

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือ (Coleus amboinicus Lour.) เพื่อล้างสารพิษตกค้างในผัก

Product Development of Effervescent Tablets from Indian Borage (Coleus amboinicus Lour.) Extract for Detoxification of Pesticide Residues in Vegetables

ลัดดาวัลย์ กองพลี* และ พรรณวิภา พงศ์ศรี

Laddawan Kongplee* and Phanwipa Pangsrri

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

*Corresponding author; E-mail: Laddawan.kong@vru.ac.th

Received: 21 July 2023 /Revised: 19 October 2023 /Accepted: 20 October 2023

บทคัดย่อ

ผักเป็นแหล่งของวิตามิน เกลือแร่ โยอาหารและสารพฤกษเคมีต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย แต่ผู้บริโภคจำนวนมากยังกังวลเกี่ยวกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างอยู่ในผักซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ แม้ว่าจะมีข้อมูลวิธีการล้างสารพิษตกค้างในผักจากสื่อต่าง ๆ แต่ยังไม่พบข้อมูลที่แน่ชัดเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการล้างด้วยวิธีนั้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาวิธีการนำใบหูลือ (*Coleus amboinicus* Lour.) ซึ่งพบสารหลายชนิดที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ยีสต์ ฆ่าแมลง กำจัดสารพิษ และไม่ก่อให้เกิดการตกค้างมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เม็ดฟู โดยใช้ส่วนผสมของกรดซิตริก กรดทาร์ทริก โซเดียมไบคาร์บอเนต ผสมกับสารสกัดใบหูลือ ในอัตราส่วน 1: 2: 3.44: 1 โดยการหาความเข้มข้นของสารสกัดใบหูลือที่เหมาะสมพบว่าความเข้มข้นของสารสกัด 90% w/v เหมาะสมที่สุด ทำให้มีน้ำหนักต่อเม็ดสูงสุด 6.85 ± 0.01 กรัม ใช้เวลาละลายน้ำ 1.20 ± 0.09 นาที ค่า pH 7.10 และทดสอบประสิทธิภาพการล้างสารพิษตกค้างในผักด้วยชุดทดสอบ TV-KIT ร่วมกับการวัดค่าสีของสารละลายโดย Munsell color system พบว่าผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือ 1 เม็ดละลายในน้ำ 1 ลิตรสามารถกำจัดสารพิษตกค้างในผักตัวอย่างได้ 100% เมื่อเทียบกับการล้างด้วยน้ำเปล่าและล้างด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต ซึ่งสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงซีลสุญญากาศได้อย่างน้อย 45 วัน การนำสารสกัดใบหูลือมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เม็ดฟูเพื่อล้างสารพิษตกค้างในผัก จึงเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกในการล้างสารพิษตกค้างในผักก่อนนำไปบริโภค และสะดวกต่อการใช้งาน

คำสำคัญ: สารสกัดใบหูลือ เม็ดฟู สารพิษตกค้างในผัก



Abstract

Vegetables are a source of vitamins, minerals, dietary fiber and phytonutrients that are beneficial to health. Many consumers are concerned about pesticide residues in vegetables, which could negatively affect health. Although there is information about the method of cleaning vegetables from various media, there is no clear information about the efficiency of such washing. In this study, we studied the extraction of Indian borage (*Coleus amboinicus* Lour.) that has active compounds for bacteria, mold, and yeast inhibitions. In addition, it shows properties as an insecticide, toxic elimination and no toxic residue. Product development of effervescent tablets from Indian borage consisting of citric acid, tartaric acid, sodium bicarbonate and extract of Indian borage in a ratio 1: 2: 3.44: 1. The result found that concentrated extract 90% w/v was appropriate for maximum weight per tablet 6.85 ± 0.01 g, dissolution in 1.20 ± 0.09 minute, pH 7.02. The efficiency of eliminating pesticide residues in vegetables by using a TV-KIT test kit combined with the color measurement of the solution by the Munsell color system demonstrated that 1 effervescent tablet of Indian borage extract dissolved in 1 liter of water could eliminate the pesticide residues in the samples by 100% compared to washing with water and sodium bicarbonate. The product can be stored in air-sealed bags for at least 45 days. Using Indian borage extract to develop as an effervescent tablet product for removing toxic residues in vegetables is an alternative product for cleaning vegetables before consumption. Also, it is convenient to use.

Keywords: Indian Borage extract, Effervescent granules, Pesticide residues in vegetables

บทนำ

ผักเป็นแหล่งของวิตามิน เกลือแร่ โยอาหาร และสารพฤกษเคมีต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย แม้ว่าผักจะเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายแต่สิ่งหนึ่งที่ผู้บริโภคกังวลคือสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างอยู่ในผัก ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ จากรายงานพบว่าประเทศไทยมีการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชมากเป็นอันดับ 5 ของโลกและผักที่ตรวจพบสารพิษตกค้างมากที่สุด

10 อันดับ ได้แก่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว คะน้า ขึ้นฉ่าย แครอทถั่วลันเตา บร็อคโคลี่ ปวยเล้ง และพริกแห้ง¹ โดยมีการตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืช ใน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphates) กลุ่มคาร์บาเมต (Carbamates) และกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorines) ความเป็นพิษต่อร่างกายจะขึ้นอยู่กับปริมาณและระยะเวลาที่ได้รับสารเคมี โดยสารเคมีแต่ละกลุ่มจะออกฤทธิ์แตกต่างกัน เช่นกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจะขัดขวางการทำงานของระบบประสาท

ส่วนกลาง ทำให้เกิดอาการอ่อนเพลีย เวียนศีรษะ หน้ามืด ตาลาย ปวดหัว มือสั่น ความเป็นพิษจะเกิดขึ้นภายใน 30 นาที หลังได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย กลุ่มคาร์บาเมต มีฤทธิ์เช่นเดียวกับกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตแต่อาการจะเกิดขึ้นภายใน 15 นาที หลังจากได้รับสารเคมีกลุ่มออร์กาโนคลอรีนเป็นสารเคมีที่ละลายได้ดีในไขมันจึงสามารถเก็บสะสมไว้ในร่างกายในชั้นของไขมันและเนื้อเยื่อ ความเป็นพิษจะเกิดขึ้นหลังจากได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายภายใน 24-48 ชั่วโมง ผู้ที่ได้รับสารกลุ่มนี้จะเกิดการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียนกล้ามเนื้อขาตึง การประสานงาน ทำให้เกิดอาการสั่นรุนแรงจนเกิดอาการชักและหมดสติได้² สำหรับวิธีที่นิยมล้างสารพิษตกค้างในผัก ได้แก่ การใช้ผงฟู การใช้น้ำไหลผ่าน การใช้ด่างทับทิม การใช้น้ำส้มสายชู และการใช้เกลือ³ จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น สื่อจากสำนักงานอาหารและยา สื่อจากอินเตอร์เน็ต กล่าวถึงหลักการในการล้างสารพิษตกค้างในผัก แต่ยังไม่พบข้อมูลในการศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการล้างสารพิษตกค้างในผักอย่างแน่ชัด ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาวิธีการล้างผักที่เหมาะสม โดยนำสมุนไพรพื้นบ้านมาแปรรูปให้อยู่ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์เม็ดฟู

หูลือ (*Coleus amboinicus* Lour.) จัดอยู่ในวงศ์ Lamiaceae ชื่อสามัญ Indian borage มีชื่อท้องถิ่นอื่น ๆ ว่า หอมด่วนหูลือ หอมด่วนหลวง (ภาคเหนือ) ใบหูลือ เนียมหูลือ (ภาคอีสาน) ย่านใหญ่ (ไทใหญ่) เนียมอีไหลหลัง โห้วฮี้เช่า (จีน) เป็นต้น หูลือเป็นพืชล้มลุกอายุ 2-3 ปี สูงประมาณ 0.3-1 เมตร ลำต้นกลม อวบน้ำมีขนหนาแน่นใบเดี่ยวรูปไข่ปลายใบกลมมน ขอบใบเป็นหยักคลื่น ใบสีเขียวหนาและมีกลิ่น

หอมฉุน ดอกเป็นดอกช่อ ผลมีเปลือกแข็งขนาดเล็ก⁴ จากการศึกษาทางพิษเคมีพบสาร euscaphic acid, maslinic acid, oleanolic acid, 2 α -3 α -dihydroxy oleanolic acid, pomolic acid, tormentic acid, ursolic acid, 2 α -3 α -19 α -tetrahydroxy ursolic acid, luteolin, quercetin, salvigenin, taxifolin, nicotinic acid, oxalacetic acid, riboflavin, limonene, vitamin B1, terpinen-4-ol และ thymol มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียยับยั้งเชื้อรายับยั้งยีสต์ฆ่าแมลง กำจัดสารพิษและไม่ก่อให้เกิดการตกค้าง⁵⁻⁶ สารพวก Triterpenes ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีด้านการอักเสบและบรรเทาอาการแพ้⁶ นอกจากนี้ยังพบสรรพคุณทางยาของหูลือที่สามารถนำมาบริโภค เช่น ลำต้นและใบมีรสเผ็ดร้อน ช่วยลดอาการไข้ ลดอาการแน่นท้องจุกเสียดและรักษากลุ่มโรคทางเดินอาหาร⁷ จากคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นทำให้มีผู้สนใจนำประโยชน์จากหูลือมาใช้งานมากขึ้น แต่ทั้งนี้ยังไม่พบรายงานการนำหูลือมาใช้ประโยชน์ในด้านของการใช้กำจัดสารพิษตกค้างในผัก

เกสซ์ ภัณฑิลา ฟองฟู แกรนูลชนิด เม็ด (Effervescent tablets pharmaceuticals) นอกจากสารสำคัญที่เป็นส่วนผสมของเม็ดฟูชนิดเม็ดยังมีองค์ประกอบสำคัญอีก 3 อย่าง คือ กรดซิตริก (Citric acid) กรดทาร์ทาริก (Tartaric acid) และสารกลุ่มพวกคาร์บอเนต (Carbonates) ซึ่งเมื่อผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะเกิดปฏิกิริยาในน้ำอย่างรวดเร็วโดยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ข้อดีของแกรนูลฟองฟูชนิดเม็ดคือสามารถดึงดูดความสนใจของผู้ใช้งานเนื่องจากแกรนูลชนิดเม็ดเมื่อละลายกับน้ำจะทำให้เกิดฟองฟูออกและสะดวกต่อการใช้งาน สำหรับ

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดใบหูลีสำหรับนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เม็ดยู โดยศึกษาลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ประสิทธิภาพในการไล่สารพิษตกค้างในผักและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของผู้บริโภคที่นำผลิตภัณฑ์เม็ดยูจากสารสกัดใบหูลีไปใช้ในการไล่สารพิษตกค้างในผักเพื่อยืดอายุการใช้ประโยชน์จากสารสกัดใบหูลี เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าและยกระดับคุณภาพจากการใช้ประโยชน์ของใบหูลีในลำดับต่อไป

วิธีการวิจัย

1. การสกัดใบหูลี นำใบหูลีมาล้างทำความสะอาด เช็ดพอหมาด อบด้วยตู้อบแห้งแบบถาด (Tray dry) อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นบดด้วยเครื่องบดผงละเอียดความเร็ว 32,000 รอบต่อนาที ใช้เวลา 1 นาที นำผงใบหูลีมาสกัดแบบแช่หมักด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในอัตราส่วนผงใบหูลีต่อน้ำกลั่น 0.8: 1, 0.9: 1 และ 1: 1 จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำส่วนของสารสกัดไประเหยแห้งโดยใช้เครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (Rotary evaporator)⁵ จะได้สารสกัดใบหูลีความเข้มข้น 80%, 90% และ 100% w/v ตามลำดับ

2. การทำผลิตภัณฑ์เม็ดยูจากสารสกัดใบหูลี นำสารสกัดใบหูลีมาผสมกับแกรนูเลชันซูโครสพื้นฐานที่มีส่วนผสมของกรดซิตริก ($C_6H_8O_7$) กรดทาร์ทาริก ($C_4H_6O_6$) โซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) และสารสกัดใบหูลี ในอัตราส่วน 1: 2: 3.44: 1 ตามลำดับ

⁸จะได้ผลิตภัณฑ์เม็ดยูจากสารสกัดใบหูลี 3 สูตร

3. ศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เม็ดยูจากสารสกัดใบหูลีทั้ง 3 สูตร โดยทำการทดสอบ 3 ข้อ เพื่อศึกษาน้ำหนักเฉลี่ยต่อเม็ด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และคุณสมบัติในการละลายในน้ำปริมาตร 1 ลิตร จากนั้นคัดเลือกผลิตภัณฑ์จากสูตรที่ดีที่สุดเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการไล่สารพิษตกค้างในผัก

4. ศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เม็ดยูจากสารสกัดใบหูลีเปรียบเทียบกับสารไล่แมลงแบบแช่ด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนตและน้ำเปล่า โดยการนำมาล้างผักตัวอย่าง 3 ชนิด ได้แก่ กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก และผักกาดขาวชนิดละ 100 กรัม มาล้างด้วยการแช่ในสารละลายแต่ละชนิดเป็นเวลา 10 นาทีทำการทดสอบ 3 ข้อ โดยมีอัตราส่วนของสารละลาย ดังนี้ ผลิตภัณฑ์เม็ดยูจากสารสกัดใบหูลี 1 เม็ดละลายในน้ำเปล่า 1 ลิตร โซเดียมไบคาร์บอเนต 5 กรัมละลายในน้ำ 1 ลิตร และน้ำเปล่า 1 ลิตร จากนั้นใช้ชุดตรวจสอบสารป้องกันกำจัดแมลงตกค้างในผลผลิตเกษตร (TV-KIT) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบสารเคมีในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมต และกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ร่วมกับการวัดค่าสีของสารละลายโดย Munsell color system โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

Table 1. Analysis of pesticide residues in vegetables

Pesticide residues in vegetables	Munsell color system	Apparent color
Found	5R6/3	Red-purple
	5R6/4	Purple
No found	5R8/1	Light-white
	5R8/2	White

5. ศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือ โดยการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงซีลสุญญากาศเป็นระยะเวลา 1, 7, 14, 30 และ 45 วัน และนำมาทดสอบประสิทธิภาพการล้างสารพิษตกค้างในผักกาดขาว โดยทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

ผลการวิจัย

1. ลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือ

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพ พบว่าผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือความเข้มข้น 80% w/v ลักษณะแกรนูลเม็ดค่อนข้างกลม ขอบเม็ดไม่เรียบ สีขาว ผิวเม็ดมีรูพรุนเล็กน้อย ผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือความเข้มข้น 90% w/v ลักษณะแกรนูลเม็ดกลม ขอบเรียบสีขาว ผิวเม็ดมีรูพรุนปานกลาง ผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือความเข้มข้น 100% w/v ลักษณะแกรนูลเม็ดค่อนข้างกลม ขอบเม็ดขรุขระ สีขาว ผิวเม็ดมีรูพรุนมาก (Figure 1)



Figure 1. Physical characteristics of effervescent tablets from Indian borage. The concentrations of extracts 80% w/v, 90% w/v and 100% w/v show in figure 1A, B and C, respectively.

ผลการศึกษาลักษณะผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อเม็ดมากที่สุด คือสูตรความเข้มข้น 90% w/v น้ำหนัก 6.85 ± 0.10 กรัม ใช้เวลาในการละลาย 1.20 ± 0.09 นาที ค่า pH 7.10 รองลงมาคือ สูตรความเข้มข้น 80% w/v น้ำหนัก 6.62 ± 0.15 กรัม ใช้เวลาในการละลาย 1.46 ± 0.12 นาที ค่า pH 7.02 และสูตร

ความเข้มข้น 100% w/v น้ำหนัก 6.02 ± 0.21 กรัม ใช้เวลาในการละลาย 1.11 ± 0.07 นาที ค่า pH 7.22 ตามลำดับ (Table 2) ดังนั้นจึงคัดเลือกผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือสูตรความเข้มข้น 90% w/v ซึ่งเป็นสูตรที่ลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะในภาพรวมเหมาะสมที่สุด เพื่อไปศึกษาประสิทธิภาพในการล้างสารพิษตกค้างต่อไป

Table 2. Product characteristics of effervescent tablets from Indian Borage extraction

Concentration of extracts (% w/v)	Weight per tablet (g)	Water solubility in volume of 1 liter per tablet (minute)	pH
80	6.62±0.15	1.46±0.12	7.02
90	6.85±0.10	1.20±0.09	7.10
100	6.02±0.21	1.11±0.07	7.22

2. ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เม็ดฟู่จากสารสกัดใบหูเสือ

ผลจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการล้างพืชตกค้างในผักด้วยผลิตภัณฑ์เม็ดฟู่จากสารสกัดใบหูเสื้สุตรความเข้มข้น 90% w/v กับการล้างด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต และน้ำเปล่าให้ผลดังนี้

2.1 ประสิทธิภาพการล้างกะหล่ำปลี พบว่า

การไม่ล้าง ล้างด้วยน้ำเปล่า ล้างด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต พบสารพืชตกค้าง โดยให้ค่าสีระบบ Munsell เท่ากับ 5R6/4 5R6/4 และ 5R6/3 ปรากฏสีม่วง สีม่วง และสีม่วงแดง ตามลำดับ การล้างด้วยผลิตภัณฑ์สารสกัดเม็ดฟู่จากสารสกัดใบหูเสื้ไม่พบสารพืชตกค้าง ค่าสีระบบ Munsell เท่ากับ 5R8/2 สีไม่มีสี (Table 3)

Table 3. Efficiency of cabbage washing

Washing	Munsell color system	Apparent color	Pesticide residues in vegetables
Control	5R6/4	Purple	Found
Water	5R6/4	Purple	Found
NaHCO ₃	5R6/3	Red-purple	Found
Effervescent tablets from Indian borage extraction	5R8/2	White	Not found

2.2 ประสิทธิภาพการล้างกะหล่ำดอก พบว่าการไม่ล้าง ล้างด้วยน้ำเปล่า และล้างด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนตพบสารพืชตกค้าง โดยให้ค่าสีระบบ Munsell เท่ากับ 5R6/4 5R6/4 และ 5R6/3 ปรากฏ

สีม่วง สีม่วง และสีม่วงแดง ตามลำดับ การล้างด้วยผลิตภัณฑ์สารสกัดเม็ดฟู่จากสารสกัดใบหูเสื้ไม่พบสารพืชตกค้าง ค่าสีระบบ Munsell เท่ากับ 5R8/2 สีไม่มีสี (Table 4)

Table 4. Efficiency of cauliflower washing

Washing	Munsell color system	Apparent color	Pesticide residues in vegetables
Control	5R6/4	Purple	Found
Water	5R6/4	Purple	Found
NaHCO ₃	5R6/3	Red-purple	Found
Effervescent tablets from Indian Borage extraction	5R8/2	White	Not found

2.3 ประสิทธิภาพการล้างผักกาดขาว พบว่าการไม่ล้าง ล้างด้วยน้ำเปล่า และล้างด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนตพบสารพิษตกค้าง โดยให้ค่าสีระบบ Munsell เท่ากับ 5R6/4 5R6/4 และ 5R6/3 โดยปรากฏ

สีม่วง สีม่วง และสีม่วงแดง ตามลำดับ การล้างด้วยผลิตภัณฑ์สารสกัดเม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือ ไม่พบสารพิษตกค้าง โดยค่าสีระบบ Munsell เท่ากับ 5R8/1 สีไม่มีสี (Table 5)

Table 5. Efficiency of Chinese cabbage washing

Washing	Munsell color system	Apparent color	Pesticide residues in vegetables
Control	5R6/4	Purple	Found
Water	5R6/4	Purple	Found
NaHCO ₃	5R6/3	Red-purple	Found
Effervescent tablets from Indian Borage extraction	5R8/1	Light-white	Not found

3. การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือ

ผลการศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือ โดยการเก็บไว้ในถุงซีลสุญญากาศในระยะเวลา 0, 7, 14, 30 และ 45 วัน พบว่า ผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือยังคงสภาพของเม็ดในลักษณะปกติ มีคุณภาพในการ

ละลายตั้งแต่ 1.22 นาที ถึง 1.54 นาที โดยความสามารถในการละลายจะลดลงเล็กน้อยตามระยะเวลาที่เก็บรักษา และตลอดการศึกษาด้านระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พบว่า ผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือสามารถล้างผักกาดขาวได้โดยไม่พบสารพิษตกค้างในผัก (Table 6)

Table 6. Preservation of effervescent tablets from Indian borage extraction

Days	Water solubility in volume of 1 liter per tablet (minute)	Munsell color system	Apparent color	Pesticide residues in vegetables
0	1.22±0.11	5R8/2	White	Not found
7	1.31±0.22	5R8/2	White	Not found
14	1.33±0.43	5R8/2	White	Not found
30	1.40±0.23	5R8/2	White	Not found
40	1.54±0.40	5R8/2	White	Not found

การอภิปรายผลการวิจัย

ลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เม็ดฟู่จากสารสกัดใบหูลือ

จากการวิเคราะห์ลักษณะกายภาพของแกรนูลเม็ดฟู่จากสารสกัดใบหูลือ พบว่า สูตรความเข้มข้นจากสารสกัดใบหูลือ 80% w/v ก่อนอัดเม็ดมีลักษณะเป็นผงค่อนข้างแห้ง ทำให้การจับเป็นก้อนของเม็ดฟู่ไม่แน่นและมีลักษณะขอบเม็ดไม่เรียบ น้ำหนักเฉลี่ยต่อเม็ดจึงอยู่ระดับปานกลางเมื่อเทียบกับสูตรความเข้มข้น 90% w/v และ 100% w/v สูตรความเข้มข้น 90% w/v มีลักษณะของผงแกรนูลก่อนอัดเม็ดค่อนข้างชื้น เมื่ออัดเม็ดมีความแข็งแรง ทำให้เม็ดมีลักษณะกลมขอบเรียบจึงมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อเม็ดสูงกว่าทุกสูตร และสูตรความเข้มข้น 100% w/v แกรนูลก่อนอัดเม็ดมีลักษณะเป็นผงชื้น เมื่อทำการอัดเม็ดมีลักษณะค่อนข้างกลมแต่ไม่แน่น การจับกันเป็นก้อนได้น้อยกว่าความเข้มข้น 80% w/v และ 90% w/v จึงทำให้มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อเม็ดต่อน้อยที่สุด

คุณสมบัติการละลายของผลิตภัณฑ์เม็ดฟู่มีแนวโน้มเร็วขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัดใบหูลืออย่างเห็นได้ชัด (Table 2) เนื่องจากสารสกัดใบหูลือมีองค์ประกอบของ Carvacrol และ Thymol

ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลของน้ำมันออริกาโน (Oregano essential oil) มีคุณสมบัติในการละลาย⁶ และจากการศึกษาของ กษมนและวัชรชัย⁶ ได้อธิบายถึงกลไกการละลายของเม็ดฟู่ที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยว่า น้ำมันหอมระเหยจะไปแทรกตัวระหว่างน้ำซึ่งเป็นชั้นของฟิล์มของฟองอากาศทำให้เม็ดฟู่ฟองแตกเร็วขึ้นจึงละลายน้ำได้เร็วขึ้น โดยทุกสูตรมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ระดับใกล้เคียงกันคือ ตั้งแต่ 7.02-7.22 เป็นเบสอ่อน และจากการศึกษาของปัทมา เสนาทอง⁹ พบว่าค่า pH 7.00 เป็นค่าที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างผักที่ใช้ล้างสารกำจัดศัตรูพืชและฟอร์มาลีนตกค้างในผัก

ดังนั้นจึงคัดเลือกผลิตภัณฑ์เม็ดฟู่จากสารสกัดใบหูลือสูตรความเข้มข้น 90% w/v ซึ่งเป็นสูตรที่มีลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะในภาพรวมเหมาะสมที่สุด เพื่อไปศึกษาประสิทธิภาพในการล้างสารพิษตกค้างต่อไป

ประสิทธิภาพของของผลิตภัณฑ์เม็ดฟู่จากสารสกัดใบหูลือสูตรความเข้มข้น 90% w/v

ผลจากการล้างผักตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด โดยเปรียบเทียบวิธีการล้าง พบว่า ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เม็ดฟู่จากสารสกัดใบหูลือสามารถล้างสารพิษตกค้างในผักตัวอย่างได้ทั้ง 3 ชนิด และ

มีประสิทธิภาพดีกว่าการล้างน้ำเปล่าและโซเดียมไบคาร์บอเนต (Table 3-5) เนื่องจากสารพิษตกค้างในผักตัวอย่างที่ทำการทดสอบเป็นสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และคาร์บาเมตซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีในการละลายได้ดีในน้ำมันหรือแอลกอฮอล์ และสามารถละลายได้เพียงเล็กน้อยในน้ำ ดังนั้นเมื่อล้างด้วยผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือซึ่งมีองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตที่ตกค้างในผักได้ร้อยละ 100 จะสามารถชำระล้างสารพิษตกค้างในผักได้ดีกว่าการล้างด้วยน้ำเปล่าและโซเดียมไบคาร์บอเนต จากศึกษาทางพิษเคมีของใบหูลือพบว่าสารที่องค์ประกอบหลักคือ Triterpenes ได้แก่ Euscaphic acid, Ursolic acid, Oleic acid สารพวก Monoterpenes ได้แก่ Limonene และสาร Flavonoids ที่มี Catechol เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ Flavonol เช่น Quercetin ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ยับยั้งเชื้อรา ยับยั้งยีสต์ และกำจัดสารจากยาฆ่าแมลง¹ สอดคล้องกับการศึกษาของ ภานุวัฒน์ และคณะ¹⁰ ที่ทำการศึกษาความเข้มข้นของยาสมุนไพรสกัดออร์กาโนฟอสเฟต สาร Carvacrol และ Thymol สามารถยับยั้งการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์แบคทีเรีย โดยเกิดการซึมผ่านของของเหลวจากนอกเซลล์จึงทำให้แบคทีเรียตายในที่สุด และกำจัดสารพิษไม่ก่อให้เกิดการตกค้าง

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือ

ผลจากการศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือพบว่าสามารถเก็บไว้ได้อย่างน้อย 45 วัน เนื่องจากเก็บไว้ในถุงซีลสุญญากาศ ทำให้ไม่ได้รับปัจจัยที่นำไปสู่การเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ อากาศ ความชื้น อุณหภูมิ เป็นต้น จึงสามารถคงสภาพและประสิทธิภาพการใช้งานได้

สรุปผลการวิจัย

ผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือจากสูตรความเข้มข้นของสารสกัด 90% w/v เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีน้ำหนักต่อเม็ดสูงที่สุดและใช้ระยะเวลาในการละลายน้ำน้อยที่สุด โดยมีความเป็นเบสอ่อน ผลิตภัณฑ์เม็ดฟูจากสารสกัดใบหูลือสามารถล้างสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตที่ตกค้างในผักได้ร้อยละ 100 จากผักกลุ่มตัวอย่าง และสามารถเก็บรักษาไว้ในถุงซีลสุญญากาศได้อย่างน้อย 45 วัน ดังนั้นการนำสารสกัดใบหูลือมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เม็ดฟูเพื่อล้างสารพิษตกค้างในผัก จึงเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกในการล้างสารพิษตกค้างในผัก ก่อนนำไปบริโภค และสะดวกต่อการใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

1. ปกรชล อุทัยพร. วิฤตเคมีเกษตร-ความปลอดภัยด้านอาหาร 2565 [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 1 พฤษภาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก: <https://greennews.agency/?p=32457>
2. สุธาสินี อึ้งสูงเนิน. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสต์เทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2558;9:50-63.
3. ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก. วิธีการล้างและคัดเลือกผักและผลไม้ให้ปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของสารเคมีตกค้าง [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [เข้าถึงเมื่อ 1 พฤษภาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.gj.mahidol.ac.th/main/knowledge-2/vegetable/>.



4. บุญยาพร สะทองรอด. ศักยภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบหูเสือ (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng.) และใบกระดุมทองเล็ก (*Wedelia trilobata*) ป้องกันกำจัดด้วยด้วงเขียว (*Callosobruchus maculatus*) [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2564.
5. ระวีวรรณ แก้วอมตวงศ์, ทรงพร จึงมั่นคง.ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณสารฟีนอลรวมของสารสกัดพืชสมุนไพรไทยบางชนิด.วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 2549;8:76-88.
6. นันทวัน บุญยะประภัศร, อรุณช ไซค์ชัยเจริญพร. สมุนไพรพื้นบ้าน . พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ประชาชน; 2542.
7. อัสมา สมนึก. การศึกษาความหลากหลายและภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้สมุนไพรเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางการแพทย์แผนไทย กรณีศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี. การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย ครั้งที่ 6; 2561; ราชบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง; 2561.
8. กชมน ยอดคำ, ธวัชชัย แพชมัด. การพัฒนาตำรับแกรนูลฟองฟูของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์. การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยสร้างสรรค์ศิลปากรวิจัย ครั้งที่ 4; 2554; นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร; 2554.
9. ปัทมา เสนทอง, ลิเลียน วิวัฒน์, จตุพล โยธาโคตร, สุทธิณี เพ็ชรสีทอง, กัญธิชา ศรีธิชา. ประสิทธิภาพของน้ำยาล้างผักต่อชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชและปริมาณฟอรัมาลีนตกค้างในผัก. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา) 2561;18:1-10.
10. ภาณุวัฒน์ แยมสกุล, ประภาส พันธ์, โกษา ปัญญาโกษา, สมปรียา แสงไฟ, ดวงพร พิษผล. การศึกษาความเข้มข้นของยาสมุนไพรสกัดออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Escherichia coli* ที่แยกได้จากอุจจาระสุกรหลังหย่านมที่มีอาการท้องเสียในฟาร์มเขตเชียงใหม่-ลำพูน ในห้องปฏิบัติการ. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43; 2548; กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2548.