

## เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลในกระบวนการล้างถ้วยหอมทอง เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้ออีโคไล

ชินนาฏ วิทยาประกาศ<sup>1,\*</sup> วิษณุ ทองเล็ก<sup>2</sup> และ พรรณพร กุลมา<sup>3</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร <sup>2</sup> คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

<sup>3</sup> สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 59 ต.ฝายแก้ว อ.ภูเพียง จ.น่าน 55000

รับบทความ 30 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 มิถุนายน 2563

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

### บทคัดย่อ

เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโคร/นาโนเมตร ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เนื่องจากเป็นวิธีที่ปลอดภัยและปลอดภัยการใช้สารเคมี ในงานวิจัยนี้ได้นำเทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการล้างถ้วยหอมทองเพื่อยับยั้งเชื้ออีโคไล โดยใช้น้ำตัวอย่าง 3 ชนิดเปรียบเทียบกัน ได้แก่ 1) น้ำผ่านกระบวนการรีเวิร์สออสโมซิส (RO) 2) น้ำแอร์ไมโครนาโนบับเบิล (Air MNBs) 3) น้ำโอโซนไมโครนาโนบับเบิล (O3 MNBs) แชน้ำล้างถ้วยหอมทองนาน 10 นาที แล้วนำน้ำล้างไปวิเคราะห์หาเชื้ออีโคไลด้วยวิธี Dilution and spread plate method จากผลการศึกษาพบว่า ในน้ำ RO พบเชื้ออีโคไลทั้งก่อนแช่และหลังแช่ถ้วยหอมทอง ส่วนน้ำ Air MNBs และ น้ำ O3 MNBs ไม่พบเชื้ออีโคไลทั้งก่อนแช่และหลังแช่ถ้วยหอมทอง จึงสรุปได้ว่าน้ำที่ผ่านกระบวนการทำให้เป็นฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตรสามารถยับยั้งเชื้ออีโคไลได้โดยการแช่ล้างถ้วยหอมทองนาน 10 นาที ซึ่งถือว่าเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการศึกษาและพัฒนาต่อไป

**คำสำคัญ:** ถ้วยหอมทอง ,เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิล, เชื้ออีโคไล

## Micro/Nano Bubbles Technology in Gold Banana Washing Process for Reduce *E. coli* Contaminate

Chinanat Withayaparakorn <sup>1,\*</sup> Vishnu Thonglek <sup>2</sup> and Phannaphon Kullama <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Science and Agricultural Technology in Science, <sup>2</sup> Faculty of Engineering,  
Rajamangala University of Technology Lanna, Chiangmai

128 Huay Kaew Road, T. Changpuak, A. Muang Chiang Mai 50300

<sup>3</sup> Faculty of Science and Agricultural Technology in Science,  
Rajamangala University of Technology Lanna 59 T.Faikaew. A. Phu Phiang, Nan 55000

Receive: 30 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 15 June 2020

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

---

### Abstract

Micro/Nano Bubble Technology (MNBs Technology) has much attention in the past decade years which is safety and no chemicals method. In this research, the MNBs Technology was applied on the washing process of Gold banana to inhibit Escherichia coli (*E. Coli*). Comparison 3 types of water samples 1) Reverse Osmotic systems water (RO) 2) Air Micro/Nano Bubble water (Air MNBs) 3) Ozone Micro/Nano Bubble water (O3 MNBs) soaked Gold banana for 10 minutes. Then analyst *E. coli* by Dilution and spread plate method. It was found that *E. coli* was detected both before and after soaked in RO water. While *E. coli* was non detected both before and after soaked in Air MNBs and O3 MNBs water. It can concluded that MNBs water completely inhibit *E. coli* during washing process by soaked for 10 mins. That is potential results for approach to study and develop in the further work.

**Keywords:** Gold Banana, Micro/Nano Bubble Technology, *E. coli*

## 1. บทนำ

ด้วยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่พบในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของชุมชนที่ไม่สามารถเข้าสู่ช่องทางการตลาดในปัจจุบันได้ จึงได้จัดทำโครงการเกษตรอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกสำหรับเกษตรกรพื้นที่ภาคเหนือ ประกอบด้วยพืชหลักสำคัญ 5 อย่าง ได้แก่ กล้วยหอมทอง มะม่วงน้ำดอกไม้ กระจับปี่เขียว สับปะรด MD2 และขิง เพื่อสนับสนุนเกษตรกรตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ตลอดจนเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัยจากนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญของ มทร.ล้านนา สู่เกษตรกร ให้เกิด SMART FARMER และเพื่อยกระดับพืชเศรษฐกิจเพื่อการส่งออกที่มีคุณภาพ

กล้วยหอมทองจัดเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญตามโครงการส่งเสริมการเกษตรอุตสาหกรรมต้นแบบ เกษตรปลอดภัย เกษตรอุตสาหกรรม เกษตรซื้อขายล่วงหน้า ภายใต้ความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลล้านนา ตากและสภาอุตสาหกรรมจังหวัดตาก ในโครงการ TAK Model [1]. ในการผลิตกล้วยหอมทองสู่ตลาด ยังพบปัญหาหลายประการ ตั้งแต่กระบวนการปลูก การเก็บเกี่ยวและหลังเก็บเกี่ยว ปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพกล้วยหอมทองทั้งตลาดในประเทศและการส่งออก ส่งผลกระทบต่อสุขอนามัยของผู้บริโภค โดยเฉพาะเชื้อจุลินทรีย์พื้นฐานอย่าง เชื้ออีโคไล เป็นต้น

เชื้อ อีโคไล (*Escherichia coli*, *E. coli*) เป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่ง ปกติพบอาศัยอยู่ในทางเดินอาหารส่วนลำไส้ของคนและสัตว์ สายพันธุ์ที่ก่อโรคในคนได้ มีตั้งแต่ที่ก่อโรคไม่รุนแรง เช่น โรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ และอาหารเป็นพิษ ไปจนถึงที่ก่อโรครุนแรง เช่น เยื่อหุ้มสมองอักเสบและติดเชื้อในกระแสเลือด โดยปกติแล้วจะพบเชื้อ อีโคไลได้ในสิ่งแวดล้อมทั่วไป โดยเฉพาะในมูลสัตว์ และส่วนใหญ่แพร่สู่คนได้ทางการรับประทาน อาหาร ผักผลไม้สดหรือเครื่องดื่มที่มีเชื้อปนเปื้อนอยู่ พบเชื้อได้ในอาหารที่ได้รับการปรุงไม่ถูกสุขลักษณะ เช่น เนื้อ

หรือผักดิบ ปรุงไม่สุก รวมถึงนมและน้ำที่ไม่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนอย่างเหมาะสม นอกจากนี้การปนเปื้อนของเชื้อโรคจากอุจจาระสู่อาหารและน้ำ อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการเตรียมและการปรุงอาหารได้เช่นกัน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลในกระบวนการล้างกล้วยหอมทองเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้ออีโคไล กรณีศึกษากลุ่ม วิสาหกิจกล้วยหอมเมืองแกน อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากมีโอกาสปนเปื้อนเชื้ออีโคไลในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอน การตัด การเก็บ การขนส่ง และกระบวนการล้าง

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลในกระบวนการล้างกล้วยหอมทอง

2.2 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลในกระบวนการล้างกล้วยหอมทองเพื่อการลดการปนเปื้อนของเชื้ออีโคไล

## 3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตรหรือที่มักจะเรียกกันว่าเทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาจากประเทศญี่ปุ่น โดยทำให้เกิดฟองแก๊สขนาดเล็กในวัสดุหรือสารตัวกลาง เช่น น้ำ โดยฟองอากาศขนาดเล็กระดับนี้จะมีประจุลบ ล้อมรอบ ทำให้ฟองคงตัวอยู่ในน้ำได้นาน กระจายตัวในน้ำได้อย่างหนาแน่น สามารถประยุกต์ใช้กับแก๊สออกซิเจน โอโซนและคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้แก๊สเหล่านี้ละลายในน้ำได้มากกว่าค่าอิ่มตัวปกติหลายเท่าและคงอยู่ได้นาน มีการรายงานการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีฟองแก๊สขนาดเล็กที่หลากหลาย เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีสะอาด ไม่ใช่สารเคมีเช่น การล้างสารพิษและจุลินทรีย์จากผักและผลไม้ การบำบัดน้ำเสีย สปา การเกษตร การประมง เป็นต้น .



**รูปที่ 1** แสดงลักษณะฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตร (สืบค้นจาก jindanee.wordpress.com วันที่ 22 พฤศจิกายน 2561)

วราภาและคณะรายงานประสิทธิภาพของน้ำที่มีฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครเมตรในขั้นตอนการล้าง ทำความสะอาดที่สามารถลดปริมาณเชื้ออีโคไลและเชื้อซาลโมเนลลาที่ปนเปื้อนในผักสดได้ [2] ญรัฐชัยและคณะพบว่าน้ำที่มีฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตร (Air-MNBs) เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในผักผลไม้สดแต่โดยไม่ใช่สารเคมี [3] ปีติรัตน์และคณะรายงานว่าฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครเมตรและน้ำยาซักล้าง เช่น NaOCl, Acetic acid and Citric and สามารถใช้ล้างผักสดเพื่อกำจัดเชื้ออีโคไลโดยการแช่นาน 5 นาที ได้ดีกว่าการล้างด้วยน้ำประปา[4] ในขณะที่เดียวกันมีการรายงานผลของการประยุกต์ใช้แก๊สโอโซนหรือเทคโนโลยีฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครนาโนบับเบิลร่วมกับแก๊สโอโซนในการล้างเชื้อจุลินทรีย์ในผักและผลไม้ [5-10]

#### สมมติฐาน

สมมติฐานในการทำวิจัยในครั้งนี้ คือ เครื่องกำเนิดฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนเมตรที่ออกแบบและผลิตโดยนักวิจัยศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านการประยุกต์ใช้ ไฟฟ้าแรงสูงพลาสมาและไมโคร/นาโนบับเบิลเพื่อการเกษตรและการประมงชั้นสูง มทร. ล้านนา มีความสามารถในการลดปริมาณเชื้ออีโคไลที่ปนเปื้อนกล้วยหอมทองโดยการแช่ล้างได้

## 4.วิธีการวิจัย

### 4.1. การเตรียมน้ำตัวอย่าง

เครื่องกำเนิดฟองแก๊สขนาดเล็กไมโครนาโนบับเบิล รุ่น KVM10 ออกแบบและผลิตโดยนักวิจัยศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านการประยุกต์ใช้ ไฟฟ้าแรงสูงพลาสมาและไมโคร/นาโนบับเบิลเพื่อการเกษตรและการประมงชั้นสูง มทร. ล้านนา ใช้อัตราการไหลของน้ำ 1.7 ลิตรต่อนาที การไหลของฟองอากาศ 0.5 ลิตรต่อนาที กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ อัตราการไหลของอากาศ 0.5 ลิตรต่อนาที ขนาดของไมโครบับเบิลที่เกิดขึ้นมีขนาด 40-50 ไมโครเมตรความเข้มข้นของไมโครบับเบิลมีค่า 60,000 บับเบิล ต่อมิลลิลิตร และขนาดของนาโนบับเบิลที่เกิดขึ้นมีขนาด 200-1,000 นาโนเมตร ความเข้มข้นของนาโนบับเบิลมีค่า 108-1,011 บับเบิลต่อมิลลิลิตร

สำหรับการผลิตน้ำไอโซนไมโครนาโนบับเบิลและไอโซนนานโนบับเบิล ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฟองอากาศขนาดเล็ก (RMUTL-KVM15) และเป็นแก๊สออกซิเจนเชิงพาณิชย์ (O<sub>2</sub>, บริสุทธิ์ 99.5%, บริษัท แพรเซ็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด )

### 4.2. การศึกษาอิทธิพลของน้ำประเภทต่างๆ ในกระบวนการแช่ล้างกล้วยหอมทอง

เก็บตัวอย่างกล้วยหอมทองดิบมีความแก่ประมาณร้อยละ 80 หลังการตัด 1 วันจากเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจกล้วยหอมเมืองแกน

นำตัวอย่างกล้วยหอมทองดิบที่เตรียมไว้มาผ่านการแช่ล้างด้วยน้ำตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด ด้วยอัตราส่วนกล้วยหอมทองน้ำหนัก 50 กรัมต่อน้ำตัวอย่าง 200 มิลลิลิตร แช่เป็นเวลา 10 นาที ตามวิธีการของกรมวิชาการเกษตร. [18] ซึ่งแบ่งเป็นตัวอย่างละ 3 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 น้ำผ่านกระบวนการรีเวิร์สออสโมซิส (RO)

ตัวอย่างที่ 2 น้ำแอร์ไมโครนาโนบับเบิล (Air MNBs)

ตัวอย่างที่ 3 น้ำโอโซนไมโครนาโนบับเบิล (O<sub>3</sub> MNBs)

**4.3 การศึกษาจุลินทรีย์ในน้ำล้างถ้วยหอมทอง** หลังจากแช่ถ้วยหอมทองในน้ำนาน 10 นาที จึงนำน้ำแช่ล้างถ้วยหอมทองมาวิเคราะห์หาเชื้ออีโคไล ด้วยวิธีการ Dilution and spread plate method

## 5. ผลการวิจัย

### ผลการศึกษาเชื้ออีโคไลบนถ้วยหอมทอง

หลังจากการแช่ล้างถ้วยหอมทองในน้ำตัวอย่างทั้ง 3 ประเภท นาน 10 นาที จำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำน้ำตัวอย่างหลังการแช่ล้างถ้วยหอมทองมาวิเคราะห์หาเชื้ออีโคไล ด้วยวิธี Dilution and spread plate method ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1

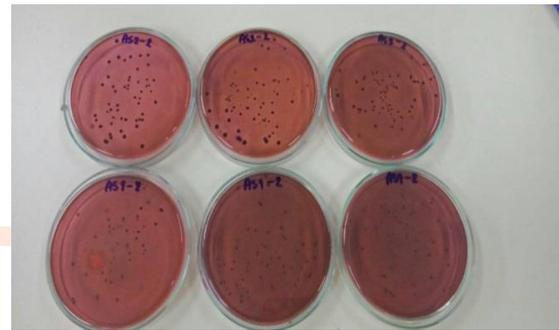
จากผลการศึกษาพบว่า ในน้ำ RO พบเชื้ออีโคไลทั้งก่อนแช่และหลังแช่ล้างถ้วยหอมทอง ดังแสดงในรูปที่ 2 ส่วนน้ำ Air MNBs และ น้ำ O<sub>3</sub> MNBs ไม่พบเชื้ออีโคไลทั้งก่อนแช่และหลังแช่ล้างถ้วยหอมทอง จากผลการทดลองพบว่าการแช่ล้างถ้วยหอมทองในน้ำที่ผ่านกระบวนการทำให้เป็นฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตรนาน 10 นาทีสามารถยับยั้งเชื้ออีโคไลได้

ตารางที่ 1 แสดงผลการศึกษาเชื้ออีโคไลในน้ำล้างถ้วย

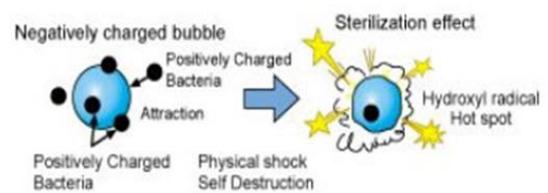
ตัวอย่างน้ำ	จำนวน <i>E. coli</i> (x 10 <sup>4</sup> ) (cel/ml)
1. น้ำ RO ก่อนแช่ล้าง	3.4±0.5
2. น้ำ RO แช่ 10 นาที	5.1±0.5
3. น้ำ air MNBs ก่อนแช่ล้าง	0
4. น้ำ air MNBs แช่ 10 นาที	0
5. น้ำ O <sub>3</sub> MNBs ก่อนแช่ล้าง	0
6. น้ำ O <sub>3</sub> MNBs แช่ 10 นาที	0

## 6. อภิปรายผลการวิจัย

กลไกการทำงานของฟองอากาศขนาดเล็กในการยับยั้งเชื้ออีโคไลดังแสดงในรูปที่ 3 คือ สภาพโดยรอบของฟองอากาศที่เป็นลบจะดึงไฮโดรเจนซึ่งเป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของผนังเซลล์ ทำให้ผนังเซลล์เสียหาย ในทางวิทยาศาสตร์ด้านจุลชีววิทยาก็ถือเป็นการยับยั้งเชื้ออีโคไลผ่านกระบวนการทำลายที่ผนังเซลล์ เชื้ออีโคไลจัดเป็นแบคทีเรียแกรมลบที่มีผนังเซลล์บาง ดังนั้นจึงถูกทำลายได้ง่ายกว่าเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกที่มีผนังเซลล์หนา



รูปที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์หาเชื้ออีโคไลในน้ำ RO แช่ล้างถ้วยหอมทองนาน 10 นาทีด้วยวิธี Dilution and spread plate method



รูปที่ 3 แสดงกลไกการยับยั้งแบคทีเรียของฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตร (สืบค้นจาก [www.mongmongshop.com](http://www.mongmongshop.com) วันที่ 20 พฤศจิกายน 2561)

การแช่ล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทองในน้ำที่ผ่านกระบวนการทำให้เป็นฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตรด้วยเทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลที่ผลิตจากเครื่องกำเนิดฟองอากาศขนาดเล็ก มทร.ล้านนา ทั้งแบบ Air MNBs และ O<sub>3</sub> MNBs มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้ออีโคไลได้ร้อยละ 100 และยังทำให้ยางกล้วยรวมตัวกันตกตะกอนนอนกัน ทำให้น้ำหลังจากล้างกล้วยหอมทองแล้วมีสภาพใส ไม่ขุ่น และไม่มียางเหนียวปน ซึ่งเป็นข้อดีทำให้ไม่มียางติดที่ผิวกล้วยหอมทองอีก ซึ่งยางกล้วยเป็นสาเหตุหลักของการเน่าเสียและรอยดำหนิที่ผิวกล้วยหอมทอง

## 7. สรุป

จากการศึกษาการใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลในการผลิตน้ำที่มีฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตรมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้ออีโคไลในน้ำตัวอย่างและกำจัดเชื้ออีโคไลบนผิวกล้วยหอมทองด้วยการแช่ล้าง 10 นาทีได้

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภายใต้โครงการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการระหว่างการเรียนรู้ในสถานศึกษากับการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมไปพัฒนาและยกระดับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ชุมชนในพื้นที่ภาคเหนือ 6 จังหวัด ประเภททุนพัฒนาเกษตรอุตสาหกรรม (Agro-Industry: AG) กลุ่มทุนเกษตรอุตสาหกรรมปลายทาง : AG3 และขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนกล้วยเมืองแกนที่ให้การสนับสนุนวัตถุดิบในการทดลอง

ขอขอบคุณความช่วยเหลือจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านการประยุกต์ใช้ ไฟฟ้าแรงสูงพลาสมาและไมโคร/นาโนบับเบิล เพื่อการเกษตรและการประมงขั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ให้ความ

สะดวกในการใช้อุปกรณ์และห้องปฏิบัติการในการทำวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

1. <https://www.kasetkaoklai.com/home/2017/09/ต้นกล้วยไทยบุกตลาดโลก คั้นคว้าววันที่ 19 มีนาคม 2561>
- [2] M. Warapa, K. Pitirat, and T. Sasitorn "Using Sanitizer and Fine bubble Technologies to Enhance Food Safety," Food security and safety, 2015.
- [3] N. Pongprasert, N. Tatmala, and V. Srilong "The Application of Air Micro- and Nano-bubbles in Combination with Sodium Hypochlorite to Inactivate Total Bacteria and Improve the Quality of Fresh – cut Lettuce," Agricultural Sci J., 42(2)(Suppl.) , pp. 61-64, 2012.
- [4] K. Pitirat, T. Sasitorn, and C. Wane "Effect Micro Bubbles in Washing Process for Microbial Reduction on Fresh Vegetables," Food Science & Technology , 2015.
- [5] P.J. Cullen, B.K. Tiwari and C.P.O'Donnell "Modelling approaches to ozone processing of liquid foods," Trends in Food Science & Technology, 20(2009) , 125-136 , 2009.
- [6] B.G. Yershov, P.V. MoroZov and A.V.Gordeev "Kinetic Regularities of Ozone Decomposition in Water," Journal of Water Chemistry and Technology, vol. 31, No. 6, 381-388 , 2009
- [7] Curiale, M.S., Sons, T and McIver, D. Dry rehydratable film for enumeration of total coliforms and Escherichia coli in

- foods: collaborative study. J. AOAC 74, 635–648, 1991
- [8] H. Sae, A. Shinichi and T. Masayoshi “Effects of ozone nano-bubble water on periodontopathic bacteria and oral cells- in vitro studies,” Science and Technology of Advanced Materials, 2014
- [9] F. Akiko., A. Shinichi and M. Yoshihiro “Comparative Analysis of Effects of Ozone Nano-Bubble Water (NBW3) with Established Antimicrobials Bactericidal Efficacy and Cellular Response An In vitro Study,” J Oral Tissue English, 10(3):131-141, 2013
- [10] N. Chaitsara., S. Achariya. and S. Sitthisuntorn “Reduction of Carbendazim in Chinese Chives and Re-absorption from Washing Solution Using Methods of Department of Agriculture,” Journal of Science and Technology, 2016

