

ผลของสารสกัดจากหอมใหญ่ต่อการยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลในผักสลัดคอสอินทรีย์

Effect of onion extract on browning reaction inhibition of organic Cos salad

อุมาพร อาลัย^{1,*}, ประทุม คำวัตร¹, ชลธิชา กาญจนไพสิฐ
อานันท์ กิจกุลนำชัย และสกล โชติสวัสดิ์

บทคัดย่อ

ผักสลัดอินทรีย์เป็นผักเพื่อสุขภาพที่ผู้บริโภคนิยมบริโภค เนื่องจากสามารถบริโภคสดได้ทันที ปลอดภัยจากสารเคมี และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม แต่ผักสลัดมีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค วิธีการป้องกันการเสื่อมเสียดังกล่าวทำได้หลายวิธี เช่น การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ การลดความเป็นกรดต่าง และการใช้สารเคมี เช่น สารประกอบซัลไฟด์ แต่การใช้สารเคมีอาจทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อหาแนวทางในการสกัด และประยุกต์ใช้สารที่สกัดได้จากธรรมชาติที่มีในหอมใหญ่ เพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในผักสลัดคอสอินทรีย์ โดยการสกัดต้องเป็นไปตามมาตรฐานอินทรีย์ศึกษา ระยะเวลาการสกัดสารยับยั้งจากหอมใหญ่โดยปั่นหอมใหญ่กับน้ำกลั่น แปรระยะเวลาการปั่นเป็น 5 และ 10 นาที จากนั้นแช่ส่วนโคนของผักสลัดคอสอินทรีย์ในสารที่สกัดได้ทั้งแบบสดและแบบผ่านความร้อน เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C เป็นระยะเวลา 7 วัน ตรวจสอบค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล กิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส และคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลกับตัวอย่างควบคุมที่ผ่านการแช่น้ำกลั่น กรดซิตริก 0.5 % w/v และกรดแอสคอร์บิก 1 % w/v ผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากหอมใหญ่ที่ผ่านการสกัดด้วยการปั่น 10 นาทีและผ่านการให้ความร้อน สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในผักสลัดคอสอินทรีย์ได้ดี ซึ่งมีอายุเก็บรักษา 6 วัน เช่นเดียวกับผักสลัดคอสอินทรีย์ที่ผ่านการแช่กรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิก

คำสำคัญ: สารสกัดจากหอมใหญ่, การยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาล, ผักอินทรีย์

Abstract

Organic cos-salad is a popular healthy vegetable for consumer, because a consumer can eat a fresh cos-salad with safety from residue and environmental friendly. However, organic cos-salad has a shorter shelf life due to enzymatic browning affects the consumer's acceptance. To prevent the enzymatic browning, there are many methods such as inhibition of enzymatic activity, reduction of acid-base and using chemical treatment-sulphite compound. Nevertheless, all mentioned methods might affect the consumer health due to using chemical approach. Therefore the main objective of the study was to extract a natural chemical compound from onion to remediate enzymatic browning in the organic cos salad following a standard method of organic agricultural crops. The research methodology was

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

* Corresponding author, E-mail: aeh351@hotmail.com

blending onion with water 5 and 10 minutes. Soaking the cos salad in both fresh- and heated-wise extracts for 5 min and kept at 10 °C for 7 day. The index of the enzymatic browning, enzymatic polyphenoloxidase activity and sensory quality were determined by comparing efficiency of inhibition of browning of samples solution with 3 different conditions such as pure water, 0.5 % (w/v) citric acid and 1 % (w/v) ascorbic acid. It was found that the extract from blending 10 minutes and heated onion was the best solution among different methods to remediate the enzymatic browning and polyphenol oxidase activity in the organic cos-salad with 6 days of shelf- life similar to the one with citric and ascorbic acid conventional method.

Keywords: onion extract, browning inactivation, organic vegetable

บทนำ

ปัจจุบันคนไทยมีปัญหาสุขภาพเกิดจากโรคภัย อาทิ โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และโรคอ้วน ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อปัญหาทางด้านจิตใจ เศรษฐกิจ และสังคม จากการสำรวจภาวะโภชนาการพบว่าคนไทยโดยเฉพาะกลุ่มผู้บริโภคน้อยกว่า 20 - 29 ปี มีภาวะโรคอ้วนเพิ่มจากร้อยละ 2.9 เป็นร้อยละ 21.7 (กองโภชนาการ กระทรวงสาธารณสุข, 2551) จากภาวะดังกล่าวทำให้คนไทยนิยมบริโภคผักผลไม้ที่มีความปลอดภัยมากขึ้น โดยเฉพาะผักสลัดอินทรีย์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ผู้บริโภคให้ความสนใจ เนื่องจากสามารถบริโภคสดได้ทันที ปลอดภัยจากสารเคมีและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากรายงานพบว่ามูลค่าการตลาดของอาหารอินทรีย์ภายในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 1,354 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2552 เป็น 1,842 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2555 (วิฑูรย์ ปัญญากุล, 2557) แต่ปัญหาที่สำคัญของผักสลัดที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค คือ การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) ทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการมีสีคล้ำไม่น่ารับประทาน และอายุการเก็บรักษาสั้น (พัชรินทร์ สายสังข์, 2545)

การชะลอการเกิดสีน้ำตาลทำได้หลายวิธี เช่น การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดต่างของผลิตภัณฑ์ การลดการสัมผัสระหว่างผลิตภัณฑ์กับออกซิเจน และการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ (Bieganska-Marecik and Czapski, 2007) แต่เนื่องจากวิธีการดังกล่าวต้องใช้สารเคมีเป็นองค์ประกอบ เช่น สารประกอบซัลไฟต์ซึ่งทำให้เกิดการแพ้ในมนุษย์ ประกอบกับผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบจากธรรมชาติจึงมีการศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากธรรมชาติเพื่อยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาล โดย Kim *et al.* (2007) รายงานว่าการใช้สารสกัดจากหอมใหญ่สามารถยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลในน้ำลูกพีชได้ สอดคล้องกับ Negishi *et al.* (2002); Lee (2007) และ Lee *et al.* (2007) ที่ศึกษาพบว่าสารสกัดจากหอมใหญ่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในเฟือก กล้วย และมันฝรั่ง แต่กระบวนการสกัดที่มีการศึกษานั้นใช้สารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นบัพเพอร์ ซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐานอินทรีย์จึงไม่สามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์อินทรีย์ได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาการสกัดสารยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากหอมใหญ่ซึ่งเป็นวัตถุดิบธรรมชาติ และสามารถประยุกต์ใช้ในอาหารอินทรีย์ได้โดยกระบวนการสกัดนั้นเป็นไปตามมาตรฐานอินทรีย์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ

หอมใหญ่ (*Allium cepa* L.) จากตลาดปฐมมงคล จ.นครปฐม ถูกควบคุม ขนาดเส้นรอบวงเท่ากับ 18-20 cm คุณภาพลักษณะปรากฏโดยพินิจได้แก่ ไม่มีการงอก ไม่มีรอยช้ำ ไม่มีรอยแผล และ รา โดยมีปริมาณความชื้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ($^{\circ}\text{Brix}$) และความเป็นกรดต่างของหอมใหญ่เท่ากับ 92.4 ± 0.27 , 7.17 ± 0.29 และ 5.40 ± 0.03 ตามลำดับ

ผักสลัดคอสอินทรีย์ (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) ได้รับจากไร่ปลูกรัก จ.ราชบุรี ขนส่งด้วยกล่องพอลิสไตรีนและควบคุมอุณหภูมิที่ 10°C เมื่อนำผักมาถึงห้องทดลอง ล้างทำความสะอาด ตัดบริเวณส่วนโคนของผักสลัดคอสอินทรีย์ประมาณ 0.5 cm. เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นไปแล้ว

2. ศึกษาการสกัดสารยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากหอมใหญ่

ศึกษาระยะเวลาการสกัดสารยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากหอมใหญ่ ดัดแปลงวิธีการสกัดจาก Kim *et al.* (2005) โดยใช้หอมใหญ่ปอกเปลือก 500 กรัม ปั่นหอมใหญ่ในน้ำกลั่นอัตราส่วน 1:1 ด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (รุ่น T25IKA, เยอรมันนี) ที่ระดับความเร็ว 9,500rpm แปรระยะเวลาการปั่นเป็น 5 และ 10 นาที จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง สารละลายที่ได้นำมาหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง ความเร็วรอบ 15,000 g ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นระยะเวลา 25 นาที จากนั้นกรองสารละลายส่วนใสที่สกัดได้ (supernatant) ด้วยเครื่องกรองบูชเนอร์ (buchner funnel) ได้สารละลายที่สกัดได้ 320-350 ml ต่อหอมใหญ่จำนวน 500 กรัม แยกส่วนโคนของผักสลัดคอสอินทรีย์ (ซึ่งเป็นส่วนที่เกิดสีน้ำตาลมาก และส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค) ในสารที่สกัดแบบสดและแบบร้อน (สารละลายที่สกัดได้ผ่านความร้อนด้วยการต้มที่อุณหภูมิ 100°C เป็นระยะเวลา 10 นาที เพื่อลดกลิ่นของหอมใหญ่) โดยแยกส่วนโคนความสูง 0.5 cm. ในสารสกัดเป็นเวลา 5 นาทีอัตราส่วนผักจำนวน 3 ต้น ต่อสารสกัด 35 ml. บรรจุผักในถุงพอลิเอทิลีนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C ตรวจสอบประสิทธิภาพการยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลบริเวณส่วนโคนของผัก เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (ผักสลัดคอสอินทรีย์ที่แช่ในน้ำกลั่น) วิเคราะห์คุณภาพของผักสลัดคอสอินทรีย์ตลอดอายุการเก็บรักษาทุกวันเป็นเวลา 7 วัน หรือจนกว่าผลิตภัณฑ์จะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ได้แก่ ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) (Benjamin and Moutgomery, 1973) ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) (Palou *et al.*, 1999) และคุณภาพทางประสาทสัมผัส (9- point hedonic scale) จำนวนผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 15 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ สำหรับการประเมินผลทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผักสลัดคอสอินทรีย์จำนวน 15 ต้น ต่อทรีตเมนต์ ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test

3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดจากหอมใหญ่กับสารเคมีอื่น

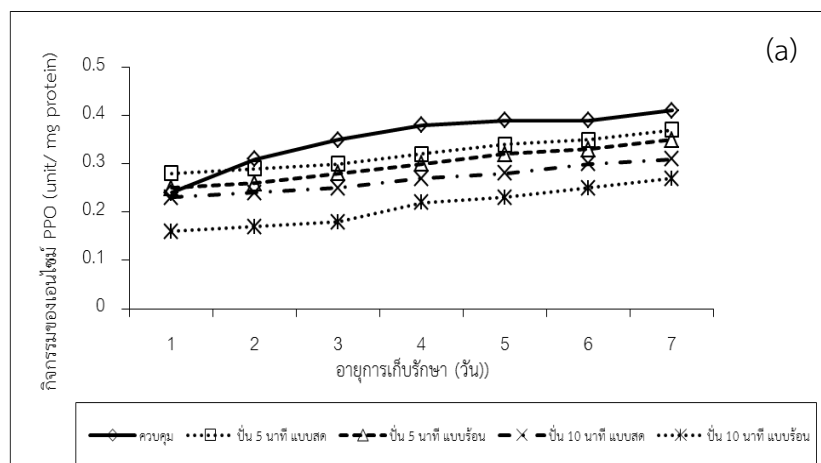
เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดจากหอมใหญ่กับสารเคมีอื่นในกลุ่ม GRAS ได้แก่ กรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิกต่อการยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยคัดเลือกภาวะการสกัดที่ดีที่สุดจากข้อ 2 เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (ผักสลัดคอสอินทรีย์ที่แช่ในน้ำกลั่น) กรดซิตริก 0.5 % (w/v) และ กรดแอสคอร์บิก 1 % (w/v) (อุมาพร อาลัย และคณะ, 2554) บรรจุผักในถุงพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C ตรวจสอบร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผักสลัดคอสอินทรีย์ ประสิทธิภาพการยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลบริเวณส่วนโคนของผัก และวางแผนการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

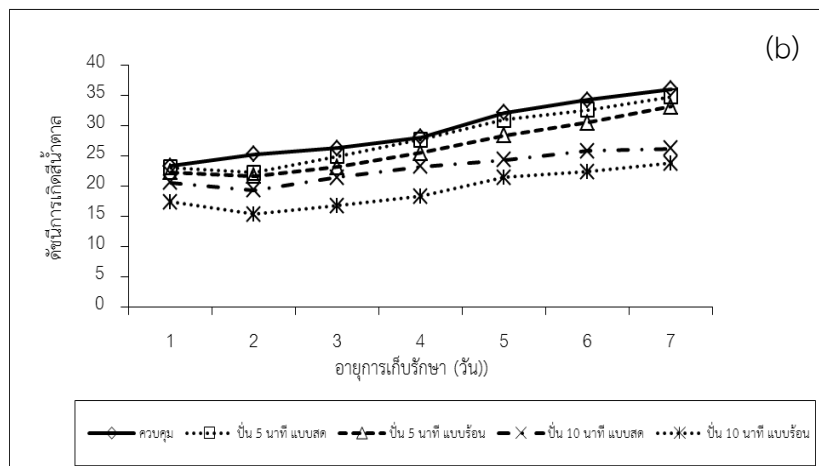
1. ผลของการสกัดสารยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากหอมใหญ่

เมื่อนำผักสลัดคอสนิทรียมาแช่สารสกัดจากหอมใหญ่ที่ต่างกัน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO และดัชนีการเกิดสีน้ำตาลในทุกทรีตเมนต์เพิ่มสูงขึ้น (รูปภาพที่ 1) โดยตัวอย่างควบคุมมีค่าเพิ่มมากที่สุด ในขณะที่ผักสลัดคอสนิทรียที่ผ่านการแช่สารสกัดหอมใหญ่ที่ผ่านการปั่น 10 นาทีทั้งแบบสด และแบบร้อน มีค่าดังกล่าวน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากหอมใหญ่ ซึ่งเป็นพืชตระกูล allium มีสารประกอบซัลเฟอร์ เช่น ไทออล (thiol) ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO ได้ (Kim *et al.*, 2007) ในขั้นตอนการสกัดพบว่าระยะเวลาการปั่นหอมใหญ่กับน้ำกลั่นจาก 5 นาที เป็น 10 นาที ทำให้ผักสลัดคอสนิทรียมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO และดัชนีการเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจาก การปั่นเป็นการเพิ่มพื้นที่การสกัดสารประกอบไทออลที่มีในหอมใหญ่ (Fellow, 2000) นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากหอมใหญ่ที่ผ่านการให้ความร้อนมีประสิทธิภาพในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และทำให้ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด อาจเนื่องจากการให้ความร้อนทำให้โมเลกุลของสารประกอบไทออลมีขนาดเล็กลง และมีประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ดี (Lee *et al.*, 2007) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (รูปภาพที่ 2) พบว่าผักสลัดคอสนิทรียที่ผ่านการแช่สารสกัดหอมใหญ่ที่ผ่านการปั่น 10 นาที แบบสด และแบบร้อน ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ความกรอบของผัก การเกิดสีน้ำตาล และความชอบโดยรวมดีที่สุด ($p \leq 0.05$)

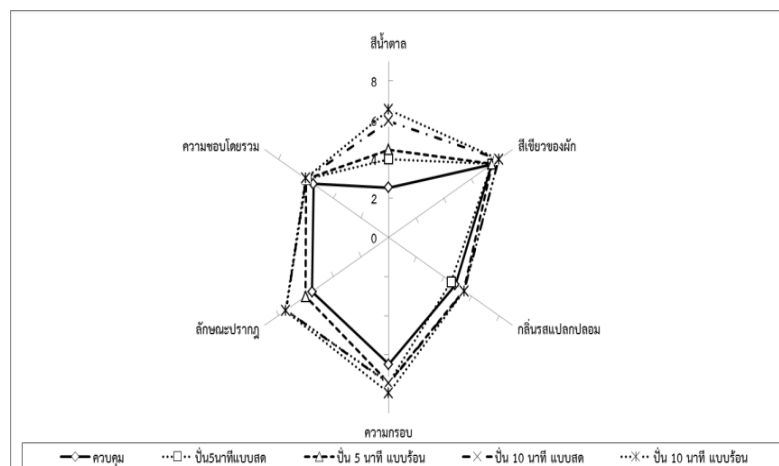
จากผลการทดลองสรุปได้ว่าสารสกัดที่ได้จากการปั่นหอมใหญ่กับน้ำกลั่นเป็นระยะเวลา 10 นาที จากนั้นผ่านการให้ความร้อนด้วยการต้ม เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการสกัดสารยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากหอมใหญ่ โดยมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด และได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ดี



รูปภาพที่ 1 กิจกรรมของเอนไซม์ PPO (a) และดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (b) ของผักสลัดคอสนิทรียที่ผ่านการแช่น้ำกลั่น (ควบคุม) สารสกัดจากหอมใหญ่ที่ผ่านการปั่น 5 นาที แบบสด สารสกัดจากหอมใหญ่ที่ผ่านการปั่น 5 นาที แบบร้อน สารสกัดจากหอมใหญ่ที่ผ่านการปั่น 10 นาที แบบสด สารสกัดจากหอมใหญ่ที่ผ่านการปั่น 10 นาที แบบร้อน



รูปภาพที่ 1 (ต่อ) กิจกรรมของเอนไซม์ PPO (a) และดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (b) ของผักสลัดคอสมอนที่ผ่านการแช่น้ำกลั่น (ควบคุม) สารสกัดจากหอมใหญ่ที่ผ่านการปั่น 5 นาที แบบสด สารสกัดจากหอมใหญ่ที่ผ่านการปั่น 5 นาที แบบร้อน สารสกัดจากหอมใหญ่ที่ผ่านการปั่น 10 นาที แบบสด สารสกัดจากหอมใหญ่ที่ผ่านการปั่น 10 นาที แบบร้อน



รูปภาพที่ 2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผักสลัดคอสมอนที่ผ่านการแช่น้ำกลั่น (ควบคุม) สารสกัดจากหอมใหญ่ที่ผ่านการปั่น 5 นาที แบบสด สารสกัดจากหอมใหญ่ที่ผ่านการปั่น 5 นาที แบบร้อน สารสกัดจากหอมใหญ่ที่ผ่านการปั่น 10 นาที แบบสด สารสกัดจากหอมใหญ่ที่ผ่านการปั่น 10 นาที แบบร้อน ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 6 วัน

2. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดจากหอมใหญ่กับสารเคมีอื่น

เมื่อแช่ผักสลัดคอสมอนที่ตามวิธีตามวิธีที่แตกต่าง ๆ พบว่า ค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของผักสลัดคอสมอนที่แช่ในร้อยละ 0.5 สอดคล้องกับจริงแท้ศิริพานิช (2548) ที่กล่าวว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นทำให้ผักผลไม่มีการสูญเสียน้ำหนัก นอกจากนี้ยังพบว่า ผักสลัดคอสมอนที่ผ่านการแช่สารสกัดจากหอมใหญ่มีอายุการเก็บรักษานาน 6 วัน ใกล้เคียงกับผักสลัดคอสมอนที่ผ่านการแช่ด้วยกรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิก (ตารางที่ 1) ทั้งนี้เนื่องจากสมบัติของสารประกอบกลุ่มไทออลในหอมใหญ่ (Lee *et al.*, 2007) สมบัติความเป็น acidulant, reducing agent และ chelating agent ของกรดซิตริก และสมบัติ antioxidant ของกรดแอสคอร์บิก (Michael, 1991)

ตารางที่ 1 ค่าอายุการเก็บรักษานานที่สุด กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก คะแนนความชอบโดยรวม และลักษณะปรากฏของผักสลัดคออินทรีที่ผ่านการแช่หัตถ์เม้นต์ต่าง ๆ

หัตถ์เม้นต์	อายุการเก็บรักษานานที่สุด (วัน)	กิจกรรมของเอนไซม์ PPO (unit/mg protein)	ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล	ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก	ความชอบโดยรวม	ลักษณะปรากฏของผักสลัดคออินทรี
น้ำกลั่น (ควบคุม)	4	0.38±0.06	28.03	0.22±0.03	6.00±0.00	
สารสกัดหอมใหญ่ ปั่น 10 นาที แบบร้อน	6	0.25±0.03	22.33	0.29±0.04	6.04±1.00	
กรดซิตริก 0.5 % (w/v)	6	0.22±0.02	18.09	0.32±0.04	7.00±0.00	
กรดแอสคอร์บิก 1 % (w/v)	6	0.37±0.02	23.03	0.33±0.04	6.66±0.57	

บทสรุป

สารสกัดจากหอมใหญ่ช่วยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ได้ โดยการสกัดที่ดีที่สุด คือ การปั่นหอมใหญ่กับน้ำกลั่นเป็นระยะเวลา 10 นาที จากนั้นผ่านการให้ความร้อน เป็นระยะเวลา 10 นาที โดยให้ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ และดัชนีการเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด ในขณะที่คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ความกรอบของผัก การเกิดสีน้ำตาล และความชอบโดยรวมดีที่สุด การยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของสารสกัดดังกล่าวให้ผลใกล้เคียงกับการใช้กรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิก โดยผักสลัดคออินทรีที่ผ่านการแช่สารทั้ง 3 ชนิดได้รับคะแนนการยอมรับ และมีอายุการเก็บนานที่สุดคือ 6 วัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กองโภชนาการ กระทรวงสาธารณสุข. (2551). สถานการณ์โรคอ้วนในประเทศไทย. ค้นเมื่อ 18 พฤษภาคม 2551 จาก <http://www.nakonciti.org/cityHospital/obesity.htm>
- จริงแท้ ศิริพานิช. (2548). สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักผลไม้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิฑูรย์ ปัญญากุล. (2557). ภาพรวมเกษตรอินทรีย์ไทย 2554-2555. ค้นเมื่อ 7 มิถุนายน 2557 จาก <http://www.greenet.or.th/sites/default/files/Thai%20OA%2011-12.pdf>.

- พัชรินทร์ สายสังข์. (2545). การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์โดยสารยับยั้งจากเปลือกสับปะรด. วิทยานิพนธ์
มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุมาพร อาลัย, แสงดาว นาคปาน, ปราโมทย์ เอมมา และสุนทรีย์ พรหมดีมิต. (2554). ผลของกรดอินทรีย์และเกลือต่อการ
ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ในผักสลัดคอสมอนทรีย์. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (ฉบับพิเศษ)**,
42 (1), 189-192.
- Benjamin, N.D. & Montgomery, M.W. (1973). Polyphenol oxidase of Royal Ann Cherries: Purification and
characterization. **J. Food Sci. Tech.**, 38 (5), 799-806.
- Bieganska-Marecik, R. & Czapski, J. (2007). The effect of selected compounds as inhibitors of enzymatic
browning and softening of minimally processed apples. **Acta Sci. Pol., Technol. Aliment**, 6 (3),
37-49.
- Fellow. P. (2000). **Food processing technology**. Abington : Woodhead publishing limited.
- Kim, M.J., Kim, C.Y., & Park, I. (2005). Prevention of enzymatic browning of pear by onion extract. **Food
Chem.**, 89, 181-184.
- Kim, C.Y., Kim, K.M., Lee, M.Y., & Park, I. (2007). Inhibition of polyphenol oxidase and peach juice browning
by onion extract. **Food Sci. Biotech.**, 16 (30), 421-425.
- Lee, M.K. (2007). Inhibitory effect of banana polyphenol oxidase during ripening of banana by onion
extract and Maillard reaction products. **Food Chem.**, 102, 146-149.
- Lee, M.Y., Lee, M.K., & Park, I. (2007). Inhibitory effect of onion extract on polyphenoloxidase and
enzymatic browning of taro (*Colocasia antiquorum var. esculenta*). **Food Chem.**, 105, 528-532.
- Michael, D.P. (1991). **Food preservatives**. **Ency. Agri. Sci.**, 2, 341-354.
- Negishi, O., Negishi, Y., & Ozawa, T. (2002). Effect of food materials on removal of Allium specific volatile
sulfur compounds. **J. Agr. Food Chem.**, 50, 3856-3861.
- Palou, E., Lopez-Malo, G.V., Barbosa-Canovas, G.V., Welte-ChanesJ., & Swanson, B.G. (1999). Polyphenoloxidase
activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. **J. Food Sci.**,
64, 42-45.