิกริยารีดักชันกับเมทโทมิลได้สูง ส่งผลให้ เมทโธมิล เกิดการสลายตัวได้ดีกว่า $Ca(OH)_2$ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่าง นอกจากนี้อุณหภูมิก็มีผลต่อการสลายตัวของเมทโธมิลคือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการสลายตัวของเมทโธมิลจะสูงขึ้น เนื่องจากความร้อนมีผลในการเร่งปฏิกริยาให้เกิดมากและเร็วขึ้น (สุธาทิพย์ และคณะ, 2548) ทำให้การล้างผักที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จึงมีแนวโน้มการลดลงของเมทโธมิลที่สูงกว่าที่ 30 แล 15 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เช่นเดียวกับกรมควบคุมมลพิษ (2541) ได้กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อการสลายตัวของ เมทโธมิล ได้แก่ อุณหภูมิที่สูงขึ้นและสภาวะความเป็นด่าง ซึ่งสอดคล้องกับ Klinhom *et al.* (2008) ที่ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารละลายน้ำยาล้างผัก ในการลด

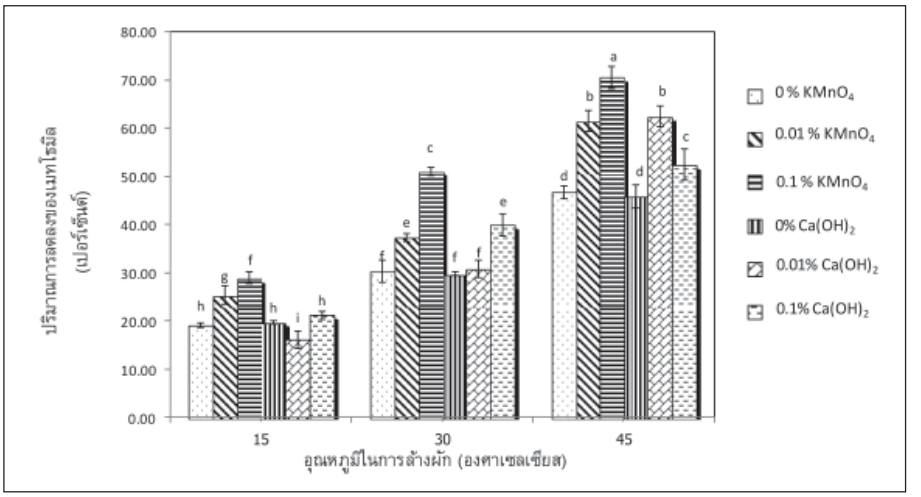
ปริมาณสารตกค้างเมทโธมิลในผักคะน้า พบว่าการล้างผักด้วย $KMnO_4$ ที่ความเข้มข้น 0.001 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดปริมาณของสารเมทโธมิลได้ดีที่สุดคือ 47.57 เปอร์เซ็นต์ ถัดมาคือผงฟู เกลือแกง น้ำส้มสายชูและน้ำเปล่าตามลำดับ โดยสามารถลดปริมาณเมทโธมิลได้เฉลี่ย 37.90-43.40 เปอร์เซ็นต์ จึงนิยมนำใช้เป็นจึงนิยมใช้ KMnO4 เป็นยาฆ่าเชื้อโรคและใช้เป็นสารทำความสะอาดโดยเฉพาะผักและผลไม้ (Klinhom *et al.*, 2008 และ กองควบคุมวัตถุเสพติด สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2548)

2. ผลของชนิด ความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้ำยาล้างผัก

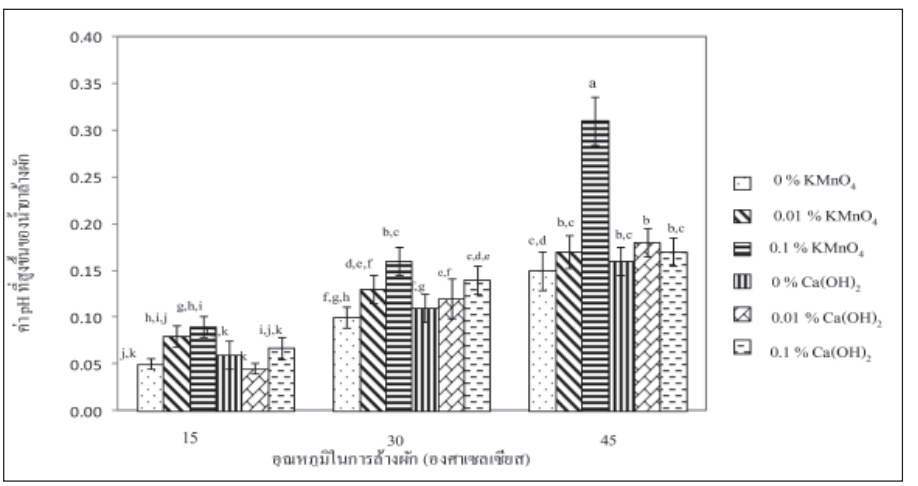
การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้ำยาล้างผักพบว่า ชนิดของสารละลายน้ำยาล้างผักมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้ำยาล้างผักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสารละลายน้ำยาล้างผัก $KMnO_4$ มีการเปลี่ยนแปลงค่า pH มากกว่า สารละลายน้ำยาล้างผัก $Ca(OH)_2$ โดยทำให้ค่า pH สูงขึ้น (เป็นด่างมากขึ้น) ซึ่งค่า pH ของ $KMnO_4$ อยู่ในช่วง 7.49-8.51 ส่วน $Ca(OH)_2$ มีค่า pH ในช่วง 7.55-12.82 ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างผักมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้ำยาล้างผักคือ เมื่อความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างผักเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลง pH จะเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ตามไปด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้ำยาล้างผักคือ อุณหภูมิสูงขึ้นการเปลี่ยนแปลง pH เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) เช่นกัน

เมื่อพิจารณาถึงชนิดร่วมกันความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างผักพบว่า ปัจจัยทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน โดยสารละลายน้ำยาล้างผัก $KMnO_4$ มีการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้ำยาล้างผักสูงกว่า $Ca(OH)_2$ และเมื่อความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างผักเพิ่มขึ้นการเปลี่ยนแปลงค่า pH จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ต่อมาเมื่อพิจารณาชนิดร่วมกับอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักพบว่าปัจจัยทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันโดยสารละลายน้ำยาล้างผัก $KMnO_4$ มีการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้ำยาล้างผักสูงกว่า $Ca(OH)_2$ และเมื่ออุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักเพิ่มขึ้นการเปลี่ยนแปลงค่า pH จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ส่วนการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักพบว่า เมื่อความเข้มข้นและอุณหภูมิของน้ำยาล้างผักเพิ่มสูงขึ้นการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้ำยาล้างผักก่อนและหลังการล้างมีการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

การศึกษาถึงชนิดร่วมกับความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักพบว่า ปัจจัยทั้ง 3 มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน โดยเมื่ออุณหภูมิและความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างผักทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้นการเปลี่ยนแปลงของค่า pH มีแนวโน้มสูงขึ้นตามไปด้วย โดยสารละลายน้ำยาล้างผัก $KMnO_4$ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิของสารละลาย 45 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของค่า pH สูงสุด ($p<0.05$) เนื่องจากในกระบวนการล้างผักคะน้า $KMnO_4$ ได้ทำการออกซิไดซ์เมทโธมิลกลายเป็นอะซิโตรไนไตรล์ (International Programme on Chemical Safety, 1995) ทำให้สารละลายเป็นด่างมากขึ้นและส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่า pH ให้สูงขึ้นและสูงกว่าสารละลาย $Ca(OH)_2$ นอกจากนี้เมื่ออุณหภูมิของสารละลายสูงขึ้น ทำให้การเปลี่ยนแปลงค่า pH สูงขึ้นเนื่องจากความร้อนมีผลในการเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเร็วขึ้นและมากขึ้น (สุธาทิพย์และคณะ, 2548) โดยความร้อนทำหน้าที่เป็นตัวเร่งการออกซิไดซ์เมทโธมิลทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชันได้ดีขึ้นและเมทโธมิลถูกเปลี่ยนให้เป็นอะซิโตรไนไตรล์มากขึ้น ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณเมทโธมิลที่ลดลงมากที่สุดดังภาพที่ 1



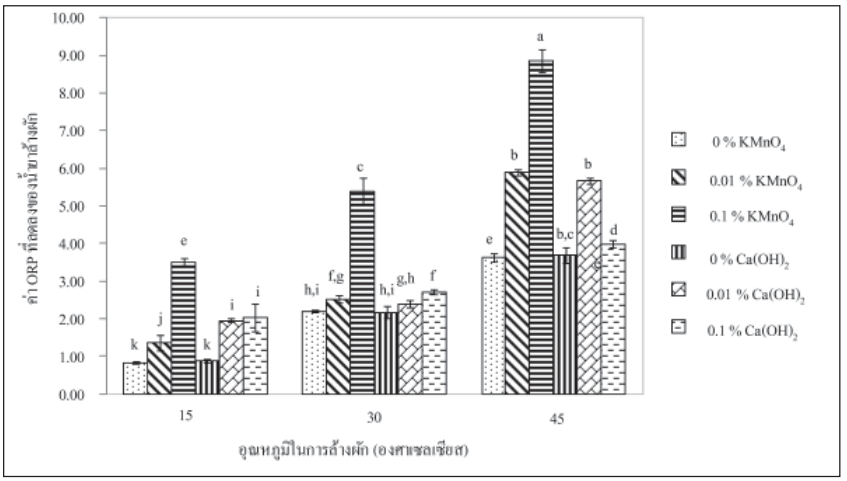
ภาพที่ 1 ผลของชนิด ความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักต่อค่าอัตราการลดลงของเมทโธมิลในผักคะน้า



ภาพที่ 2 ผลของชนิด ความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของน้ำยาล้างผัก

3. ผลของชนิด ความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักต่อการเปลี่ยนแปลงค่า Oxidation Reduction Potential (ORP) ของสารละลายน้ำยาล้างผัก

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่า ORP ของสารละลายน้ำยาล้างผักพบว่า ชนิด ความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า ORP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสารละลาย $KMnO_4$ มีการเปลี่ยนแปลงของค่า ORP มากกว่า $Ca(OH)_2$ ($p<0.05$) ซึ่งค่า ORP ของ $KMnO_4$ อยู่ในช่วง 342.97–657.97 ส่วน $Ca(OH)_2$ มีค่า ORP ในช่วง 38.53–464.55 ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักเพิ่มสูงขึ้นการเปลี่ยนแปลงของค่า ORP ก็มีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นกัน ($p<0.05$)



ภาพที่ 3 ผลของชนิด ความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักต่อการเปลี่ยนแปลงค่า ORP ของน้ำยาล้างผัก

เมื่อพิจารณาถึงชนิดร่วมกับความเข้มข้นของสารละลายน้ำยาล้างผักพบว่า ปัจจัยทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน โดยสารละลายน้ำยาล้างผัก $KMnO_4$ ที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงของค่าORP มากกว่าสารละลายน้ำยาล้างผัก $Ca(OH)_2$ ($p<0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงชนิดร่วมกับอุณหภูมิก็พบว่าเป็นไปในทำนองเดียวกันกับชนิดร่วมกับความเข้มข้นคือ สารละลายน้ำยาล้างผัก $KMnO_4$ ที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจะมีค่าการเปลี่ยนแปลงของ ORP สูงกว่าสารละลายน้ำยาล้างผัก $Ca(OH)_2$ ($p<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักเพิ่มมากขึ้นการเปลี่ยนแปลงของค่า ORP ก็จะสูงมากขึ้นเช่นกัน ($p<0.05$)

เมื่อความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายน้ำยาล้างผักทั้งสองชนิดเพิ่มสูงขึ้นการเปลี่ยนแปลงของค่า ORP มีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นกัน ($p<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามสารละลายน้ำยาล้างผัก $KMnO_4$ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จะมีการเปลี่ยนแปลงค่า ORP สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยปกติค่า ORP เป็นค่าที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยารีดอกซ์หรือปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชัน ซึ่งเป็นการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากการถ่ายเทอิเล็กตรอนโดยค่า ORP เป็นได้ทั้งบวกและลบ ถ้าเป็นบวกจะมีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดซ์ถ้าเป็นลบจะมีคุณสมบัติเป็นตัวรีดิวซ์ (Trevor, 2004) แต่ $KMnO_4$ มีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์ (Lin *et al*, 2006) ที่ดีกว่า $Ca(OH)_2$ จึงทำให้ $KMnO_4$ เกิดปฏิกิริยารีดักชั่นกับเมทโธมิลได้ดีกว่า $Ca(OH)_2$ โดยในกระบวนการล้างผักคะน้า $KMnO_4$ ได้ทำการออกซิไดซ์เมทโธมิลกลายเป็นอะซิโตรไนไตรล์ (International Programme on Chemical Safety, 1995) ส่งผลให้หลังจากเกิดปฏิกิริยารีดักชันค่าศักย์ไฟฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงให้ต่ำลงและมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าสารละลาย $Ca(OH)_2$ นอกจากนี้เมื่ออุณหภูมิของสารละลายสูงขึ้นทำให้การเปลี่ยนแปลงค่า ORP มากขึ้น เนื่องจากความร้อนมีผลในการเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเร็วขึ้นและมากขึ้น (สุธาทิพย์และคณะ, 2548) โดยความร้อนทำหน้าที่เป็นตัวเร่งการออกซิไดซ์เมทโธมิลทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชันได้ดีขึ้นและเมทโธมิลถูกเปลี่ยนให้เป็นอะซิโตรไนไตรล์มากขึ้น ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า ORP ในที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับภาพที่ 1 ที่ $KMnO_4$ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีปริมาณการลดลงของเมทโธมิลสูงที่สุด

สรุปผล

เมื่อความเข้มข้นและอุณหภูมิของน้ำยาล้างผักทั้งสองชนิด ($KMnO_4$ และ $Ca(OH)_2$) สูงขึ้น ปริมาณการลดลงของเมทโธมิลจะเพิ่มตามไปด้วย โดยสารละลาย $KMnO_4$ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์อุณหภูมิ

45 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดลงของเมทโธมิลสูงที่สุดคือสามารถลดปริมาณเมทโธมิลได้ถึง 70.67 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศูนย์ส่งเสริมและตรวจสอบการผลิตตามมาตรานความปลอดภัยทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่ได้ให้การสนับสนุนด้านเครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์สำหรับการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2541. เมทโธมิล. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ

กรมวิชาการเกษตร. 2551. รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรปี พ.ศ. 2550. [ออนไลน์]. http://210.246.186.28/ard/pdf/ImpPestSub50.pdf. [20 กรกฎาคม 2551]

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551. คะน้า. [ออนไลน์]. http://www.doae.go.th/library/html/detail/kana/kana1.htm [15 กรกฎาคม 2551]

กองควบคุมวัตถุเสพติด สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2548. Potassium permanganate. [ออนไลน์]. http://www.fda.moph.go.th/ fdanet/html/product/addict/precursor/potassium %20permanganate.html [15 กรกฎาคม 2551]

วัชรา ปิ่นทอง. 2543. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสำเร็จของเกษตรกรผู้ผลิตผักปลอดสารพิษ ตำบลแม่ทา กิ่งอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (อาชีวศึกษา). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศักดา ศรีนิเวศน์. 2546. พิษภัยของสารกำจัดศัตรูพืชผลกระทบต่อสุขภาพของคนไทยวันนี้. ว. ส่งเสริมการเกษตร. 35: 186.

สุธาทิพย์ ศิริไพศาลพิวัฒน์, อัจจนา วงศ์ชัยสุวัฒน์ และสายใจ ชาญเศรษฐิกุล. 2548. เคมีทั่วไป2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

Ahmad, N., GuO, L., Mandarakas, P., and Appleby, S. 1995. Determination of dithiocarbamate and its breakdown product ethylenethiourea in fruits and vegetables. J. Assoc. off. Anal. Chem. 78:1238-1243.

Chiung-Fen, C., Ching-Yuan, C., Kuo-En, H., Shu-Chi, L., and Wolfgang, H. 2008. Adsorptive removal of the pesticide methomyl using hypercrosslinked polymers. J. of Hazardous Materials. 155: 295-304.

International Programme on Chemical Safety. 1995. Methomyl. [Online]. http://www.inchem. org/ documents/hsg/ hsg/hsg097.htm [27 March 2009].

Oller, I., Gernjak, W., Maldonado MI., P′erez-Estrada, LA., S′anchez-P′erez, JA., and Malato, S. 2006. Solar photocatalytic degradation of some hazardous water-soluble pesticides at pilot-plant scale. J. Hazardous Materials 138:507-517.

Klinhom, P., Halee, A., and Methawiwat, S. 2008. The Effective of household Chemicals in Residue Removal of Methomyl and Carbaryl Pesticides on Chinese-Kale. J. Natural science of Kasetsart University. 42:136-143.

Lin, CS., Tsai, C., Wu, JY., Yeh, and Saalia, FK. 2006. Evaluation of electrolysed water as an agent for reducing methamidophos and dimethoate concentrations in vegetable. J. Food Sci. and Tech. 41: 1099-1104.

Shengye, J., Zhaochao, X., Jiping, C., Xinmiao, L., Yongning, W., and Xuhong, Q. 2004. Determination of organophosphate and carbamate pesticides based on enzyme inhibition using a pH-sensitive fluorescence probe. J. Analytica Chimica Acta. 523: 117-123.

Trevor, V. 2004. Oxidation-Reduction Potential (ORP) for Water Disinfection Monitoring, Control, and Documentation. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California.