

การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะม่วงมันเดือนเก้าตัดแต่งโดยใช้ผลิตภัณฑ์จากแบคทีเรีย *Pediococcus lalii*
Antibrowning in Fresh-Cut 'Mun Deun Kao' Mango (*Mangifera indica* L.) by using the Product from
Pediococcus lalii

แพรวไพลิน ฉายศิริกุล¹ กุลนรี ปานทอง¹ วิทยากร คล้ายดอกจันทร์¹ ทิพนาด น้อยแก้ว¹ อังณชญาณ์ มงคลชัยพฤกษ์² และ วรณา มาลาพันธ์³
Praewpailin Chaisirikul¹, Kulnaree Panthong¹, Wipakorn Klaydokjun¹, Tipanart Antarasane¹, Anchaya Mongkolchaiyaphruek²
and Wanna Malaphan³

Abstract

Mango (*Mangifera indica* L.) is one of the most popular fruits for domestic and export market. Since its taste and texture are good, 'Mun Deun Kao' variety is accepted to be consumed at unripe stage. However, browning on its pulp surfaces after peeling affects the quality and price of mango. This research is focused on browning deceleration of fresh-cut mango using products from lactic acid bacterial culture (*Pediococcus lalii*). At first, mangoes were prepared for chopped and sliced mangoes. Then, the samples were soaked for 10 minutes in the 100% (v/v) *Pediococcus lalii* culture, compared with 5% (w/v) sodium chloride (NaCl), and distilled water as a control before being kept at room temperature (25°C). The results revealed that 100% bacterial culture was the best solution to retard browning of fresh-cut mango since the total phenolic compound level of bacterial culture-treated mango was lower than that of 5% NaCl treated fruits and control. Chopped mango showed longer shelf-life than sliced mango as 29 and 9 days (for bacterial culture-treated mango), 5 and 7 days (for NaCl-treated mango) and 2 days for control, respectively. In addition, the product from *Pediococcus lalii* culture had no effect on the changes of total soluble solids and total acidity contents of fresh-cut mango.

Keywords: browning reaction, mango, product from *Pediococcus lalii* culture

บทคัดย่อ

มะม่วง (*Mangifera indica* L.) เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมสูงทั้งในตลาดต่างประเทศและในประเทศ ซึ่งมีทั้งพันธุ์ที่รับประทานผลสุกและผลดิบ มะม่วงพันธุ์มันเดือนเก้าเป็นมะม่วงที่นิยมนำมาบริโภคผลดิบ เนื่องจากมีรสเปรี้ยว เนื้อสัมผัสแน่นกรอบ อย่างไรก็ตามในการบริโภคผลมะม่วงดิบ มักพบปัญหาการเกิดสีน้ำตาลบนผิวของเนื้อมะม่วงหลังจากการปอกเปลือก ซึ่งมีผลกระทบต่อคุณภาพและราคาจำหน่าย งานวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาวิธีการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผลมะม่วงพันธุ์มันเดือนเก้าตัดแต่ง โดยใช้ผลิตภัณฑ์จากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย *Pediococcus lalii* ซึ่งสามารถผลิตกรดแล็กติก โดยตัดแต่งเนื้อมะม่วงเป็น 2 รูปแบบ คือแบบสับเป็นฝอยและแบบฝานเป็นชิ้น แล้วนำไปแช่ในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยง *Pediococcus lalii* ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) เป็นเวลา 10 นาที เปรียบเทียบกับเนื้อมะม่วงที่แช่ในสารละลายเกลือแกง (NaCl) ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (มวลต่อปริมาตร) และน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) โดยเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วัน ผลการทดลอง พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลในเนื้อมะม่วงตัดแต่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเนื้อมะม่วงตัดแต่งที่ได้รับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียมีปริมาณสารประกอบฟีนอลต่ำที่สุด และมีอายุการวางจำหน่ายนานกว่าเนื้อมะม่วงตัดแต่งที่แช่ในสารละลายเกลือแกง และชุดควบคุม โดยเนื้อมะม่วงที่ตัดแต่งแบบฝอยมีอายุการวางจำหน่ายนานกว่าเนื้อมะม่วงที่ตัดแต่งแบบฝาน คือ 29 และ 9 วัน (100% ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย) 5 และ 7 วัน (5% เกลือแกง) และ 2 วัน (ชุดควบคุม) ตามลำดับ เนื่องจากการตัดแต่งแบบฝอยทำให้เนื้อมะม่วงสัมผัสกับสารได้มากขึ้น ประสิทธิภาพการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล รวมทั้งการลดการเน่าเสียจึงเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์จาก *Pediococcus lalii* ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่สามารถละลายในน้ำได้ และปริมาณกรดอินทรีย์ในเนื้อมะม่วงตัดแต่ง

คำสำคัญ: ปฏิกริยาสีน้ำตาล, มะม่วงมันเดือนเก้า, ผลิตภัณฑ์จากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย *Pediococcus lalii*

¹สาขาวิชาชีววิทยา โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ นครปฐม 73170

¹Department of Biology, Mahidol Wittayanusorn School, Nakhon Pathom, 73170, Thailand

²ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900

²Department of Horticulture, Faculty of Agriculture Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand

³ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900

³Department of Microbiology, Faculty of Science Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand

คำนำ

มะม่วง (*Mangifera indica* L.) เป็นไม้ผลเขตร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ปัจจุบันพบปัญหาหลังการเก็บเกี่ยวที่ส่งผลต่อราคาและคุณภาพของมะม่วง คือ การเกิดสีน้ำตาลบนเนื้อของมะม่วงที่ปอกเปลือกแล้ว ซึ่งเกิดขึ้นได้เนื่องจากมีสารประกอบที่สำคัญ คือ สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) เอนไซม์ในกลุ่มฟีนอลเลส (phenolase) เช่น พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase, PPO) และออกซิเจน

กรรมวิธีที่ใช้ในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (browning reaction) ในมะม่วงมีหลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ การรมด้วยสารประกอบซัลไฟต์ ซึ่งส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค (ประภา, 2546) และการเลือกใช้วิธีปรับค่าพีเอช (pH) ให้ลดลง เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO ซึ่งค่าพีเอชที่เหมาะสมในการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าว อยู่ในช่วงพีเอช 5-7 (สุวิมล, 2549)

จุลินทรีย์ *Pediococcus loli* เป็นแบคทีเรียที่สามารถผลิตกรดแล็กติกจากการย่อยสลายน้ำตาลได้ ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารทั่วไป เช่น ผักดองต่างๆ และเครื่องปรุงรสจำพวกรสเค็ม เป็นต้น (พิมพ์เพ็ญ, ม.ป.ป.) แบคทีเรียชนิดนี้จะมีผลทำให้ค่าพีเอชของอาหารลดต่ำลงอย่างรวดเร็วจนจุลินทรีย์ชนิดอื่นไม่สามารถเจริญได้ก็ต่อต่อไป (ฮัมตัน, ม.ป.ป.) งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการแช่เนื้อมะม่วงในผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์ *Pediococcus loli* กับการแช่ในสารละลายเกลือแกง (NaCl) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ทั่วไปในท้องตลาด โดยคาดว่าวิธีนี้นอกจากจะช่วยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในเนื้อมะม่วงแล้ว ยังมีต้นทุนต่ำ และไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคอีกด้วย เนื่องจากเป็นสารที่เกิดจากธรรมชาติ รวมทั้งไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุประสงค์การวิจัย และเปอร์เซ็นต์การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล

เตรียมผลมะม่วงมันเดือนเก้าโดยเลือกระยะความสุกใกล้เคียงกันจากแหล่งเดียวกัน จากนั้นนำผลมะม่วงไปล้างในน้ำเปล่า ปอกเปลือกออกตามปกติแล้วจึงล้างด้วยน้ำเปล่าซ้ำอีกครั้งแล้วจึงนำมาตัดแต่ง

ตัดแต่งเนื้อมะม่วงเป็น 2 รูปแบบ คือ แบบผ่านและแบบหั่นฝอย จากนั้นนำไปแช่ในสารละลาย 3 ชนิดคือ ผลิตภัณฑ์จากแบคทีเรีย *Pediococcus loli* ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) สารละลายเกลือแกงความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) และน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) เป็นเวลา 10 นาที เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกภาพและให้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อพื้นที่ผิว

2. การวัดคุณภาพของเนื้อมะม่วงตัดแต่ง

ทำการทดลองเช่นเดียวกับตอนที่ 1 แต่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำเนื้อมะม่วงตัดแต่งตัวอย่างมาวัดคุณภาพใน 3 ด้าน คือ ปริมาณสารประกอบฟีนอล ปริมาณของแข็งที่สามารถละลายได้ในน้ำ (TSS) และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TA)

ผลการทดลอง

ผลการทดลองเก็บรักษาเนื้อมะม่วงตัดแต่งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่า ในกรณีเนื้อมะม่วงแบบหั่นฝอย (Figure 1) มีคะแนนการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลน้อยที่สุดคือตัวอย่างที่แช่ในผลิตภัณฑ์ความเข้มข้น 100% รองลงมาคือตัวอย่างที่แช่ในสารละลายเกลือแกง 5% ในส่วนเนื้อมะม่วงแบบผ่าน (Figure 2) มีคะแนนการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลน้อยที่สุดคือตัวอย่างที่แช่ในสารละลายเกลือแกง 5% รองลงมาคือตัวอย่างที่แช่ในผลิตภัณฑ์ความเข้มข้น 100% ตามลำดับ สอดคล้องกับอายุการวางจำหน่าย คือ ตัวอย่างที่แช่ในผลิตภัณฑ์ความเข้มข้น 100% มีอายุการวางจำหน่ายนานกว่าเนื้อมะม่วงตัดแต่งที่แช่ในสารละลายเกลือแกง และชุดควบคุม โดยเนื้อมะม่วงที่ตัดแต่งแบบหั่นฝอยมีอายุการวางจำหน่ายนานกว่าผลมะม่วงที่ตัดแต่งแบบผ่าน สังเกตจากลักษณะทางกายภาพของเนื้อมะม่วง เมื่อเก็บรักษาเนื้อมะม่วงไว้ในถุงซิปล็อกที่อุณหภูมิ 4 และ 25 องศาเซลเซียส คือ 29 และ 9 วัน (100% ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย) 5 และ 7 วัน (5% NaCl) และ 2 วัน (ชุดควบคุม) ตามลำดับ (Figure 3)

สำหรับผลในด้านการวัดคุณภาพ พบว่า มะม่วงตัวอย่างแบบฝอยที่แช่ในผลิตภัณฑ์ความเข้มข้น 100% มีปริมาณสารประกอบฟีนอลน้อยที่สุด (Figure 4) ในขณะที่ตัวอย่างอื่นไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนปริมาณของแข็งที่สามารถละลายในน้ำได้ (TSS) (Figure 5) และปริมาณกรดอินทรีย์ (TA) (Figure 6) พบว่าเกือบทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำของเนื้อมะม่วงตัวอย่างแบบหั่นฝอยที่แช่ในผลิตภัณฑ์ความเข้มข้น 100% ที่มีค่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น

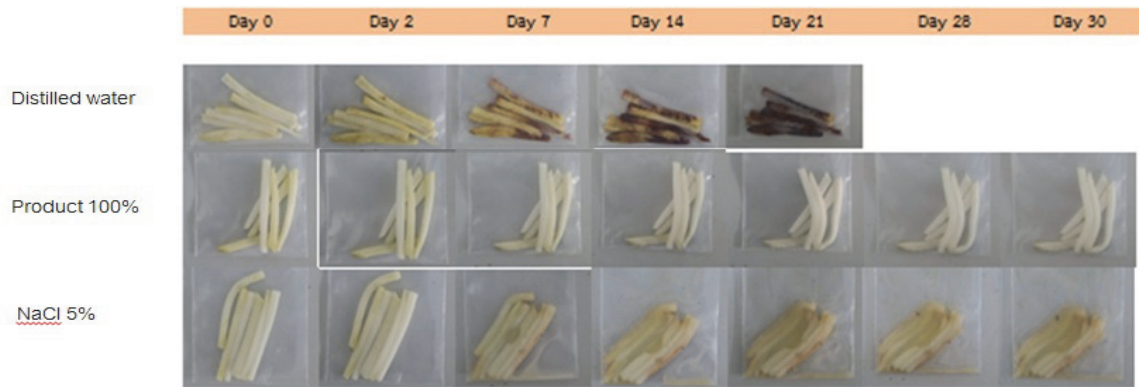


Figure 1 Photos of the chopped sample at 25°C

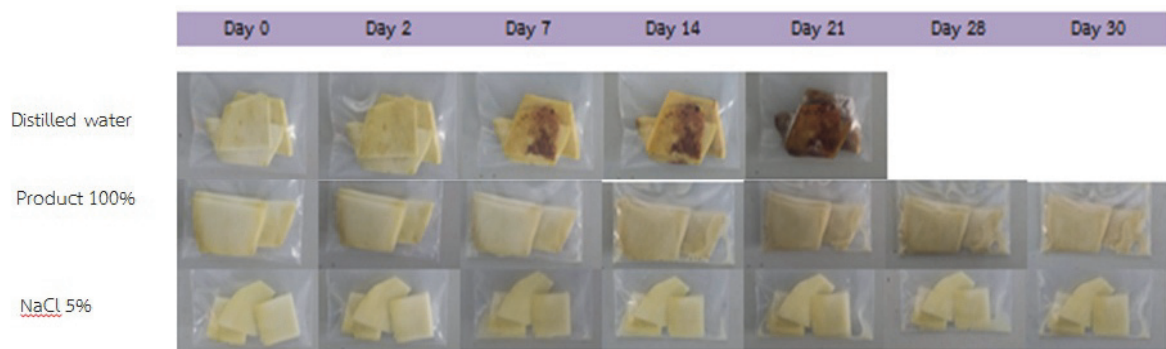


Figure 2 Photos of the sliced sample at 25 °C

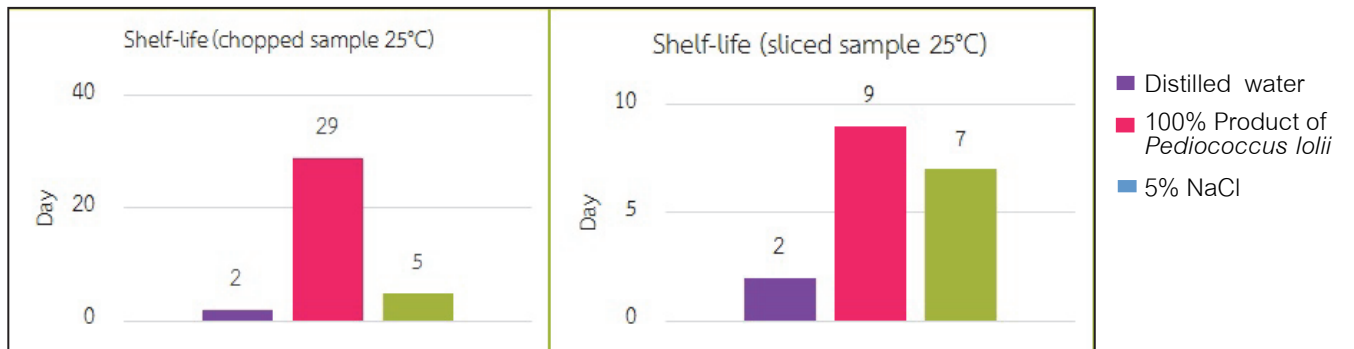


Figure 3 Shelf-life of each sample

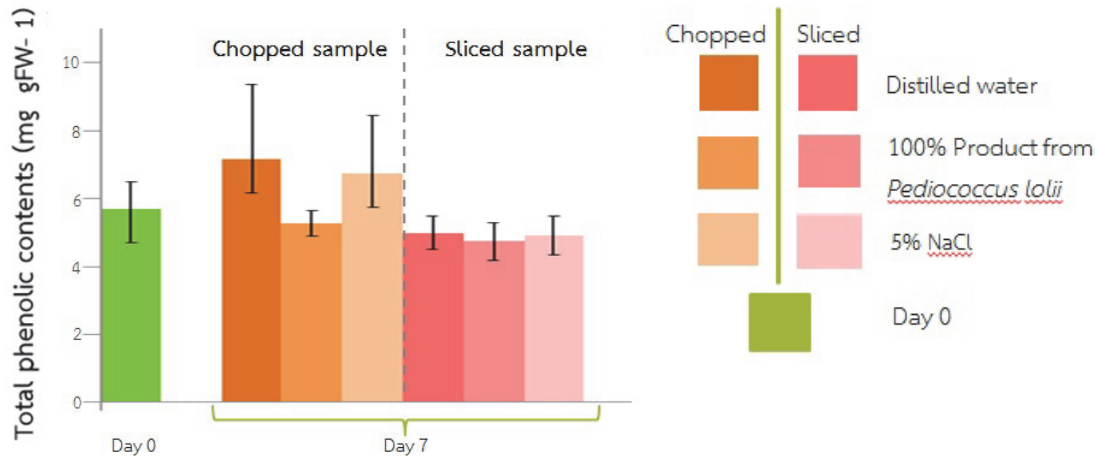


Figure 4 Total phenolic compounds in each sample

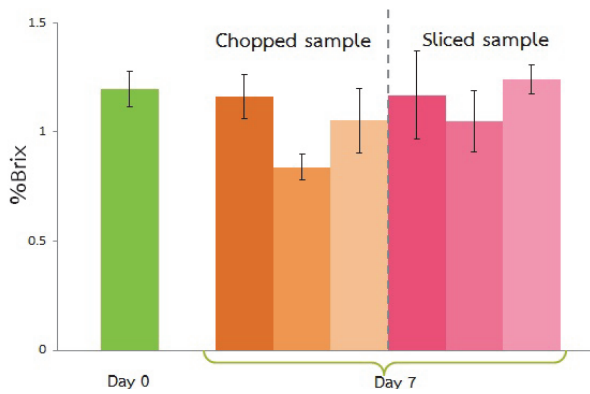


Figure 5 Total Soluble Solids

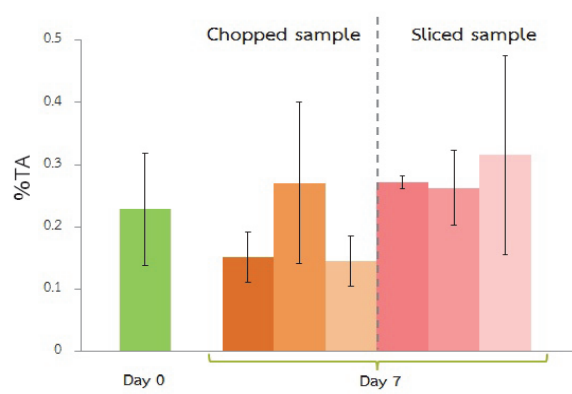


Figure 6 Titratable Acidity

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลอง พบว่า ผลิตภัณฑ์จากแบคทีเรีย *Pediococcus lolii* 100% (v/v) มีประสิทธิภาพในการชะลอการเกิดปฏิกิริยาน้ำตาลได้มากที่สุด เนื่องจากแบคทีเรีย *Pediococcus lolii* สามารถผลิตกรดแล็กติกได้ (Doi et al., 2009) โดยกรดแล็กติกจะส่งผลให้ค่าพีเอชในเนื้อมะม่วงต่ำลง การทำงานของเอนไซม์จึงเกิดขึ้นน้อยลง ปฏิกิริยาน้ำตาลจึงเกิดช้าลง นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของ Bacteriocin ที่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อื่นๆ ที่ก่อให้เกิดโรค (pathogen) ได้อีกด้วย (อรอนงค์, 2550)

ในกรณีของสารละลายเกลือแกง 5% ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาน้ำตาลใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์จากแบคทีเรีย *Pediococcus lolii* 100% เนื่องจากเกลือแกง มีสมบัติเป็นตัวรีดิวซ์ (reducing agent) ที่สามารถรีดิวซ์ o-quinone ให้กลับมาเป็นสารประกอบฟีนอลได้ และลดผิวสัมผัสระหว่างเนื้อมะม่วง กับอากาศ (สมสมร, 2553) การเกิดปฏิกิริยาน้ำตาลจึงช้าลง

นอกจากนี้ กระบวนการทดลองยังสามารถเปรียบเทียบผลของพื้นที่ผิวสัมผัสอากาศของเนื้อมะม่วงต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาน้ำตาลได้ว่า เนื้อมะม่วงที่ถูกหั่นในรูปแบบแผ่น มีคะแนนการเกิดปฏิกิริยาน้ำตาลและวันที่เริ่มเกิดน้อยกว่าเนื้อมะม่วงแบบหั่นฝอย เนื่องจาก เนื้อมะม่วงแบบแผ่นมีพื้นที่ผิวสัมผัสต่ออากาศน้อยกว่าเนื้อมะม่วงแบบหั่นฝอย ทำให้ออกซิเจนในอากาศเข้าทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอลได้น้อย ปฏิกิริยาน้ำตาลจึงเกิดน้อยและช้ากว่า สอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลที่พบในเนื้อมะม่วงแบบหั่นฝอยมากกว่าเนื้อมะม่วงแบบแผ่น แสดงว่า พื้นที่ผิวสัมผัสของเนื้อมะม่วงแปรผันตรงกับการเกิดปฏิกิริยาน้ำตาล กล่าวคือ ยิ่งเนื้อมะม่วงมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศน้อย ปฏิกิริยาน้ำตาลก็จะเกิดน้อยด้วยเช่นกัน

สรุป

ผลการทดลองสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์จากแบคทีเรีย *Pediococcus lolii* 100% (v/v) สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ดีที่สุด รองลงมาคือ สารละลายเกลือแกง 5% (w/v) นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์จากแบคทีเรีย *Pediococcus lolii* 100% (v/v) ยังไม่ส่งผลกระทบต่อารเปลี่ยนแปลงรสชาติของเนื้อมะม่วงอีกด้วย โดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงสารประกอบต่างๆ ของเนื้อมะม่วง และการหั่นเนื้อมะม่วงให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศน้อยๆ สามารถช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสาขาวิชาชีววิทยา โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ และภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน สำหรับเชื้อเพื่อสถานที่และอุปกรณ์ทำการวิจัย ขอขอบคุณนิสิต นักศึกษาภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน สำหรับความช่วยเหลือและการให้ความรู้ในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ประภา คงปัญญา และเวณิกา เบ็ญจพงษ์. 2546. สารฟอกขาวในอาหาร. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: <https://www.doctor.or.th/article/detail/1737>. (12 มกราคม 2559).
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิตยา รัตนานนท์. ม.ป.ป. ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0679/enzymatic-browning-reaction...%E0%B9%8C>. (12 มกราคม 2559).
- สมสมร แก้วบริสุทธิ และเพ็ญพรอน ศรีสกุลเดียว. 2553. ทางเลือกทดแทนการใช้สารกลุ่มซัลไฟต์ เพื่อควบคุมการเกิดเมลานินในกุ้ง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: http://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF/47_52_MAN.pdf. (12 มกราคม 2559).
- สุวิมล วัฒนพันธ์ศักดิ์. 2549. ผลของสารลดการเกิดสีน้ำตาล และการดัดแปลงสภาพบรรยากาศต่ออายุการเก็บรักษาของผักกาดแก้วดัดแต่ง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: <http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/.pdf>. (12 มกราคม 2559).
- อรอนงค์ พริ้งศุลกะ. 2550. แบคทีเรียโชนที่สร้างจากแบคทีเรียแลคติก. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: <http://ejournals.swu.ac.th/index.php/ssi/article/viewFile/100/105>. (12 มกราคม 2559).
- ฮัมตัน ดีแม. ม.ป.ป. เชื้อ *Pediococcus* spp. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: web.yru.ac.th/~dolah/notes/4902-1-48G12/SEMREP/Sm_404652077.doc. (12 มกราคม 2559).
- Doi, K., Y. Nishizaki, Y. Fujino, T. Ohshima, S. Ohmomo and S. Ogata. 2009. *Pediococcus* sp. nov., isolated from ryegrass silage. [Online]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19406783>. (2016, January 12).