



การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของแอปเปิลตัดแต่งพร้อมบริโภค

Inhibition of Browning Reaction of Ready to Eat Fresh-Cut Apples

วัสสร มณีนิล¹ อูมาพร มีเดช²

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้บริโภคนิยมซื้ออาหารนอกบ้านมาบริโภคมากกว่าการประกอบอาหารเอง เช่นเดียวกับการบริโภคผลไม้ ผู้บริโภคนิยมซื้อผลไม้ที่ผ่านการตัดแต่งแล้วซึ่งมีจำหน่ายตามร้านค้าทั่วไป เนื่องจากหาซื้อได้ง่าย และสะดวกรวดเร็ว พร้อมรับประทาน แต่ในกระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรมยังมีปัญหาในการแปรรูปผลไม้ตัดแต่ง เช่น การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ การเกิดเชื้อจุลินทรีย์ที่พื้นผิวของผลิตภัณฑ์ผลไม้ตัดแต่ง (Guan et al, 2010) ด้วยสาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในแอปเปิลตัดแต่งเพื่อตอบสนองต่อผู้บริโภค ในยุคปัจจุบัน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางเคมี และศึกษาชนิดและระดับความเข้มข้นของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตแอปเปิลตัดแต่งพร้อมบริโภค ในแอปเปิล 5 สายพันธุ์ ได้แก่ Red Delicious, Fuji, Gala, Envy และ Pink lady โดยวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี รายงานผลเป็นค่าความสว่าง (L*) และการวิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อ วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ วิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งหมดมาคำนวณค่าทางสถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (complete randomize design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของแอปเปิลทั้ง 5 สายพันธุ์ มีค่าระหว่าง 77.90 - 83.13 สายพันธุ์ Pink lady มีค่าสูงสุด ความแน่นเนื้อ (N) ของแอปเปิลทั้ง 5 สายพันธุ์มีค่าระหว่าง 239.44 - 367.88 นิวตัน สายพันธุ์ Envy มีค่าสูงสุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแอปเปิลทั้ง 5 สายพันธุ์ มีค่าระหว่าง 0.29 - 0.65 Unit/mg protein โดยแอปเปิลทุกสายพันธุ์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของแอปเปิลทั้ง 5 สายพันธุ์ มีค่าระหว่าง 0.02 - 0.05 Unit/mg protein โดยแอปเปิลสายพันธุ์ Gala และ Red Delicious มีค่าสูงสุดเท่ากัน

จากนั้นศึกษาชนิดและระดับความเข้มข้นของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตแอปเปิลตัดแต่งพร้อมบริโภค 2 ชนิด คือ สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75, 1.0 และ 1.5 % (w/v) ตามลำดับ และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25, 0.5 และ 0.75 % (w/v) ตามลำดับ ต่อคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางเคมีของแอปเปิลแต่ละสายพันธุ์ พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของแอปเปิลมีค่า

¹ อาจารย์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ อีเมลล์ wassakorn.m@mail.rmutk.ac.th

² อาจารย์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ อีเมลล์ oumaporn.m@mail.rmutk.ac.th



เพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายแต่ละชนิดเพิ่มขึ้น และพบว่าการแช่แอปเปิลในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ส่งผลให้แอปเปิลมีค่าความสว่างสูงกว่าที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแอปเปิลพบว่า มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น การวิเคราะห์ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของแอปเปิลพบว่า มีค่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: การป้องกัน, การเกิดสีน้ำตาล, แอปเปิลตัดแต่งพร้อมบริโภค

Abstract

Nowadays, takeaway and food delivery market are growing. We are seeing more people buying ready to eat meals, including those fresh-cut fruits packed in convenient way which are available in local supermarket or most convenience stores. Nevertheless, the industry still encounters with multiple challenges on product quality during the cutting process, for example, physical changes on the fruit texture and the appearance of microorganism on fruit surface (Guan et al, 2010). These factors can become vital concerns that cease consumers from buying ready to eat fruits. The researcher seeks to improve quality of ready to eat fruits and fulfill consumers satisfaction by studying inhibition of browning reaction in fresh-cut apples. This research aims to determine physical and chemical properties of fresh-cut apples in ready to eat pack by studying impact of three concentration level of browning inhibitors (Sodium Chloride and Calcium Chloride) on five apple cultivars, including Red Delicious, Fuji, Gala, Envy and Pink lady. Physical properties were reviewed and analyzed reporting as lightness index (L^*) and firmness index. To study Chemical Properties of Polyphenol Oxidase Activity and Phenolic Compounds, the research employed statistical analysis in a completely randomized design (CRD), Analysis of Variance (ANOVA), and Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) to determine critical values for comparisons between means. At 95% confidence interval, the study of physical and chemical properties found that all the five apple cultivars showed lightness index (L^*) ranged from 77.90 to 83.13, of which Pink Lady showed the highest lightness value. All apple cultivars showed firmness index (N) ranged from 7239.44 – 367.88 Newton, of which Envy showed the highest firmness value with statistically significant difference ($P \leq 0.05$). By examining Phenolic Level, all apple cultivars showed statistically significant difference ($P \leq 0.05$) of Phenolic Level ranged from 0.29 – 0.65 Unit/mg. Polyphenol oxidase (PPO) of all cultivars showed level ranged from 0.02 – 0.05 Unit/mg protein, of which Gala and Red Delicious share the highest level of PPO.

To study the impact of browning inhibitors, the researcher employed three concentration level of Sodium Chloride, from 0.75, 1.0 and 1.5 % (w/v) and Calcium Chloride from



0.25, 0.5 and 0.75 % (w/v). The result suggests that lightness index (L^*) increases with higher concentration level. The result also suggests that using Sodium Chloride will bring higher lightness index than using Calcium Chloride. In addition, Phenolic Level increases when the concentration level of browning inhibitors increase, whereas Polyphenol Oxidase (PPO) level declines when the concentration level increases.

Keyword: Inhibition, Browning Reaction and Ready-to-Eat Fresh-Cut Apple

ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

จากสภาพสังคมที่เปลี่ยนไปส่งผลให้พฤติกรรมผู้บริโภคเปลี่ยนไป โดยผู้บริโภคปัจจุบันนิยมซื้ออาหารนอกบ้านบริโภค เช่นเดียวกับการบริโภคผลไม้ที่นิยมซื้อผลไม้ที่ตัดแต่งแล้วตามร้านค้าทั่วไป เนื่องจากหาซื้อได้ง่าย สะดวก แต่ในกระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรมยังมีปัญหาในการแปรรูปผลไม้ตัดแต่ง เช่น การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ การเกิดเชื้อจุลินทรีย์ที่พื้นผิวของผลไม้ตัดแต่ง (Gustavo V. et al, 2017) ผลไม้ตัดแต่งที่ได้รับความนิยมในการบริโภค คือ แอปเปิล มะม่วง และชมพู เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการ มีสารแอนติออกซิแดนซ์ (Antioxidants) (Gorny, 2003)

การบริโภคผักและผลไม้ยังมีปัญหาเรื่องของการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเอนไซม์ (Enzymatic browning) หลังจากปอกเปลือกไว้ผักและผลไม้จะเกิดสีน้ำตาล (Browning reaction) เกิดจาก สารแทนนิน (Tannin) ที่พบมากในผักและผลไม้ เป็นสารประกอบฟีนอล (Phenolic compounds) เมื่อสัมผัสกับออกซิเจน (Oxygen) จึงทำให้เกิดสีน้ำตาลที่พื้นผิวหน้าเกือบ 50% ทำให้ไม่รับประทาน (Crumiere, 2000) แต่สามารถแก้ไขได้โดยใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล (Anti browning) ร่วมกับอุณหภูมิที่เหมาะสม สารที่ใช้ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล เช่น Sodium Chloride, Calcium Chlorite, Sodium Hyper Chlorite, Ascorbic acid, Isoascorbic acid, Aluminum sulphate, Calcium propionate เป็นต้น (นิธิยา, 2553)

ด้วยสาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและการเก็บรักษาแอปเปิลตัดแต่งเพื่อใช้ในการบริโภค เพื่อตอบสนองการบริโภคอาหารของคนในยุคปัจจุบัน และเพื่อส่งเสริมการส่งออกของผลไม้ตัดแต่งไปต่างประเทศได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และลักษณะเนื้อสัมผัสของแอปเปิล
2. เพื่อศึกษาชนิดและระดับความเข้มข้นของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตแอปเปิลตัดแต่งพร้อมบริโภค



วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของแอปเปิล 5 สายพันธุ์ คือ Fuji, Red Delicious, Gala, Envy และ Pink lady มาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

- 1.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่
- 1.2 ค่าสี รายงานผลเป็นค่าความสว่าง (L*)
- 1.3 การวิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อ

2. คุณภาพทางเคมี ได้แก่

- 2.1 การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol Oxidase; PPO)
- 2.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound)

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมี มาคำนวณค่าทางสถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (complete randomize design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ศึกษาชนิดและระดับความเข้มข้นของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตแอปเปิลตัดแต่งพร้อมบริโภค

นำแอปเปิล 5 สายพันธุ์มาแปรชนิดของสารที่ใช้ในการแช่เป็น 2 ชนิด คือ สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.75, 1.0 และ 1.5 % (w/v) ตามลำดับ และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.25, 0.5 และ 0.75 % (w/v) ตามลำดับ โดยมีขั้นตอนดังนี้ นำแอปเปิลล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า ปอกเปลือก แบ่งแอปเปิล 1 ผลเป็น 6 ชิ้น แช่แอปเปิลลงในสารที่ใช้ป้องกันการเกิดสีน้ำตาล อัตราส่วนแอปเปิลต่อสารที่ใช้ป้องกันการเกิดสีน้ำตาลเท่ากับ 1:2 เป็นเวลา 5 นาที แล้วบรรจุในภาชนะที่หุ้มปิดด้วยฟิวซีฟิล์ม และเก็บรักษาที่ 4 ± 1 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้แช่สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล นำแอปเปิลตัดแต่งพร้อมบริโภคไปวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

4. คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

- 4.1 ค่าสี รายงานผลเป็นค่าความสว่าง (L*)
- 4.2 การวิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อ

วิเคราะห์ค่าสี ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Color Meter) ยี่ห้อ Hunterlab รุ่น ColorQuest XE ประเทศสหรัฐอเมริกา วิธีการวัด ปรับเทียบเครื่องโดยใช้แผ่นแก้วสีดำ แผ่นพลาสติกสีขาว และแผ่นพลาสติกสีเขียว ตามลำดับ จากนั้นใส่ตัวอย่างลงในภาชนะแก้วใสทรงกระบอก โดยใส่ให้มีความหนาประมาณครึ่งหนึ่งของกระบอก นำภาชนะใส่ตัวอย่างวางลงในช่องใส่ตัวอย่าง และครอบภาชนะใส่ตัวอย่างด้วยฝาครอบพลาสติกสีดำ อ่านค่าสี L* ที่วัดได้ ทำซ้ำตั้งแต่การใส่ตัวอย่างลงในภาชนะเป็นจำนวน 3 ครั้ง คำนวณหาค่าเฉลี่ย รายงานผลเป็นค่าความสว่าง (L*) และการวิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อของแอปเปิลตัดแต่ง ขนาดชิ้นแอปเปิลประมาณ 2.3×1.5 เซนติเมตร โดยใช้เครื่อง Texture analysis หัว Cylinder probe P/5 เริ่มบันทึกค่าแรงที่ซีกตกลงในตัวอย่างที่ระดับความลึก 10 มิลลิเมตร ความเร็วใน



การเคลื่อนที่ของหัวคอก่อนทดสอบ ขณะทดสอบ และหลังทดสอบอยู่ที่ 1 มิลลิเมตร/วินาที จำนวน 15 ครั้ง นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพมาคำนวณค่าทางสถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design ; CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT (Duncan's new multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางเคมี ของแอปเปิล 5 สายพันธุ์

ตารางที่ 1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของแอปเปิล 5 สายพันธุ์

สายพันธุ์	L*	ค่าความแน่นเนื้อ (N)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Unit/mg protein)	กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Unit/mg protein)
Red Delicious	78.73±0.82 ^c	241.27±25.57 ^b	0.65±0.01 ^a	0.05±0.00 ^a
Fuji	77.90±0.82 ^c	262.15±25.09 ^b	0.29±0.02 ^d	0.03±0.00 ^b
Gala	78.44±0.93 ^c	239.44±50.97 ^b	0.52±0.01 ^b	0.05±0.00 ^a
Envy	79.87±0.85 ^b	367.88±53.33 ^a	0.46±0.02 ^c	0.02±0.00 ^c
Pink Lady	83.13±0.78 ^a	263.71±31.09 ^b	0.29±0.01 ^d	0.03±0.00 ^b

หมายเหตุ: a, b, c และ d มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่า (L*) ของแอปเปิลทั้ง 5 สายพันธุ์ มีค่าระหว่าง 77.90 - 83.13 โดย Pink lady มีค่าสูงสุด 83.13 รองลงมาคือ Envy มีค่า 79.87 และน้อยที่สุดคือ Red Delicious, Gala และ Fuji มีค่า 78.73, 78.44 และ 77.90 (Unit/mg protein) ตามลำดับ โดยค่าความสว่างของ Pink Lady และ Envy มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ Red Delicious, Gala และ Fuji ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าความแน่นเนื้อ (N) ของชิ้นแอปเปิลทั้ง 5 สายพันธุ์มีค่าระหว่าง 239.44 - 367.88 นิวตัน โดย Envy มีค่าสูงสุด 367.88 นิวตัน รองลงมาคือ Pink Lady, Fuji, Red delicious และ Gala มีค่า 263.71, 262.15, 241.27 และ 239.44 นิวตัน ตามลำดับ ค่าความแน่นเนื้อของแอปเปิล Pink Lady, Fuji, Red delicious และ Gala มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Envy ($P \leq 0.05$)

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแอปเปิลทั้ง 5 สายพันธุ์ มีค่าระหว่าง 0.29 - 0.65 Unit/mg protein โดย Red Delicious มีค่าสูงสุด 0.65 Unit/mg protein รองลงมาคือ Gala, Envy, Fuji และ Pink Lady มีค่า 0.52, 0.46, 0.29 และ 0.29 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



14 พฤษภาคม พ.ศ. 2565 เข้าร่วมประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานแบบ Online

ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของแอปเปิ้ลทั้ง 5 สายพันธุ์ มีค่าระหว่าง 0.02 – 0.05 Unit/mg protein โดย Gala และ Red Delicious มีค่าสูงสุด 0.05 Unit/mg protein รองลงมาคือ Fuji, Pink Lady และ Envy มีค่า 0.03, 0.03 และ 0.02 Unit/mg protein

ผลการศึกษานิตและระดับความเข้มข้นของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตแอปเปิ้ลตัดแต่งพร้อมบริโภคจากการศึกษานิตของสารที่ใช้ในการแช่เป็น 2 ชนิด คือ สารละลายโซเดียมคลอไรด์ และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ต่อคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางเคมี ของแอปเปิ้ลแต่ละสายพันธุ์ดัง ตารางที่ 2 - 6

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของแอปเปิ้ลสายพันธุ์ Red delicious ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน

สารละลาย	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	L*	ค่าความแน่นเนื้อ (N)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Unit/mg protein)	กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Unit/mg protein)
ควบคุม	0	78.73±0.82 ^c	241.27±25.57 ^{abc}	0.65±0.01 ^c	0.05±0.00 ^a
	0.75	81.37±0.63 ^b	269.86±44.79 ^{ab}	0.81±0.05 ^b	0.05±0.00 ^a
โซเดียมคลอไรด์	1.00	82.45±0.62 ^a	236.38±27.81 ^{bc}	0.80±0.01 ^b	0.04±0.00 ^{bc}
	1.50	83.21±0.42 ^a	278.03±81.09 ^a	0.86±0.11 ^a	0.03±0.00 ^d
แคลเซียมคลอไรด์	0.25	77.10±0.51 ^d	233.94±52.68 ^{bc}	0.70±0.02 ^c	0.05±0.00 ^b
	0.50	79.49±0.78 ^c	224.79±29.06 ^c	0.71±0.02 ^c	0.05±0.00 ^b
	0.75	81.42±0.76 ^b	265.24±40.86 ^{ab}	0.80±0.11 ^b	0.04±0.00 ^c

หมายเหตุ: a, b, c และ d มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่า (L*) ของแอปเปิ้ล Red delicious ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 77.10 - 83.21 ค่าความสว่างของแอปเปิ้ลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์และแคลเซียมคลอไรด์ในทุกระดับความเข้มข้นมีค่าสูงกว่าแอปเปิ้ลที่ไม่ผ่านการแช่ โดยแอปเปิ้ลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 มีค่า (L*) สูงสุด 83.13 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ค่าความแน่นเนื้อ (N) ของแอปเปิ้ล Red delicious ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 224.79 – 278.03 N แอปเปิ้ล ที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 มีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุด 278.03 N และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ของแอปเปิ้ล Red delicious ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 0.65 – 0.86 Unit/mg protein ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแอปเปิ้ลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์และแคลเซียมคลอไรด์ในทุกระดับความเข้มข้นมีค่าสูงกว่าแอปเปิ้ลที่ไม่ผ่านการแช่ โดยแอปเปิ้ลที่แช่ใน



14 พฤษภาคม พ.ศ. 2565 เข้าร่วมประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานแบบ Online

สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด 0.86 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ของแอปเปิล Red delicious ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 0.03 – 0.05 Unit/mg protein โดยแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 มีค่าต่ำสุด 0.03 Unit/mg protein โดยพบว่าเมื่อสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.00 ขึ้นไป และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.75 ขึ้นไปส่งผลให้ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของแอปเปิลสายพันธุ์ Fuji ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน

สารละลาย	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	L*	ค่าความแน่นเนื้อ (N)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Unit/mg protein)	กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Unit/mg protein)
ควบคุม	0	77.90±0.82 ^c	262.15±25.09 ^a	0.29±0.02 ^d	0.03±0.00 ^{bc}
โซเดียมคลอไรด์	0.75	79.01±0.70 ^b	215.78±40.66 ^{cd}	0.52±0.03 ^a	0.03±0.00 ^{ab}
	1.00	80.04±0.92 ^b	257.99±61.84 ^{ab}	0.47±0.02 ^{ab}	0.03±0.00 ^{bc}
แคลเซียมคลอไรด์	1.50	81.57±0.66 ^a	228.64±22.50 ^{bcd}	0.48±0.03 ^{ab}	0.02±0.00 ^e
	0.25	75.94±0.86 ^d	201.74±28.97 ^d	0.37±0.03 ^c	0.03±0.00 ^{cd}
แคลเซียมคลอไรด์	0.50	77.51±0.91 ^c	233.85±32.50 ^{abc}	0.45±0.03 ^b	0.03±0.00 ^{de}
	0.75	79.90±0.46 ^b	140.21±53.20 ^e	0.45±0.03 ^b	0.02±0.00 ^e

หมายเหตุ: a, b, c, d และ e มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3 ค่า (L*) ของแอปเปิล Fuji ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกันมีค่าระหว่าง 77.51 - 81.57 ค่าความสว่างของแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์และแคลเซียมคลอไรด์ในทุกระดับความเข้มข้นมีค่าสูงกว่าแอปเปิลที่ไม่ผ่านการแช่ โดยแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 มีค่า (L*) สูงสุด 81.57 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จะเห็นได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายแต่ละชนิดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า (L*) เพิ่มขึ้น และพบว่า การแช่แอปเปิลในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ส่งผลให้แอปเปิลมีค่า (L*) สูงกว่าที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์

ค่าความแน่นเนื้อ (N) ของแอปเปิล Fuji ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 140.21 – 257.99 N แอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์และแคลเซียมคลอไรด์ในทุกระดับความเข้มข้นมีค่าความแน่นเนื้อน้อยกว่าแอปเปิลที่ไม่ผ่านการแช่ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



14 พฤษภาคม พ.ศ. 2565 เข้าร่วมประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานแบบ Online

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแอปเปิล Fuji ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 0.29 – 0.48 Unit/mg protein ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์และแคลเซียมคลอไรด์ในทุกระดับความเข้มข้นมีค่าสูงกว่าแอปเปิลที่ไม่ผ่านการแช่ โดยแอปเปิลที่แช่ในแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด 0.48 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของแอปเปิล Fuji ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 0.02 – 0.03 Unit/mg protein โดยแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 มีค่าต่ำสุด 0.02 Unit/mg protein เมื่อสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 ขึ้นไป และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.75 ขึ้นไปส่งผลให้ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของแอปเปิล Fuji ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของแอปเปิลสายพันธุ์ Gala ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน

สารละลาย	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	L*	ค่าความแน่นเนื้อ (N)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Unit/mg protein)	กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Unit/mg protein)
ควบคุม	0	78.44±0.93 ^{bc}	239.44±50.97 ^{bc}	0.52±0.01 ^a	0.05±0.00 ^a
โซเดียมคลอไรด์	0.75	79.35±0.86 ^{ab}	288.24±55.52 ^a	0.47±0.01 ^b	0.05±0.00 ^a
	1.00	78.61±1.02 ^{bc}	299.47±50.41 ^a	0.51±0.00 ^{ab}	0.05±0.00 ^{ab}
แคลเซียมคลอไรด์	1.50	80.06±0.38 ^a	301.73±38.62 ^a	0.51±0.02 ^a	0.04±0.00 ^c
	0.25	77.98±0.71 ^c	249.22±49.20 ^b	0.53±0.02 ^a	0.05±0.00 ^{ab}
แคลเซียมคลอไรด์	0.50	78.61±0.76 ^{bc}	272.52±36.94 ^{ab}	0.53±0.02 ^a	0.05±0.00 ^{ab}
	0.75	79.37±0.68 ^{ab}	211.39±24.83 ^c	0.49±0.03 ^{ab}	0.04±0.00 ^{bc}

หมายเหตุ: a, b และ c มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4 ค่า (L*) ของแอปเปิล Gala ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 77.98 – 80.06 ค่า (L*) ของแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์และแคลเซียมคลอไรด์ในทุกระดับความเข้มข้นมีค่าสูงกว่าแอปเปิลที่ไม่ผ่านการแช่ โดยแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 มีค่า (L*) สูงสุด 80.06 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จะเห็นได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายแต่ละชนิดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า (L*) เพิ่มขึ้น และการแช่แอปเปิลในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ส่งผลให้แอปเปิลมีค่า (L*) สูงกว่าที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์



14 พฤษภาคม พ.ศ. 2565 เข้าร่วมประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานแบบ Online

ค่าความแน่นเนื้อ (N) ของแอปเปิล Gala ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 211.39 – 301.73 N แอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้นมีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าแอปเปิลที่ไม่ผ่านการแช่ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุด 301.73 N ในขณะที่แอปเปิลที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.75 มีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุด 211.39 N และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแอปเปิล Gala ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 0.47 – 0.53 Unit/mg protein โดยแอปเปิล Gala ที่แช่ในแอปเปิลที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.50 และ 0.75 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด 0.53 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของแอปเปิล Gala ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 0.04 – 0.05 Unit/mg protein โดยแอปเปิล Gala ที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.75 มีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสต่ำสุด 0.04 Unit/mg protein

ตารางที่ 5 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของแอปเปิลสายพันธุ์ Envy ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน

สารละลาย	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	L*	ค่าความแน่นเนื้อ (N)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Unit/mg protein)	กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Unit/mg protein)
ควบคุม	0	79.87±0.85 ^b	367.88±53.33 ^a	0.46±0.02 ^d	0.02±0.00 ^{ab}
โซเดียมคลอไรด์	0.75	79.82±0.91 ^b	384.59±126.50 ^a	0.58±0.01 ^b	0.02±0.00 ^a
	1.00	81.41±0.37 ^a	362.82±108.60 ^a	0.57±0.03 ^{bc}	0.02±0.00 ^c
	1.50	81.47±0.56 ^a	365.83±50.67 ^a	0.65±0.02 ^a	0.01±0.00 ^d
แคลเซียมคลอไรด์	0.25	76.33±0.63 ^c	408.97±86.45 ^a	0.53±0.02 ^c	0.02±0.00 ^b
	0.50	79.36±0.25 ^{bc}	270.23±44.98 ^b	0.54±0.03 ^c	0.02±0.00 ^c
	0.75	78.89±0.55 ^c	425.61±39.23 ^a	0.53±0.03 ^c	0.02±0.00 ^c

หมายเหตุ: a, b, c และ d มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5 ค่าความสว่าง (L*) ของแอปเปิลสายพันธุ์ Envy ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 76.33 – 81.47 ค่า (L*) ของแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ในทุกระดับความเข้มข้นมีค่าสูงกว่าแอปเปิลที่ไม่ผ่านการแช่ โดยแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 มีค่าความสว่างสูงสุด 81.47 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จะเห็นได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายแต่ละชนิดเพิ่มขึ้น



14 พฤษภาคม พ.ศ. 2565 เข้าร่วมประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานแบบ Online

ส่งผลให้ค่า (L*) เพิ่มขึ้น และการแช่แอปเปิลในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ส่งผลให้แอปเปิลมีค่า (L*) สูงกว่าที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์

ค่าความแน่นเนื้อ (N) ของแอปเปิล Envy ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกันมีค่าระหว่าง 270.23 – 425.61 N โดยแอปเปิลที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.75 มีค่าความแน่นเนื้อสูงสุด 425.61 N ในขณะที่แอปเปิลที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.50 มีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุด 270.23 N และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแอปเปิล Envy ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 0.46 – 0.65 Unit/mg protein ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด 0.65 Unit/mg protein และแอปเปิลที่ไม่ผ่านการแช่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดต่ำสุด 0.46 Unit/mg protein จากการทดลองพบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.25, 0.50 และ 0.75 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของแอปเปิล Envy ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 0.01 – 0.02 Unit/mg protein โดยแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 มีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสต่ำสุด 0.01 Unit/mg protein ในขณะที่แอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.75 และ 1.00 และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.25, 0.50 และ 0.75 มีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 6 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของแอปเปิลสายพันธุ์ Pink Lady ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน

สารละลาย	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	L*	ค่าความแน่นเนื้อ (N)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Unit/mg protein)	กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Unit/mg protein)
ควบคุม	0	79.14±0.45 ^d	263.71±31.09 ^c	0.29±0.01 ^d	0.03±0.00 ^b
	0.75	81.07±1.11 ^c	282.16±34.92 ^{bc}	0.53±0.02 ^b	0.03±0.00 ^a
	1.00	82.08±0.44 ^{ab}	331.19±60.76 ^a	0.55±0.03 ^{ab}	0.02±0.00 ^c
โซเดียมคลอไรด์	1.50	82.63±0.36 ^a	285.95±52.13 ^{bc}	0.57±0.02 ^a	0.02±0.00 ^d
	0.25	76.87±0.98 ^d	282.40±31.18 ^{bc}	0.44±0.02 ^c	0.02±0.00 ^d
แคลเซียมคลอไรด์	0.50	78.97±1.28 ^c	301.01±61.52 ^{ab}	0.45±0.02 ^c	0.02±0.00 ^c
	0.75	80.32±1.96 ^d	291.25±28.06 ^{bc}	0.51±0.02 ^b	0.02±0.00 ^d

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b, c, ... ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



จากตารางที่ 6 ค่า (L*) ของแอปเปิล Pink Lady ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 76.87 - 82.63 ค่า (L*) ของแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์และแคลเซียมคลอไรด์ในทุกระดับความเข้มข้นมีค่าสูงกว่าแอปเปิลที่ไม่ผ่านการแช่ โดยแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 มีค่า (L*) สูงสุด 82.63 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จะเห็นได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายแต่ละชนิดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า (L*) เพิ่มขึ้น และการแช่แอปเปิลในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ส่งผลให้แอปเปิลมีค่า (L*) สูงกว่าที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์

ค่าความแน่นเนื้อ (N) ของแอปเปิล Pink Lady ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 263.71 - 331.19 N โดยแอปเปิล Pink Lady ที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 มีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุด 331.19 N และมีค่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 1.50 เช่นเดียวกับแอปเปิลที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่มีค่าความแน่นเนื้อลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มเป็นร้อยละ 0.75 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแอปเปิล Pink Lady ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 0.29 - 0.57 Unit/mg protein โดยแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด 0.57 Unit/mg protein แอปเปิลที่ไม่ผ่านการแช่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดต่ำสุด 0.29 Unit/mg protein โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้นมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าแอปเปิลที่ไม่ผ่านการแช่ เมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแอปเปิล Pink Lady เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของแอปเปิล Pink Lady ที่แช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 0.02 - 0.03 Unit/mg protein โดยแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.50 และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.75 มีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสต่ำสุด 0.02 Unit/mg protein โดยแอปเปิลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.00 และ 1.50 และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.25, 0.50 และ 0.75 มีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสต่ำกว่าแอปเปิลที่ไม่ผ่านการแช่ เมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของแอปเปิล Pink Lady ลดลง

อภิปรายผล

จากตารางที่ 2 - 6 พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของแอปเปิลมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายแต่ละชนิดเพิ่มขึ้น และพบว่า การแช่แอปเปิลในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ส่งผลให้แอปเปิลมีค่า (L*) สูงกว่าที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ เนื่องจากสารละลายเกลือช่วยลดปริมาณน้ำบนพื้นผิวของแอปเปิลผ่านการออสโมซิส เพราะเกลือมีความเข้มข้นต่ำกว่าน้ำในแอปเปิล เมื่อน้ำในแอปเปิลเคลื่อนออก จึงชะลอการเกิดออกซิเดชัน (Shreya, 2021)



ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแอปเปิลมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น โดยสารประกอบฟีนอล (Phenolic Compounds) และเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสซึ่งแยกกันอยู่ภายในเซลล์ของเนื้อแอปเปิลมาสัมผัสกัน และเมื่อสารประกอบฟีนอลสัมผัสกับออกซิเจน เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสจะเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ทำให้สารประกอบฟีนอลกลายเป็น Ortho-quinones หรือ O-quinones จากนั้น quinones จะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนหรือโปรตีน ได้เป็นเมลานินที่เป็นสาเหตุของสีน้ำตาลบนเนื้อแอปเปิล (เทเวียร่า, 2020) ในขณะที่เกิดสีน้ำตาลปริมาณฟีนอลทั้งหมดของเนื้อผลไม้แนวโน้มลดลง เนื่องจากถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เร่งปฏิกิริยาโดยเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส พบว่ามีกิจกรรมเพิ่มสูงขึ้น (สิทธิศักดิ์ และคณะ, 2558)

ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของแอปเปิลลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นของเกลือจะลดอัตราการเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงที่ 470 นาโนเมตร เนื่องจากคลอไรด์ไอออนจากเกลือจะไปยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและป้องกันการเกิดออกซิเดชันของฟีนอลไปเป็นควิโนน จำกัดการสร้างเมลานินและการเกิดพอลิเมอร์เซชัน (Shreya, 2021) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mola et al. (2016) ที่กล่าวว่า การเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- (1) ศึกษาอายุการเก็บรักษาแอปเปิลตัดแต่งพร้อมบริโภครวม
- (2) ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การป้องกันการเกิดสีน้ำตาลของแอปเปิลตัดแต่งพร้อมบริโภคสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สถาบันวิจัยและพัฒนา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ที่ให้อุปกรณ์ และอนุเคราะห์เครื่องมือวิเคราะห์และอุปกรณ์ ต่าง ๆ และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์ชญา อธิวิวัฒน์พงศ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนช่วยดูแลการวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ชนิดา ญาณถวิล, อรพิน เกิดชูชื่น และณัฐฐา เลหาทกุลจิตต์. (2556, พฤษภาคม-สิงหาคม). ประสิทธิภาพของฟิล์มประกอบต่อคุณภาพของแอปเปิลตัดแต่งสด. ว. วิทย. กษ. 44(2)(พิเศษ) : 481-484.
- คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2546). วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.



- จันทร์เพ็ญ เกิดผล. (2560). ทำไมแอปเปิลที่ปอกเปลือกทิ้งไว้จึงมีสีคล้ำ?. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_knowledge/chem-12-60-ppo.pdf. [2564, 15 พฤษภาคม].
- จินดาภรณ์ แซ่จั้ง. (2559). ผลการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลด้วยน้ำแดงกวาวในกระท้อน ชมพู่ มะเขือยาว และแอปเปิ้ล บด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- เทวีภา. (2020). การเกิดสีน้ำตาลในแอปเปิ้ลตัดแต่ง (Browning Reaction in Apple Slices). [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <http://food.bru.ac.th>. [2564, 12 พฤษภาคม].
- นิธิยา รัตนปนนท. (2549). เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ปรรัตน์ ศุภมิตรโยธิน. (2556). เทคโนโลยีผักและผลไม้. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- สิทธิศักดิ์ อินทรสิทธิ์, กุลธิดา ชนาภิมุข, อธิวัฒน์ ชุ่มแย้ม, จางงศ์ อุทัยบุตร และ กอบเกียรติ แสงนิล. (2558, กันยายน-ธันวาคม). การลดการเกิดสีน้ำตาลของผลฝรั่งตัดแต่งพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูโดยโซเดียมคลอไรด์. **ว. วิทย. กษ.** 46:1/3 (พิเศษ) : 56-59
- Crumiere, F. (2000). **Inhibition of enzymatic browning in food products using bio- ingredients.** M.Sc. Dissertation, Department of Food Science and Agricultural Chemistry, McGill University, Montreal, Québec, Canada 92p.
- Gorny J.R. (2003). A Summary Of Ca And Ma Requirements And Recommendations For Fresh-Cut (Minimally Processed) Fruits And Vegetables. **Acta Hort.** 600, 609-614
- Gustavo V. Barbosa-Cánovas. (2017) . Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables. **Springer.** Washington State University. 327-384
- Mola MG, Sparaneo A, Gargano CD, Spray DC, Svelto M, Frigeri A, Scemes E, Nicchia GP. (2016, Jan). The speed of swelling kinetics modulates cell volume regulation and calcium signaling in astrocytes: a different point of view on the role of aquaporins. **Glia.** 64:139-154. doi:10.1002/glia.22921pmid:26413835
- Sapers, G.M. (1993, July). Browning of foods : control by sulfites an antioxidants, and other means. **Food Technology.** 47(1): 75-84.
- Shengmin Lu, Yaguang Luo And Hao Feng. (2006, May). Inhibition of Apple Polyphenol Oxidase Activity by Sodium Chlorite. **J. Agric. Food Chem.** 54. 3693–3696.
- Shreya Chandrasekhar. (2021, March). Studying the Rate of Polyphenol Oxidase Activity in Apples Using a Vernier Colorimeter. **Open Science Journal.** 1–5.