

## การละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีไซเคิลชนิดโพลีโพรพิลีนใน สภาวะการดองผัก

### Solubility of Lead Colour from Polypropylene Recycle Plastic in Pickled Vegetables

ยุพิน เชื้อใจ<sup>1</sup> กระจ่าง ตลับนิล<sup>1</sup> สุรัชย์ อังคนาสายันท์<sup>2</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กันทรวิชัย มหาสารคาม 44150

<sup>2</sup> ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี เมือง กาญจนบุรี 71000

#### บทคัดย่อ

การหมักดองผักในถังพลาสติกชนิดกรีไซเคิลเป็นผลให้โลหะหนักที่เป็นส่วนประกอบของสีในพลาสติกละลายออกมาปนเปื้อนกับผักดองซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาการละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีไซเคิลชนิดโพลีโพรพิลีนที่ใช้ดองผัก โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการดองผัก กับ ค่า pH และผลต่อการละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีไซเคิลชนิดโพลีโพรพิลีน ผลการศึกษา พบว่าที่ระยะการดองผัก 10 วัน มีค่า pH เฉลี่ยต่ำสุด  $\bar{X}=3.38$  (SD=0.05) และปริมาณการละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีไซเคิลชนิดโพลีโพรพิลีนมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด  $\bar{X}=0.256\text{g/L}$  (SD=0.031) จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการดองผักกับค่า pH และการละลายของตะกั่วพบว่าระยะเวลาการดองผักมีความสัมพันธ์ต่อการลดลงของค่า pH และมีผลต่อการละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีไซเคิลชนิดโพลีโพรพิลีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ( $R^2=0.813$  และ 0.198 ตามลำดับ) ค่า pH มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณการละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีไซเคิลชนิดโพลีโพรพิลีน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ( $R^2=0.136$ ) และระยะเวลาการดองผักและค่า pH มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณการละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีไซเคิลชนิดโพลีโพรพิลีน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ( $R^2=0.202$ )

**คำสำคัญ:** สารตะกั่ว การละลายของสารตะกั่ว พลาสติกกรีไซเคิลชนิดโพลีโพรพิลีน

#### Abstract

Using a plastic recycle as a fermentation tanks resulting in a heavy metal plastic contaminated in food and affects the health of consumers. This research is experimental research that study the leaching of lead (Pb) from recycled plastic poly propylene, which used in pickled vegetables. The term of marinade, pH changes and their relation with amount of leaching lead were investigated. The results showed that at the pickled vegetables for 10 days, the pH was lowest at average 3.38 (SD=0.05) and the amount of leaching lead were 0.256  $\mu\text{g/L}$  (SD= 0.031). The terms of pickled vegetables were significantly related



with the lower of pH and the amounts of leaching leads ( $p < 0.05$ )  $R^2 = 0.813$  and  $0.198$ , respectively. The pH was significantly related with the amounts of leaching lead ( $p < 0.05$ ,  $R^2 = 0.136$ ) and both of pH and terms of pickled vegetables were significantly related with the amounts of leaching leads ( $p < 0.05$ ,  $R^2 = 0.202$ ).

**Keywords:** Lead, Leaching of lead, Recycled plastic poly propylene

## บทนำ

อาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาทั้งทางร่างกายและสติปัญญา แต่ในขณะเดียวกัน อาหารก็อาจก่อให้เกิดโทษต่อร่างกายได้ถ้าในอาหารนั้นมีสิ่งที่เป็นอันตรายปนเปื้อนอยู่ ได้แก่ การได้รับสารโลหะหนัก เช่น ตะกั่วที่ปนเปื้อนในอาหารซึ่งเกิดจากการสลายตัวออกมาจากภาชนะใส่อาหาร [1] สารตะกั่วสามารถละลายออกมาจากภาชนะใส่อาหารเนื่องจากปัจจัย 3 ประการ ได้แก่ 1) ความเป็นกรดในอาหารเช่น น้ำส้ม น้ำมะเขือเทศ จะทำให้ตะกั่วละลายออกมามากกว่าอาหารที่ไม่มีฤทธิ์เป็นกรด 2) ความร้อนจากอาหาร เช่น ชา กาแฟหรือซूप จะทำให้ตะกั่วละลายออกมามากกว่าอาหารที่เย็น และ 3) ระยะเวลาการสัมผัส ถ้าเก็บอาหารไว้นานจะมีตะกั่วละลายออกมามากขึ้น โดยทางด้านโภชนาการจัดให้ตะกั่วอยู่ในพวกที่อาจทำให้เกิดพิษและไม่มีคุณค่าทางโภชนาการแก่ร่างกายมนุษย์แต่อย่างไร อีกทั้งตะกั่วยังได้ชื่อว่าเป็นสารที่เสี่ยงต่อความเป็นพิษสูงที่สุดในบรรดาโลหะหนักที่เป็นพิษทั้งหลาย เมื่อตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย จะทำให้เกิดอาการและโรคต่าง ๆ ทั้งชนิดเฉียบพลันและชนิดเรื้อรัง เช่น ระบบทางเดินอาหารชนิดเฉียบพลัน ได้แก่ อาการกระหายน้ำ คลื่นไส้ ปวดท้องและอาเจียนมีสีขาวคล้ายน้ำมัน เนื่องจากมีตะกั่วคลอไรด์ บางครั้งปวดท้องมาก อูจจาระมีสีดำเนื่องจากมีตะกั่วซัลไฟด์ อาจมีอาการท้องเดินหรือท้องผูก และอาการชนิดเรื้อรังได้แก่ เบื่ออาหาร ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและปวดศีรษะ ท้องผูกมากขึ้น ลำไส้บิดตัวจนเกิดอาการปวดท้องมาก เรียกว่า

lead colic กล้ามเนื้อหน้าท้องเกร็งและกดเจ็บโดยเฉพาะบริเวณรอบสะดือ เป็นต้น [5]

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์พลาสติกมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวันมาก และมีการใช้กันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะพลาสติกใส่อาหาร เพราะทำให้เกิดความสะดวกและเสียค่าใช้จ่ายน้อย จนทำให้ปริมาณพลาสติกในประเทศมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ปริมาณที่ใช้แล้วและทิ้งไปมากขึ้น ทำให้มีโรงงานที่นำเอาพลาสติกที่ใช้แล้วจากสถานที่ต่าง ๆ มาผ่านกรรมวิธีหลายชั้นแล้วผลิตเป็นพลาสติกนำมาใช้ซ้ำอีก ซึ่งอาจจะมีการเติมสีเพื่อให้สีสันของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นและเพื่อกลมเกลื่อนสีเดิม ไม่ควรนำมาใช้บรรจุอาหาร เพราะพลาสติกที่ได้ ถึงแม้จะผ่านความร้อนที่อุณหภูมิสูง ๆ ซึ่งสามารถทำลายแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์ต่าง ๆ ได้ แต่ไม่สามารถทำลายสารพิษบางอย่างได้ เช่น ตะกั่ว ซึ่งอาจเหลือตกค้างอยู่กับพลาสติกที่ใช้บรรจุเคมีหรือสารพิษมาก่อนแล้ว [4]

พลาสติกที่ผ่านการรีไซเคิลเพื่อนำกลับมาเป็นผลิตภัณฑ์ มักมีการเติมสีย้อมหรือสีผง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีสันสะดุดตาและเป็นที่ยอมรับนำมาใช้ สีย้อมที่เติมลงในพลาสติกเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถละลายเข้าไปในเนื้อพลาสติกโดยการสร้างพันธะทางเคมีและทางกายภาพ ในขณะที่สีผง เป็นสารสีอินทรีย์และอนินทรีย์ที่กระจายตัวอยู่ในพลาสติก ไม่สามารถละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับพลาสติกได้ ได้แก่ พทาโลไซมานินบูลโมโนเอโซเรด สีผงอินทรีย์ ได้แก่ แคดเมียมโครเมต ตะกั่วโครเมต สีผงอนินทรีย์ ได้แก่ ลีดโครเมต ( $\text{Lead Chromate}$ ,  $\text{PbCrO}_4$ )



เพื่อให้สีเหลือง สีส้มหรือสีแดง ลีดเรด (Lead Red,  $Pb_3O_4$ ) ให้สีแดง ลีดแอนติโมนิเอท (Lead (II) Antimoniate,  $PbSb_2O_4$ ) ให้สีเหลืองอ่อน พบว่าปริมาณตะกั่วที่ละลายออกมาจากพลาสติกกรีซเคลิล จะเพิ่มขึ้นเมื่อ pH ของสารละลายเป็นกรดหรือเบสสูงๆ โดยที่ pH เท่ากับ 3 พบปริมาณตะกั่วจะละลายออกมาสูงสุด การละลายออกมาของตะกั่วที่สภาวะเป็นกรดเนื่องจากไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ ) เข้าไปละลายตะกั่วที่อยู่ในพลาสติกให้อยู่ในรูปของเลดไอออน ( $Pb^{2+}$ ) ในสภาวะสารละลายเป็นเบส การละลายออกมาเกิดขึ้นเนื่องจากไฮดรอกไซด์ไอออน ( $OH^-$ ) เข้าไปทำปฏิกิริยากับตะกั่วเป็นเลด (II) ไฮดรอกไซด์ ( $Pb(OH)_2$ ) แขนงลอยในสารละลาย และพบว่า ความสามารถในการละลายออกมาของตะกั่วสัมพันธ์กับระยะเวลาการบ่ม เนื่องจากพลาสติกกรีซเคลิลมีระยะเวลาสัมพันธ์กับกรดนานขึ้น [2]

การหมักดองก็เป็นการถนอมอาหารอีกวิธีหนึ่งที่ประชาชนนิยม เนื่องจากยืดอายุการเก็บรักษาอาหารไว้ได้นาน และผักกาดเขียวปลีไม่นิยมบริโภคสดเพราะมีรสขมเผ็ดหรือแม้แต่ต้มสุกก็น่าไม่หาย แต่คุณภาพหลังจากดองเค็มแล้วดีเนื่องจากกรอบ เพราะ ไม่เปื่อยยุ่ย [6] จากการสำรวจพบว่าผู้ผลิตอาหารหมักดองในเขตความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านทุ่งสมอ อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี มีการนำภาชนะพลาสติกกรีซเคลิลชนิดโพลีโพรพิลีนมาใช้เป็นภาชนะดองผัก ร้อยละ 72 และนำมาวางขายแก่ประชาชนทั่วไป ซึ่งทำให้ประชาชนมีโอกาสเสี่ยงในการรับสารตะกั่วที่ปนเปื้อนมากับอาหาร เนื่องจากการใช้พลาสติกที่ไม่มีคุณภาพมาใช้ในการดองอาหาร เช่น การใช้พลาสติกกรีซเคลิลชนิดโพลีโพรพิลีนมาใช้ดองผัก ซึ่งการศึกษาผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักตะกั่วจากพลาสติกกรีซเคลิลชนิด โพลีเอทิลีน โพลีโพรพิลีน และโพลีสไตรีน พบว่าพลาสติกแต่ละชนิดมีปริมาณโลหะหนักตะกั่วค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักตะกั่วตามชนิดของพลาสติกกรีซเคลิล พบว่า ชนิดโพลีโพรพิลีน มีปริมาณโลหะหนักตะกั่วมากที่สุด รองลงมาได้แก่ พอลิเอทิลีนและพอลิสไตรีน ตามลำดับ [2]

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาถึง สภาวะ pH และระยะเวลาที่ใช้ในการดองผักที่ส่งผลต่อการละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีซเคลิลชนิดโพลีโพรพิลีน เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการดองผักที่ปลอดภัย หลีกเลี่ยงสภาวะที่สารตะกั่วละลายออกมาจากสีในพลาสติกกรีซเคลิลชนิดโพลีโพรพิลีน ความรู้ที่ได้จากการศึกษานำไปแนะนำให้ผู้ประกอบการที่ดองผักจำหน่ายและประชาชนทั่วไปที่บริโภคผักดองได้มีการปฏิบัติเพื่อหลีกเลี่ยงการได้รับสารตะกั่วจากพลาสติกกรีซเคลิลชนิดโพลีโพรพิลีน

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ในการทดลอง 1) ถังพลาสติกกรีซเคลิลชนิดโพลีโพรพิลีนพร้อมฝาปิดขนาดบรรจุ 12 ลิตร ยังไม่ได้ผ่านการใช้งาน 2) ผักกาดเขียวปลีในการใช้ดอง จำนวน 15 ถัง ถังละ 1 กิโลกรัม 3) พีเอชมิเตอร์ 4) มิเตอร์วัดความเข้มข้นของเกลือ 5) เครื่องชั่งน้ำหนักผัก 6) ซ้อนตวง 7) ขวดแก้วสำหรับเก็บน้ำส่งตรวจสารเคมี ได้แก่ 1) กรดไนตริก ( $HNO_3$ ) ใช้ในการรักษาคุณภาพตัวอย่างน้ำโดยการควบคุม pH ให้น้อยกว่า 2 2) เกลือแกง 3) น้ำตาลทราย 4) น้ำกรองที่ผ่านมาตรฐานน้ำดื่มใช้ในการดองผักถังละ 2 ลิตร

## ขั้นตอนการศึกษา

1. ตรวจสอบปริมาณสารตะกั่วตั้งต้นในตัวอย่างถังพลาสติกกรีซเคลิลชนิดโพลีโพรพิลีนก่อนทำการทดลอง
2. ใช้ถังพลาสติกกรีซเคลิลชนิดโพลีโพรพิลีนพร้อมฝาปิด ขนาดบรรจุ 12 ลิตร ยังไม่ได้ผ่านการใช้งานดองผักกาดเขียวปลี เพื่อศึกษาการละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีซเคลิลชนิดโพลีโพรพิลีนที่ใช้ดองผักโดยมีปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง 2 ปัจจัย คือ สภาวะ pH ของน้ำดองผัก และ ระยะเวลา
3. นำผลการทดลองไปวิเคราะห์หาปริมาณการละลายของสารตะกั่ว



## ขั้นตอนการทดลอง

นำผักกาดเขียวปลี 1 กิโลกรัม ไปล้างแดดจนเหี่ยว จากนั้นนำมาคลุกกับเกลือ โดยใช้น้ำหนักเกลือต่อผักเท่ากับ 1:25 โดยน้ำหนักผัก (เกลือ 40 กรัม ผักกาดเขียวปลี 1 กิโลกรัม) จนเข้ากันและทิ้งไว้ 5 ชั่วโมง แล้วบีบน้ำออก นำน้ำผักดองผสมเกลือป่น 2 เปอร์เซ็นต์ (40 กรัม) และน้ำตาลทราย 1 เปอร์เซ็นต์ (20 กรัม) ต่อปริมาณ น้ำ 2 ลิตร จากนั้นเก็บน้ำดองและผักกาดเขียวปลีที่เตรียมได้มาทำการตรวจสอบหาสารตะกั่วตั้งต้นแล้วนำมาเรียงไว้ในถังพลาสติกไร้เคลือบโพลีโพรพิลีนจำนวน 5 ถัง ตามด้วยการนำสารละลายน้ำผักดองที่เตรียมไว้ เทใส่ในถังที่มีผักดองอยู่จำนวน 5 ถัง ปิดฝาและเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง ซึ่งมีการกำหนดระยะเวลาในการดองที่แตกต่างกัน ดังนี้ ถังที่ 1 2 3 4 และถังที่ 5 ใช้เวลาในการดองเป็น 2 4 6 8 และ 10 วันตามลำดับ (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ) ดังแสดงใน Figure 1

นำน้ำและเนื้อผักดองที่อยู่ในถัง มาวัดค่า pH ที่ระยะเวลาการดองผักแตกต่างกัน และวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรสโคปี (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ) นำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟ เพื่อหาแนวโน้มปริมาณสารตะกั่วที่ละลายออกมาจากพลาสติกไร้เคลือบโพลีโพรพิลีนเทียบกับระยะเวลาดองผัก

## ผลการศึกษา

จากการตรวจสอบพลาสติกไร้เคลือบโพลีโพรพิลีนก่อนการทดลองพบว่า ปริมาณสารตะกั่ว มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ  $24433 \pm 5653 \mu\text{g}/\text{kg}$  ดังแสดงใน Table 1 และจากการศึกษาค่า pH เมื่อระยะเวลาการดองผักเพิ่มขึ้น ผลการทดลองพบว่า ที่ระยะเวลาการดอง 10 วัน ในน้ำผักดอง มีค่า pH เฉลี่ย  $3.38 \pm 0.05$  และในเนื้อผักดองมีค่า pH เฉลี่ย  $3.40 \pm 0.05$

นอกจากนี้ผลการศึกษาระยะการละลายของตะกั่วจากสีในพลาสติกไร้เคลือบโพลีโพรพิลีนที่ระยะเวลาการดองผักต่างกัน และ การเปลี่ยนแปลงค่า pH พบว่า ที่ระยะเวลาการดอง 10 วัน ในน้ำผักดอง มีปริมาณการละลายของตะกั่วที่ค่าเฉลี่ย  $0.256 \mu\text{g}/\text{L} \pm 0.031$  และในเนื้อผักดองมีปริมาณการละลายของตะกั่วมีเฉลี่ย  $0.091 \mu\text{g}/\text{L} \pm 0.018$  และพบว่า ปริมาณการละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกไร้เคลือบโพลีโพรพิลีนมากขึ้น เมื่อค่า pH ลดลง ดัง Table 2 และ Figure 2-4



Figure 1. Recycled plastic poly propylene



**Table 1.** Concentration of Lead from recycled plastic Poly propylene in pretest condition.

Type	Concentration of Pb ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )				
	n 1	n 2	n 3	$\bar{X}$	S.D.
Recycled plastic poly propylene	30200	18900	24200	24433	5653

**Table 2.** Concentration of Lead from recycled plastic Poly propylene in posttest condition and pH was change

Time (day)	Sample	pH		Concentration of Pb ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
0		6.08	0.01	0.092	0.002
2	Pickled vegetables	4.94	0.06	0.121	0.003
4		4.07	0.03	0.155	0.006
6		3.50	0.05	0.198	0.022
8		3.42	0.03	0.232	0.020
10		3.38	0.05	0.256	0.031
0	Water of pickle	7.02	0.02	0.039	0.006
2		4.94	0.07	0.047	0.006
4		4.07	0.02	0.051	0.004
6		3.50	0.01	0.064	0.008
8		3.42	0.03	0.081	0.007
10		3.40	0.19	0.091	0.018



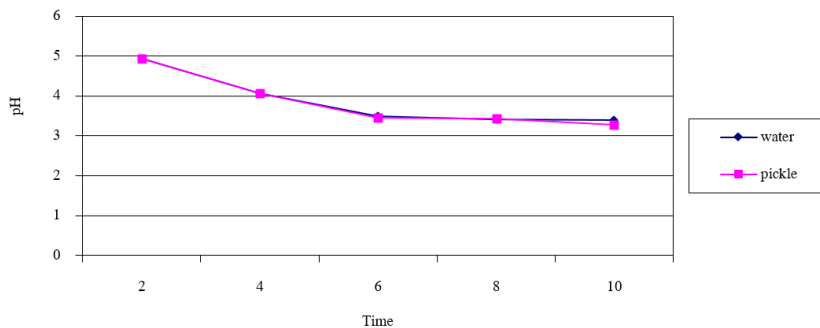


Figure 2. Variations of pH are different on the time

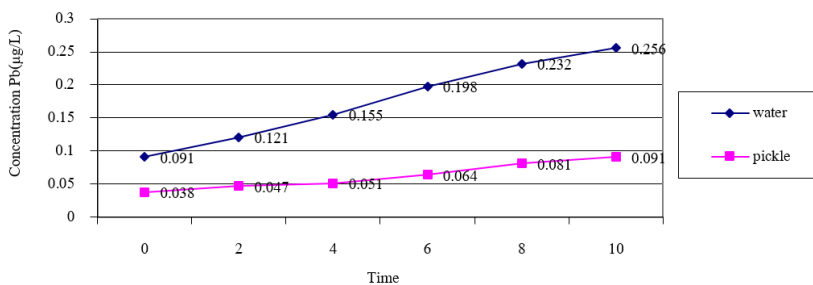


Figure 3. Concentrations of Lead from recycled plastic Poly propylene are different on the time

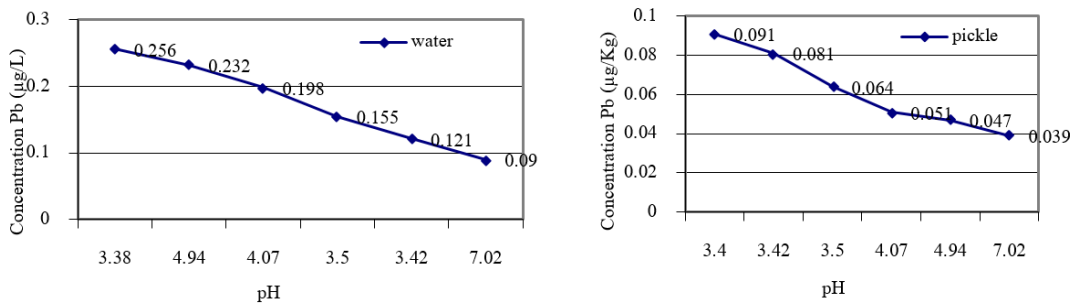


Figure 4. Concentration of Lead from recycled plastic Poly propylene in posttest condition and pH was change



4. จากการศึกษาระหว่าง ค่า pH และ ระยะเวลาต่างกัน กับปริมาณการละลายของตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีซเคลชนิดโพลีโพรพิลีน ระยะเวลาการดองพักมีผลต่อการลดลงของค่า pH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  $p < 0.05$  ( $R^2 = 0.813$ ) ระยะเวลาการดองพักมีผลต่อปริมาณการละลายของตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีซเคลชนิดโพลีโพรพิลีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  $p < 0.05$  ( $R^2 = 0.198$ )

ค่า pH เปลี่ยนแปลงมีผลต่อปริมาณการละลายของตะกั่วจากสีในจากพลาสติกกรีซเคลชนิดโพลีโพรพิลีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  $p < 0.05$  ( $R^2 = 0.136$ ) ระยะเวลาการดองพักและค่า pH มีผลต่อการละลายของตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีซเคลชนิดโพลีโพรพิลีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  $p < 0.05$  ( $R^2 = 0.202$ ) ดัง Table 3 และ 4

**Table 3.** Correlations of pH and time with concentration of Lead from Polypropylenes plastic recycle

Condition	Unstandardized		Standardized Coefficients	R Square	F	Sig.
	Coefficients					
	B	Std. Error				
Time and pH	4.99	0.115	-0.902	0.813	121.59	0.000*
	-0.19	0.017				
Time and concentration of Lead	0.060	0.029	0.445	0.198	6.90	0.014*
	0.012	0.004				
pH and concentration of Lead	0.306	0.084	-0.372	0.136	4.50	0.045*
	-0.46	0.022				

\* ระดับนัยสำคัญทางสถิติ  $p < 0.05$

**Table 4.** Correlations of pH and time with concentration of Lead from Poly propylenes plastic recycle

Condition	Unstandardized		Standardized Coefficients	R Square	F	Sig.
	Coefficients					
	B	Std. Error				
(Constant)	-0.034	0.246		0.202	3.42	0.047*
pH	0.019	0.049	0.153			
Time	0.015	0.010	0.583			

## อภิปรายผล

จากผลการทดลอง พบว่าระยะเวลาการดองผักเพิ่มขึ้น พบว่าส่งผลให้ มีปริมาณการละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติก รีไซเคิลชนิดโพลีโพรพิลีนเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ พงษ์พันธ์ วัฒนพันธ์ และ มนชัย ทาจันทร [3] ที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วในพลาสติกกรีไซเคิลโดยศึกษาปัจจัย pH ของสารละลายและระยะเวลาในการบ่มที่มีผลต่อการละลายออกมาของสารตะกั่วในพลาสติกกรีไซเคิล ปริมาณสารตะกั่วที่ละลายออกมาจากพลาสติกกรีไซเคิลมีมากที่สุดที่ระยะเวลาการบ่ม 21 วันและสอดคล้องกับการศึกษาของ โกวิทย์ ปิยะมั่งคลา และชัชฎิภาบุญเพียร [2] ที่ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารตะกั่วที่ละลายออกมาจากพลาสติกกรีไซเคิล ของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตรประจำวัน ได้แก่ หวี ถุงขยะ พลาสติกปูโต๊ะ หลอดกาแฟ กะละมังและแก้วน้ำพลาสติก โดยใช้พลาสติกกรีไซเคิล ตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วที่ละลายออกมาด้วยเทคนิคอะตอมมิคแอบซอร์ปชันสเปกโตรสโกปี พบว่าการละลายออกมาของโลหะหนักตะกั่วเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้นและความเป็นกรดสูงขึ้น จากผลการศึกษาเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาการดองนานขึ้น มีระยะเวลาสัมผัสมากขึ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่าง กรด กับภาชนะในการหมักดอง จึงมีผลต่อการละลายของสารตะกั่วให้ปนเปื้อนออกมากับอาหาร แต่การละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีไซเคิลชนิดโพลีโพรพิลีนมีปริมาณน้อย ซึ่งสมการทำนายนั้น เมื่อทดสอบทางสถิติแล้วมีความสัมพันธ์กัน แต่มีความสัมพันธ์เพียงร้อยละ 19 ซึ่งการทดลองดังกล่าว อาจเกิดจากอิทธิพลอื่นที่ส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง เช่น ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างส่งตรวจ ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ปริมาณการผสมเกลือในการหมักดอง เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังพบว่าระยะเวลาการดองผักเพิ่มขึ้น ค่า pH มีแนวโน้มลดลงแสดงถึงค่าความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น ปริมาณการละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีไซเคิลชนิดโพลีโพรพิลีนเพิ่มขึ้น นั่นคือ ค่า pH

มีผลต่อปริมาณการละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีไซเคิลชนิดโพลีโพรพิลีน สอดคล้องกับการศึกษาของ พอน.พ.วิเชียร ชูเสมอ [7] ที่ได้ศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้กระป๋องที่มีสภาพเป็นกรด ซึ่งจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช ผลการศึกษาตรวจพบปริมาณสารตะกั่วในตัวอย่างผักกาดดองกระป๋องของแต่ละเครื่องหมายการค้าโดยตรวจพบปริมาณสารตะกั่วในเนื้อ 4.79 ppm และตรวจพบปริมาณสารตะกั่วในน้ำ 2.84 ppm และสอดคล้องกับการศึกษาของ พงษ์พันธ์ วัฒนพันธ์ และมนชัย ทาจันทร [3] ได้ศึกษาและวิเคราะห์ปริมาณสารตะกั่วในพลาสติกกรีไซเคิลโดยศึกษาปัจจัย pH ของสารละลายที่มีผลต่อการละลายออกมาของสารตะกั่วในพลาสติกกรีไซเคิล ปริมาณสารตะกั่วที่ละลายออกมาจากพลาสติกกรีไซเคิลพบมากที่สุดที่สารละลายมีค่า pH 3 ขณะที่สารละลายเป็นกลางพบตะกั่วละลายออกมาต่ำที่สุดและสอดคล้องกับการสอดคล้องกับการศึกษาของ โกวิทย์ปิยะมั่งคลา และชัชฎิภาบุญเพียร [ 2 ] ที่ได้พบว่า การละลายออกมาของสารตะกั่วเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้นและความเป็นกรดสูงขึ้น จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเมื่อสภาวะเป็นกรดมากขึ้นจะส่งผลการชะของสารตะกั่วออกมาเพิ่มขึ้น เนื่องจากในระหว่างการดอง จะมีการปิดฝาเพื่อให้จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศผลิตสารต่างๆ เช่น กรดอินทรีย์ ไปยับยั้งจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ เช่น พวกสร้างสปอร์กรดแลคติก เกิดขึ้นทำให้ค่า pH ลดลงสามารถเป็นตัวทำลายที่ดีต่อโลหะหนักในภาชนะที่ใช้หมักดอง ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้ตรวจพบสารตะกั่วในปริมาณน้อย แต่เมื่อดูสมการความสัมพันธ์พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์เพียงร้อยละ 13.6 ส่วนที่เหลืออาจมาจากอิทธิพลภายนอกที่ส่งผลการละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีไซเคิลชนิดโพลีโพรพิลีน





จากการศึกษาความสัมพันธ์ พบว่า ระยะเวลาการดอง และค่า pH มีความสัมพันธ์กับ ปริมาณการละลายออกมาของสารตะกั่วจากพลาสติกกรีซเคลชนิดโพลีโพรพิลีน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น  $p < 0.05$  สอดคล้องกับการศึกษาของของ โกวิทย์ ปิยะมังคลา และชัชฎิภา บุญเพียร [2] จากผลการศึกษาเห็นได้ว่า ทั้งค่า pH และ ปริมาณการละลายของสารตะกั่วจากสีในพลาสติกกรีซเคลชนิดโพลีโพรพิลีนแปรผันตามระยะเวลาของการหมักดองกล่าวคือเมื่อระยะเวลาหมักดองเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น และปริมาณการชะของตะกั่วจากพลาสติกกรีซเคลเพิ่มขึ้นตามลำดับ

สรุป การทดลองในครั้งนี้พบว่า ปริมาณสารตะกั่วที่ละลายออกมาจากสีในพลาสติกกรีซเคลชนิดโพลีโพรพิลีนมีปริมาณที่ต่ำกว่าค่า TDI มาก อาจไม่ส่งผลต่อร่างกายแต่การรับสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกายมีหลายช่องทาง ทั้งทางหายใจ ทางผิวหนัง และจากการรับประทานอาหารอื่นๆ ที่อาจมีสารตะกั่วเจือปน ก่อให้เกิดการสะสมในร่างกายจนถึงปริมาณที่เป็นอันตรายได้ จึงควรมีการให้ความรู้แก่ผู้ผลิตอาหารหมักดอง และประชาชนทั่วไป หลีกเลี่ยงการใช้ถังพลาสติกกรีซเคลชนิดโพลีโพรพิลีนในการดองผัก เพื่อลดการได้รับสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย

### ข้อเสนอแนะทั่วไปจากการวิจัย

จากการทดลองพบว่า ถังพลาสติกกรีซเคลชนิดโพลีโพรพิลีน มีสารตะกั่วที่ถูกละลายออกมาจากสีที่เดิมแต่ในกระบวนการรีไซเคิล เมื่อมีสภาวะที่เป็นกรดสูงขึ้น (pH ต่ำ) และระยะเวลาในการหมักดองเพิ่มขึ้น จะมีการละลายออกมาของสารตะกั่วมากขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการให้ความรู้ผู้ผลิตอาหารหมักดองและประชาชนทั่วไป หลีกเลี่ยงการใช้ถังพลาสติกกรีซเคลชนิดโพลีโพรพิลีนในการดองผัก เพื่อลดการได้รับสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย

### ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาปริมาณความเข้มข้นของค่าความเค็มต่างกันต่อการชะของตะกั่ว และเปรียบเทียบปริมาณการละลายของตะกั่วจากภาชนะในการหมักดองจากพลาสติกกรีซเคลชนิดโพลีโพรพิลีนจำนวนหลายๆรอบการหมักดองโดยใช้ภาชนะใบเดิม

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สงครามชัย ลีทองดี ที่ให้คำปรึกษาแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์ นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยมหิดล ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทดลอง

### เอกสารอ้างอิง

1. กรมอนามัย. (2535). *พิษตะกั่ว*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก.
2. โกวิทย์ ปิยะมังคลา และ ชัชฎิภา บุญเพียร. (2549). *ปัจจัยการละลายออกมาของโลหะหนักตะกั่วในพลาสติกกรีซเคล*. ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ.
3. พงษ์พันธ์ วัฒนพันธ์ และ มนชัย ทาจันทร์. (2543). *การศึกษาปัจจัยการละลายออกมาของโลหะหนักในพลาสติกกรีซเคล*. ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ.
4. ไพฑูรย์ ใจวิงวอน. (2545). *การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในภาชนะพลาสติกที่ใช้บรรจุอาหารโดยใช้เทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตเมทรี*. รายงานวิจัยระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.



5. รัชนิดา คำมา. (2541). *ปัจจัยที่มีผลต่อการชะ  
ของสารตะกั่วจากภาชนะเซรามิกเมื่อใช้กับเตา  
ไมโครเวฟ*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต.  
มหาวิทยาลัยมหิดล.
6. วรารักษ์ หงส์พร้อมญาติ. (2540). *การดองผักกาด  
เขียวปลีโดยวิธีควบคุมและใช้เชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์  
กลุ่มแลคติกแอซิด*. มหาวิทยาลัยมหิดล.
7. วิเชียร ชูเสมอ. (2552). *การวิเคราะห์หาปริมาณ  
ตะกั่วในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้กระป๋องที่มีสภาพ  
เป็นกรดซึ่งจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า อ.เมือง  
จ.นครศรีธรรมราช*. สำนักวิชาสหเวชศาสตร์และ  
สาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.
8. Nasreddine L., and Parent- Massin D. (2002).  
Food Contamination by Metals and Pesticides  
in the European Union Should we worry.  
*Toxicology Letters*.127 : 29-41.

